

UNIVERSITE DE PARIS SUD

Laboratoire d'Hydrologie et de Geologie Isotopique

O . R . S . T . O . M .

Laboratoire d'Hydrologie

**Etude relative à l'évaluation du changement possible de
la distribution des pluies intenses sur
la saison pluvieuse au Sahel**

mémoire de DEA juillet 1984

J C BADER

S O M M A I R E

Introduction

- I - Sélections des données pluviométriques
 - 1-1 - Etat des données disponibles
 - 1-2 - Critères du choix des postes pluviométriques
 - 1-3 - Liste des stations retenues

- II - Vérification de l'homogénéité des données
 - 2-1 - Méthode adoptée : le vecteur indice régional
 - 2-2 - Résultats obtenus

- III - Calculs effectués pour la recherche des tendances
 - 3-1 - Données traitées
 - 3-2 - Calculs préalables
 - 3-3 - Paramètres descriptifs de la répartition des pluies journalières
 - 3-4 - Sortie des résultats

- IV - Résultats station par station
 - 4-1 - Ouagadougou ville
 - 4-2 - Nioro du Sahel
 - 4-3 - San
 - 4-4 - Kiffa
 - 4-5 - Niamey
 - 4-6 - Tahoua
 - 4-7 - Zinder
 - 4-8 - Podor
 - 4-9 - Ndjamena

- V - Résultats sur l'ensemble du Sahel et conclusions
 - 5-1 - Paramètres décrivant les quantités de pluie et les nombres de jours de pluie
 - 5-2 - Paramètres décrivant la position du corps de la saison des pluies
 - 5-3 - Paramètres décrivant la concentration de la saison des pluies
 - 5-4 - Paramètres décrivant la répartition relative de la pluie annuelle en fortes pluies journalières
 - Commentaire final
 - Bibliographie

Introduction

Cette étude vise à évaluer d'éventuels changements dans la répartition des fortes pluies, susceptibles de modifier les conditions de formation des crues au Sahel.

Pour cela on étudie l'évolution de certains paramètres caractérisant principalement les intensités de pluie, la concentration de la saison pluvieuse, la position de la saison pluvieuse. On examine leurs variations année par année, en moyennes glissantes de 5 ou 10 ans, et par comparaison des périodes antérieure et postérieure à 1968.

Les données utilisées sont les pluies journalières de 9 postes anciens répartis de la Mauritanie au Tchad pour des pluviométries annuelles moyennes comprises entre 300 et 850 mm.

Mais avant de poursuivre je voudrais remercier quelques personnes qui m'ont aidé dans cette tâche : Monsieur Sircoulon qui a dirigé l'étude, Monsieur Ribstein qui m'a encadré tout au long des travaux, Monsieur Lhôte qui m'a aidé pour la partie homogénéité des données, Monsieur Cochonneau pour ses conseils en informatique, Madame Lepizzera pour avoir mis au net ce rapport.

I - SELECTION DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

I.1 *Etat des données disponibles*

- Pour les pays membres du CIEH (Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques) on dispose d'un fichier en l'état de la pluviométrie journalière aux différents postes, de l'origine des mesures à 1965 inclus. Ces données se trouvent sur supports magnétiques et figurent sur des recueils du CIEH (3) pays par pays.

Le fichier en l'état consiste en la copie des données originales. Seules y sont effectuées des corrections dûment justifiées et ne laissant planer aucun doute. Toutefois lors de la chaîne de saisie des données, des commentaires préliminaires sur leur qualité sont faits, constituant ainsi un fichier des commentaires. Les indications correspondantes figurent en clair sur les recueils CIEH mentionnés plus haut.

- Selon les pays on dispose à l'ORSTOM de données de 1966 à 1973 ou de 1966 à 1976, sur fichiers magnétiques.

Des commentaires préliminaires de qualité ont été faits pour les données antérieures à 1973 et figurent pour certains pays sur des cahiers manuscrits de Y. Brunet Moret (1).

- Les données récentes ont pu être récupérées jusqu'à l'année 1983 pour la majorité des stations sélectionnées.

I.2 - *Critères du choix des postes pluviométriques*

La sélection s'opère selon l'ordre suivant :

- Situation dans l'un des pays : Haute Volta, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad.

- Pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 300 et 850 mm. (sur la base des données antérieures à 1960).

- Longue série des données.

- Données a priori de bonne qualité d'après les commentaires considérés plus

haut, avec peu de longues lacunes jusqu'en 1972. Le critère retenu est le nombre d'années entièrement utilisables, ainsi que le nombre d'années utilisables sur seulement quelques mois.

- Station distante d'au moins une centaine de km du bord de mer.

- Limitation à une dizaine de stations (pour raison matérielle) réparties sur l'ensemble du Sahel et réalisant une bonne couverture de cette région. On s'impose de plus de prendre au moins une station dans chacun des pays cités plus haut.

Remarque : Un mois est considéré inutilisable si les relevés sont incomplets, douteux, ou non journaliers.

I.3 - Liste des stations retenues

A l'examen des données on s'aperçoit que les longues séries de pluviométrie journalière présentent souvent des lacunes d'observation ou des périodes de lectures non quotidiennes. Certaines valeurs sont données comme douteuses.

En plus des critères de choix énoncés plus haut, c'est souvent après un compromis face aux différentes critiques de qualité qu'ont été choisies les stations. Après la liste des stations retenues, on trouvera quelques raisons sur l'écartement d'autres postes, qui a priori auraient pu convenir.

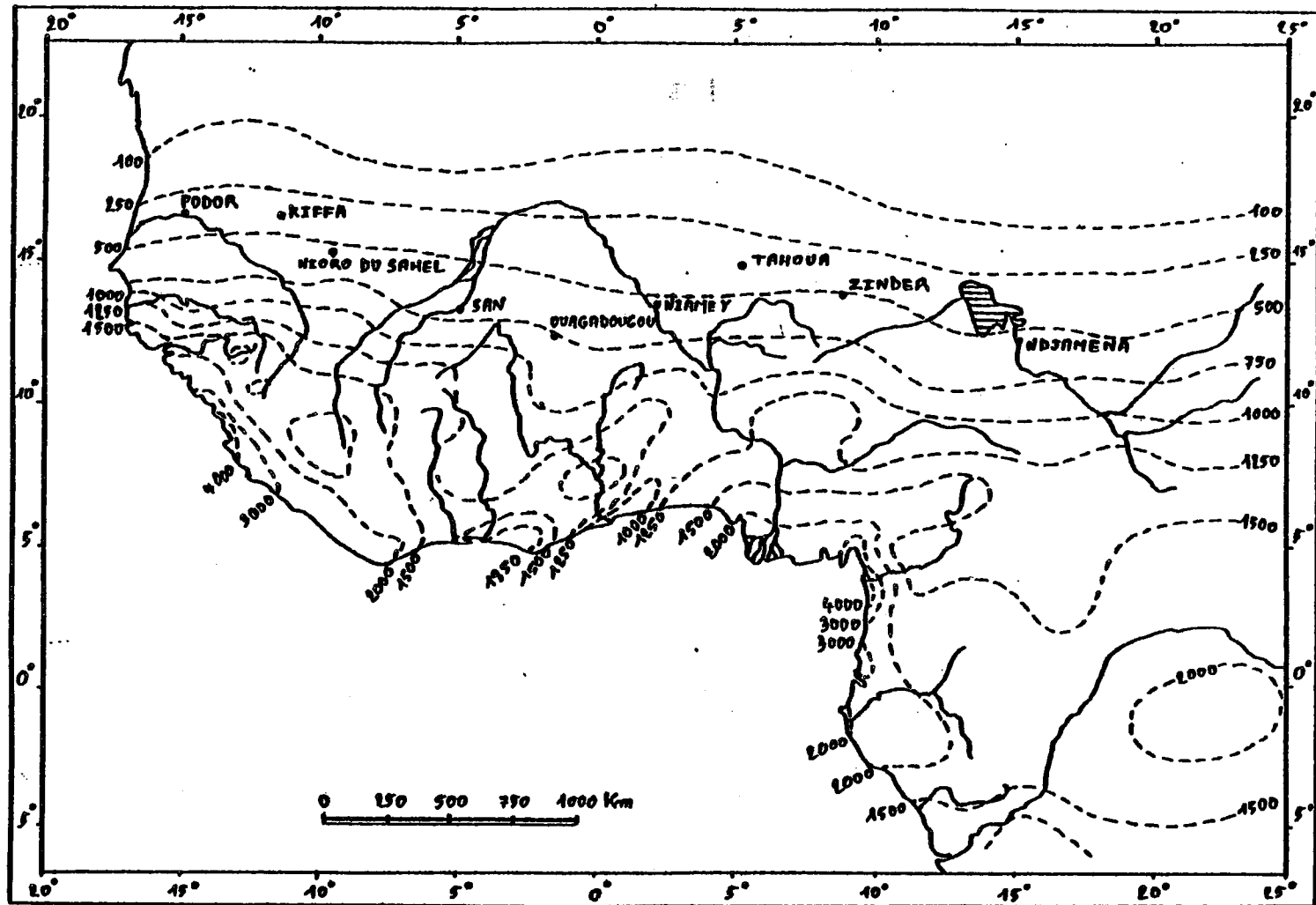
Tableau 1 - Liste des stations pluviométriques utilisées :

Numéro de Station	Station	Coordonnée géographique	Pays	Année de création	année dispo- la plus récente	nbre d'années entièrement utilisables	nbre d'années partiellement utilisables
200238	Ouagadougou Ville	12°22'N 01°31'W	Hte Volta	1921	1983	58	3
270358	Nioro du Sahel	15°14'N 09°36'W	Mali	1919	1983	55	2
270400	San	13°17'N 04°54'W	Mali	1921	1983	61	2
300037	Kiffa	16°38'N 11°24'W	Mauritanie	1922	1982	58	2
320148	Niamey Ville	13°30'N 02°08'E	Niger	1905	1983	73	6
320169	Tahoua	14°54'N 05°18'E	Niger	1921	1983	57	6
320199	Zinder	13°48'N 08°59'E	Niger	1905	1983	69	8
380214	Podor	16°38'N 14°56'W	Sénégal	1918	1983	58	7
460001	Ndjamena	12°08'N 15°02'E	Tchad	1904	1976	45	3

Voir la localisation des stations sur la carte ci-après :

Stations non retenues malgré leur importance :

- Haute Volta : Koupela, Kaya, Ouahigouya offrent des séries d'intérêt comparable à Ouagadougou Ville, mais sont situées près de Ouagadougou et seraient donc en sureffectif pour notre étude. La station de Ouagadougou Mission est plus ancienne (1902) que celle de Ouagadougou Ville mais présente une lacune de 1958 à 1963.
- Mali : Segou donne peu d'années entièrement utilisables; Manaka a une pluviométrie trop faible; Yalimane a été fermée de 1924 à 1936 et est incomplète en 1963, 64, 65; Kayes est une station très ancienne (1895) mais pour laquelle on ne dispose de 1908 à 1920 que de valeurs annuelles. San qui a une pluviométrie comparable donne un plus grand nombre d'années entièrement utilisables et a donc été retenu plutôt que Kayes.
- Mauritanie : Boghe est situé près de Podor qui a déjà été retenu. Kaedi, Aleg, Nema, Timbedra, bien que stations assez anciennes, offrent moins d'années complètes que Kiffa.
- Niger : Tillabery et Dogondoutchi sont assez proches de Niamey ou Tahoua. Ces stations seraient donc en sureffectif pour notre étude, de même que Nguigmi qui offre une série intéressante.
- Sénégal : Dakar, Diourbel, Kaolack, Fatick, Bambey, Mbao Thiaryoye, Thies, Saint Louis, Tivaouanne sont des stations anciennes donnant un nombre important d'années complètes. Elles sont malheureusement situées à moins d'une centaine de kilomètres de l'océan et représentent donc un cas très particulier dans le Sahel.
- Tchad - Abeche est une station ancienne mais qui offre peu d'années complètes, Mao, Ari, Bokoro, Mongo sont des stations assez récentes.



CARTE DES ISOHYETES d'après: J RODIER 1964

**'Régimes hydrologiques de l'Afrique noire
à l'ouest du Congo' ORSTOM**

II - VERIFICATION DE L'HOMOGENEITE DES DONNEES

II.1 - *Méthode adoptée : Le Vecteur Indice Régional*

* Afin de détecter d'éventuelles erreurs systématiques d'observation dans nos données, on a utilisé la méthode du Vecteur Indice Régional, mise au point par Brunet-Moret (2).

Elle consiste à construire une série fictive de pluies annuelles à partir des séries des stations testées. Cette série fictive vérifiant :

$$\begin{array}{l} \underline{X_{ij}} = Z_j + E_{ij} \\ X_i \end{array} \quad \text{avec :} \quad \left\{ \begin{array}{l} X_{ij} : \text{précipitation de l'année } j \text{ à la station } i \\ Z_j : \text{précipitation fictive de l'année } j, \text{ de} \\ \quad \text{moyenne } 1 \\ E_{ij} : \text{variable aléatoire indépendante de } Z_j \text{ de} \\ \quad \text{moyenne } 0 \end{array} \right.$$

Chaque station est alors testée par double cumul avec la série fictive.

Cette méthode est basée, comme celle des doubles cumuls, sur l'hypothèse que les précipitations annuelles de deux postes de la même zone climatique, sont pseudo-proportionnelles.

* Dans la vaste région qui nous intéresse on a décidé d'appliquer la méthode sur 17 stations, comprenant les 9 qui sont sélectionnées pour l'étude, ainsi que 8 autres anciennes stations qui étaient apparues assez intéressantes au premier examen.

Ces stations secondaires sont : Ouahigouya (Haute Volta), Kayes, Mopti, Yelimane (Mali), Boghe (Mauritanie), Tillabery, Maradi, Maine Soroa (Niger). Elle permettent de resserrer notre réseau initial.

La région a été découpée en trois, de deux façons différentes :

- d'ouest en est, constituant 3 sous-régions : ouest, centre, est.
- du nord au sud, constituant 3 sous-régions : nord, moyenne, sud.

On obtient donc 6 sous-régions répondant d'une certaine façon au critère un peu vague de "zone climatique"

Chacune des 17 stations appartient en outre à deux sous-régions distinctes et peut donc être testée doublement.

Description des sous-régions sur lesquelles on applique le vecteur indice :

- nord : Boghe, Kiffa, Maine Soroa, Tahoua, Podor.
- moyenne : Mopti, Nioro du Sahel, Yelimane, Maradi, Niamey, Tillabery, Zinder, Ndjamena.
- sud : Ouagadougou, Ouahigouya, Kayes, San.
- est : Maine Soroa, Maradi, Niamey, Tahoua, Zinder, Ndjamena.
- centre : Ouagadougou, Ouahigouya, Mopti, San, Niamey, Tillabery.
- ouest : Kayes, Nioro, Yelimane, Boghe, Kiffa, Podor.

* On s'intéresse au rapport de pente des différents segments de droite qui s'individualisent dans la courbe de double cumul : vecteur indice régional en abscisse - station testée en ordonnée.

En réalité, l'hypothèse de pseudo-proportionalité entre les pluies annuelles des différents postes n'est pas parfaitement vérifiée pour des sous-régions assez vastes comme les nôtres. Par conséquent il vient s'ajouter aux changements de pentes dus à d'éventuelles erreurs systématiques, d'importantes fluctuations, aléatoires ou non.

Le tracé des différents segments est donc assez subjectif.

Or, puisqu'on veut en particulier travailler sur les pluies journalières intenses, on a décidé de ne corriger ou supprimer des données qu'à coup sûr, afin de ne pas risquer de perdre de l'information sur des événements rares mais possibles.

On ne prend donc en considération que les rapports de pente correspondant à des erreurs d'éprouvette classiques, et c'est l'avis d'un spécialiste du vecteur indice à l'ORSTOM qui tranche en dernier lieu.

II.2 - Résultats obtenus

On s'aperçoit que l'homogénéité est meilleure à l'intérieur des sous-régions découpées d'est en ouest que dans celles découpées du nord au sud. La moyenne des coefficients de corrélation des stations avec le vecteur indice régional donne pour les différents cas :

nord	→ 0,651
moyenne	→ 0,728
sud	→ 0,591
est	→ 0,735
centre	→ 0,663
ouest	→ 0,711

Résultats station par station :

II.2.1 - Ouagadougou - testé sur les régions centre et sud ayant en commun respectivement 3 sur 6 et 3 sur 4 de leurs stations.

Année	→ 43	44 → 54	55 → 68	69 →
Rapport de pente Centre	0,90	0,80		1
Rapport de pente Sud	0,96	0,82	0,92	1

Les deux analyses ne concordent pas tout à fait, bien que les deux sous-régions se recouvrent largement. D'autre part J. P. Lahaye du CIEH (5) a obtenu pour Ouagadougou de bons doubles cumuls avec les stations de Leo, Koupela, Ouahigouya, Kaya.

Conclusion : pas de correction

II.2.2 - Nioro du Sahel - testé sur les régions ouest et moyenne ayant en commun respectivement 2 sur 6 et 2 sur 8 de leurs stations.

Année	→ 25	32 → 49	50 → 66	67 →
Rapport de pente ouest	1	0,89	1	0,86
Rapport de pente moyenne	0,95	0,92	1	0,87

Les deux analyses concordent assez bien mais les rapports de pentes, d'ailleurs proches de 1, ne correspondent pas à des erreurs classiques d'éprouvettes.

