# ORSTOM

# INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Centre de Lomé

LA PLUVIOMETRIE AU TOGO :
CARACTERISATION AGRONOMIQUE

SEGUIS Luc

Février 1988

#### INTRODUCTION

Depuis les travaux de DENEAU (1956), BRUNET-MORET (1963), PUECH et WOME (1982) et la parution de l'"Atlas des ressources en eau" (1982), la pluviométrie du Togo est bien connue. Cependant l'étude des pluies journalières de fréquence rare servant essentiellement à définir des échelles de risque encouru par les ouvrages d'art avait été privi-légiée et, à l'exception d'études récentes au Togo méridional (POSS et SARAGONI (1987), SOGBEDJI (1987)), aucune recherche de caractérisation de la pluviométrie à des fins agronomiques n'avait été entreprise sur l'ensemble du pays.

Cette note, loin d'être exhaustive en la matière, vise à amorcer cette recherche à travers 12 stations pluviométriques de longue durée réparties sur le pays.

Successivement, nous présenterons sur ces stations :

- les régimes pluviométriques rencontrés et leurs variabilités interannuelles.
- une étude des tendances à long terme pour définir des périodes homogènes sur lesquelles, seules, une étude statistique peut être menée.
- un ensemble de caractéristiques pluviométriques à usage agronomique (analyse fréquentielle décadaire, récurrence de diverses périodes sèches, récurrence de pluie de semis).

## 1 - PLUVIOMETRIE ET VARIABILITE INTERANNUELLE

Nous avons repris les 12 stations (cf. tableau 1) plus particulièrement étudiées dans l'atlas "Ressources et besoins en eau" (1982). Ces stations de longues durées sont irrégulièrement réparties du Sud au Nord du pays (à l'image du réseau pluviométrique, plus dense au Sud).

Station	Position	Altitude	Période d'observation	Principales lacunes
Aného	6°14'N - 01°36'E	11 m	1900-1986	1914-1920
Lomé	6°07'N - 01°13'E	5 m	1901-1986	1914-1920
Tabligbo	6°35'N - 01°30'E	51 m	1937-1985	_"
Glekove	6°43'N - 00°49'E	121 m	1937-1981	_"'_
Kloto	6°57'N - OO°34'E	576 m	1891-1985	1895-1900. 1914-1920
Notsé	6°57'N - 01°11'E	150 m	1905-1984	1914-1922
Atakpamé	7°35'N - 01°07'E	400 m	1900-1985	1914-1924
Blitta	8°20'N - 00°59'E	350 m	1938-1984	_11_
Sokodé	8°59'N - 01°07'E	400 m	1901-1985	1914-1924
Bassar	9°15'N - 00°47'E	315 m	1902-1985	1914-1933
Mango	10°22'N - 00°28'E	146 m	1901-1985	1914-1924
Dapaong	10°51'N - 00°12'E	300 m	1934-1985	_"_

Tableau 1 : Stations étudiées

Les données utilisées sont celles ayant été critiquées et corrigées (de l'origine des stations jusqu'en 1977) lors de la parution de l'atlas. Pour la période actuelle, ces données ont été complétées par les données brutes disponibles.

Sans prétendre, à partir de 12 stations, tracer la carte des isohyètes, nous donnons dans la figure 1 les paramètres annuels qui permettent de brosser à grands traits le paysage pluviométrique togolais.

L'orientation de la côte et des reliefs fixent grossièrement les isohyètes moyennes interannuelles (cf. cartouche de la figure 1).

Sur le littoral, elles seront donc de direction ENE-WSW puis N-S jusqu'à 8°N et SW-NE lorsque les reliefs prennent cette direction pour traverser le pays. Au Nord de la chaîne de l'Atakora, les isohyètes s'orientent selon une direction E-W que l'on retrouve au Sahel.

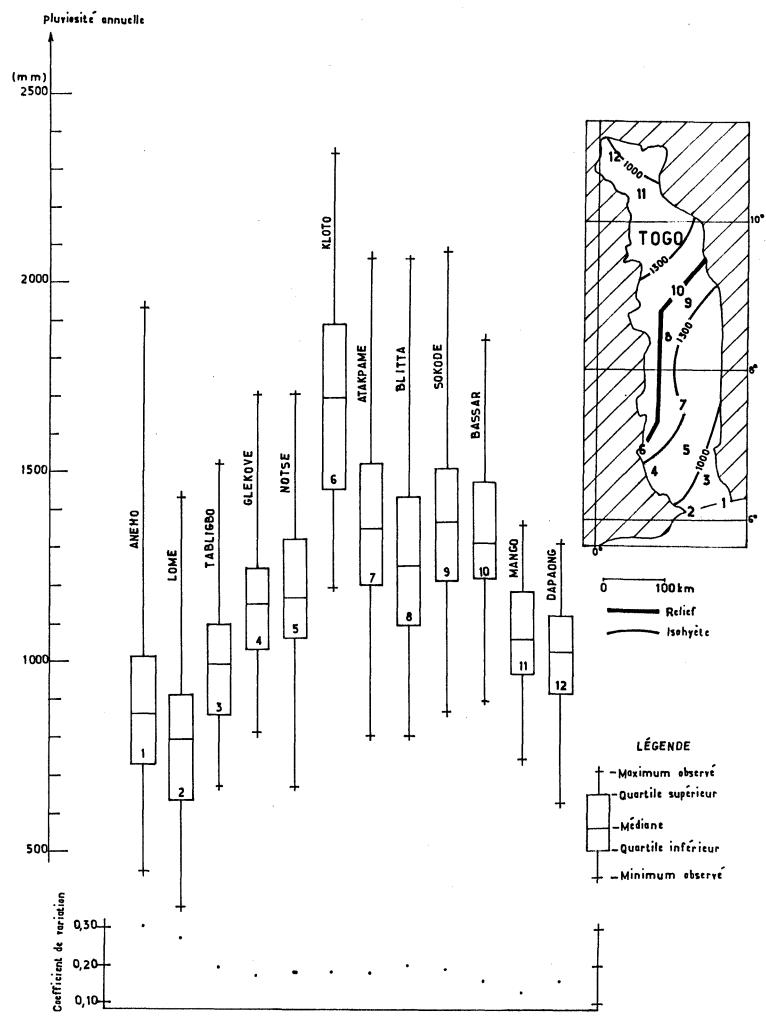


Figure 1 - Variabilité interannuelle de la pluviosité annuelle aux 12 stations.

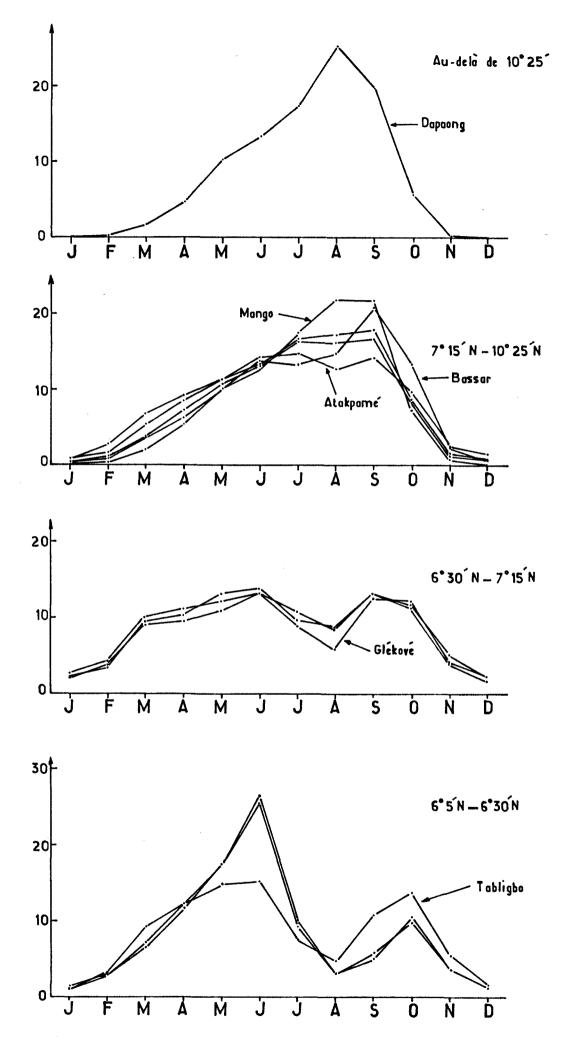
Sur la figure 1, on constate ainsi que :

- les précipitations interannuelles croissent du littoral (Lomé, Aného) vers les reliefs (stations de Kloto, Atakpamé, Sokodé), puis semble diminuer une fois ces reliefs franchis (stations de Mango et Dapaong).
- la variabilité interannuelle diminue du Sud vers le Nord que ce soit en ce qui concerne les minimas et maximas absolus, la gamme des précipitations revenant une année sur deux, ou le coefficient de variation (rapport de l'écart-type sur la moyenne).

Cette apparente simplicité d'organisation des pluviosités moyennes interannuelles masque en fait une hétérogénéité importante des régimes pluviométriques. Sur la figure 2, nous avons reporté l'importance relative de la pluviosité mensuelle moyenne en regard du total annuel moyen pour chacune des stations.

Du sud au nord, on peut distinguer 4 grands types de régime, qui permettent de regrouper les stations en classes.

- sur le littoral, le régime se caractérise par une concentration des précipitations en mai-juin, suivie d'une petite saison sèche accentuée et d'un bref retour des précipitations en octobre.
  - Il faut noter que le domaine occupé par ce régime est très restreint : à Tabligbo, situé à 45 km de l'océan, la petite saison sèche est toujours aussi marquée mais il y a déjà un rééquilibrage des deux saisons humides.
- la seconde classe (Glekové, Notsé, Kloto) se caractérise par un effacement de la petite saison sèche limitée au mois d'août, et un étalement des deux saisons des pluies centrées respectivement sur les mois de juin et septembre.
  - Tout comme Tabligbo, Glekové assure la transition avec la zone précédente par sa petite saison sèche encore importante.
- la troisième classe (Atakpamé, Blitta, Sokodé, Bassar, Mango), à l'extension géographique plus importante que les précédentes, se caractérise par une arrivée plus tardive des précipitations (mai), qui augmentent progressivement jusqu'en septembre puis diminuent brusquement au-delà. En ce qui concerne les valeurs moyennes, il n'y a donc plus de petite saison sèche.



En ordonnée : pourcentage de la pluviosité moyenne interannuelle

Figure 2

Bien que présentant une légère décroissance en août, nous avons placé Atakpamé dans cette classe car l'arrivée des précipitations y est tardive et la fin y est précoce.