Conclusion : pas de correction

II.2.3 - San - testé sur les régions centre et sud ayant en commun respectivement : 3 sur 6 et 3 sur 4 de leurs stations .

Année	→ 27	28 → 41	42 → 45	46 →
Rapport de pente centre	1,04	0,96	1	
Rapport de pente sud	1,09	0,92		1

Les rapports de pentes sont proches de 1 et d'autre part, J. P. Lahaye du CIEH (5) a obtenu de bon doubles cumuls avec les stations de Dédougou et Koutiala.

Conclusion : pas de correction

II.2.4 - Kiffa - testé sur les régions nord et ouest ayant respectivement en commun :
3 sur 5 et 3 sur 6 de leurs stations.

Année	→ 32	33 → 37	38 → 47	48 →
Rapport de pente nord	1	1,09	0,79	1
Rapport de pente ouest	0,89	1,11	0,78	1

Les deux analyses concordent sauf avant 1933, du fait que le calcul pour la région ouest a été fait en conservant des valeurs "douteuses inutilisables" manifestement trop fortes pour la station de Niéro du Sahel de 1927 à 1932, faussant ainsi le vecteur indice de la région ouest pour cette période.

Le rapport 0,79 correspond à une erreur classique d'éprouvette (utilisation d'une éprouvette correspondant à une bague de 400 cm² pour une bague de 314 cm² → rapport 314/400 = 0,785)

Conclusion : Les pluies journalières des années 38 à 47 sont à corriger : on les divise par 0,785.

II.2.5 - Niaméy Ville - testé sur les régions est, centre, moyenne ayant
en commun }
respectivement } 1 sur 6 et 1 sur 6 des stations pour centre et est
3 sur 8 et 3 sur 6 des stations pour moyenne et centre
4 sur 6 et 4 sur 8 des stations pour moyenne et est

Année	→ 31	32 → 34	35 → 53	54 → 58	59 → 66	67 →
Rapport de pente est	1,03	0,91		0,70		1
Rapport de pente centre	1,02	0,87		0,75		1
Rapport de pente moyenne	0,97	0,68	0,86	0,67	0,91	1

Bien que des périodes se définissent nettement, les trois analyses ne s'accordent pas sur les rapports de pentes qui en outre ne correspondent pas à des erreurs d'éprouvette.

D'autre part, D. Cadot et C. Puech (4) ont trouvé de bons doubles cumuls avec les stations de Niamey Aero, Say, Tillabery.

Conclusion : pas de correction.

II.2.6 - Tahoua - testé sur les régions nord et est ayant en commun respectivement : 2 sur 5 et 2 sur 6 de leurs stations.

Année	→ 32	33 → 37	38 → 44	44 → 57	58 → 69	70 →
Rapport de pente Nord	0,85				0,95	1
Rapport de pente Est	0,79	0,98	0,77	1		

Les deux analyses ne s'accordent pas bien. D'autre part, Cadot et Puech (4) ont trouvé de bons doubles cumuls avec Tamashé, Garhanga, Bambeye, Keita et Illela.

Conclusion : pas de correction.

II.2.7 - Zinder - testé sur les régions Est et Moyenne ayant en commun respectivement: 4 sur 6 et 4 sur 8 de leurs stations.

Année	→ 46	47 → 50	51 → 60	61 → 73	74 →
Rapport de pente Est	1	0,83	1	0,85	0,98
Rapport de pente Moyenne	1	0,80	1	0,85	1

Le fait que les deux analyses concordent parfaitement n'est pas significatif car les sous régions Est et Moyenne se recouvrent largement. Cadot et Puech (4) ont trouvé d'assez bonnes doubles masses avec Guidimouni, Ourafane, Myrriah, Korgoum et Magaria. Sircoulon (6) trouve des cassures nettes en 1925 et 1962 en doubles cumuls avec Niamey et Ouagadougou.

Conclusion : pas de correction.

II.2.8 - Podor - testé sur les régions : Nord et Ouest ayant en commun respectivement: 3 sur 5 et 3 sur 6 de leurs stations.

Année	→ 32	33 → 55	56 →
Rapport de pente Nord	1	1,13	0,98
Rapport de pente Ouest	1	1,18	1,11

On ne peut rien conclure de ces rapports de pentes. Par contre l'année 1955 apparait sur les deux sous régions beaucoup trop forte à Podor.

Conclusion : l'année 1955 est supprimée à Podor.

II.2.9 - Ndjamena - testé sur les régions Moyenne et Est ayant en commun respectivement 4 sur 6 et 4 sur 8 de leurs stations.

Année	→ 35	36 → 44	45 → 54	55 → 61	62 → 64	65 →
Rapport de pente Est		1	0,89	1	0,77	0,89
Rapport de pente Moyenne	0,94	1	0,89	1	0,73	0,91

Conclusion : pas de correction.

III - CALCULS EFFECTUES POUR LA RECHERCHE DES TENDANCES

III.1 - *Données traitées*

Ce sont les pluies journalières des 9 stations retenues, légèrement corrigées pour Kiffa et Podor.

Un test sur les commentaires mensuels de qualité liés au fichier en l'état permet de repérer les mois inutilisables pour cause de :

relevés incomplets ou manquants
ou relevés douteux inutilisables
ou relevés non quotidiens.

III.2 - *Calculs préalables*

Un programme d'ajustement des lois gamma incomplète et exponentielles généralisée permet d'estimer pour chaque station la valeur des pluies journalières de récurrence 20 fois, 10 fois et 5 fois par an. (Les valeurs relatives aux deux lois sont en chaque station pratiquement égales).

Un autre programme permettant l'ajustement de 10 lois classiques permet d'estimer pour chaque station les pluies annuelles de certaines récurrences caractéristiques. La loi retenue est celle qui s'ajuste le mieux à l'échantillon.

III.3 - *Paramètres descriptifs de la répartition des pluies journalières*

Ces paramètres calculés année par année, sont représentatifs de la totalité de l'année calendaire. Toutefois pour certaines stations où quelques mois de la saison sèche sont parfois inutilisables, les valeurs de ces mêmes paramètres sont définies sur une période de quelques mois seulement, centrée sur la saison des pluies afin qu'on ne perde pas des années entières d'informations à cause de quelques lacunes sans gravité.

Liste des paramètres :

NJA1, NJA2, NJA3 (jours) : Nombre de jours de la période où la pluie est supérieure à la pluie journalière de récurrence 20 fois, 10 fois et 5 fois par an respectivement.

Ces 3 paramètres donnent une idée de la répartition des pluies journalières en différentes classes.

NJP1, NJP2, NJP3 (jours) : Nombre de jours de plus forte pluie de la période qui ont fourni à eux seuls 50,75 et 100 pourcent respectivement, de la pluie totale de cette période. Ces 3 paramètres donnent une idée de la concentration de la pluie de la période en fortes pluies journalières.

PTOT (mm) : Pluie totale de la période.

VEP1, VEP2, VEP3, VEP4, VEP5 (mm) : Valeur de la pluie la plus forte de la période, tombée en 1, 2, 5, 10, 30 jours consécutifs respectivement. Ces 5 paramètres donnent une idée de la pointe et du corps de la saison pluvieuse.

IEP1, IEP2, IEP3, IEP4, IEP5 (quantième) : Jour de début (compté à partir du 1er janvier) du plus fort épisode de 1, 2, 5, 10, 30 jours consécutifs respectivement. Ces 5 paramètres donnent une idée de la position dans l'année du corps de la saison des pluies.

FD1, FD2, FD3 (jours) : Nombre moyen de jours séparant les jours où la pluie est supérieure à la pluie journalière de récurrence 20, 10, 5 fois par an respectivement : Ces 3 paramètres donnent une idée de la dispersion des jours de forte pluie.

NRP (%) : NJP1 divisé par NJP3, soit le pourcentage de jours de pluie qui ont suffi à donner 50 pourcent de la pluie totale de la période. Ce paramètre donne une idée de l'importance relative des jours de forte pluie et des jours de faible pluie.

NPF (jours) : Nombre le plus faible de jours consécutifs ayant fourni la moitié de la pluie totale de la période. Ce paramètre renseigne sur la concentration du corps de la saison des pluies.

IPS (quantième) : Position du milieu de l'épisode défini par NPF. Ce paramètre nous renseigne sur la position du corps de la saison des pluies.

Certains paramètres sont calculés mois par mois sur la période de l'année considérée :

NJ1, NJ2, NJ3 (jours) : Nombre de jours du mois où la pluie est supérieure à la pluie journalière de récurrence 20, 10, 5 fois par an respectivement. Ces paramètres nous renseignent sur la répartition des pluies journalières en différentes classes, mois par mois.

NRJ1, NRJ2, NRJ3 (%) : Pourcentage mensuel des jours de la période où la pluie est supérieure à la pluie journalière de récurrence 20, 10, 5 fois par an. Ces paramètres nous renseignent sur l'importance relative des différents mois vis à vis du nombre de jours de forte pluie.

III.4 - Sortie des résultats

Le programme TEND écrit spécialement pour cette étude donne pour chaque station :

- un tableau des valeurs des paramètres année par année, et pour certains, mois par mois.
- un tableau des valeurs de ces paramètres en moyenne mobile sur 5 ans.
- un tableau des moyennes mobiles sur 10 ans.
- les valeurs moyennes des paramètres sur les années antérieures à 1968.
- les valeurs moyennes des paramètres sur les années égales ou postérieures à 1968.

Si un paramètre ne peut être calculé faute de données, il est inscrit -1

Si un paramètre ne peut être calculé par manque de pluie il est inscrit -2

Un autre programme permet de tracer les moyennes mobiles sur 5 ans en fonction du temps, à partir des sorties du programme TEND.

Remarques importantes

1 - Les valeurs données en sortie sont représentées sans chiffre derrière la virgule.

Pour les entiers il s'agit de la valeur exacte.

Pour les non entiers, il s'agit de la valeur de l'entier le plus proche.

Les tracés effectués à partir des sorties du programme TEND ont donc parfois un aspect légèrement hâché.

2 - Les moyennes mobiles sur 5 et 10 ans ne sont pas centrées, c'est à dire que la moyenne du groupe de 5 ou 10 ans est affectée à la première année du groupe et non à celle du centre. Par exemple, la moyenne mobile sur 5 ans de 1968 correspond à la moyenne des valeurs de 1968, 1969, 1970, 1971, 1972.

IV - RESULTATS STATION PAR STATION

Important : Les interprétations faites par la suite sont basées sur l'évolution des moyennes mobiles sur 5 ans des différents paramètres. Les commentaires sur l'allure des courbes (dont certaines sont fournies en annexe) ne sont généralement que qualitatifs, et en particulier le terme souvent employé de tendance est parfois à prendre au sens large. D'autre part on se rappellera que les moyennes mobiles ne sont pas centrées.

Pour compléter, on fournit un tableau des différentes valeurs moyennes et extrêmes, avec les années d'apparition.

IV.1 Ouagadougou Ville

Pluie annuelle (Gauss)	centennale sèche 556 mm	décennale sèche 688 mm	décennale humide 1011 mm	centennale humide 1143 mm
---------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------

Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 15 mm	10 fois par an 25 mm	5 fois par an 36 mm
---------------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la totalité de l'année calendaire.

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ : fluctuations à peu près aléatoires, avec une très légère tendance à la baisse pour NRJ2 août.

NJA : NJA1 tend à baisser (diminution de 1/5) depuis 1968 et NJA3 est passé de 8 à 3 de 1972 à 1979.

NJP : NJP1 et NJP2 suivent une sorte de cycle d'une douzaine d'années.

NJP3 tend à diminuer depuis 1949 (de près d'un tiers).

PTOT : tendance générale à la baisse depuis 1959 (d'un quart), et un minimum relatif très marqué en 1945.

IEP1 et IEP3 : légère tendance à la baisse depuis 1954 et 1957 (respectivement de 40 et 20 jours).

VEP : fluctuations très aléatoires, mais tendance générale à la baisse pour VEP5 depuis 1939 (diminution de un quart).

FD2 : nette tendance à la hausse depuis 1939 (de moitié) avec deux extremums en 1943 et 1970.

NRP : légère tendance à la hausse depuis 1958 (augmentation d'un tiers).

IPS : tendance à la hausse jusqu'en 1969 et forte baisse depuis.

Interprétations :

. Tendance générale de la pluie annuelle à diminuer, la sécheresse actuelle apparaissant un peu plus sévère que celle des années 1944.

OUAGADOUGOU Valeurs annuelles : 1921 à 1983 sauf 22,23,26,28,32
 Moyennes sur 5 ans : 1933 à 1979
 Moyennes sur 10 ans : 1933 à 1974

Tableau 2

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	20	8	27	47	43	16	23	44	39	18	22	44	34	20	20
					64							73			
NJA2	11	5	19	44,47	64	8	13	43	38	10	12	38+47	33,34	11	10
				63				44				63,65,66	55,56		
												70+74			
NJA3	5	2	9	54,70	33,55	3	8	79	72	5	6			6	5
				79,80	64,76										
NJP1	11	6	16	77	52	9	13	73	39,48	10	13	69+74	60,62	12	11
					64				50,51				63		
									62+66						
NJP2	23	14	32	77	52	19	26	73	50,51	20	25	73	60,62	23	21
								74	63,64			74	63		
NJP3	69	41	87	33	51	57	80	77	48	61	77	71+74	48	71	63
					64				49				49		
PTOT	849	629	1142	77	64	724	956	77	39	769	912	74	34	868	800
IEP1	213	104	319	82	21	176	239	78	54	198	238	33,64	48	220	193
												69			
IEP2	215	104	284	82	55	182	254	78	54	196	242	69	55	221	201

IEP3	211	115	270	78	51	190	237	70	57	199	230	69	43	213	207
												70			
IEP4	209	115	254	78	55	187	230	70	65	196	227	69	60	210	205
												70			
IEP5	211	150	240	72	52	189	223	72	49,50 60	197	221	69	52,59 60	213	204
VEP1	70	38	123	54	53	56	80	64	59	66	77	60,63 66,67	53	70	70
VEP2	82	50	157	79	53	65	105	64	49	74	92	60	44 45	82	82
VEP3	116	71	180	47 82	48	92	138	66	41	105	129	62	40	116	115
VEP4	158	84	251	47	43	137	183	54	41	149	172	49 74	40	160	152
VEP5	308	184	459	82	43	254	372	53	39	285	357	74	34	314	292
FD1	8	6	14	24,62 64,67 75	47,58 73	7	10		43+47 56	8	9			8	8
FD2	13	7	25	39,42 62	46	9	17	39	70	10	16	33	63 65	13	15
FD3	25	8	83	35	21	14	37	39 40	50,51 67	15	30	35 36	45,46 48,68 62+65	23	29
NRP	17	12	24	53,61 73	21	14	18	45,46 55,57 58	64,77 78,79	15	17	41,42 44+50 52+56	33+35 62+66 71+74	17	17
IPS	224	178	246	72	52	208	237	69	48, 64	214	233	70	57 58	226	217
NPF	50	29	75	77 80	78	41	61	45	53	42	55	40	48,49 51	50	50

Le nombre de jours de forte pluie n'a pas de tendance générale à diminuer ni la valeur des courts épisodes les plus forts. Cependant les faibles pluies journalières (inférieures à 15 mm) ont tendance à se raréfier, provoquant une diminution d'un tiers du nombre total de jours de pluie depuis 1949.

- . Les épisodes pluvieux les plus forts tendent à être plus précoces depuis environ 1955 (de 40 jours pour les épisodes de 1 jour, et de 20 jours pour les épisodes de 5 jours). Le centre de gravité de la saison pluvieuse passe du 12 au 5 août en moyenne, de la période antérieure à la période postérieure à 1968.
- . La concentration de la saison des pluies dans le temps ne suit aucune tendance. L'espacement moyen des jours de forte pluie (supérieure à 25 mm) tend à la hausse et s'est accru de moitié depuis 1939, passant de 9 à 14 jours.
- . L'importance relative des jours de forte pluie (NRP) tend à augmenter depuis 1958 (un tiers).

IV.2 - Nioro du Sahel

Pluie annuelle (Pearson 3)	centennale sèche	décennale sèche	décennale humide	centennale humide
	266 mm	372 mm	782 mm	1017 mm
Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 8 mm	10 fois par an 18 mm	5 fois par an 29 mm	

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la totalité de l'année calendaire
En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ1 : tendance à la baisse en août depuis 1955, et à la hausse en septembre.

NRJ2 : tendance à la hausse pour juillet depuis 1940 (doublement) et très légèrement pour septembre; tendance à la baisse (de moitié) pour août depuis 1955.

NJA1, NJA2, NJA3 : tendance très nette à la baisse depuis 1950, 1955, 1962 respectivement, avec une diminution de presque moitié.

NJP1 et NJP2 : tendance nette à la baisse depuis 1935, avec diminution d'un tiers.

NJP3 : tendance à la baisse depuis 1950, avec diminution d'un quart.

PTOT : tendance très nette à la baisse depuis 1951, avec diminution de moitié.

IEP : fluctuations aléatoires.

VEP : tendance générale à la baisse depuis 1951, avec diminution de plus de moitié pour VEP1, VEP2, VEP5.

FD1 et FD2 : tendance à la hausse depuis 1956 (doublement).

NRP : légère tendance générale à la baisse

TPS : fluctuations aléatoires.

NPF : tendance marquée à la hausse depuis 1955 avec une augmentation de presque un tiers.

Interprétations :

- . Tendance à la baisse de la pluie totale depuis 1951, avec réduction de moitié qui résulte de :

- Diminution des nombres de jours de pluie des différentes classes, de façon plus récente mais plus grave pour les fortes pluies (depuis 1963, diminution de moitié des jours de pluie supérieure à la pluie journalière de récurrence 5 fois par an).
- Baisse depuis 1951 des valeurs des épisodes les plus forts.
(de moitié pour les épisodes de 1, 2, 30 jours).
- . Le centre de gravité de la saison des pluies fluctue de façon aléatoire autour du 10 août.
- . Le corps de la saison des pluies tend à s'étaler dans le temps, avec une perte d'importance relative du mois d'août au profit des mois de septembre et surtout juillet. La durée du corps définie par NPF a augmenté d'un tiers depuis 1958 (28 jours + 39 jours).
Les jours de forte pluie sont deux à trois fois plus espacés entre eux depuis 1956.
- . La concentration relative de la pluie totale en fortes pluies journalières (liée à NRP) a une légère tendance à augmenter. Bien que les jours de forte pluie aient diminué plus gravement que les jours de faible pluie, ceux qui subsistent représentent une part plus importante de la pluie totale.

NIORO DU SAHEL Valeurs annuelles : 1922 à 1983 sauf 27,28,29,30,34
 Moyennes sur 5 ans : 1922 à 1979 sauf 23 à 34
 Moyennes sur 10 ans : 1935 à 1974

Tableau -3

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJAI	21	10	32	77	36	14	26	77	50	16	25	73,74	48+51	23	17
NJA2	10	4	19	71 83	35	6	14	79	53,54 55	7	13	74	50+52	12	7
NJA3	5	1	13	25 74	31	2	7	70,71	50+54 58 60+62	3	7	65+74	50+57	6	3
NJPI	8	4	11	52 68	36	6	10	22, 75+77	35	7	9	71+74	35,36 46+49	8	7
NJP2	16	10	23	83	36	13	19	22,76 77,79	35 36	14	18	73+74	35,36 48,49	16	14
NJP3	47	26	64	25	52	36	58	22	50 51	45	54	38,40 67+71 73,74	49+51	48	45
PTOT	565	255	965	83	52	360	769	79	50	406	717	74	50	625	412
IEP1	220	99	288	40	42	204	244	37	41	213	234	61 63	42	221	216
IEP2	220	141	270	31	26	205	235	61	75	212	231	61	49	222	215

IEP3	221	141	268	31	26	209	238	36	75	216	231	61	70	221	221
IEP4	219	139	251	31	78	206	235	79	52	214	229	74	49 51	219	218
IEP5	208	141	253	31	77	200	227	22	76	205	219	46 61	70 71	207	210
VEP1	68	31	216	25	52	38	100	70	22 50	51	87	66 67 68	43	74	52
VEP2	80	34	216	73	52	47	125	70	22	58 71	101	68	50	88	58
VEP3	110	40	259	83	52	63	154	69	56	75	145	68	50	123	78
VEP4	146	56	425	83	52	86	230	69 70 71	50	94	216	68	50	165	99
VEP5	262	110	514	77	52	162	356	79	55	182	356	74	50	292	184
FD1	7	4	14	35,44 51,58 70	77	5	11	43	76	6	10	41+44 49+51 54+57	71 74	7	9
FD2	11	5	31	35,46	77	6	20	55	76	7	15	50+51 53,54	71+74	10	14
FD3	16	0	54	25,74	77	9	27	58	75 76	12	21	50,51 53,56 58	35,35 38,39 40,68,70	15	20
NRP	17	6	35	52	25	12	21	77	46	15	19	59+61 74	41	17	16
IPS	223	171	258	31	66	213	240	46	76	219	234	60 61	71	223	224
NPF	36	14	62	23	31	28	45	55	76	31	40	50+56 71,72 73		34	38

IV.3 SAN

Pluie annuelle (Polya)	centennale sèche 502 mm	décennale sèche 601 mm	décennale humide 896 mm	centennale humide 1041 mm
Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 13 mm	10 fois par an 23 mm	5 fois par an 33 mm	

Paramètres de répartitions des pluies: calculés sur la totalité de l'année calendaire

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ1 : légère tendance à la baisse pour août depuis 1961 (de 38% à 27%).
légère hausse en septembre.

NRJ2 : légère tendance à la hausse en juin depuis 1943 et à la baisse en août depuis 1955.

NJA : fluctuations aléatoires avec une très légère baisse générale pour NJA1 et NJA2.

NJP : NJP1 ne suit aucune tendance, alors que NJP2 augmente très légèrement et que NJP3 tend nettement à la hausse depuis 1922 (augmentation des trois quarts).

PTOT : pas de tendance remarquée.

IEP : fluctuations aléatoires.

VEP : fluctuations aléatoires pour VEP1 mais baisse de presque moitié pour VEP3 de 1960 à 1970 et pour VEP5 de 1946 à 1972.

FD : tendance à la hausse : augmentation de trois quarts pour FD2 depuis 1961.

NRP : nette tendance à la baisse depuis 1922 (passe de 25% à 15%)

IPS : pas de tendance.

NPF : tendance à la hausse depuis 1943 (augmentation de plus de moitié).

Interprétations

- . La pluie totale ne suit pas de tendance générale à la baisse, et après le fort déficit des années 1970, les valeurs récentes sont redevenues normales (sauf 1983).

Le nombre de jours de forte pluie baisse très légèrement mais la valeur des pluies journalières les plus fortes fluctue de façon aléatoire. Parallèlement, le nombre des jours de faible pluie tend nettement à augmenter, entraînant une hausse des trois quarts du nombre total de jours de pluie depuis 1922.

- . Le centre de gravité de la saison des pluies fluctue de façon aléatoire autour du 13 août.

- . Le corps de la saison des pluies tend à s'étaler, avec une perte d'importance relative du mois d'août. La durée du corps définie par NPF a augmenté de plus de moitié depuis 1943 (35 jours → 51 jours).

Les jours de forte pluie (supérieure à 23 mm) tendent à s'espacer entre eux de façon plus importante depuis 1961, l'espacement moyen passant de 10 à 17 jours.

- . La concentration relative de la pluie totale en fortes pluies journalières a une forte tendance à augmenter. Dans les années 1922, 25% des jours de pluie donnaient la moitié de la pluie annuelle, alors que maintenant il suffit de 15%. Cela est dû à la forte augmentation du nombre de jours de faible pluie, qui contribuent peu au total annuel.

SAN

Valeurs annuelles : 1922 à 1983 sauf 82
 Moyennes sur 5 ans : 1922 à 1977
 Moyennes sur 10 ans : 1922 à 1972

Tableau 4

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	21	14	30	69	27 55	17	23	69	22+27 54	19	23	40,44 65+70	22	21	20
NJA2	10	4	19	52	22	8	12	43,44 66,67	22 24	9	12		22	10	9
NJA3	5	1	9	26,62 75	22	3	6	67		4	6	62 65+70	22,41 42 45+57	5	4
NJP1	10	7	15	53	55 71	9	12	22,23 45	50+52 64,65 67	10	11			10	11
NJP2	21	16	29	73 80	51	18	25	22	50 51	19	24	23,24 25	62	21	21
NJP3	59	28	84	26	51	38	73	22	64	43	72	22 23	59	58	63
PTOT	746	534	1103	26	27	647	838	69	53	670	826	67	50	762	696
IEP1	216	118	273	78	63	187	240	77	62	207	231	32	61 63	217	213

IEP2	219	117	301	78	79	191	245	74	62	208	236	23	59 63	220	217
IEP3	217	115	273	78	63	181	249	25	62	204	237	71	59	219	211
IEP4	218	151	257	53	72	192	235	23	72	208	231	22 24	64	216	223
IEP5	209	156	235	33	37 77	199	227	22 29	62	203	218	24,39 40	57 59	209	210
VEP1	69	37	150	75	50	49	90	67	49	55	80	67	44	70	65
VEP2	78	49	156	76	50	63	100	67	50	65	91	67 68	50	80	71
VEP3	109	63	198	34	46	85	142	70	46	88	133	67 68	57	114	92
VEP4	149	94	304	26	50	118	189	72	46	125	177	67	57	155	131
VEP5	292	176	512	73	50	214	366	72	46	227	335	67	50	306	248
FD1	8	4	12	74	73	6	10	63 64	69	7	9	68,69 70		7	8
FD2	13	5	25	50	30 52	10	19	23,31 61,62 63	75	11	17	54+61	70	12	15
FD3	19	0	64	26,62 75	74	10	34	59	70	13	29	43,44 56,57	68 69	17	27
NRP	18	13	32	63	26	15	25	56+61 77	22,24 25	15	23	56 57	22+25	19	17
IPS	225	193	255	24	63	212	241	22	62	218	236	22 24	59	226	224
NPF	44	25	68	59	78	35	59	43	75	39	53	38,41 44,56 57	70 71	43	50

IV.4 - KIFFA

Pluie annuelle (Goodrich)	centennale sèche 106 mm	décennale sèche 172 mm	décennale humide 499 mm	centennale humide 665 mm
Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 2 mm	10 fois par an 11 mm	5 fois par an 21 mm	

Paramètres de répartitions des pluies: calculés sur la totalité de l'année calendaire

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ2 : tendance à la baisse depuis 1941 pour juillet (passage de 44% à 9%)
variations cycliques pour août et tendance générale à la hausse pour septembre
(13% en 1961 et 34% en 1979).

NJA1 : baisse de 28 à 16 jours depuis 1950.

NJA2 : baisse de 14 à 8 jours depuis 1954.

NJA3 : baisse de 7 à 3 jours depuis 1955.

NJP : minimums en 1940 et années récentes. NJP3 a chuté de près de moitié depuis
1952.

PTOT : hausse générale jusqu'en 1954 et baisse depuis lors de plus de moitié.

IEP : IEP1 varie de façon aléatoire. IEP5 a augmenté de 26 jours depuis 1953.

VEP3 et VEP5 tendent à la baisse depuis 1954 et ont chuté d'environ de moitié.

FD1 et surtout FD2 ont des valeurs en hausse depuis 1965.

NRP : pas de tendance.

IPS : aléatoire, avec des valeurs récentes assez fortes.

NPF : tendance à la baisse depuis 1934 (de 37 à 24 jours).

Interprétations

- La pluie annuelle tend à la baisse avec une diminution de plus de moitié depuis 1954. Les pluies journalières des différentes classes se raréfient depuis la même époque, faisant chuter le nombre total de jours de pluie de plus de moitié.

- . Cependant la valeur des pluies journalières maximales ne tend pas à la baisse et fluctue de façon aléatoire.
- . Le corps de la saison des pluies est centré en moyenne sur le 25 août pour la période postérieure à 1968 au lieu du 18 août pour la période antérieure. L'importance relative de juillet pour les fortes pluies a beaucoup diminué depuis 1941.
- . Le corps de la saison des pluies tend à se concentrer. Sa durée, définie par NPF, passe de 37 jours à 25 jours, depuis 1934.

KIFFA

Valeurs annuelles : 1923 à 1982 sauf 33,39
 Moyennes sur 5 ans : 1923 à 1978 sauf 29 à 33 et 35 à 39
 Moyennes sur 10 ans : 1923 à 1973 sauf 24 à 39

Tableau 5

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	22	11	33	82	51	16	28	78	50	17	27	68,70+73	49 50	23	17
NJA2	11	4	19	42,72 82	58	7	14	59,70 71	54	7	13	71	49	11	8
NJA3	5	1	12	26,60 71,72 82	45	3	7	69,70 71,77 78	34,47 48,50 54,55	3	7	71	43,45 49,50	6	4
NJP1	5	2	8	42 70	27 67	4	6	40,41 68+73 75,78		4	6	66 68+73	23 43+51 58	5	4
NJP2	10	5	15	42,72 82	27 67	7	12	68,69 70,72	23 49+51 53,54,63	8	12	66+73	49 50	10	8
NJP3	27	13	39	82	53 54	20	37	40	53	22	34	72 73	50 51	28	23
PTOT	335	100	620	82	58	200	453	71	54	218	423	71	50	364	252
IEP1	230	152	282	73	51 63	213	246	65	59	221	240	65	51	229	231

IEP2	228	152	281	73	51	213	249	34	47	217	244	65	43	228	229
								62							
IEP3	225	152	279	73	51	211	249	28	47	218	243	53,57	43	223	232
								34				58			
IEP4	224	152	274	73	51	207	247	34	47	216	235	53	43	223	229
IEP5	215	180	259	53	25	202	229	53	48	204	227	53	43	213	221
VEP1	54	22	176?	71	70	36	80	71	54	39	70	71	50	56	50
VEP2	63	24	229?	71	70	40	91	71	54	46	82	71	50	64	60
VEP3	81	26	233?	60	70	53	122	71	54	56	114	71	49	85	70
VEP4	105	37	262	31	70	67	151	71	51	69	138	71	50	111	88
VEP5	174	64	365	60	58	112	235	76	54	113	213	71	50	187	138
FD1	8	4	22	53,64	72	6	12	49+53	68	6	10	50,51	65+68	7	9
				65				55+57				52,56	71		
								61,63							
FD2	12	4	33	28	72	9	17	25,43	68+72	10	16	41+50	71	11	15
								55,61				55,56,58			
								62,63				61,62			
FD3	17	0	72	26,60	31	9	27	26	76	13	23	55	72	17	18
				71,72				58					73		
				82											
NRP	20	7	30	70	31	15	25	53,54	43+46	15	23	53	41,42	20	19
					49			57,66					43,44		
IPS	232	205	269	74	25	222	247	61	66	225	241	53	43	230	237
												54			
NPF	29	2	50	70	35	21	37	70	34	24	33	70	42	31	24
													44		

IV.5 - NIAMEY VILLE

Pluie annuelle (Polya)	centennale sèche	décennale sèche	décennale humide	centennale humide
	309 mm	411 mm	751 mm	932 mm

Pluie journalière de récurrence	20 fois par an	10 fois par an	5 fois par an
	9 mm	19 mm	30 mm

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la période : mai, octobre inclus

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ1 : tendance générale à la hausse pour juillet depuis 1912 (de 20% à 33%) et à la baisse pour août depuis 1950 (41% à 21%).

NRJ2 : tendance à la hausse en juillet et à la baisse en août.

NJA1 : minimum absolu en 1912, 1913, 1970, 1979. NJA3 baisse depuis 1958.

NJP : pas de tendance, mais valeurs récentes faibles pour NJA1 et valeurs anciennes (1912 à 1922) très faibles pour NJP3.

PTOT : tendance à la baisse depuis 1958. Malgré de grandes fluctuations on distingue une tendance plus générale à la baisse depuis 1921.

le minimum absolu est très détaché en 1913.

IEP1 : importants minimums relatifs en 1939 et 1968.

IEP5 : nette tendance à la baisse depuis 1963 (- 27 jours).

VEP1 et VEP2 : valeurs récentes dans la normale. Pas de tendance.

Minimum absolu très net en 1913.

VEP5 : tendance à la baisse depuis 1950 (chute de 40%), la valeur de 1979 étant presque aussi faible que celle de 1913.

FD : pas de tendance.

NRP : nette tendance à la baisse depuis 1914 (de 25% à 16%).

IPS : tendance à la baisse depuis 1963 (- 31 jours).

NPF : aléatoire.

Interprétations :

- . La pluie totale baisse légèrement en moyenne, depuis 1921. Cependant la sécheresse des années 1913 a été beaucoup plus sévère que la sécheresse récente. Le nombre de jours de forte pluie (supérieure à 9 mm) est aussi faible pour les années récentes, que pour la sécheresse de 1913 et celle de 1970. Au contraire le nombre total de jours de pluie, très fluctuant, est beaucoup moins faible pour les années récentes que pour la période 1912-1922. La valeur des pluies journalières maximales est dans la normale pour la période récente, alors qu'elle était très faible en 1913.
- . Le centre du corps de la saison des pluies tend à être plus précoce et est passé depuis 1963 du 18 août au 18 juillet.
- . La concentration de la saison des pluies ne suit aucune tendance, la durée du corps définie par NPF variant autour de 38 jours.
- . La concentration relative de la pluie totale en fortes pluies journalières tend nettement à augmenter depuis 1914. Il fallait alors 25% des jours de pluie pour fournir la moitié de la pluie totale, alors qu'il ne suffit maintenant que de 16%.