Mango marque le passage à la dernière classe, avec des précipitations en août et septembre nettement plus importantes que pour les mois voisins.

- la quatrième classe à l'extrême nord du pays n'est représentée que par le poste de Dapaong. Elle se caractérise par une distritution des précipitations à dissymétrie gauche de part et d'autre du mois d'août, le mois de septembre présentant cependant le second total pluviométrique.

La figure 3 représente les variations observées des pluviosités mensuelles pour 4 stations représentatives de chacune des classes. Plusieurs remarques sont à faire :

- aucun mois des saisons humides des 2 premières zones n'est à l'abri d'avoir un total très faible voire nul.
- bien qu'en considérant uniquement les valeurs moyennes il n'y ait pas de petite saison sèche dans la zone 3, on y observe les variations les plus importantes pour les mois de juillet-août. En effet, certaines années, la petite saison sèche, observable sur la côte, s'étend largement à l'intérieur du pays.
- enfin, si l'on classe les zones en fonction du nombre de mois successifs susceptibles de recevoir au moins 3 années sur 4 plus de 100 mm, la meilleure zone est celle de Sokodé (5 mois successifs), puis celle de Dapaong et enfin celles de Notsé et Lomé avec 2 mois successifs.

En conclusion, nous insistons sur le contraste entre le sud du pays (Région maritime et moitié sud de la région des plateaux) caractérisés par un régime bimodal aux variations interannuelles importantes (associées pour le littoral à une pluviosité annuelle faible), et le centre et le nord du pays (Régions centrale, de la Kara et des Savanes) caractérisés par un régime unimodal aux variations interannuelles plus faibles.

## 2 - TENDANCES PLUVIOMETRIQUES A LONG TERME

Cette recherche a été suscitée par les résultats d'une étude de la pluviométrie du Togo méridional (SOGBEDJI, 1987). L'auteur montrait que s'il n'y avait pas d'évolution de la pluviosité annuelle, il y avait par contre depuis 1960 report d'une fraction de la pluviométrie des mois d'octobre et novembre (fin de la petite saison des pluies) sur les mois de

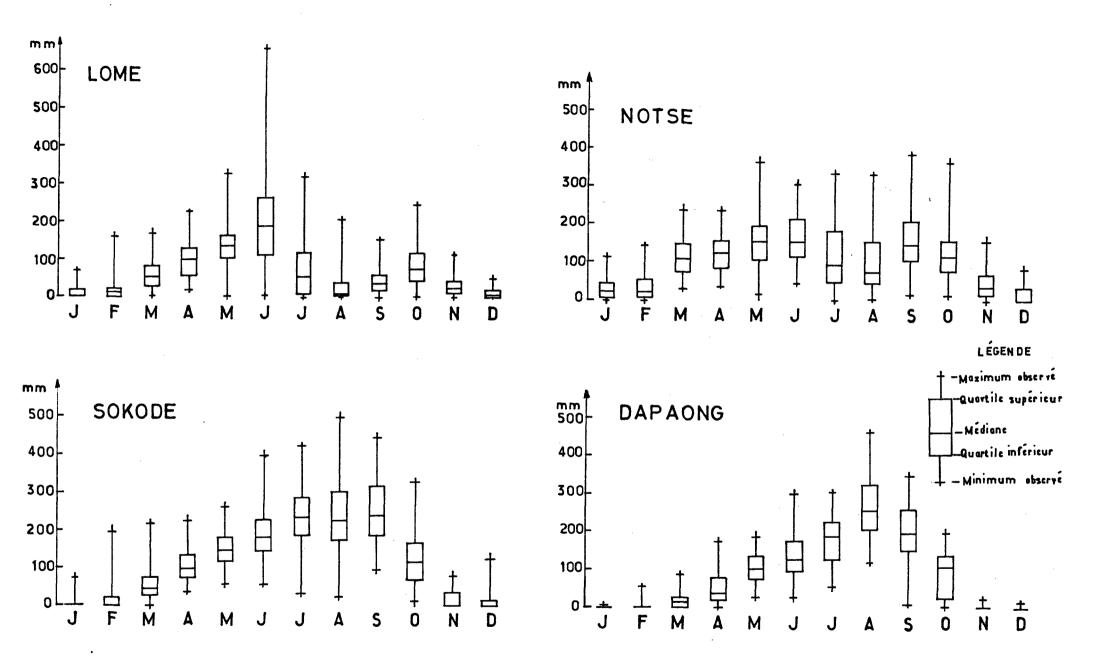


Figure 3 - Variabilité interannuelle des pluviosités mensuelles.

mai-juin et juillet-août (fin de la grande saison des pluies et petite saison sèche). Les conséquences agronomiques étaient importantes et consistaient en une augmentation du risque de non récolte en petite saison humide et en un changement des dates optimales de semis (POSS, 1987).

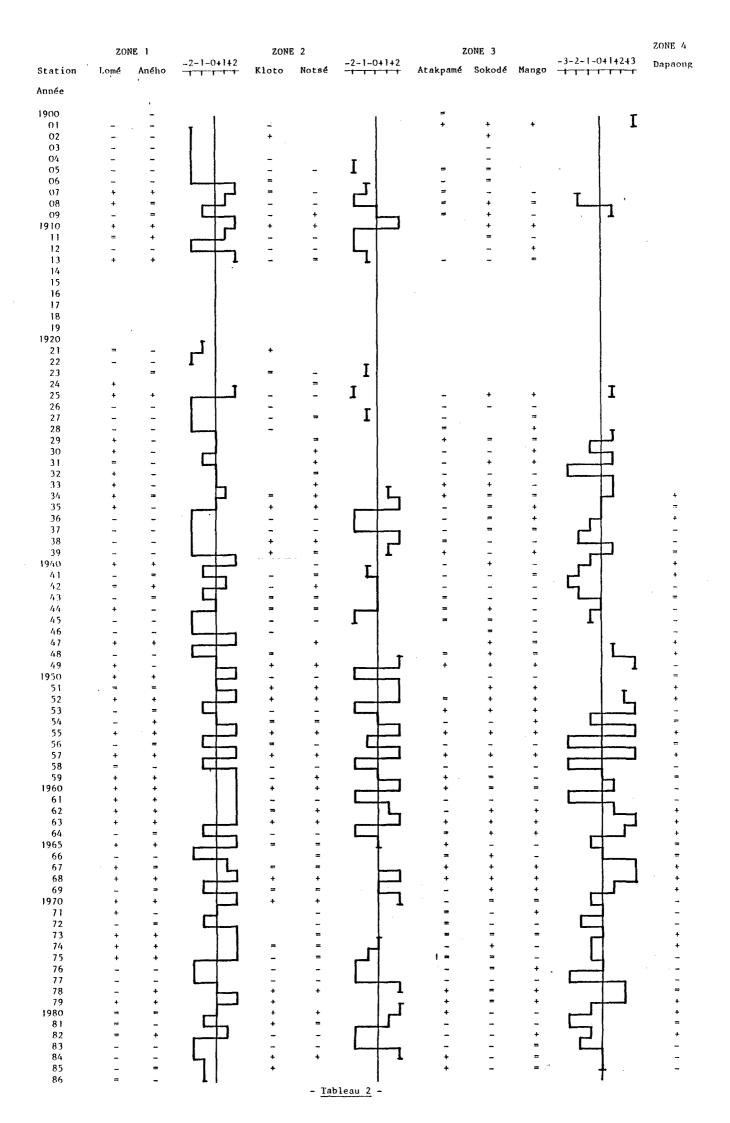
Notre dessein a été d'étendre cette recherche au restant du pays à l'aide des 12 stations précédemment présentées. A l'échelle annuelle (cf. graphes des précipitations regroupés dans l'annexe 1), nous avons cherché à mettre en évidence d'éventuelles périodes sèches ou humides. Pour chacune des stations longue durée (à partir de 1900), nous avons noté si le total annuel était inférieur ou supérieur aux bornes de l'intervalle de confiance (à 95 %) de la moyenne interannuelle. Après regroupement des stations aux régimes semblables, nous constatons sur le tableau 2 qu'il n'est pas possible de définir avec clarté une succession d'années sèches ou humides. Tout au plus, pouvons-nous remarquer une période à pluviométrie plutôt inférieure à la moyenne (1925-1945, zone 1; 1935-1945, zone 3) et une décennie 1960-1970 à la pluviométrie plutôt excédentaire (zones 1 et 3). Pour Dapaong, unique station de la zone 4, on constate également que les années 60 ont été humides.

Il apparaît donc que les chroniques de précipitations annuelles au Togo (tout comme au Bénin voisin (LE BARBE et ALE (1988)) ne présentent aucune tendance notamment à la diminution comme il a été montré au Sahel (ALBERGEL (1987), HUBERT et CARBONNEL (1988)).

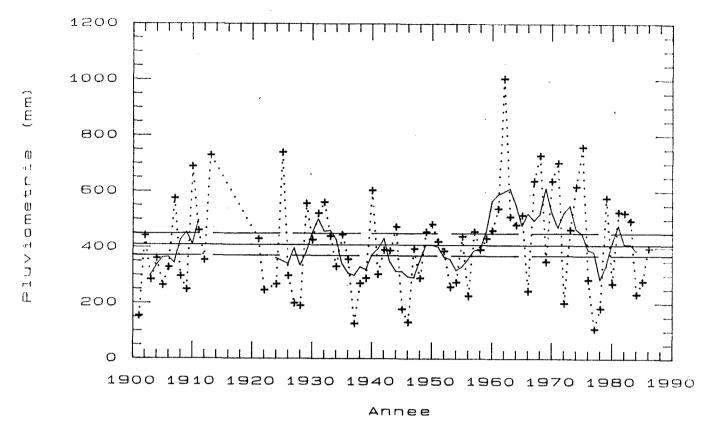
A l'échelle saisonnière, nous avons calculé les moyennes mobiles (centrées sur 5 ans) des cumuls pluviométriques de mai à juillet et d'octobre à décembre (cf. annexe 2 et figures 4 et 5).

Nous retrouvons les résultats de SOGBEDJI sur les stations méridionales (Lomé, Aného, Tabligbo), mais ils doivent être relativisés:

- le phénomène observé semble être limité dans
  - . le temps : à Lomé, la pluviosité cumulée de mai à juillet est excédentaire entre 1960 et 1975 environ, celle d'octobre à décembre de 1945 à 1955.
  - et, l'espace : à partir de Blitta et plus au nord, les variations associées des pluviosités cumulées observées vers 1960 plus au sud ne sont plus décelables.