NIAMEY

Valeurs annuelles : 1905 à 1983 sauf 11,20
 Moyennes sur 5 ans : 1905 à 1979 sauf 7 à 11 et 16 à 20
 Moyennes sur 10 ans : 1920 à 1974

Tableau 6

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	20	9	31	13	67	16	25	12,13 70,79	63	18	23	72,73 22,52 58,59,60		21	18
NJA2	10	3	22	15	9	8	15	12,13,54 68+70 77+74	27	9	14	40,41 64+66 22,23	11	9	
NJA3	5	1	12	13+15 33,49 54,56	27	2	7	13	25+27 58	4	6	30+35 37,38,40 41,47	5	5	
NJP1	8	5	12	13,19 21,72 73	36	6	10	69,70	50+54 64	7	10	68+74 52	8	7	
NJP2	16	9	24	21 73	36	13	19	12,70	51+54 64	14	18	70,72 73 48+53	16	15	
NJP3	46	26	63	26	36,59 75	34	56	13,14 21,22	57	39	53	21	50+53 56,57	46	48
PTOT	558	281	896	15	9	363	708	13	27	506	661	73	21	571	510
IEP1	210	133	293	42	17	174	248	39,68	27	180	229	34	47,48 50	214	198

IEP2	217	143	293	43	17	189	247	34,68	27	198	240	34	22	221	201
IEP3	212	133	247	33	14	179	227	29	13	199	221	29	44,51 52	214	205
IEP4	214	151	250	78 26	67	196	232	38	43,64	202	225	33	43,59	216	207
IEP5	206	159	231	41	31	190	217	79	64	197	214	74	27	208	201
VEP1	63	31	197	14,17	19	39	85	13	29	53	75	29	21	64	61
VEP2	71	31	203	14,17	19	42	92	13	48	59	80	29	21	72	68
VEP3	97	48	230	15	19	66	126	13	23	83	110	33	23	99	92
VEP4	131	57	261	33	19,52	87	174	13	23	114	151	33	23	133	125
VEP5	245	116	489	15	27	170	319	13	25	221	287	74	23	249	227
FD1	7	4	12	24,50 67,71	82	5	8	46	12,13,15 40,41,70 72,78,79	6	8		73	7	7
FD2	12	5	49	50	15	8	19	27	15	9	14	22	40	12	12
FD3	18	0	63	13+15 33,49 54,56	26	9	30	13,48	40,79	11	26	48,49	38	16	22
NRP	18	11	30	59,72	16	14	25	72,73	14	15	21	68	21,22 23	19	15
IPS	220	180	243	41	31 67	199	233	79	13	208	228	72	43	223	210
NFP	38	23	70	73 77	33	32	49	48	29	35	45	48,50	29	38	38

IV.6 - TAHOUA

Pluie annuelle (Goodrich)	centennale sèche 201 mm	décennale sèche 265 mm	décennale humide 522 mm	centennale humide 640 mm
------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 6 mm	10 fois par an 13 mm	5 fois par an 21 mm
---------------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la période : mai, octobre inclus
En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ1 : légère tendance générale à la hausse pour juin et à la baisse pour août.

NJA : tendance à la baisse depuis 1951 pour NJA1 (25 jours → 14 jours), depuis 1958 pour NJA2 (14 jours → 7 jours), depuis 1958 pour NJA3 (8 jours → 3 jours).

NJP : tendance à la baisse depuis 1953 pour NJP1 (9 jours → 6 jours), depuis 1952 pour NJP2 (18 jours → 12 jours), depuis 1953 POUR NJP3 (56 jours → 40 jours).
Minimum absolu pour NJP3 en 1938.

PTOT : depuis 1958 baisse de presque moitié pour atteindre le minimum absolu en 1979.

IEP : légère tendance à la baisse pour IEP3 depuis 1936 (-51 jours).

VEP5 : vague tendance à la baisse depuis 1958 (de presque moitié).

FD : légèrement en hausse depuis 1961 pour FDI et 1958 pour FD2.

NRP : tendance générale à la baisse (19% en 1945, 15% en 1979).

IPS : tendance générale à la baisse depuis 1955 (-29 jours).

NPF : pas de tendance, fluctuations vaguement cycliques.

Interprétations

- La pluie totale tend à la baisse avec de fortes fluctuations depuis 1958 (diminution de presque moitié). Le nombre de jours de pluie des différentes classes baisse en moyenne depuis 1952 (depuis 1958 pour les fortes pluies supérieures à 13 mm). Le nombre de jours de pluie a diminué de 30 pourcent depuis 1953. La valeur des pluies journalières maximales a diminué de 40 pourcent depuis

1961, mais ne suit pas de tendance générale.

- . Le corps de la saison des pluies est centré de plus en plus précocement depuis 1955 (20 août → 22 juillet).
- . La concentration de la saison des pluies, dont l'indice est NPF, ne suit aucune tendance. Cependant les jours de forte pluie tendent à être un peu plus séparés entre eux depuis environ 1960.
- . La pluie totale tend depuis 1945 à être relativement plus concentrée en fortes pluies journalières : il fallait 19% des jours de pluie en 1945 pour donner la moitié de la pluie totale et il n'en faut plus que 15%.

TAHOUA

Valeurs annuelles : 1922 à 1983 sauf 26,32,33,43
 Moyennes sur 5 ans : 1927 à 1979 sauf 28 à 33, 39 à 43
 Moyennes sur 10 ans : 1944 à 1974

Tableau 7

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	20	11	30	71 82	52	14	25	79	51,52	18	24	68 70-74	46	20	17
NJA2	11	4	17	42	58	7	14	79	54,55 57,58	9	14	71-74	50,53	11	9
NJA3	5	1	12	73 82	54	3	8	38,69 79	58	4	7	68,73	50-54	5	4
NJP1	7	4	10	25,31 40	76	6	9	27,38 71 77-79	51,52 53	7	8	64-74	44-63	7	7
NJP2	14	9	20	31	52,76	12	18	27,71 78,79	51,52	13	17	71,74	46-50	15	13
NJP3	43	26	64	25	57	35	56	38	53	44	52	66,67 68	50	43	43
PTOT	386	206	596	82	36	278	488	79	58	350	469	68	53	404	338
IEP1	210	155	297	62	76	194	243	61	73	197	223	53	73	208	216
IEP2	211	161	291	39,65 80	40	196	235	69	49	203	221	63	44	210	213

IEP3	213	155	291	62	40	184	245	68	36	200	221	53,54	44	216	205
IEP4	210	147	247	62	45	190	226	78	49,73	201	221	53	44	211	206
IEP5	202	140	234	68	64	176	217	67	61	192	212	65	55	205	195
VEP1	47	26	127	41	61	36	69	69	61	40	58	67,68	53,54 57,58	49	43
VEP2	52	27	127	28	61	37	76	69	61	44	64	67	53	55	46
VEP3	71	30	153	42	78	54	90	38	58	60	85	67	45,53	73	65
VEP4	97	43	228	42	78	69	127	38	58	85	116	68	52	99	93
VEP5	180	93	358	42	36	124	250	38	58	156	220	68	52	188	160
FD1	6	4	12	56,61 52,65,67	42	5	9	52 61+64	38	5	7	58,59 61	67+69 71+74	6	7
FD2	11	5	22	22,44 58,82	42	7	15	58	38	8	12	52,53	63,68 72	10	11
FD3	19	0	62	73 82	39	11	35	46,58	37,38	14	23	45,46 47	63	19	20
NRP	17	12	24	31,61 78	49	14	19	61,77 78	45,46 47	15	18	71,72 73,74	44,46 47	17	16
IPS	218	178	255	79	55	200	232	77,78	55	211	228	71,73 74	49	221	211
NPF	35	18	61	83	76	28	42	34	62,64 65	33	40	74	61,62 63	35	35

IV.7 - ZINDER

Pluie annuelle (Goodrich)	centennale sèche 216 mm	décennale sèche 318 mm	décennale humide 649 mm	centennale humide 782 mm
------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 7 mm	10 fois par an 17 mm	5 fois par an 27 mm
---------------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la période : mai, septembre inclus.

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ : aléatoire.

NJA1 : croissant jusqu'en 1932. Tendance à la baisse depuis 1932 (25 jours → 17 jours).

NJA2 : légère baisse depuis 1952.

NJA3 : aléatoire.

NJP2 : croissant jusqu'en 1932 et tendance décroissante depuis (17 jours → 13 jours).

NJP3 : tendance générale croissante jusqu'en 1953 (doublement) et légère décroissance depuis.

PTOT : minimum absolu très détaché en 1911. Tendance décroissante depuis 1952 (diminution de moitié) avec minimum relatif marqué jusqu'en 1969.

IEP : aléatoire.

VEP1 : tendance générale décroissante depuis 1932, avec d'importantes fluctuations donnant un maximum en 1953.

VEP3 et VEP5 : tendance générale décroissante depuis 1932 (diminution d'un quart).

FD1 et FD2 : les valeurs récentes sont maximales, mais pas de tendance.

IPS : aléatoire.

NRP : tendance décroissante depuis 1911 (22% → 16%).

NPF : pas de tendance.

Interprétations :

- . La pluie totale tend à la baisse depuis 1952, et malgré une légère remontée depuis 1969 les totaux récents sont en moyenne à la moitié de ceux des années 1952.
Sauf pour les jours de pluie forte (expérience à 27 mm) qui varient de façon aléatoire, les jours de pluie des différentes classes sont en baisse, depuis 1932 pour $P > 7$ mm, depuis 1952 pour $P > 17$ mm. Le nombre total de jours de pluie est en légère baisse depuis 1952, mais le minimum relatif de 1962 est très supérieur au minimum absolu de 1911.
La valeur des pluies journalières maximales est en baisse générale depuis 1932 avec de grandes fluctuations qui donnent un maximum absolu en 1953.
- . Le corps de la saison des pluies reste centré en moyenne sur le 8 août (9 août pour la période antérieure à 1968 et 5 août pour la période postérieure à 1968).
- . Pas de tendance dans la durée du corps (donc dans la concentration de la saison des pluies) ni dans l'espacement moyen des jours de forte pluie, bien que cet espacement soit maximal pour les valeurs récentes.
- . La concentration relative de la pluie totale en fortes pluies journalières tend à augmenter depuis 1911. Il fallait alors 22% des jours de pluie pour obtenir la moitié de la pluie totale et il n'en faut plus que 16%.

ZINDER

Valeurs annuelles : 1905 à 1983 sauf 6,7,10,21
 Moyennes sur 5 ans : 1911 à 1979 sauf 17,18, 19;20,21
 Moyennes sur 10 ans : 1911 à 1974 sauf 12 à 21

Tableau 8

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJAI	19	9	30	12 81	46	14	25	11	32	16	23	11 67+70 72	27+32 38	20	17
NJA2	10	2	19	81	46	6	14	11,68 69	42,50 52	8	13	62+68	50,51 52	11	8
NJA3	5	0	13	12	18 43	3	7	11,12 66,67 68	28,29 42,49 51,52	4	7	11,33 62+70	43,45 46,50	5	4
NJP1	7	4	10	19 25	46	6	9	11,12,13 59,61 68+72,79	32	6	8	11 68+70	26+34	7	6
NJP2	13	8	18	19	27,36 46	10	17	11	32	11	15	11	26+34	14	13
NJP3	39	21	56	13	55	26	48	11	53 55	29	47	11	51,52 55	39	40
PTOT	472	203	783	12	46	301	611	11	43	371	578	68	52	493	394
IEP1	213	135	253	42	13	188	231	40	16	201	223	38	66	213	214
IEP2	217	145	253	53,57	13	189	231	53	16 42	206	227	53	42,66	217	217

IEP3	216	145	248	53	09	198	236	51	42	206	229	46,47 48	67	215	219
IEP4	217	142	261	53	39	201	230	49	55	208	224	22	54	217	215
IEP5	205	172	226	60	13,67	190	217	79	51 52	196	213	72	11,50	206	201
VEP1	58	26	136	12	25	44	82	11,73	53	48	73	68 71	53	61	50
VEP2	66	29	136	77	25	50	86	73	52	51	82	68	52	70	55
VEP3	94	48	200	12	25	72	124	72,73	56	75	116	68	52	98	79
VEP4	136	64	250	13	25	101	179	11	56	112	170	63	52	142	117
VEP5	247	99	43	12	397	173	337	11	43	198	301	65	52	257	212
FD1	6	3	14	22 38	81	5	8		77,78 79	5	7	27+38	11,47 64+74	6	7
FD2	10	4	38	16	81	6	17	14	79	8	12	26+30 43	59 62+65 74	9	12
FD3	14	3	43	83	67	10	24	13,14 41+43	64,65	11	18	56,69	60 64+66	14	14
NRP	18	11	24	62	13,32	14	23	59,60 61	13	15	21	53+56 59,61 62	11,23	18	16
IPS	220	190	248	79	66	205	233	37	66	212	228	72,73	66	221	217
NPF	29	13	58	19,59	53	22	38	16,22 70,71	51,64 65	25	35	11,69	60	29	28

IV.8 - *PODOR*

Pluie annuelle (Gumbel)	centennale sèche 81 mm	décennale sèche 148 mm	décennale humide 443 mm	centennale humide 668 mm
----------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 1 mm	10 fois par an 8 mm	5 fois par an 18 mm
---------------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la période : juin - octobre inclus.

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ : pas de tendance, grandes fluctuations.

NJA1 : tendance à la baisse depuis 1949 (26 jours → 13 jours).

NJA2 : tendance à la baisse depuis 1949 (13 jours → 7 jours).

NJA3 : tendance à la baisse depuis 1943 (8 jours → 4 jours).

NJP1, NJP2 : légère tendance à la baisse depuis 1949.

NJP3 : hausse jusqu'en 1949 et baisse depuis lors (32 jours → 17 jours).

PTOT : tendance à la baisse depuis 1943 (de plus de moitié).

IEP : pas de tendance, grandes fluctuations.

VEP1 : tendance à la baisse depuis 1963 (de plus de moitié).

VEP5 : tendance générale à la baisse depuis 1930 (environ de moitié).

FD1 et FD2 : hausse depuis 1966.

NRP : baisse jusqu'en 1963 et hausse depuis lors.

IPS : pas de tendance.

NPF : pas de tendance.

Interprétations

- . La pluie totale a tendance à baisser depuis 1943 (de plus de moitié). Les jours de forte pluie (supérieure à 18 mm) diminuent depuis 1943. Pour les pluies des classes 1 mm et 8 mm la baisse commence en 1949. Le nombre total de jours de pluie enregistrés a diminué de presque moitié depuis 1949. La valeur des pluies journalières maximales tend à baisser depuis 1963 et a diminué de plus de moitié.
- . La position du centre du corps de la saison des pluies ne suit pas de tendance et fluctue autour du 24 août.
- . La durée du corps de la saison des pluies ne suit pas de tendance et varie autour de 22 jours.

Les jours de forte pluie tendent à être plus espacés entre eux depuis 1966 (9 jours au lieu de 5 pour les pluies supérieures à 1 mm).
- . La concentration relative de la pluie totale en pluies journalières a augmenté jusqu'en 1963 et diminue depuis.

PODOR

Valeurs annuelles : 1921 à 1983 sauf 29,55
 Moyennes sur 5 ans : 1921 à 1979 sauf 25 à 29 et 51 à 55
 Moyennes sur 10 ans : 1930 à 1974 sauf 46 à 55

Tableau 9

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	20	7	34	83	69	13	26	79	49	15	24	74	43 44	21	16
NJA2	10	3	18	42 72	27	5	14	70	24	7	13	70,71 72,74	43	11	8
NJA3	5	1	11	24,42 77	27	3	8	70,71 73	43	4	7	64+74	30+32 36+38 43,44	6	4
NJP1	4	2	7	41,42 65,70+72 77,83	27	3	6	68,69 70	24	3	5	70	31 42+45	4	4
NJP2	8	3	12	72 83	27 43	5	10	70	24,47 48,49	6	10	70 71	43	8	6
NJP3	23	9	38	83	51	17	32	79	49	19	28	74	43 44	24	20
PTOT	269	74	569	83	33	159	365	70	43	184	337	74	43	296	194
IEP1	233	179	294	52	22	207	254	72	62	220	246	34	61	235	227
IEP2	236	194	294	45	22	218	258	72	62	221	246	38	57,61 62	238	231

IEP3	236	196	283	60	51	223	251	72	62	228	245	39	61,62	236	235
												40			
IEP4	234	187	278	75	51	219	250	72	50	225	243	39	61	235	232
IEP5	221	179	270	52	51	205	235	34	77	211	228	34	61	221	221
								72							
VEP1	52	22	133	62	65	32	70	79	63	36	68	73	56	56	42
												74			
VEP2	62	22	157	62	33	38	85	72	43	44	77	74	56	67	48
VEP3	80	23	159	83	33	43	114	72	43	59	99	74	38	86	62
VEP4	102	24	246	83	33	52	33	72	143	71	130	74	32	112	76
VEP5	162	38	426	83	33	92	224	71	33	110	210	74	32	178	116
FD1	6	3	20	69	83	5	9	43+50	70	5	8	43+45	70,71	6	8
								60	79			59,60	74		
								63+66							
FD2	11	3	42	42	72	7	19	38,39,42	70,71	7	16	38	69,70	9	15
								45,47	72			42	71		
FD3	16	0	64	24,42	72	8	30	38	68	9	25	39	65	14	20
				77				41							
NRP	19	9	32	41,65	26	14	27	63	24	15	22	56	30	19	19
												63	31		
IPS	236	194	277	60	51	221	251	72	63	225	245	34	61	237	234
NPF	22	2	48	77	52	13	29	69	49	16	25	64	43,44	23	19
								70	50				45		

IV.9 - NDJAMENA

Pluie annuelle (Galton)	centennale sèche 311 mm	décennale sèche 417 mm	décennale humide 857 mm	centennale humide 1150 mm
Pluie journalière de récurrence	20 fois par an 10 mm	10 fois par an 19 mm	5 fois par an 30 mm	

Paramètres de répartition des pluies : calculés sur la totalité de l'année calendaire--

En moyennes mobiles sur 5 ans :

NRJ : pas de tendance

NJA : en baisse depuis 1957 pour NJA1 et 1955 pour NJA2 et NJA3.

NJP3 : en baisse depuis 1950, année de maximum (73 jours + 55 jours).

PTOT : en baisse depuis 1950, année de maximum (diminution de 30%), avec un minimum absolu en 1970.

IEP5 : en légère baisse depuis 1948 (-12 jours).

VEP1, VEP3, VEP5 : en baisse depuis 1950, avec une diminution d'environ moitié.

FD : pas de tendance mais des valeurs fortes depuis 1962.

NRP : tendance à la hausse depuis 1950.

IPS : tendance à la baisse depuis 1948 (-17 jours).