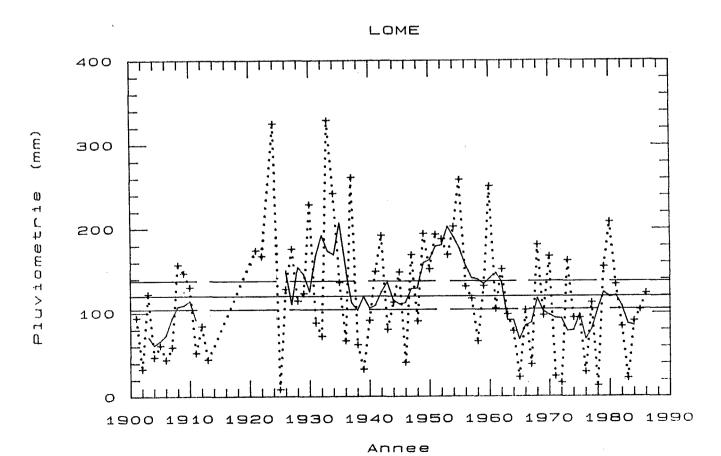
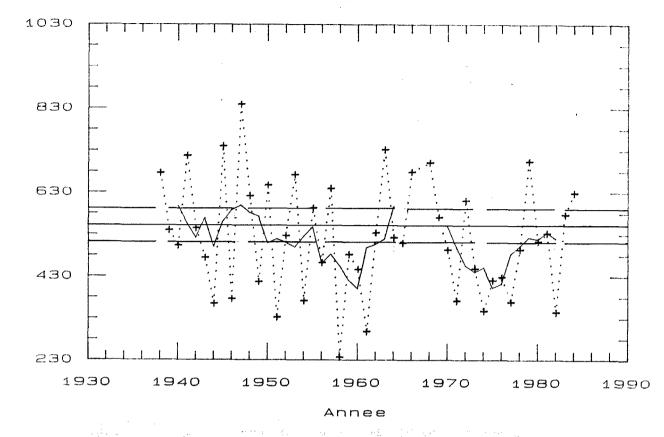


Figure 4 - Chroniques des pluviosités des mois de mai à juillet (haut de page) et des mois d'octobre à décembre (bas de page) à Lomé





(mm)

(I)

Pluvionetri

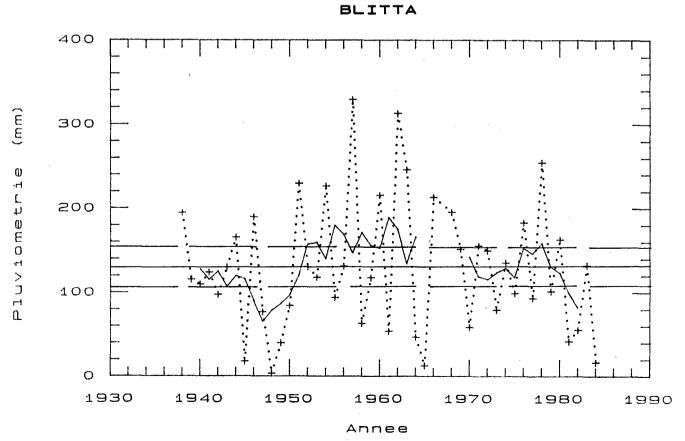


Figure 5 - Chroniques des pluviosités des mois de mai à juillet (haut de page) et des mois d'octobre à décembre (bas de page) à Blitta.

- de tels écarts à la moyenne sur quelques années sont également observables sur les chroniques de plus longue durée (pluviosité cumulée d'octobre à décembre, déficitaire au début du siècle à Lomé et Notsé).

Enfin, nous avons recherché si les variations des cumuls constatés au Togo méridional étaient liées à un changement de l'histogramme des hauteurs précipitées journalières, ce qui impliquerait une modification des mécanismes pluviogènes.

On constate à travers les stations de Lomé et Tabligbo (cf. annexe 3) que l'augmentation (ou la diminution de la pluviosité) de mai à juillet ou d'octobre à décembre va de pair avec l'augmentation (ou la diminution) du nombre de jours de pluie. En traçant les chroniques du nombre de jours de pluie par classe de précipitation (1 à 20 mm, 20 à 40 mm et 40 mm et plus), on montre que les variations observées sur le nombre total de jours de pluie affectent indifféremment chacune des chroniques.

Les mêmes remarques peuvent être faites sur les chroniques équivalentes, mais à l'échelle annuelle, pour les stations de Lomé, Tabligbo, Notsé, Sokodé et Dapaong (cf. annexe 4). A Sokodé, l'augmentation brutale du nombre de précipitations à partir de 1942 est due à une modification du mode des relevés (cumuls des précipitations inférieures à 5 mm sur la période antérieure).

En conclusion, à l'exception du Togo méridional (Région maritime, principalement) où des variations de la pluviosité à l'échelle saisonnière sont décelables sans modification du total pluviométrique annuel, le Togo n'apparaît pas affecté par les phénomènes de sécheresse persistante observée au Sahel depuis les années 1970.

Il ne sera donc pas nécessaire de scinder les chroniques de précipitations pour distinguer les périodes sèches et humides lors d'une étude statistique.

## 11 - CARACTERISTIQUES PLUVIOMETRIQUES A USAGE AGRONOMIQUE

Les principales caractéristiques pluviométriques intéressant l'agronome travaillant sur les cultures pluviales sont :

- les variations interannuelles qui servent à définir, en première approche, l'aptitude culturale du régime pluviométrique considéré.
- les hauteurs pluviométriques décadaires pour différentes récurrences. Elles permettent de préciser l'arrivée, la fin de la saison des pluies et les éventuels "creux" pluviométriques. Cette échelle d'analyse est rendue nécessaire par le fait qu'une plante annuelle qui manque d'eau pendant 10 jours peut sérieusement souffrir.
- les récurrences associées à des hauteurs précipitées journalières de l'ordre de 10 à 20 mm, hauteurs jugées suffisantes pour le semis. Ces récurrences sont à calculer mois par mois, voire décades par décades lorsque les échantillons le permettent.
- enfin, les récurrences associées à des périodes sèches de l'ordre de 5, 10, 15 jours. Ceci permet d'évaluer les dates et l'importance des stress hydriques que risque de rencontrer le végétal.

Le premier point a été abordé en l : nous avons pu montrer l'extrême irrégularité des précipitations annuelles et mensuelles au Togo méridional.

Nous traiterons successivement les statistiques des hauteurs précipitées décadaires puis celles des périodes sèches et enfin, celles des hauteurs précipitées journalières.

Pour permettre les comparaison, la période d'échantillonnage est commune à l'ensemble des stations (de 1934 à 1985).

## 2.1. Statistique des totaux décadaires

# 2.1.1. Méthode employée

Pour s'affranchir des aléas de l'échantillonnage et de certaines valeurs extrêmes, nous ne donnerons pas les récurrences empiriques mais celles obtenues à partir d'une loi théorique ajustée. Les critères de choix d'un modèle probabiliste sont de deux ordres :

- sens physique du modèle utilisé.
- faculté à rendre compte de l'échantillon (et dans le cas présent des valeurs nulles).

Le premier point, souvent négligé, est important car seule cette justification autorise par la suite l'extrapolation spatiale des paramètres d'ajustement de la loi.

La loi des fuites satisfait respectivement chacun de ces deux critères comme expliqué maintenant :

- le total précipité pendant une période peut être considéré comme la somme des hauteurs de pluies de chacun des événements pluvieux indépendants survenus au cours de cette période.

La distribution des totaux précipités peut donc se déduire de celle suivie par les variables "hauteur précipitée au cours d'un événement" et "durée séparant deux événements successifs". Si ces deux variables suivent des lois exponentielles, la distribution des totaux précipités suit alors la loi des fuites (RIBSTEIN, 1983).

Elle a pour paramètres ceux des deux lois exponentielles qui la composent, soit :

- . la hauteur moyenne d'un événement pluvieux indépendant (paramètre d'échelle : s).
- . le nombre moyen d'événements pluvieux (paramètre de forme :  $\lambda$ ) au cours de la période (ou encore, le temps moyen séparant deux événements successifs).

Ces paramètres ont un sens physique et leur éventuelle cartographie a une signification.

- l'existence dans l'échantillon de totaux nuls ne nécessite pas de tronquer la loi (à la différence des lois classiques) car une probabilité non nulle est alors affectée à ces totaux. Ce qui simplifie l'ajustement.

Les autres avantages de la loi des fuites sont les suivants :

- la hauteur moyenne de l'événement pluvieux indépendant intéresse en premier lieu l'agronome car elle rend compte de l'importance des apports pluvieux indépendants et non de la hauteur moyenne précipitée journalière ou pentadaire sans réel sens physique.

- la loi des fuites permet de déduire à partir des paramètres d'ajustement déterminés sur une période donnée M, ceux d'une période T plus brève (cf. annexe 5). On tourne ainsi les difficultés d'échantillonnage sur des périodes courtes où les erreurs sur les totaux précipitées sont importantes (cumuls, report, etc.).

Deux restrictions sont à faire quant à l'emploi de cette méthode :

la période T ne doit pas être trop courte afin que la durée d'un événement pluvieux ne lui soit pas supérieure.

la période M ne doit pas être trop longue afin que les événements pluvieux sur cette période soient de même nature.

Les valeurs de T et M, minimales et maximales, dépendent donc du régime des précipitations. Sans étude préalable, on peut supposer qu'au Togo, T ne doit pas être inférieure à 2-3 jours et M supérieure à 1 mois (des précipitations d'origines diverses (pluies isolées de la saison sèche, lignes de grain) seraient alors mêlées).

# 2.1.2. Application

Des paramètres d'ajustement des totaux mensuels, consignés dans le tableau 3, nous déduirons les paramètres d'ajustement des totaux décadaires.

Sur le tableau 3, la petite saison sèche est marquée par la chute du paramètre de forme et l'augmentation conjointe du paramètre d'échelle en juillet-août (cf. Aného, Lomé). D'après la définition de ces paramètres, il y aurait donc, pendant ces mois, diminution du nombre d'épisodes pluvieux associés à une augmentation des hauteurs précipitées. Le premier phénomène est bien connu (le nombre de jours de pluie diminue en juillet-août), mais le second, important, car il signifierait un changement de structure des précipitations pendant ces mois, reste à vérifier.

Ces variations rapides des valeurs des paramètres associés à la petite saison sèche, s'observent jusqu'à Mango (mois de juillet). Il semblerait donc que les mécanismes pluviogènes liés à la petite saison sèche se retrouvent bien plus au nord qu'un simple histogramme mensuel des précipitations ne l'indiquait (cf. figure 2).

	Dapa	ong	Mar	ngo	Bas	ssar	Sol	codé	В1:	itta	Atal	cpamé	Klo	oto	Not	tsé	Glek	cové	Tab1	ligbo	Lo	omé	Ané	ého
	s	λ	s	λ	s	λ	s	λ	s	λ	s	λ	S	λ	s	λ	S	λ	s	λ	s	٦	s	λ
anvier	2,5	0,080	9,2	0,122	10,3	0,427	16,1	0,454	13,4	0,779	9,1	1,123	21,2	1,651	18,1	1,507	17,6	1,745	11,2	1,089	12,0	0,914	11,2	0,79
évrier	14,9	0,262	10,6	0,428	14,3	0,729	21,5	0,802	18,9	1,078	18,7	2,008	13,9	4,434	21,4	1,784	25,5	1,967	14,6	2,280	20,2	1,162	20,3	1,29
ars	12,4	1,485	10,6	2,203	15,0	3,289	15,7	3,437	14,1	4,785	17,7	5,362	14,9	10,236	11,8	9,620	14,7	8,214	16,5	5,693	14,2	4,022	14,9	4,05
vril	14,8	3,303	8,9	6,493	12,8	6,613	7,2	14,373	13,8	7,864	9,7	13,019	10,3	15,529	9,2	13,310	9,4	13,984	12,9	9,526	11,6	8,291	14,0	7,62
ai	7,5	13,897	9,8	11,103	7,9	16,936	7,5	20,027	11,4	12,711	10,3	14,899	18,6	9,915	13,8	11,348	12,4	11,539	12,8	11,506	15,9	8,653	24,1	6,58
uin	14,4	9,787	7,7	17,769	14,6	12,653	12,1	15,209	10,6	16,068	10,5	19,082	11,1	20,136	12,4	13,176	15,6	9,927	11,6	13,148	38,9	5,238	41,6	5,84
uillet	12,5	14,171	16,6	11,339	19,6	9,102	14,0	16,837	25,6	8,087	25,3	7,991	34,4	5,322	30,1	3,781	33,2	3,126	20,8	3,625	32,7	2,216	46,8	1,96
oût	16,1	16,114	12,2	19,253	21,2	9,369	23,7	10,175	21,4	9,594	22,7	7,626	27,2	5,326	25,6	3,796	23,0	3,028	17,1	2,725	13,1	1,895	21,7	1,30
eptembre	14,7	13,862	9,8	23,923	13,4	21,2	14,8	16,945	15,4	13,732	13,2	14,764	21,8	10,361	21,3	7,525	18,4	8,022	21,8	4,883	11,9	3,414	17,4	3,09
ctobre	13,8	4,503	12,3	6,343	17,1	10,625	17,2	7,219	20,9	4,981	16,0	8,232	18,4	10,895	21,0	6,300	17,2	8,454	14,3	9,608	21,2	3,944	20,4	4,44
ovembre	5,1	0,516	15,2	0,483	18,7	1,691	14,8	1,427	17,3	0,966	15,8	2,219	17,1	5,070	16,3	2,849	10,5	4,605	13,4	4,111	11,1	2,546	14,0	2,33
écembre	3,8	0,214	8,1	0,286	20,1	0,587	17,3	0,610	13,7	0,602	16,2	1,281	20,9	1,961	14,3	1,348	15,8	1,748	14,4	1,063	9,4	1,014	10,7	0,96
			:																					

 $\underline{\text{Tableau 3}} \ - \ \text{Paramètres d'échelle (s) et de forme ($\lambda$)} \ \ \text{de la loi des fuites ajustée sur les hauteurs précipitées mensuelles.}$ 

A l'aide des paramètres d'ajustement des précipitations mensuelles, nous avons déterminé ceux correspondant aux totaux décadaires (pour la méthode, cf. annexe 5). Nous donnons dans l'annexe 6, les totaux décadaires pour des récurrences de 2 années, 5 années et 8 années sur 10. Pour les stations de Lomé et Dapaong, on constate la bonne adéquation des valeurs ajustées aux valeurs déduites de l'analyse fréquentielle décadaire. Du sud vers le nord du pays, on peut noter :

- la faiblesse des précipitations décadaires de la petite saison des pluies sur le littoral (Lomé, Aného). Une année sur deux, chaque décade comprise entre le 20 août et le 30 novembre ne reçoit pas plus de 15 mm.
- l'arrivée brutale de la saison des pluies à Notsé et Glekové. Entre le 10 février et le 10 mars, les totaux décadaires revenant au plus une année sur deux, passent de 0 à 30 mm. Par la suite, les hauteurs décadaires revenant au moins une année sur deux restent relativement constantes.
- la diminution de la petite saison sèche vers le nord. Observable à Atakpamé et Blitta entre le ler juillet et le 20 août pour les hauteurs décadaires revenant au moins une année sur deux, la petite saison sèche disparaît à partir de Sokodé, à l'exception de Bassar, pourtant plus au nord.
- la fin brutale de la saison des pluies à Mango et Dapaong. A Dapaong, les hauteurs décadaires dépassées 8 années sur 10 passent de 30 mm à O entre le 10 septembre et le 20 octobre.

Déduites de ces graphes, nous donnons dans le tableau 4 les dates à partir desquelles les hauteurs décadaires sont supérieures (ou inférieures) à 10 mm, 8 années sur 10. Ces dates, associées à des probabilités, approchent respectivement l'arrivée (et la fin) au plus tard de la saison des pluies.

Sur l'ensemble du pays, les dates de début de la saison des pluies sont étalées (du 1/3 au 1/5) alors que la gamme des dates d'arrêt des précipitations est plus resserrée (du 5/11 au 15/12).

	Date de la première							
Station	Hauteur décadaire ≥ 10 mm 8 ans sur 10	Hauteur décadaire ≤ 10 mm 8 ans sur 10						
Lomé	25/4	5/12						
Aného	25/4	5/12						
Tabligbo	5/4	10/12						
Glekové	15/3	*						
Kloto	1/3	*						
Notsé	10/3	15/12						
Atakpamé	25/3	15/12						
Blitta	15/4	10/11						
Sokodé	1/4	25/11						
Bassar	20/4	1/12						
Mango	1/5	10/11						
Dapaong	1/5	5/11						

<sup>\*</sup> pour cette récurrence, les hauteurs décadaires sont toujours supérieures à 10 mm.

## Tableau 4

## 2.2. Statistique des périodes sèches

Nous donnons dans l'annexe 7 les récurrences empiriques, exprimées en nombre de fois par an, des périodes sèches de 5, 10 et 15 jours consécutifs. Ces récurrences sont calculées pour chacun des mois. Sur l'exemple de Dapaong (cf. figure 6), une période sèche de 10 jours revient au plus tous les 2,5 ans (soit 0,4 fois par an) pour chacun des mois de mai à septembre.

Du sud vers le nord du pays, nous avons noté:

- la décroissance de l'importance de la petite saison sèche. Des périodes sèches de 15 jours s'observent tous les ans en juilletaoût à Aného, mais seulement tous les 2 ans à Notsé.
- la meilleure répartition des précipitations sur le littoral en mai qu'en juin, bien que mai soit en moyenne moins arrosé. En effet, la petite saison sèche (centrée sur juillet et août) peut débuter précocement en juin.

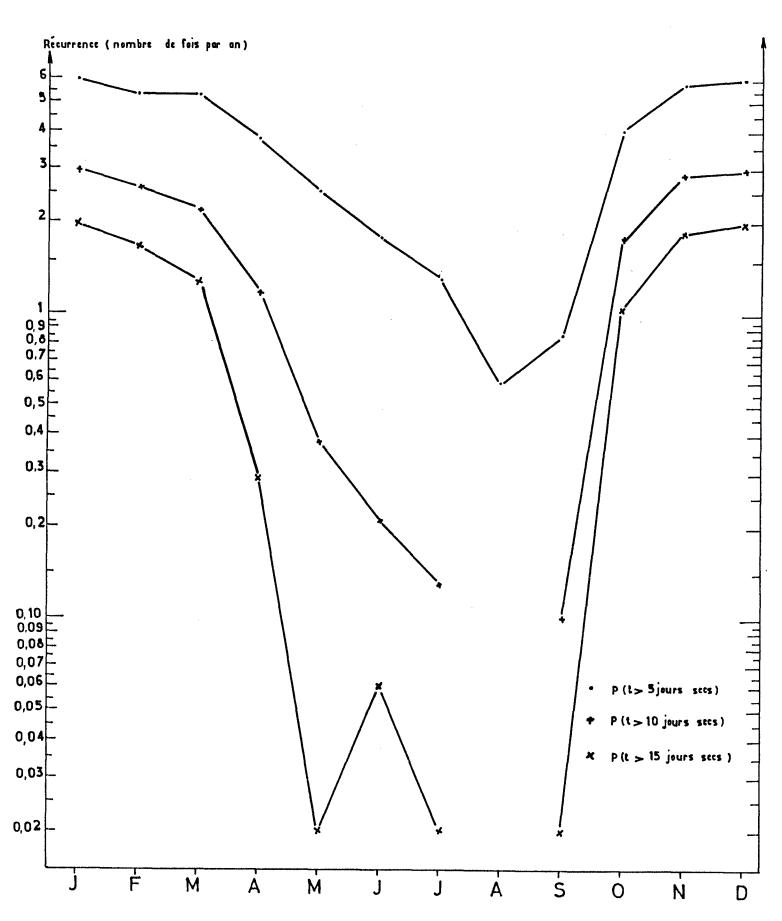


Figure 6 - Récurrences empiriques (en nombre de fois par an) de périodes sèches de 5, 10 et 15 jours consécutifs à Dapaong.

- le comportement voisin des stations de Kloto et Atakpamé (de pluviométrie interannuelle pourtant différente) par opposition à celui de Glekové, station à rapprocher de celle de Tabligbo.
- la diminution très progressive jusqu'en septembre des récurrences des périodes sèches de 5 jours à Blitta, Sokodé, Bassar et Mango. On remarque cependant un palier en août à Sokodé voire une légère remontée en juillet pour Bassar et en août pour Blitta. Ces caractéristiques se retrouvent en grande part pour les récurrences des périodes sèches plus importantes.
- la fin marquée de la saison des pluies en septembre, au nord de Sokodé. Ainsi, pour cette station, le temps de retour d'une période sèche de 15 jours passe de 50 ans à 1,6 an de septembre à octobre.
- le comportement voisin des stations de Mango et Dapaong qui ne diffèrent que sur les mois à plus faible probabilité de retour des périodes sèches : août à Dapaong et septembre à Mango. Ceci est en accord avec la répartition mensuelle de la pluviométrie.