NPF : pas de tendance, mais plus fortes à partir de 1953.

Interprétations :

- . La pluie annuelle maximale pour 1955 , a baissé depuis lors pour atteindre des valeurs 30% plus faibles en moyenne.

Le nombre de jours de pluie des différentes classes ont diminué, particulièrement pour les faibles valeurs : le nombre de jours de pluie supérieure à 10 mm a diminué en moyenne de 5 et le nombre total de jours de pluie a diminué de 18.

Les valeurs des épisodes maximaux de 1, 5, 30 jours sont en baisse depuis 1950 et on diminué d'environ moitié.

- . Le centre du corps de la station des pluies tend à être de plus en plus précoce depuis 1948, passant du 18 août au 1er août.
- . La durée du corps de la saison des pluies ne suit pas de tendance. Toutefois on remarque que les fortes pluies annuelles des années 50 correspon- daient à une durée très courte du corps, donc à une forte concentration dans le temps.
- . La concentration relative du total annuel en pluies journalières tend à dimi- nuer un peu depuis 1950. Il fallait alors 12% des jours de pluie pour avoir la moitié de la pluie annuelle et il en faut maintenant 15%.

NDJAMENA

Valeurs annuelles : 1907 à 1976 sauf 9 à 31, 42, 47

Moyennes sur 5 ans : 1932 à 1972 sauf 38 à 47

Moyennes sur 10 ans : 1932 à 1967 sauf 33 à 47

Tableau 10

	Valeurs Annuelles					Moyennes Mobiles 5 Ans				Moyennes Mobiles 10 Ans				Moyenne avant 68	Moyenne depuis 68
	Moyenne	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.	Min.	Max.	Année du Min.	Année du Max.		
NJA1	20	11	28	48 73	54	17	24	62 69+71	36	18	23	62,64	32	21 65	18 50,52
NJA2	11	4	18	48 73 74	36	8	14	62 70,71	36	9	13	60+67	50	11	9
NJA3	5	0	11	48 73	46	4	7	60+62 69+72	53 55	4	6			5	4
NJP1	9	6	12	7 52	36	8	10		32+36	8	9	67		9	8
NJP2	18	12	25	7 49	54	16	20	69 71	50+51	17	19	65,66 67		18	17
NJP3	58	39	76	35	54	51	73	70	50	55	66	64,65 66	50	59	56
PTOT	618	315	952	73	50	487	736	70	50	585	729	65	50	637	539
IEP1	228	186	283	40	76	214	244	36	72	222	231	53,54	48 67	226	232
IEP2	229	179	283	38	76	213	243	36	72	224	236	32	67	227	236

IEP3	216	168	258	33	51	206	231	36	48	211	221	32	48,50 61	216	218
IEP4	217	180	258	57	51	204	231	56	51	210	222	57	48	216	219
IEP5	209	178	256	40	51	193	221	36	48	206	218	32,58 60	48,49 50	210	208
VEP1	63	29	156	48 73	50	46	91	70	50	51	78	64	50	65	55
VEP2	75	32	182	35	50	49	123	70	50	59	97	64,65 66	50	79	58
VEP3	109	41	272	73	50	73	166	69 70	50	83	146	67	50	116	78
VEP4	147	66	336	73	50	99	201	69	50	115	183	67	50	156	109
VEP5	283	141	600	73	50	208	390	69 70	50	219	355	65	50	299	219
FD1	7	4	12	32,38 59,75	48 69	6	8	34+36 52+57		6	8	32 50+52	60,61 62	7	7
FD2	12	4	32	32	63	9	17	53 55	63	10	15	50+53	60+63 65+67	12	15
FD3	21	3	57	52	69	50	32	12	68	15	29	50	62	20	28
NRP	15	10	21	52	35	12	18	49 50	32 33	14	17	48+53	32	15	15
IPS	222	202	249	39 72	51	207	232	36	55	217	230	32	49	223	217
NPF	36	18	58	50 52	69	28	42	52	65,66 68	33	40	48 49	67	35	41

V - RESULTATS SUR L'ENSEMBLE DU SAHEL ET CONCLUSIONS

La synthèse des résultats station par station est faite à partir :

- d'une part, du tableau récapitulatif n° 11 et du tableau n° 12 donnant pour l'ensemble des stations les variations des principaux paramètres entre la période antérieure à 1968 et la période postérieure à 1968.

Les comparaisons faites à partir de ce dernier tableau n'étant qu'indicatives puisque les séries d'années utilisées diffèrent entre les stations.

- d'autre part, des résultats obtenus dans la partie précédente.

V.1 - *Paramètres décrivant les quantités de pluie et les nombres de jours de pluie*

PTOT tendance à la baisse commençant pour l'ensemble des stations entre les années 50 et 60, sauf pour Podor en 1943.

La station de San semble en moyenne sur 5 ans suivre la même tendance jusqu'en 74 et ensuite s'individualiser. Ce n'est dû en fait qu'à une pluviométrie très forte en 78 et à l'absence des valeurs des deux dernières années (1982 incomplet). En fait 1983 a donné une pluie très faible à San comme ailleurs et on peut admettre que cette station suit la même tendance à la baisse que les autres.

Pour Niamey et Zinder où les données sont disponibles, les minimums absolus se situent en 1915 et 1912. Pour Nioro, Kiffa, Tahoua, Podor, ils se situent en 1982 ou 1983.

Les trois postes situés les plus à l'ouest sont de loin les plus déficitaires pour la période postérieure à 1968 (plus de 30% de déficit). Les moins déficitaires sont les plus arrosés (Ouagadougou, San).

NJA Sauf pour San où il n'y a pas de tendance et Ouagadougou où la baisse est très récente (on remarque que ces deux postes sont ceux où la pluviométrie moyenne est la plus forte), il y a une tendance à la baisse pour NJA1, NJA2, NJA3, débutant la plupart du temps entre 1950 et 1960. Pour la période postérieure à 1968 les postes les plus déficitaires sont Nioro, Kiffa, Podor (moins 5 ou 6 jours pour NJA1) et les moins déficitaires San et Ouagadougou.

NJP Sauf pour San où il y a augmentation et Niamey où il n'y a pas de tendance, NJP3 tend à baisser plus ou moins. Le début de cette tendance se situe approximativement entre 1950 et 1960.

VEP La période postérieure à 1968 est déficitaire à tous les postes pour les valeurs de VEP1, VEP2, VEP3, VEP4, VEP5.

Ces déficits ne correspondent pas tous cependant à des tendances négatives. Pour VEP1 une tendance négative commence entre 1950 et 1960 à Nioro, Zinder, Podor, Ndjamena. Si on excepte les années 1970 à Kiffa et 1978 à San, ces deux stations suivent la même tendance. Seuls Ouagadougou, Niamey et Tahoua ne tendent pas à la baisse.

Pour VEP5 seuls Niamey et Zinder ne tendent pas à la baisse.

Conclusion : La période postérieure à 1968 donne un déficit pluviométrique sur l'ensemble des stations, particulièrement fort pour celles situées les plus à l'ouest (plus de 30% de déficit). Cette diminution correspond à une tendance débutant approximativement selon les stations entre 1950 et 1960. Les nombres de jours de fortes pluies (définies par les pluies journalières de récurrence 20, 10, 5 fois par an) subissent une tendance négative débutant à la même époque. Le déficit en nombre de jours est également plus marqué pour les postes situés le plus à l'ouest et est inexistant pour les 2 postes les plus arrosés.

Le nombre total de jours de pluie enregistrée suit également une tendance négative, sauf à San et Niamey.

Les valeurs des épisodes maximaux sont également en déficit et, pour une majorité de stations, suivent une tendance négative débutant toujours vers la même époque (pour les épisodes de 1 jour et 30 jours).

V.2 - Paramètres décrivant la position du corps de la saison des pluies

IEP Les positions des épisodes pluvieux maximaux de 1, 2, 5, 10, 30 jours varient la plupart du temps de façon aléatoire.

Aucune tendance générale n'a été remarquée.

IPS Le centre du corps de la saison des pluies est en moyenne plus précoce depuis 1968. Cependant une tendance ne se dessine nettement qu'à Ndjamena et Niamey, et un peu moins à Tahoua. A Kiffa, le centre du corps est plus tardif depuis 1968.

NRJ L'importance relative du mois de Juillet vis à vis des fortes pluies est partout en hausse pour la période postérieure à 1968, sauf à Nioro où elle est stable, et à Kiffa où elle diminue.

Inversement l'importance relative du mois d'août diminue, sauf à Kiffa où elle augmente. Ces variations résultent parfois de tendances plus ou moins nettes : augmentation en Juillet à Nioro (depuis 1940), Niamey (depuis 1912), diminutions en août à Ouagadougou, Nioro (depuis 1955), San (depuis 1955), Niamey (depuis 1950), Tahoua, diminution en juillet à Kiffa (depuis 1941).

Conclusion : Pendant la période postérieure à 1968 la saison des pluies a été centrée en moyenne plus précocement qu'auparavant, qu'on repère cette position par le centre du corps ou par l'importance relative des mois de juillet et août vis à vis des fortes pluies. Kiffa représente un cas particulier, et d'une façon moindre Nioro du Sahel, en réagissant en sens inverse.

Pour trois des quatre stations les plus à l'est (Ndjamena, Tahoua, Niamey) ces modifications sont bien visibles par une assez nette tendance à la précocité du centre du corps. Pour ces trois stations, le décalage entre les deux périodes (antérieure et postérieure à 1968) va de 6 à 13 jours.

V.3 - Paramètres décrivant la concentration de la saison des pluies

NPF tendance à la baisse pour Kiffa et Podor (avec des décalages de -7 et -4 jours pour la période récente) et tendance à la hausse pour Ndjamena, Nioro et San (débutant entre 1950 et 1960).

FD Ecart positif (nul quelquefois) entre les périodes postérieure et antérieure à 1968 pour toutes les stations. L'augmentation de FD1 et FD2 est la plus forte pour les trois stations les plus à l'ouest. Les fortes valeurs récentes résultent pour 6 stations sur 9 de tendances amorcées approximativement entre 1955 et 1965.

Conclusion : La durée du corps de la saison des pluies tend à baisser pour les 2 stations les plus à l'ouest (-7 et -4 jours entre avant et après 1968). Pour les autres elle augmente ou garde sa valeur moyenne. Les jours de forte pluie (des classes 20, 10, 5 fois par an) tendent depuis 1955 - 1965 à être de plus en plus espacés entre eux (+ 3 jours en moyenne entre avant et après 1968 pour les pluies de récurrence 10 fois par an).

V.4 - Paramètre décrivant la répartition relative de la pluie annuelle en fortes pluies journalières.

NRF Le pourcentage de jours de pluie ayant suffi à donner la moitié de la pluie annuelle tend à décroître à Niamey, Tahoua, Zinder, Nioro, San, le plus souvent presque depuis l'origine des mesures, et à croître après une phase de décroissance à Ndjamena, Ouagadougou, Podor, Kiffa.

- 55 -
Tableau 11

	SAN	OUAGADOUGOU Ville	NIORO du SAHEL	KIFFA	NIAMEY Ville	TAHOUA	ZINDER	PODOR	NDJAMENA
Début	1921	1921	1919	1922	1905	1921	1905	1918	1904
P TOT période	746	849	565	335	558	386	472	269	618
P TOT 67	762	868	625	364	571	404	493	296	637
P TOT 68	696	800	412	252	510	338	394	194	539
NJA1	21 20	20 20	21 17	22 17	20 18	20 17	19 17	20 16	20 18
NJA2	10 9	11 10	10 7	11 8	10 9	11 9	10 8	10 8	11 9
NJA3	5 4	5 5	5 3	5 4	5 5	5 4	5 4	5 4	5 4
VEP1	69 65	70 70	68 52	54 50	63 61	47 43	58 50	52 42	63 55
VEP2	78 71	82 82	80 58	63 60	71 68	52 46	66 55	62 48	75 58
VEP3	109 92	116 115	110 78	81 70	97 92	71 65	94 79	80 62	109 78
NJP1	10 11	11 11	8 7	5 4	8 7	7 7	7 6	4 4	9 8
NJP3	59 63	69 63	47 45	27 23	46 48	43 43	39 40	23 20	58 56
IEP1	216 213	213 193	220 216	230 231	210 198	210 216	213 214	233 227	228 232
IEP3	217 211	211 207	221 221	225 232	212 205	213 205	216 219	236 235	216 218
IEP5	209 210	211 204	208 210	215 221	206 201	202 195	205 201	221 221	209 208
NPF	44 50	50 50	36 38	29 24	38 38	35 35	29 28	22 19	36 41
IPS	225 224	224 217	223 224	232 237	220 210	218 211	220 217	236 234	222 217
FD3	19 27	25 29	16 20	17 18	18 22	19 20	14 14	16 20	21 28
NRP	18 17 (1) (2)	17 17	17 16	20 19	18 15	17 16	18 16	19 19	15 15

(1) ensemble de la période

(2) 1968 à 1983

Tableau 12

Tableau des variations des paramètres de répartition des pluies entre la période antérieure à 1968 et la période postérieure à 1968.

		OUAGADOUGOU	NIORO	SAN	KIFFA	NIAMEY	TAHOUA	ZINDER	PODOR	NDJAMENA
		du SAHEL								
Δ(NRJ1	juin) %	- 1	- 3	0	+ 1	+ 3	+ 3	- 1	- 1	0
Δ(NRJ1	juillet)	+ 2	0	+ 3	- 4	+ 3	+ 4	+ 5	+ 3	+ 1
Δ(NRJ1	août) %	- 1	- 3	- 5	+ 3	- 5	- 5	- 3	0	- 3
Δ(NRJ1	septembre)	+ 2	+ 3	- 1	+ 1	- 3	- 1	- 3	+ 2	+ 2
Δ(NJA1)	jours	0	- 6	- 1	- 6	- 3	- 3	- 3	- 5	- 3
Δ(NJA2)	jours	- 1	- 5	- 1	- 3	- 2	- 2	- 3	- 3	- 2
Δ(NJA3)	jours	- 1	- 3	- 1	- 2	0	- 1	- 1	- 2	- 1
Δ(NJP1)	jours	- 1	- 1	+ 1	- 1	- 1	0	- 1	0	- 1
Δ(NJP2)	jours	- 2	- 2	0	- 2	- 1	- 2	- 1	- 2	- 1
Δ(NJP3)	jours	- 8	- 3	+ 5	- 5	+ 2	0	+ 1	- 4	- 3
Δ(PTOT)		- 8	- 34	- 9	- 31	- 11	- 16	- 20	- 34	- 15
PTOT	%									
Δ(IEP1)	jours	- 27	- 5	- 4	+ 2	- 16	+ 8	+ 1	- 8	+ 6
Δ(IEP2)	jours	- 20	- 7	- 3	+ 1	- 20	+ 3	0	- 7	+ 9
Δ(IEP3)	jours	- 6	0	- 8	+ 9	- 9	- 11	+ 4	- 1	+ 2
Δ(IEP4)	jours	- 5	- 1	+ 7	+ 6	- 9	- 5	- 2	- 3	+ 3
Δ(IEP5)	jours	- 9	+ 3	+ 1	+ 8	- 7	- 10	- 5	0	- 2
Δ(VEP1)		0	- 30	- 7	- 11	- 5	- 12	- 18	- 11	- 15
VEP1	%									
Δ(VEP2)		0	- 34	- 11	- 6	- 6	- 16	- 21	- 28	- 27
VEP2	%									
Δ(VEP3)		- 1	- 37	- 19	- 18	- 7	- 11	- 19	- 28	- 33
VEP3	%									
Δ(VEP4)		- 5	- 40	- 15	- 21	- 6	- 6	- 18	- 32	- 30
VEP4	%									
Δ(VEP5)		- 7	- 37	- 19	- 26	- 9	- 15	- 18	- 35	- 27
VEP5	%									
Δ(FD1)	jours	0	+ 2	+ 1	+ 2	- 9	+ 1	+ 1	+ 2	0
Δ(FD2)	jours	+ 2	+ 4	+ 3	+ 4	0	+ 1	+ 3	+ 6	+ 3
Δ(FD3)	jours	+ 6	+ 5	+ 10	+ 1	+ 6	+ 1	0	+ 6	+ 8
Δ(NRP)	%	0	- 1	- 2	+ 1	- 4	- 1	- 2	0	0
Δ(IPS)	jours	- 9	+ 1	- 2	+ 7	- 13	- 10	- 4	- 3	- 6
Δ(NPF)	jours	0	+ 4	+ 7	- 7	0	0	- 1	- 4	+ 6

Commentaire final

Un inconvénient majeur de cette étude est qu'elle ne traite que des pluies journalières. Ce pas de temps n'est bien sûr pas assez fin pour rendre compte des conditions de genèse des crues sur petits bassins versants.

D'autre part les quelques postes examinés ne peuvent donner que des indications générales et ne sont pas susceptibles de représenter l'ensemble du Sahel.

Pour plus de détail il conviendrait donc de faire le même genre de calculs pour un plus grand nombre de stations et surtout d'étudier tout particulièrement les données pluviographiques disponibles.

Cependant les quelques résultats obtenus ici, bien qu'assez difficiles à synthétiser, permettant déjà de penser que pour la période postérieure à 1968 :

- il y a faiblissement des pluies maximales tombées en 1 à 30 jours consécutifs.
- il y a raréfaction des fortes pluies journalières (supérieures à un certain seuil) qui en restant assez réparties se retrouvent donc plus espacées entre elles.
- les totaux pluviométriques sur la saison des pluies ou sur l'année sont en baisse, tout particulièrement du côté ouest.
- le centre de la saison des pluies devient plus précoce, particulièrement à l'est.