#### 2.3. Statistique des pluies de semis

Nous recherchons la probabilité empirique d'observer au moins une fois dans le mois considéré une pluie journalière de hauteur h.

pour un jour quelconque du mois,

$$P (H < h) = P (H = 0) + P (0 < H < h)$$
or, 
$$P (H < h/H > 0) = P (0 < H < h) / P (H > 0)$$
soit, 
$$P (H < h) = P (H = 0) + P (H < h/H > 0). P (H > 0)$$

Pour un mois donné, la probabilité p d'observer au moins une pluie journalière de hauteur h est le complément à 1 de la probabilité d'observer pendant les n jours du mois des hauteurs précipitées inférieures à h.

scit, 
$$p = 1 - [P(H < h)]^n$$

Notons qu'il est possible de généraliser cette équation sous la forme :

$$p_r = 1 - P (H < h)^n - \sum_{i=1}^{r-1} \frac{n!}{(n-i)!i!} P (H < h)^{n-i} .P (H \ge h)^i$$

avec p<sub>r</sub> : probabilité d'observer pour un mois donné au moins r jours de pluie de hauteur supérieure ou égale à h.

Nous avons considéré comme jour sans pluie tous les jours où la hauteur précipitée était inférieure ou égale à 1 mm.

Les récurrences (1/p) des probabilités d'observer pour un mois donné au moins un jour de pluie de hauteur supérieure ou égale à 10 (ou 20 mm) sont consignées dans le tableau 5.

On constate qu'une pluie de semis de 20 mm s'observe 9 années sur 10 (récurrence : 1,1) en avril sur le littoral. Cette même pluie s'observera en mars plus à l'intérieur (Glekové, Tabligbo, Notsé, Kloto), puis en avril (Atakpamé, Blitta, Sokodé, Bassar) et enfin en mai (5 ans sur 6, récurrence : 1,2) à Mango et Dapaong.

D'autre part, on remarque que le semis en petite saison des pluies est délicat sur le littoral. Deux années sur cinq en septembre, on n'observe pas de pluie journalière de hauteur supérieure ou égale à 20 mm. Les conditions de semis sont meilleures en octobre mais c'est alors l'arrivée de la saison sèche en novembre qui compromettrait les chances de développement de la culture.

Au contraire, pour les stations situées plus à l'intérieur mais avec une petite saison sèche encore marquée (Tabligbo, Glekové, Kloto, Notsé), un semis en septembre est plus facilement réalisable.

## 3 - CONCLUSION

A travers cette note, nous avons cherché à présenter non pas une vue synthétique de la pluviométrie en tant que telle au Togo, mais un faisceau de caractéristiques pluviométriques sur quelques stations permettant à l'agronome d'avoir les premiers éléments de jugement sur l'opportunité vis-à-vis du facteur eau de l'introduction d'une nouvelle culture, par exemple, ou d'une modification du calendrier cultural d'une culture déjà existante.

	h	J.	F	М	A	М	J	Jt	A	S	0	N	D
Aného	10 20	3,3 10,0	2,0 2,5	1,2	1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,1 1,3	1,8 3,2	1,3 1,7	1,0 1,3	1,5 2,3	3,8 7,4
Lomé	10 20	3,3 6,5	2,1 3,1	1,2	1,0	1,0 1,1	1,0 1,0	1,2 1,5	2,0 4,2	1,4 2,4	1,1 1,4	1,7 2,7	3,9 5,8
Glekové	10 20	1,6 2,1	1,4 2,1	1,0	1,0	1,0 1,1	1,0 1,1	1,0 1,2	1,1	1,0 1,1	1,0 1,1	1,2 1,8	1,6 3,1
Tabligbo	10 20	3,5 5,6	1,7 2,5	1,0	(1,0) (1,1)	1,0 1,1	1,0 1,1	1,1 1,5	1,4 2,1	1,0 1,2	1,0 1,2	1,2 1,6	2,3 4,1
Kloto	10 20	1,4 2,2	1,1 1,5	1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	1,4 2,1
Notsé	10 20	1,8 2,5	1,4 2,0	1,0	1,0 1,1	1,0 1,1	1,0 1,1	1,0 1,2	1,0 1,2	1,0 1,1	1,0 1,1	1,3 2,0	2,0 3,7
Atakpamé	10 20	3,2 6,90	1,4 2,2	1,1	1,0 1,1	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,0	1,4 2,5	2,1 3,3
Blitta	10 20	3,6 5,1	2,3 4,0	1,1 1,4	1,0 1,1	1,0	1,0 1,1	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,0 1,2	2,5 4,7	4,0 7,2
Sokodé	10 20	4,5 7,4	2,3 4,8	1,2 1,8	1,0 1,2	1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	2,0 3,5	3,5 6,0
Bassar	10 20	5,5 34,8	3,2 8,1	1,2	1,1 1,3	1,0 1,2	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0	1,4	2,9 4,3
Mango	10 20	*	5,4 32,9	2,0 3,5	1,2 1,5	1,0 1,2	1,0 1,1	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,0 1,5	4,7 13,7	*
Dapaong	10 20	*	*	2,3 5,1	1,2 1,6	1,0 1,2	1,0	1,0 1,0	1,0	1,0 1,0	1,1	5,1 61,2	*
								•					

<sup>\* :</sup> les fortes récurrences obtenues ne sont pas significatives de par la taille de l'échantillon. Exemple : A Aného, en janvier, une pluie journalière d'au moins 20 mm s'observe tous les 10 ans.

Tableau 5 - Probabilités (en récurrence annuelle) d'observer au moins une pluie journalière h de 10 (ou 20) mm par mois.

A la suite de la mise en évidence d'absence de tendances pluviométriques à long terme, les caractéristiques pluviométriques ont été déterminées sur la période commune à chacune des 12 stations de longues durées.

Cependant, bien que nous ayons pu définir 4 zones pluviométriques relativement homogènes, les résultats sur chacune des stations ne nous semblent pas encore extrapolables à une région. Pour cela, il conviendrait d'étudier un plus grand nombre de stations afin de cartographier à l'échelle du pays les caractéristiques pluviométriques étudiées (et nous pensons notamment à la cartographie des paramètres de la loi des fuites à l'échelle mensuelle, qui permettrait d'obtenir une analyse fréquentielle décadaire en tout point du territoire).

Néanmoins, de la répartition mensuelle des précipitations, de leurs variabilités interannuelles, des hauteurs décadaires pour des récurrences fixées, des probabilités d'occurrence des périodes sèches, il ressort les faibles potentialités hydriques des stations du Togo méridional (Lomé, Aného, Tabligbo). Paradoxalement, les potentialités des stations les plus septentrionales apparaissent bien meilleures pour une même pluviosité moyenne interannuelle. Des cultures comme celle du maïs, pratiquée massivement dans le sud du pays, sont-elles alors envisageables dans cette région où les paysans cultivent essentiellement le mil, au rendement cependant plus faible ? En se tenant aux caractéristiques pluviométriques, la réponse serait positive. Que deviendra-t-elle en prenant en compte l'évapotranspiration, le ruissellement et les caractéristiques physiques du sol ?

#### **BIBLIOGRAPHIE**

- Anonyme (1982) Ressources et besoins en eau. PNUD, République Togolaise éd., 11 planches.
- ALBERGEL J. (1987) Genèse et prédétermination des crues au Burkina-Faso. Du m2 au km2, étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution.
  - Thèse, Univ. Paris VI, 336 p., multigr.
- BRUNET-MORET (1963) Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale. République du Dahomey.

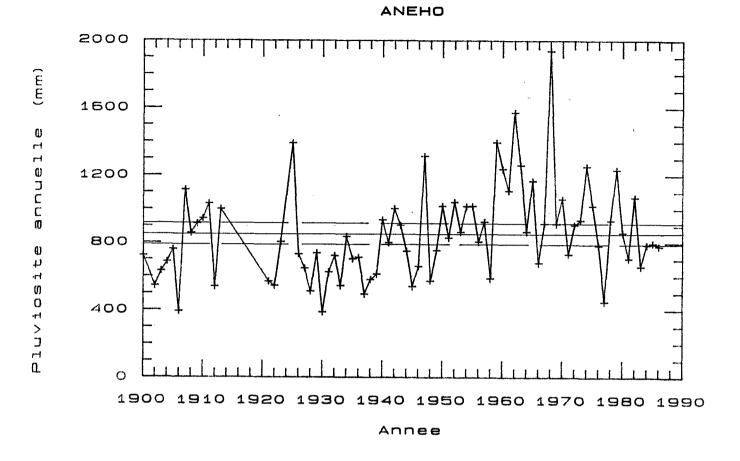
  ORSTOM C.I.E.H. éd., 20 p., multigr.
- DENEAU V. (1956) Les singularités climatiques du bas-Togo. Météorologie nationale, Paris, 31 p.
- HUBERT P., CARBONNEL J.-P. (A paraître) Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest. J. of. Hydrol.
- LE BARBE L., ALE G. (A paraître) Monographie du Bénin ORSTOM éd..
- POSS R., SARAGONI H. (1987) Calage du cycle cultural du maïs et zonage pédoclimatique au Togo méridional. ORSTOM éd., Lomé, 10 p. multigr.
- PUECH C., WOME K. (1982) Etude des pluies journalières de fréquence rare au Bénin et au Togo C.I.E.H. éd., Ouagadougou, 88 p.
- RIBSTEIN P. (1983) Loi des fuites. <u>Cah. ORSTOM</u>, sér. Hydrol., vol. XX, n° 2, pp. 117-145.
- SOGBEDJI M. (1987) Etude de la pluviométrie du Togo méridional.

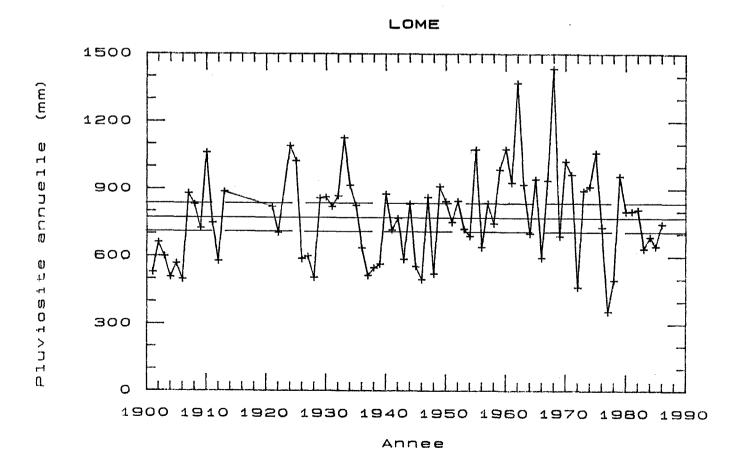
  ORSTOM éd., Lomé, 25 p.

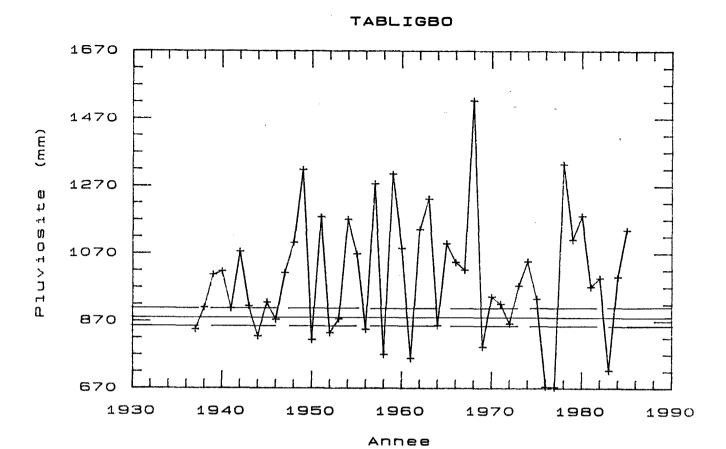
Annexe	

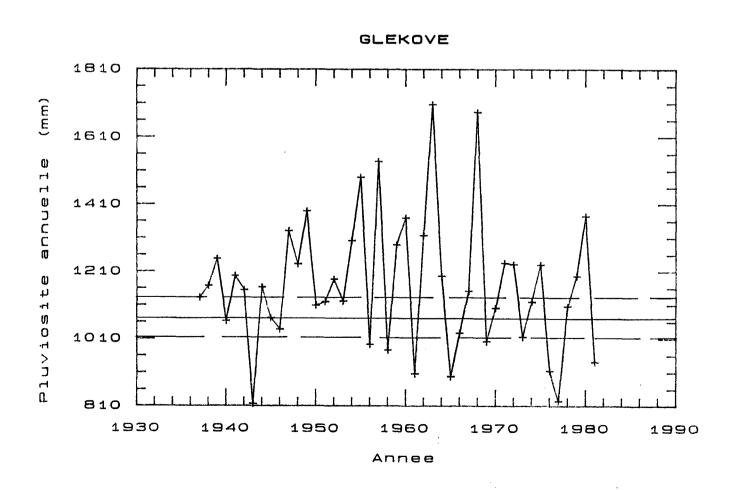
Chronique des pluviosités annuelles depuis l'origine des stations

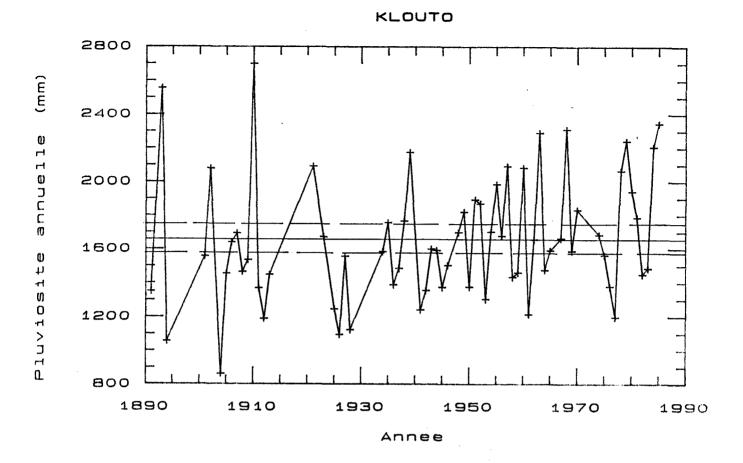
Légende	:	-	 moyenne	int	erannı	ıelle	
			 limites	_			