Globalement les conditions générales liées à la pluviométrie journalière tendent à être moins favorables à la formation des crues.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 BRUNET-MORET Y.
Notes manuscrites sur la pluviométrie de divers pays d'Afrique de l'Ouest.
Archives de l'ORSTOM.

- 2 BRUNET-MORET Y.
Homogénéisation des précipitations.
Cahiers ORSTOM, série Hydrologie. vol. XVI, n° 3 et 4 - 1979 - pp 147 à 170.

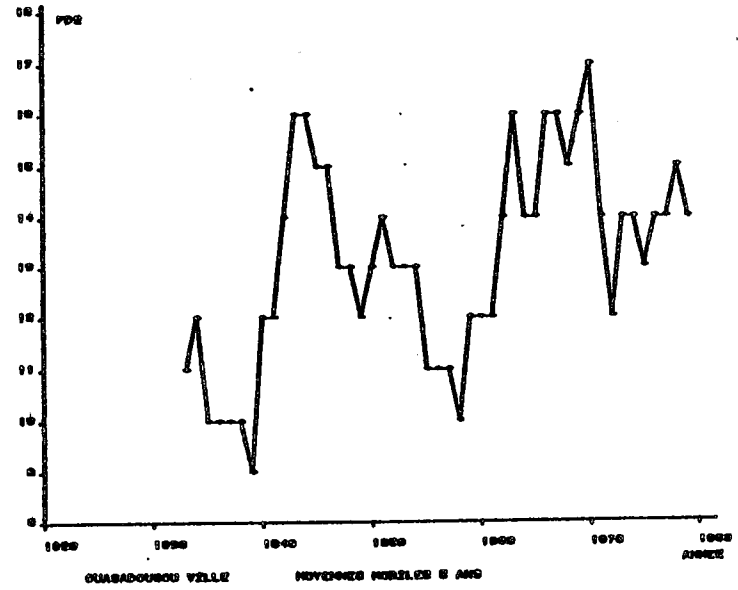
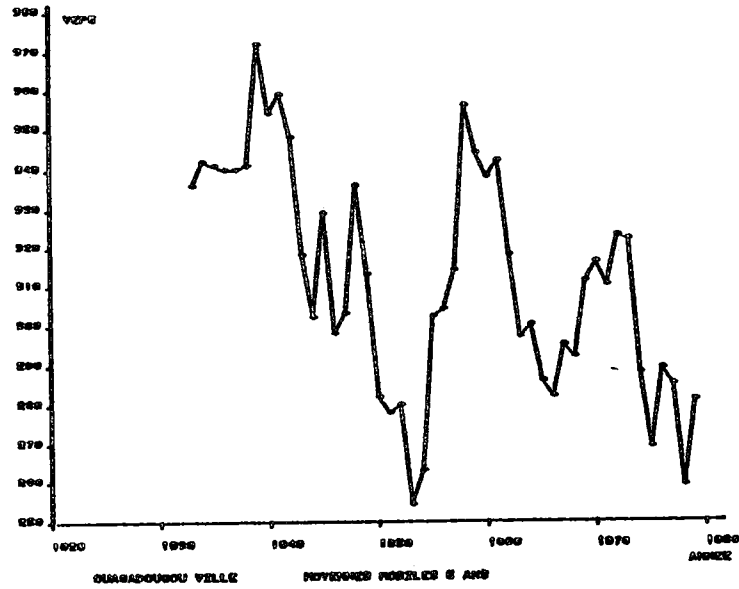
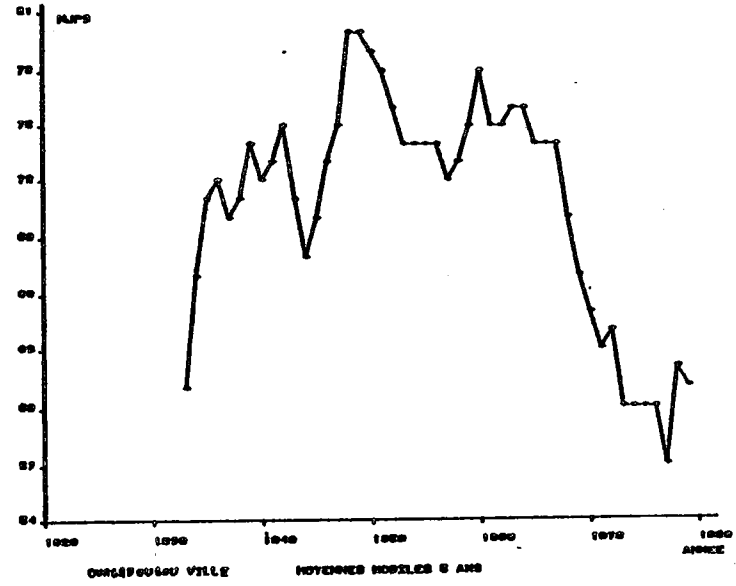
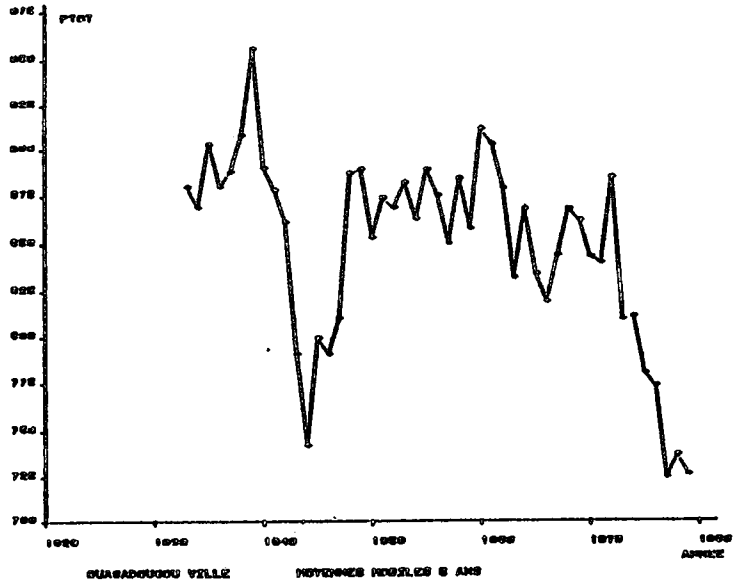
- 3 CIEH Recueils des pluviométries journalières de l'origine des stations à 1965 : Haute Volta; Mali; Mauritanie; Niger; Sénégal; Tchad.

- 4 CADOT C. et PUECH C.
Etude des pluies journalières de fréquence rare au Niger - Juillet 82 - CIEH Série Hydrologie.

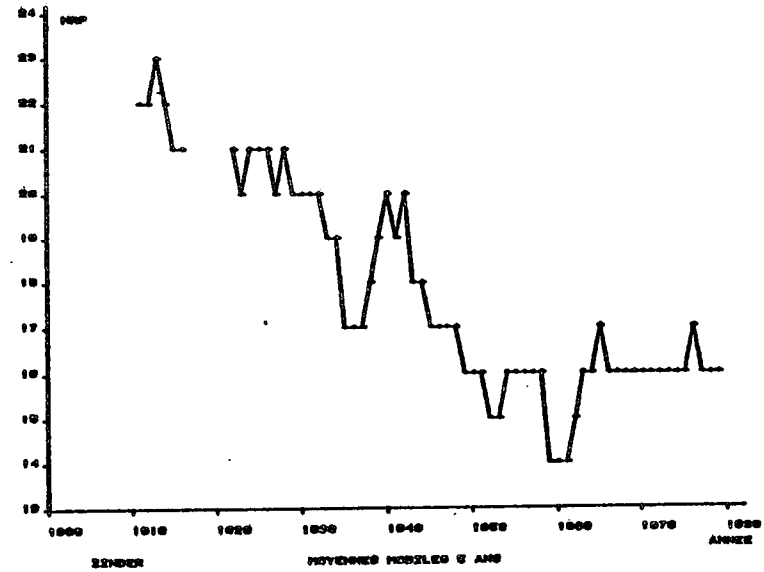
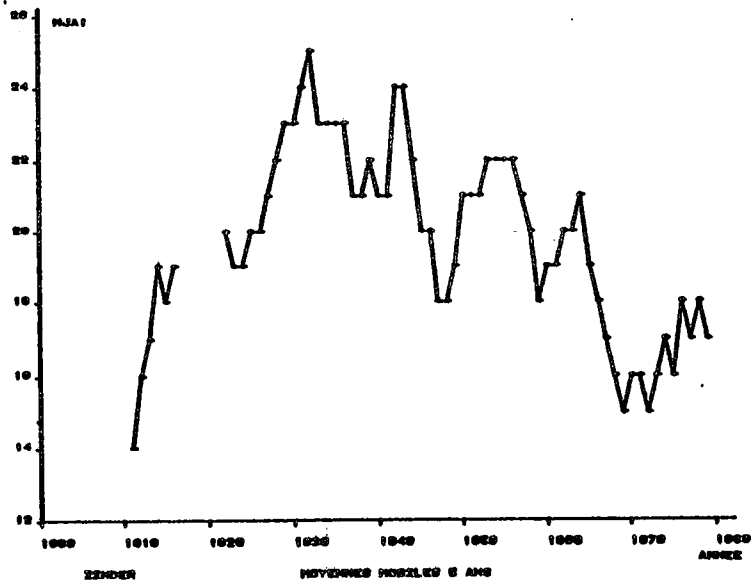
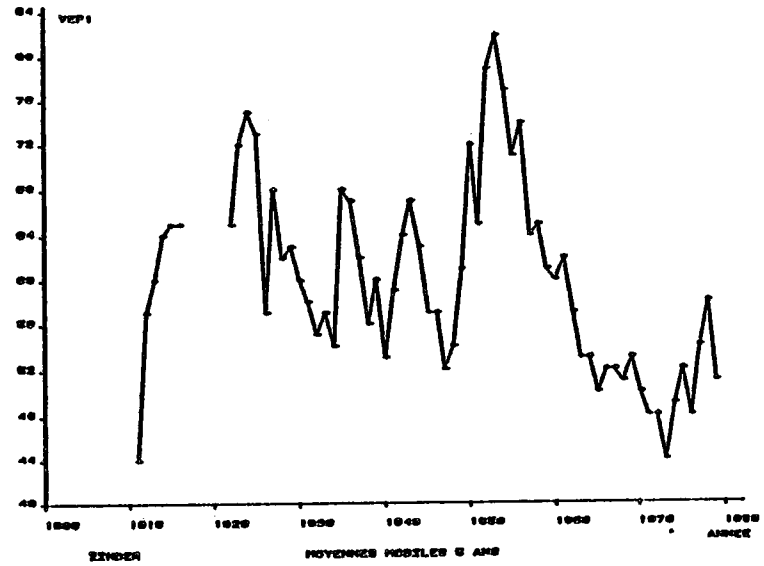
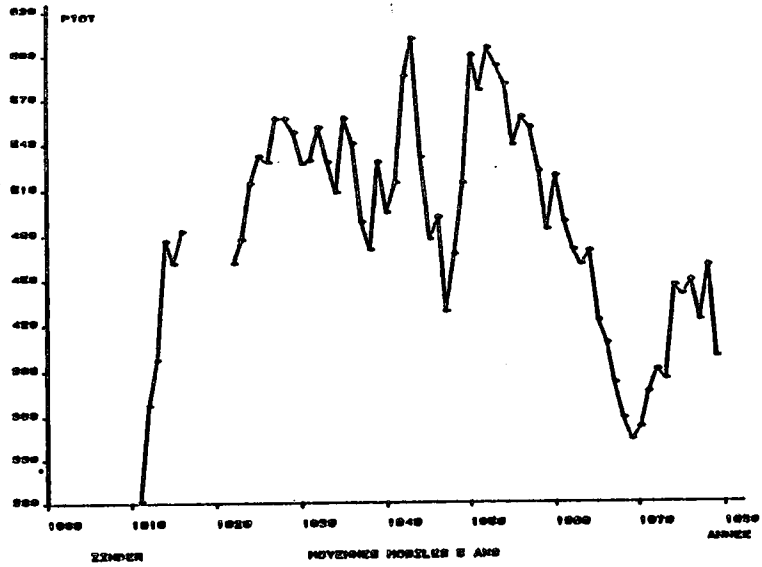
- 5 LAHAYE J.P.
Etude des pluies journalières de fréquence rare en Haute Volta - Juillet 1980 - CIEH série Hydrologie.

- 6 SIRCOULON J.
Numéro spécial sécheresse.
Cahiers ORSTOM série Hydrologie. vol. XIII, n° 2 - 1976 - pp 75 à 174.

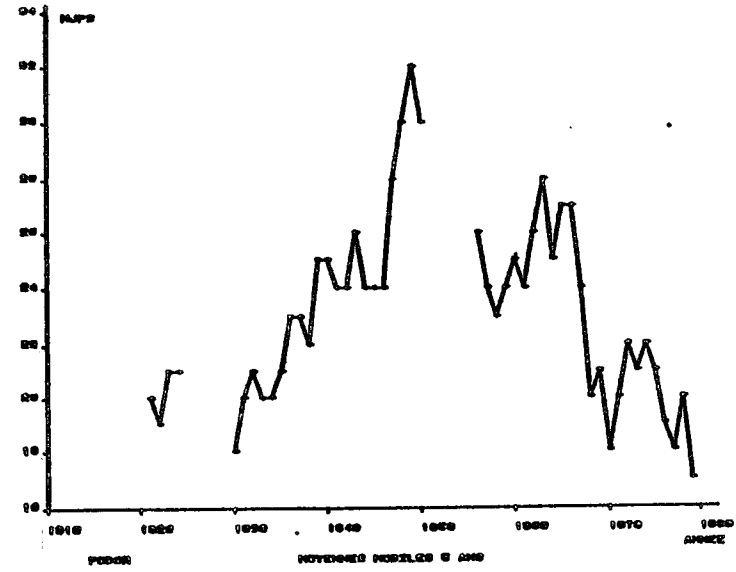
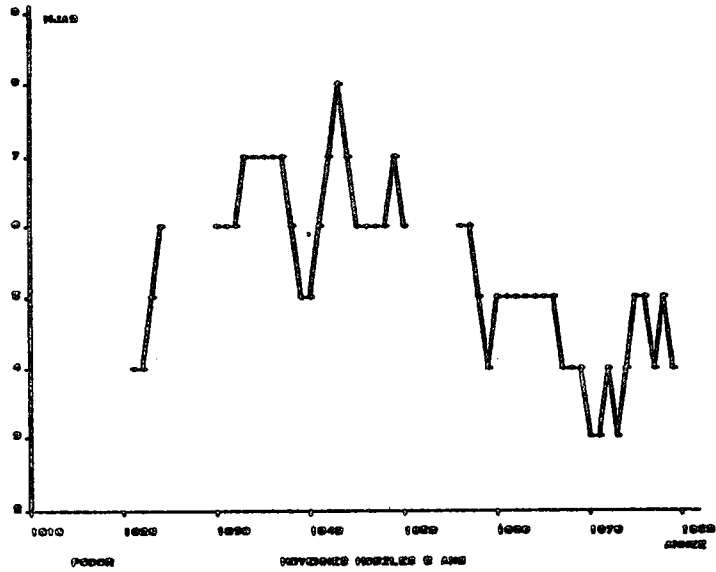
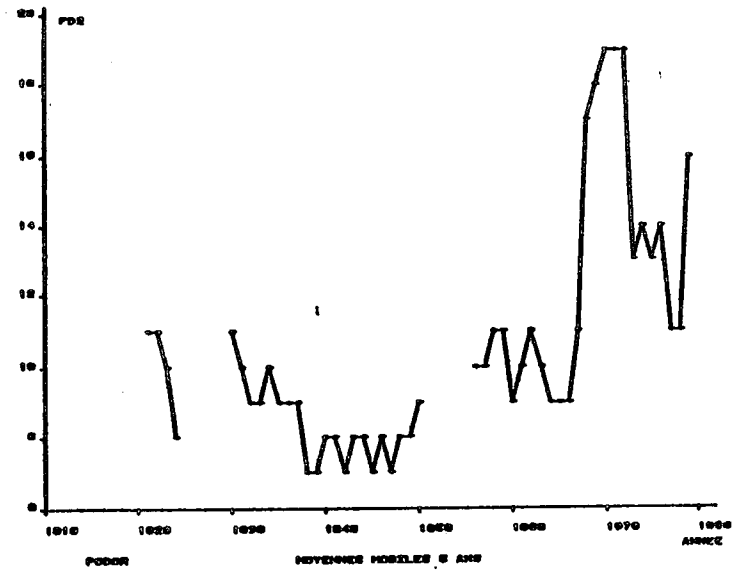
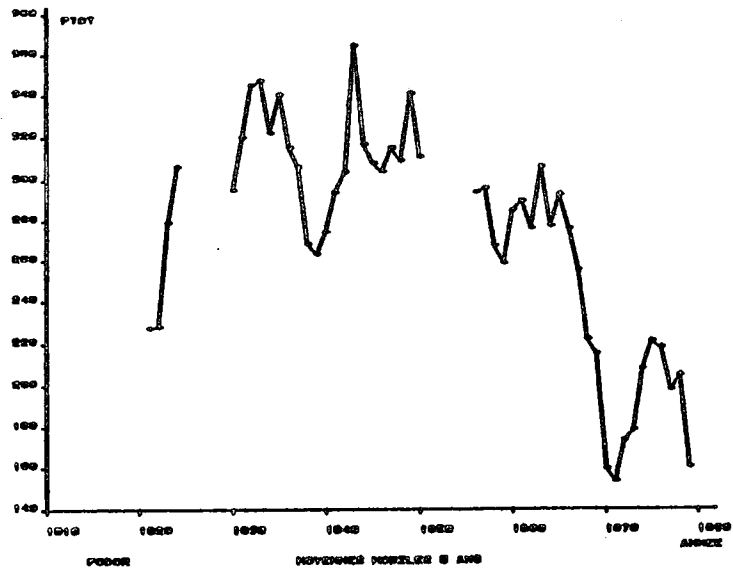
ANNEXE