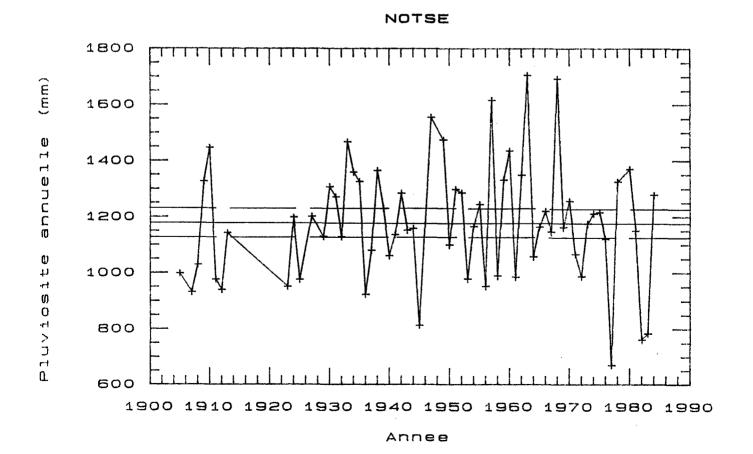




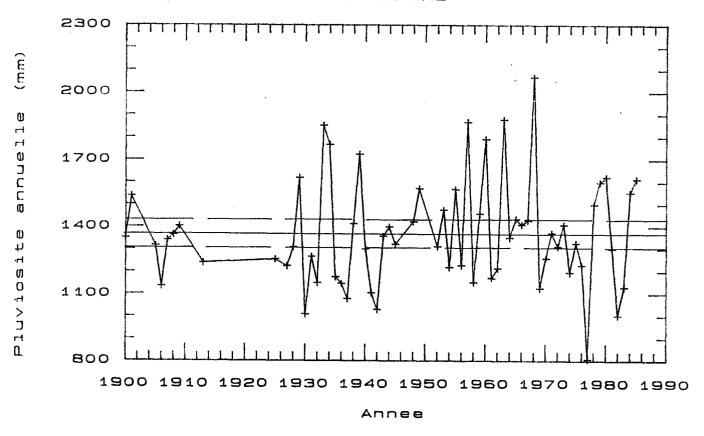


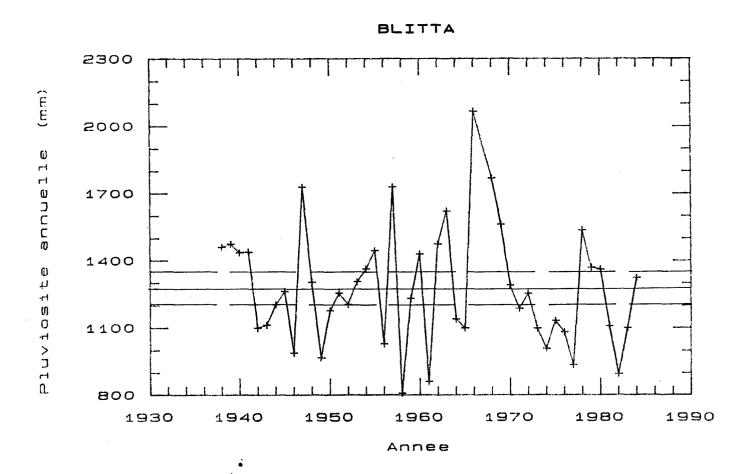




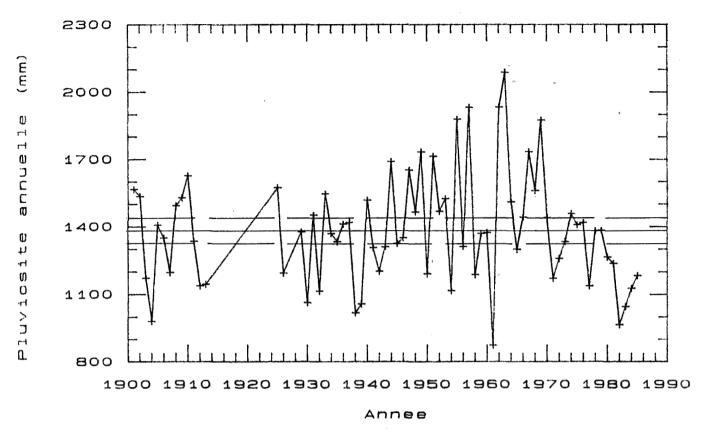


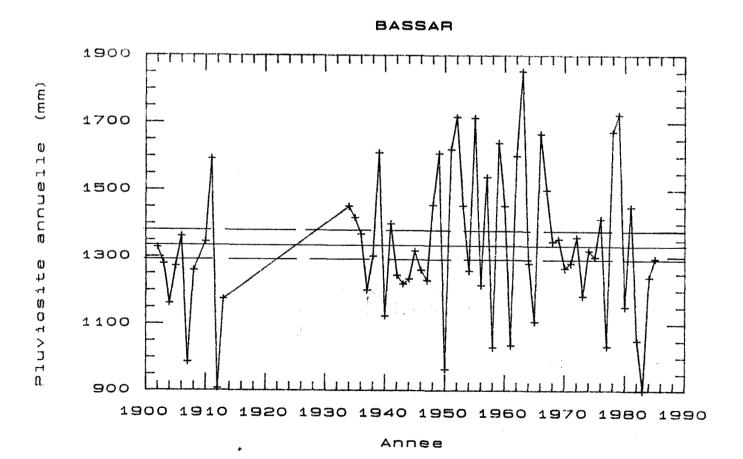


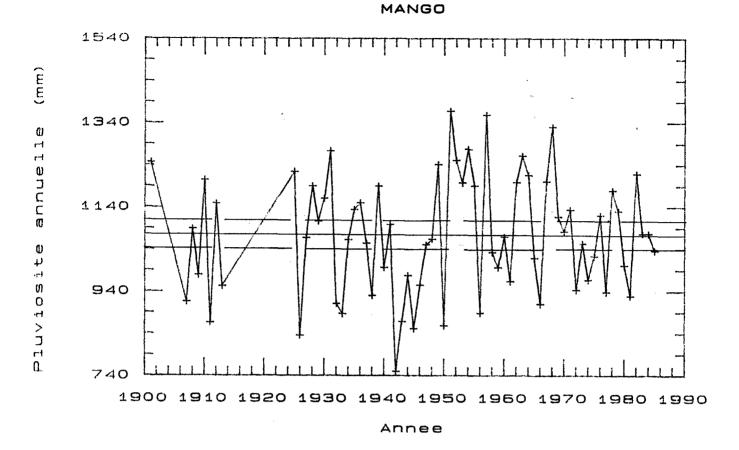


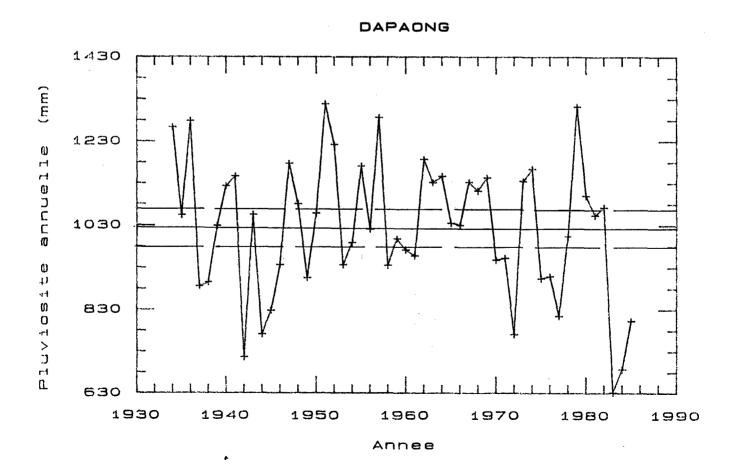












### Annexe 2

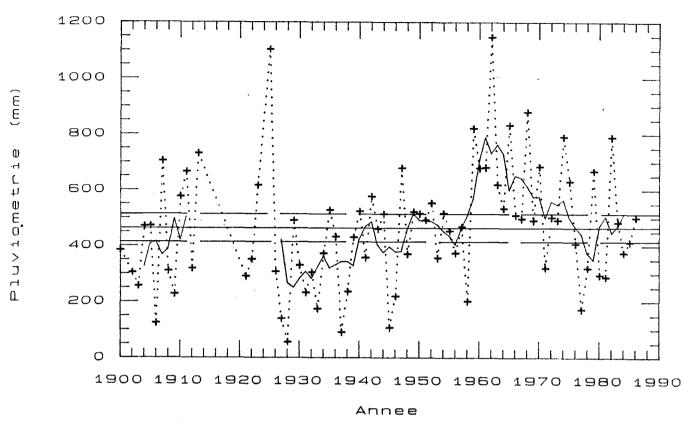
Moyennes mobiles (sur 5 ans) des hauteurs précipitées des mois - de mai à juillet (haut de page) - d'octobre à décembre (bas de page)

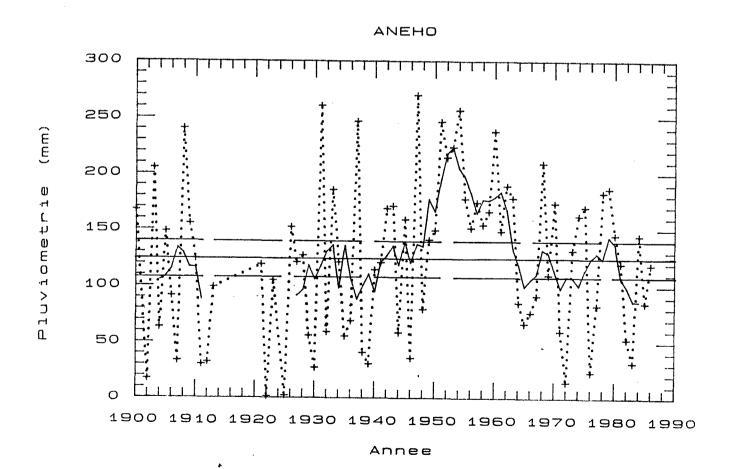
Stations de ANEHO
TABLIGBO
GLEKOVE
KLOTO
NOTSE
ATAKPAME
SOKODE
BASSAR
MANGO
DAPAONG

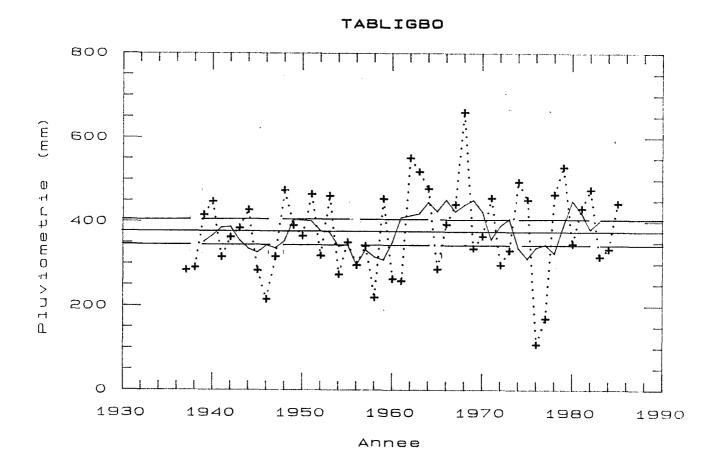
Légende: — moyenne interannuelle

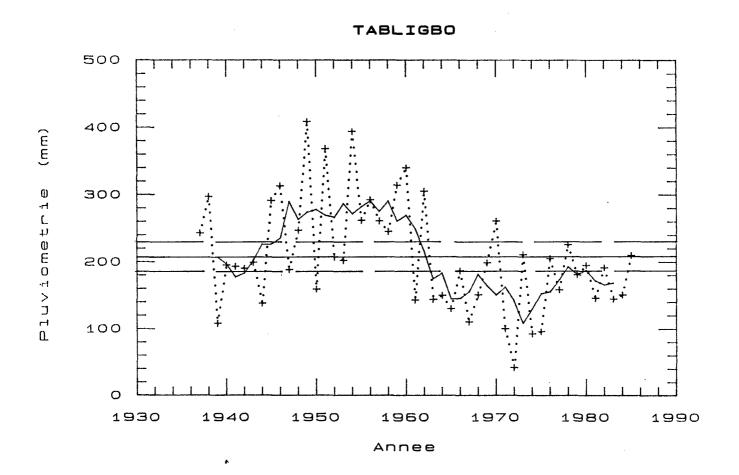
limites de l'intervalle de confiance
à 95 % de la moyenne