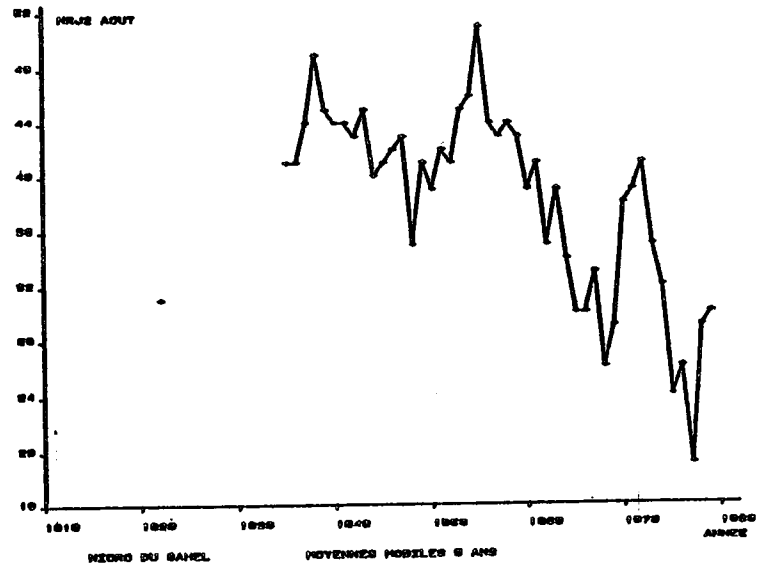
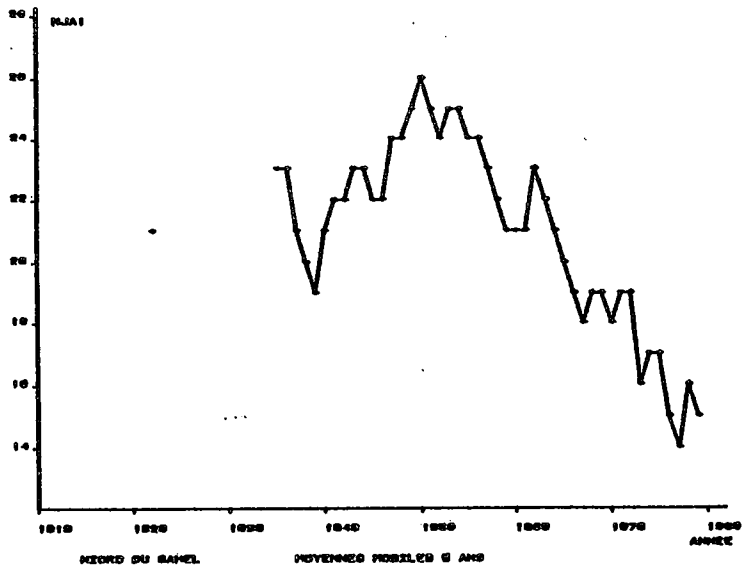
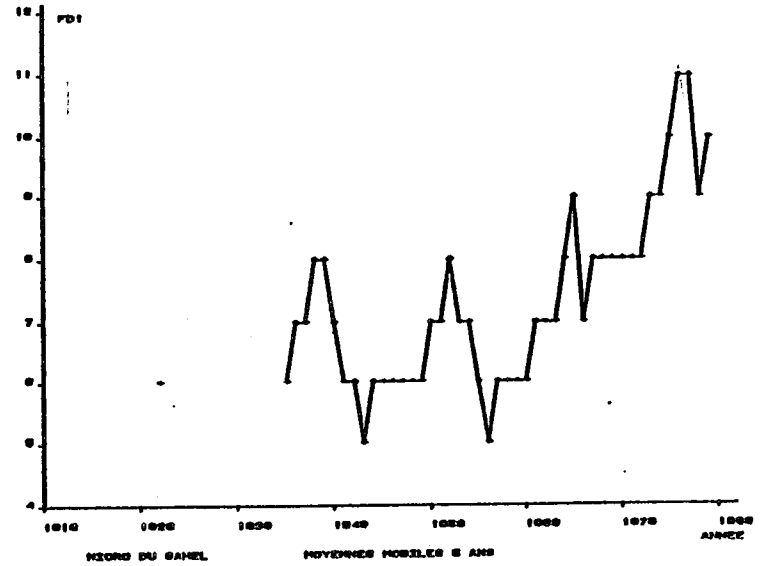
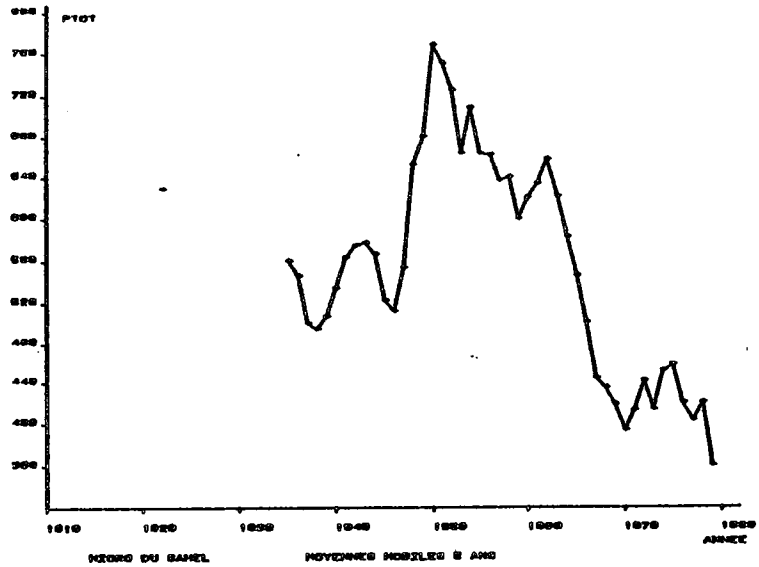
OUAGADOUGOU VILLE



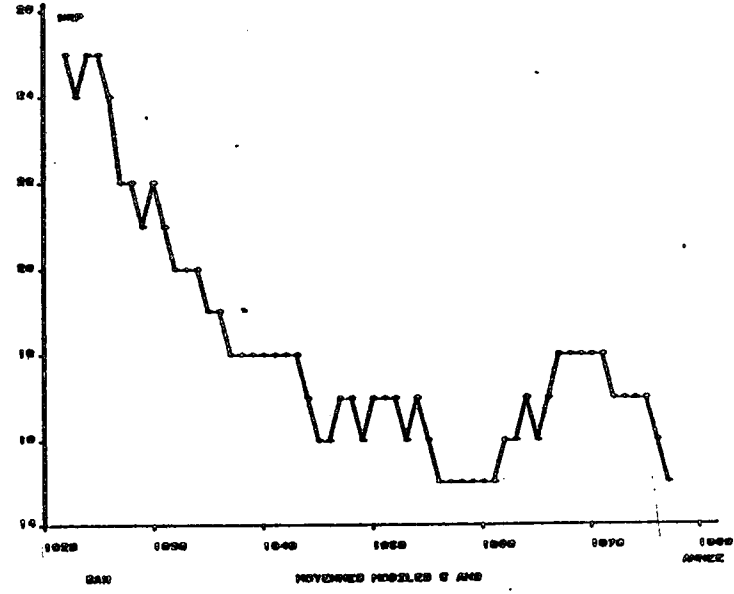
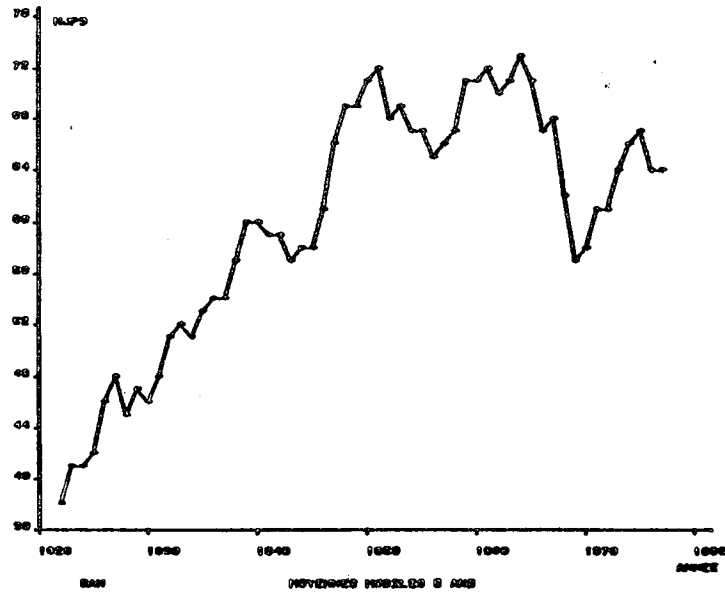
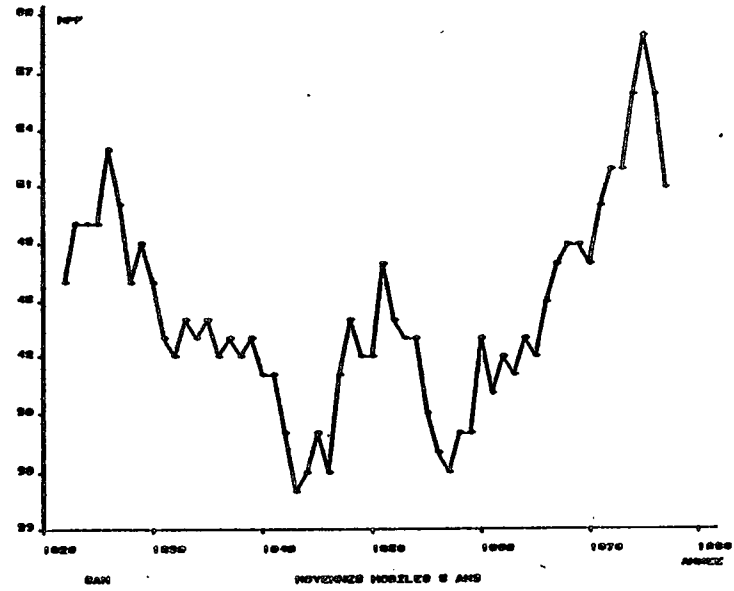
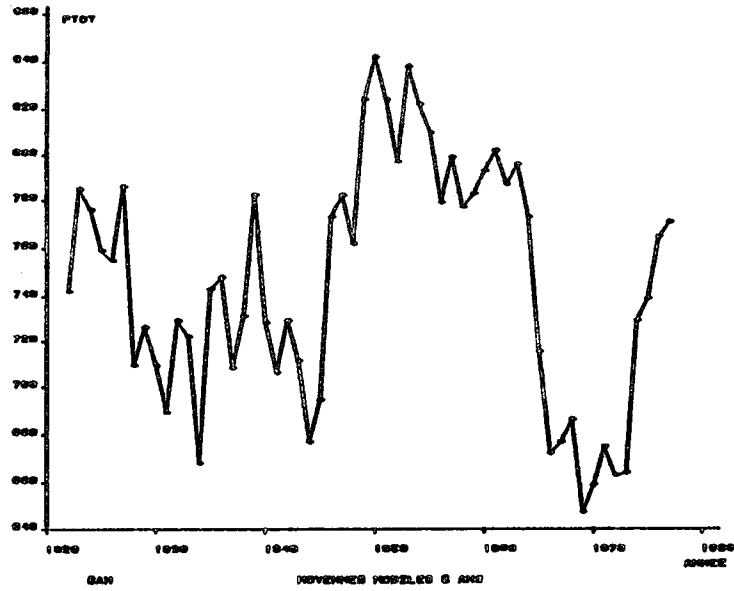
ZINDER



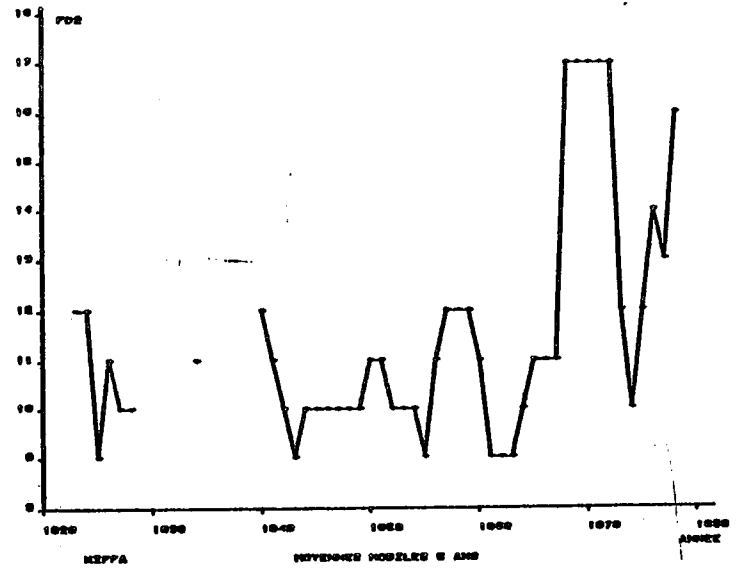
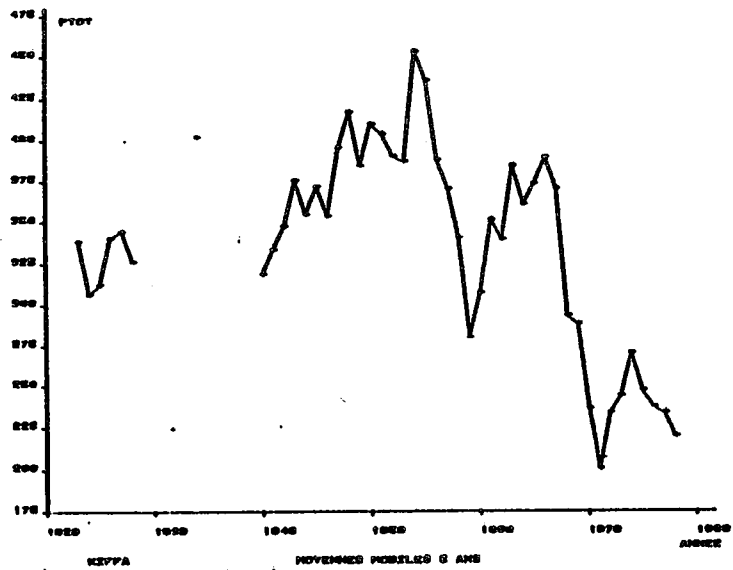
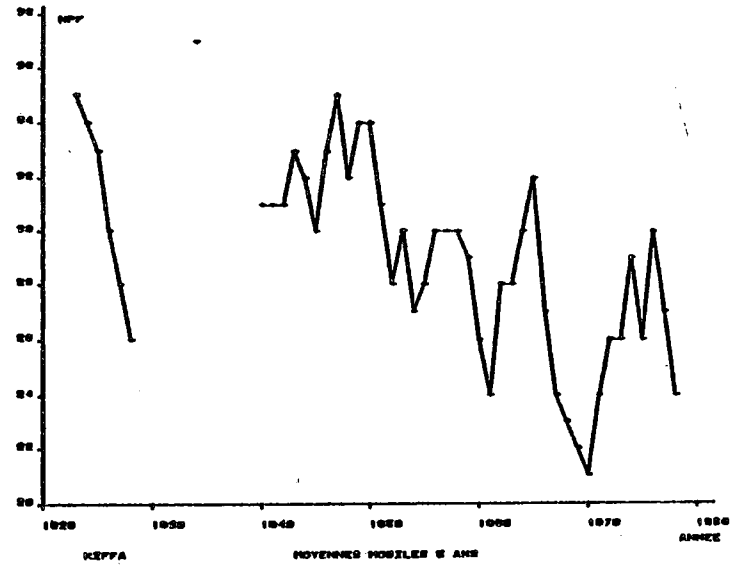
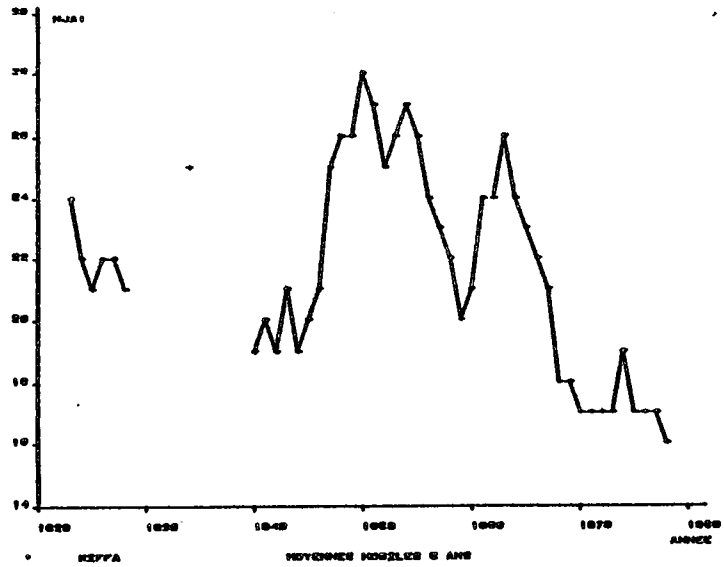
PODOR



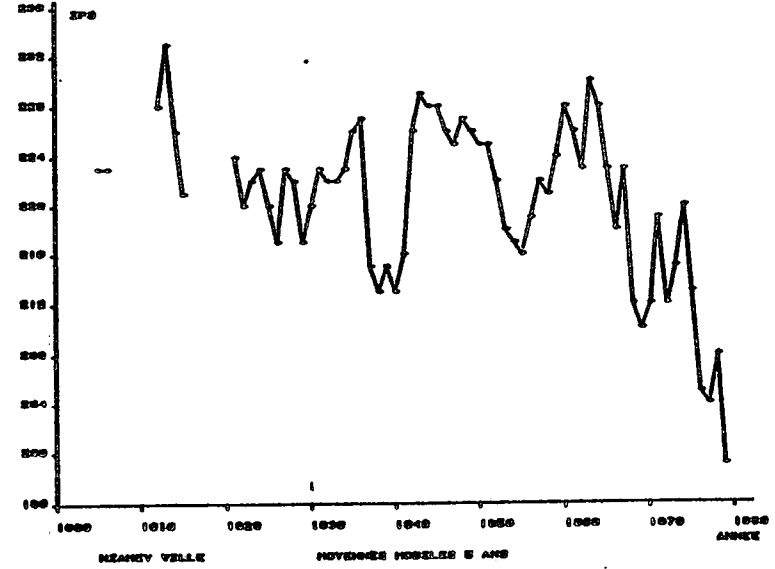
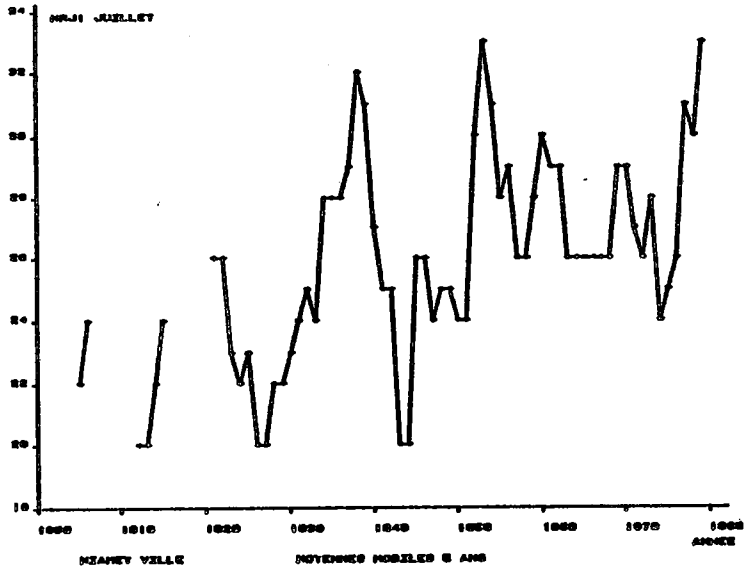
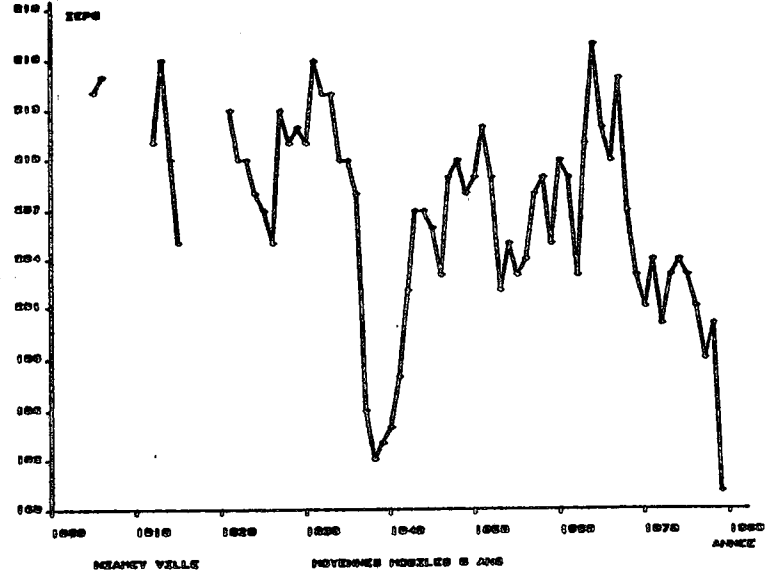
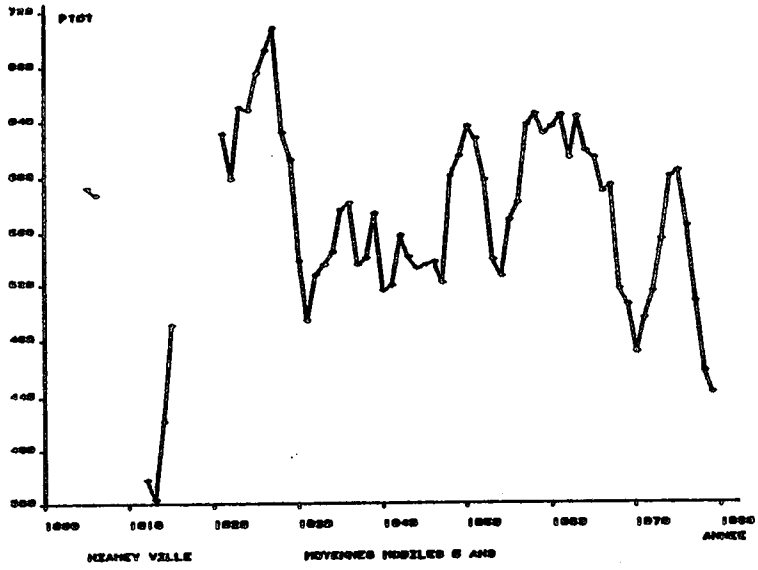
NIORO DU SAHEL



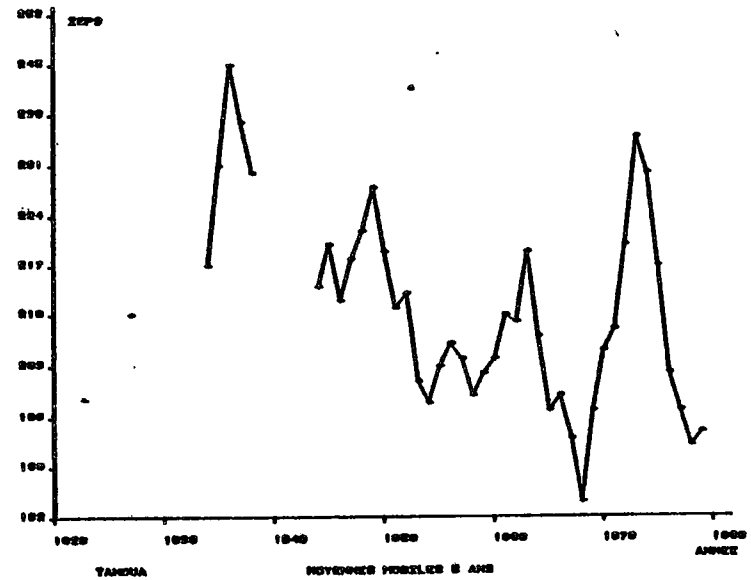
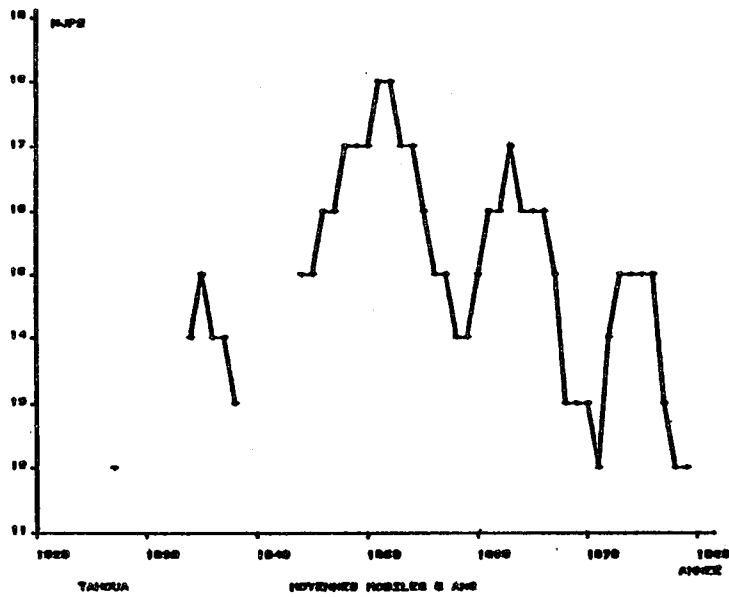
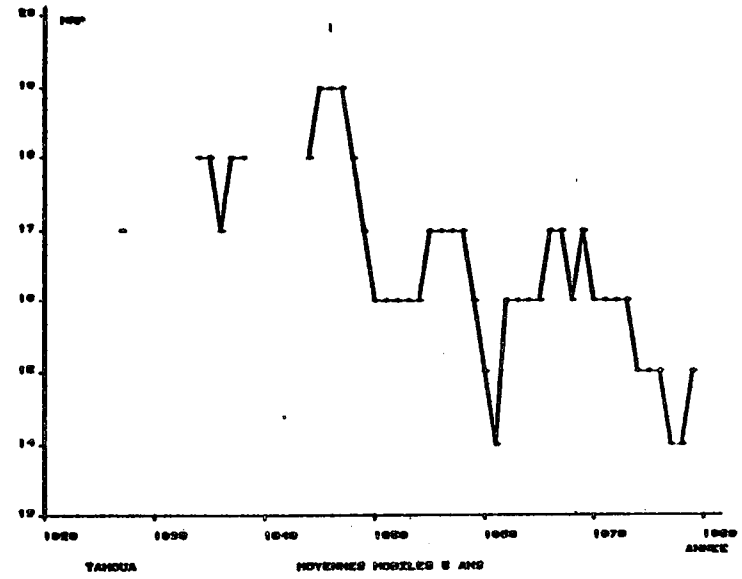
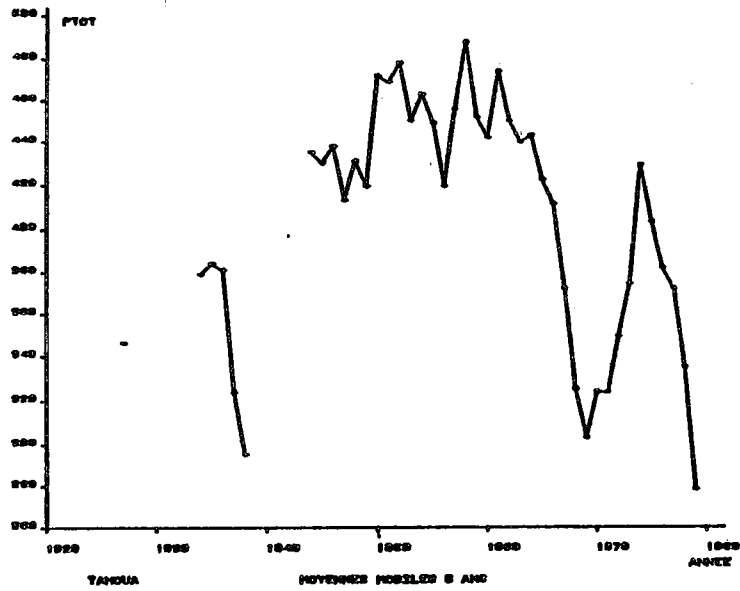
SAN



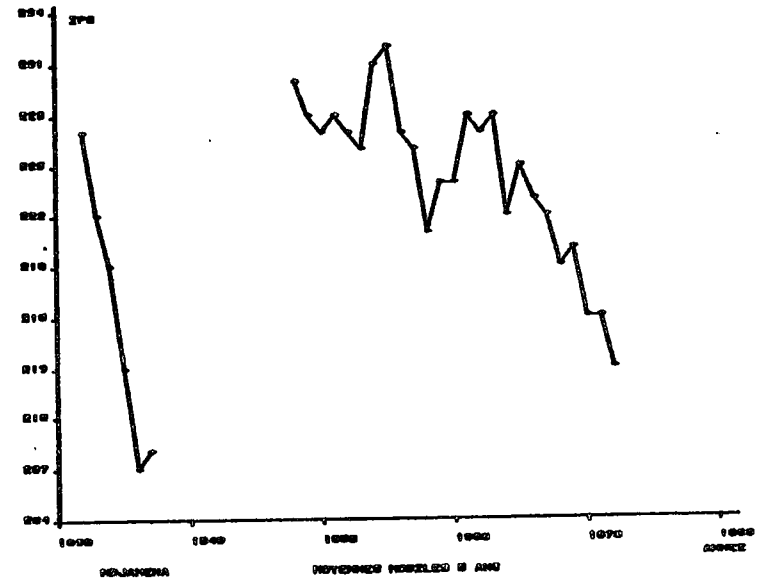
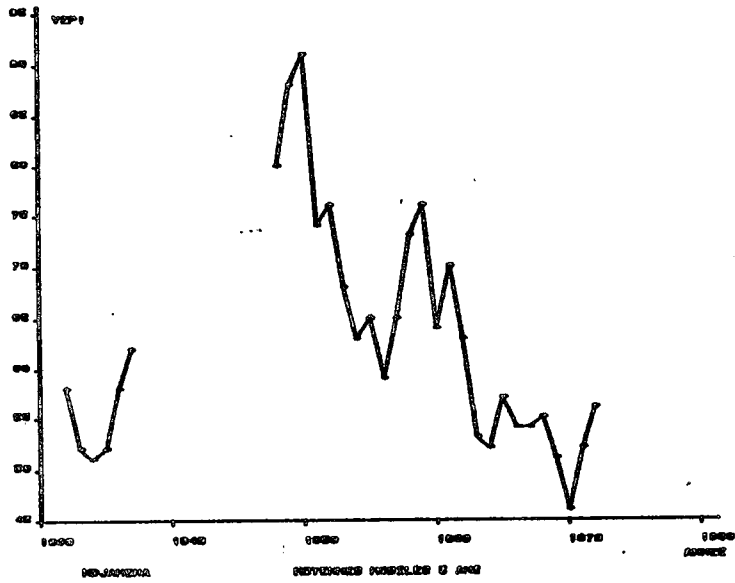
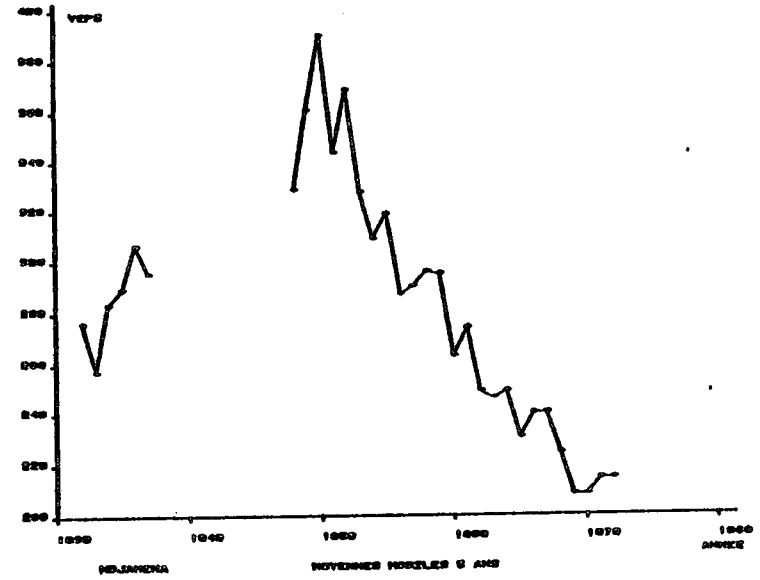
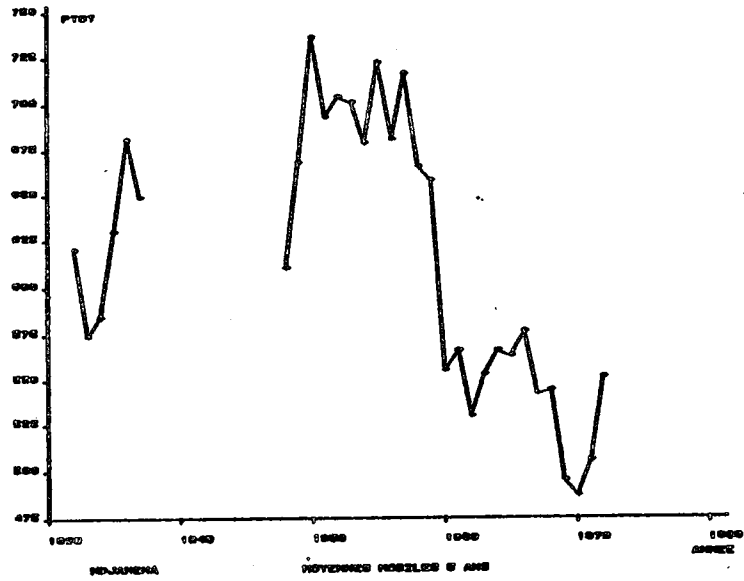
KIFFA



NIAMEY VILLE



TAHOA



NDJAMENA