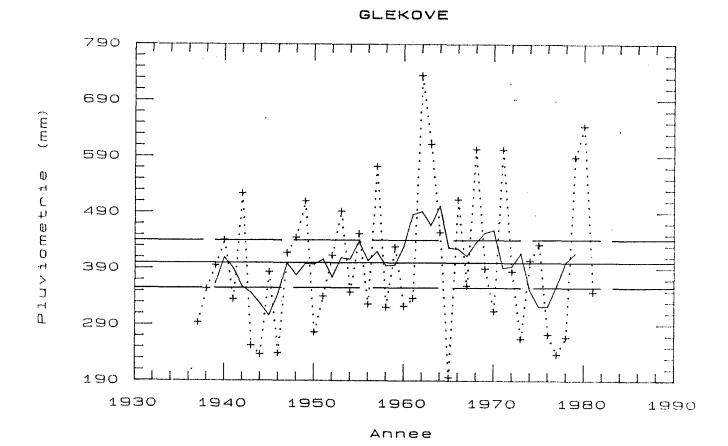


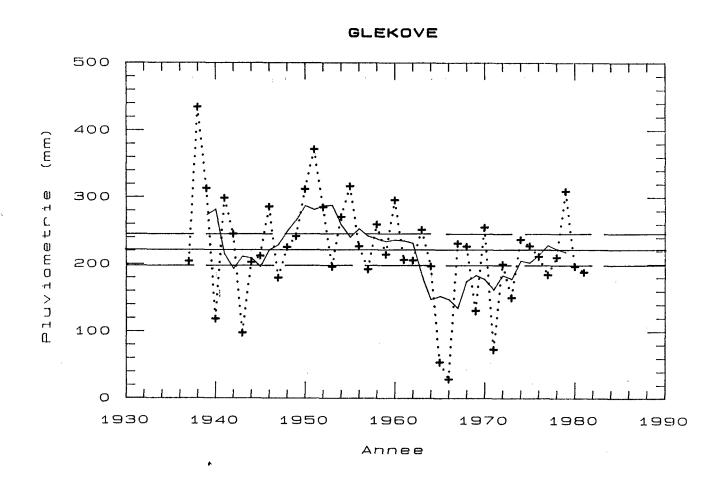


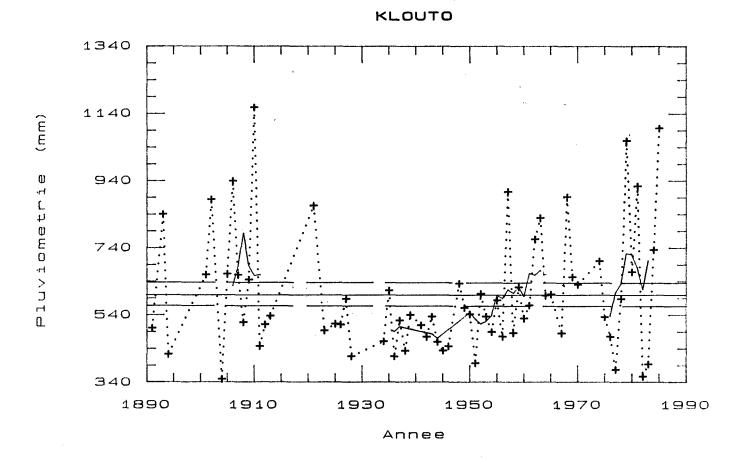


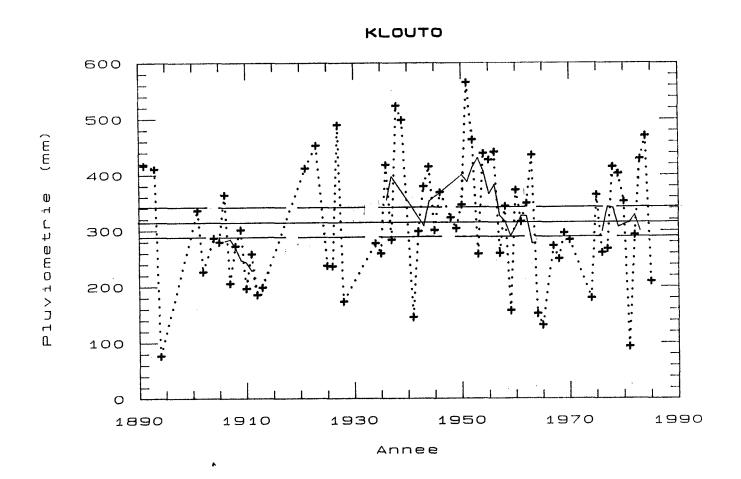




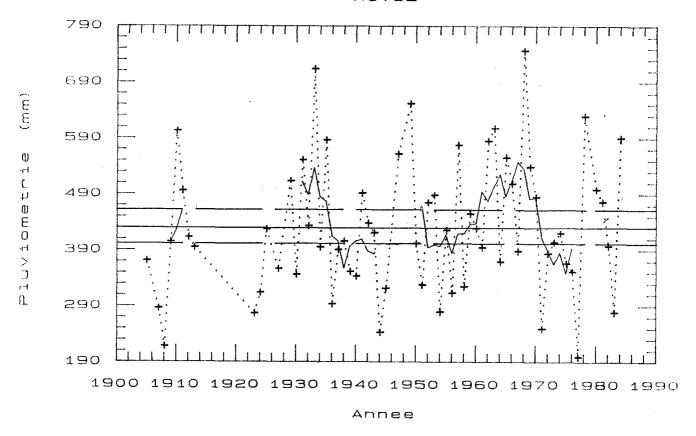




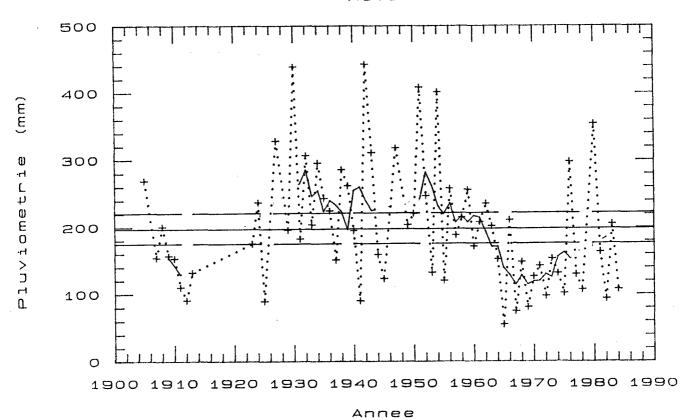




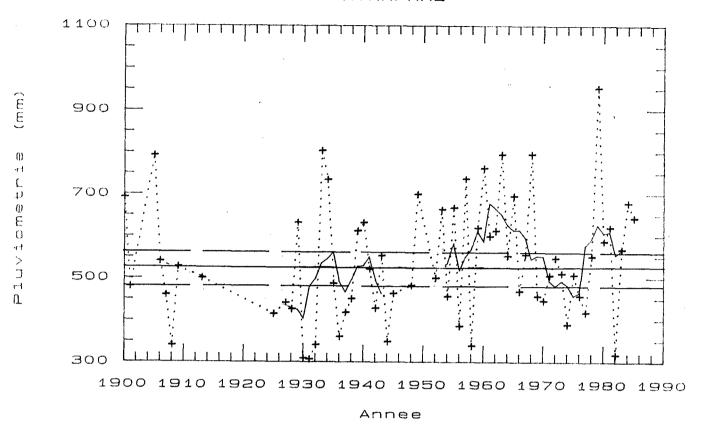


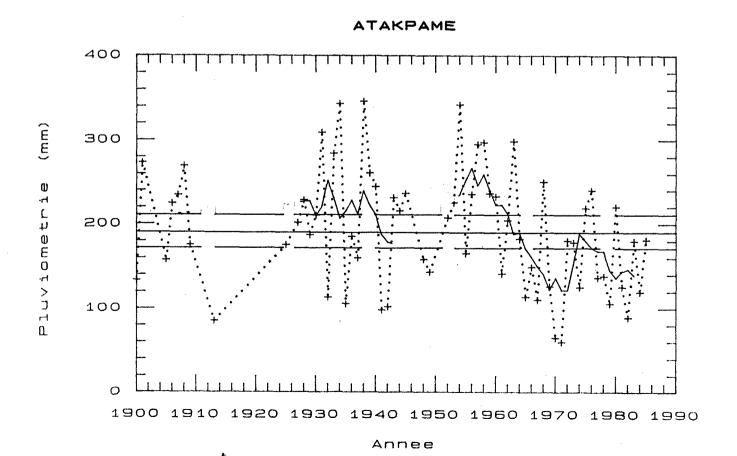


## NOTSE

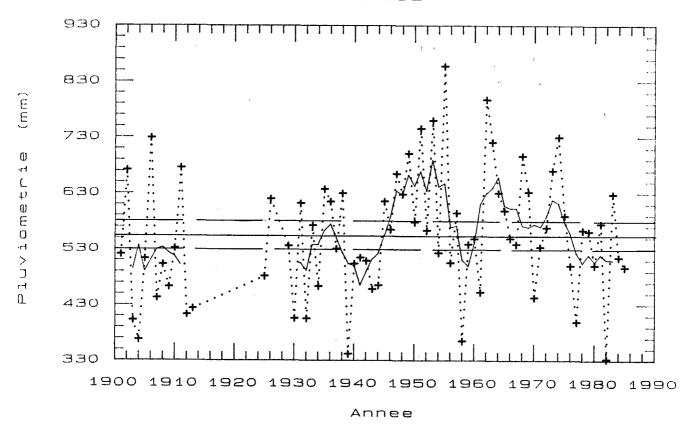




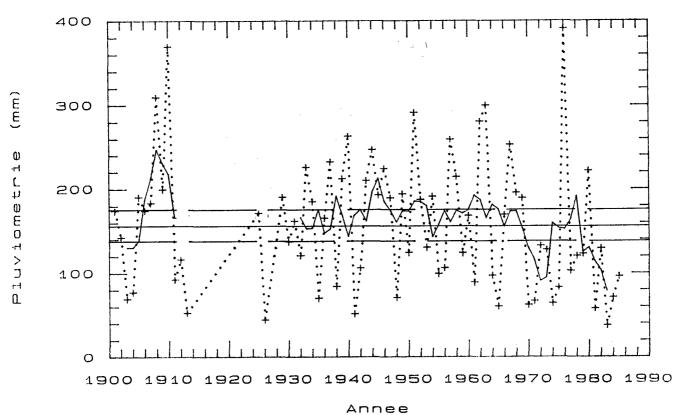




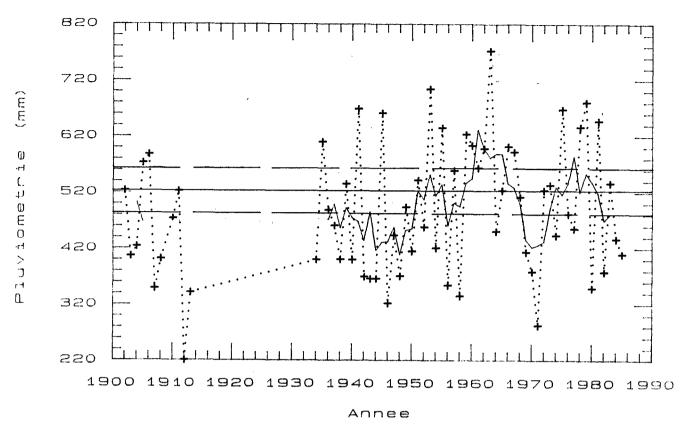




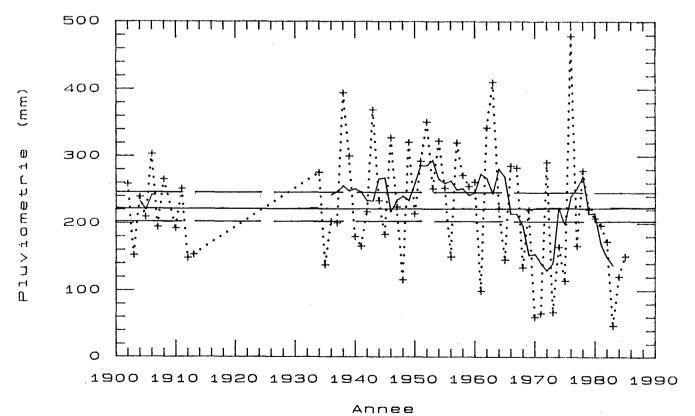
# SOKODE



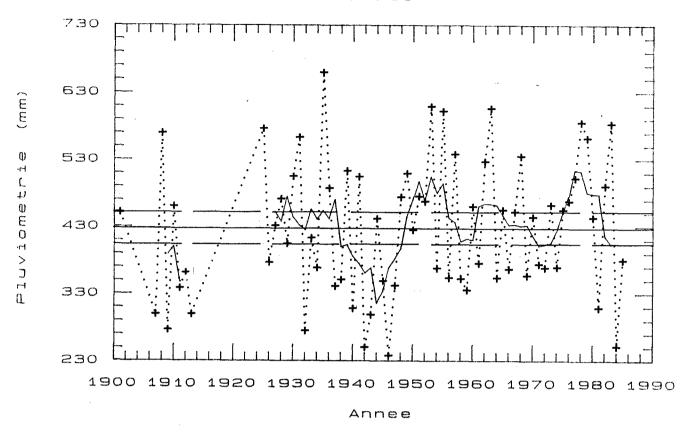


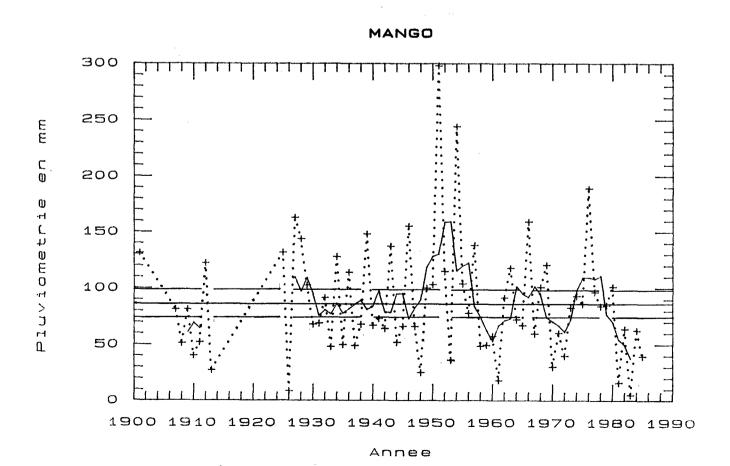




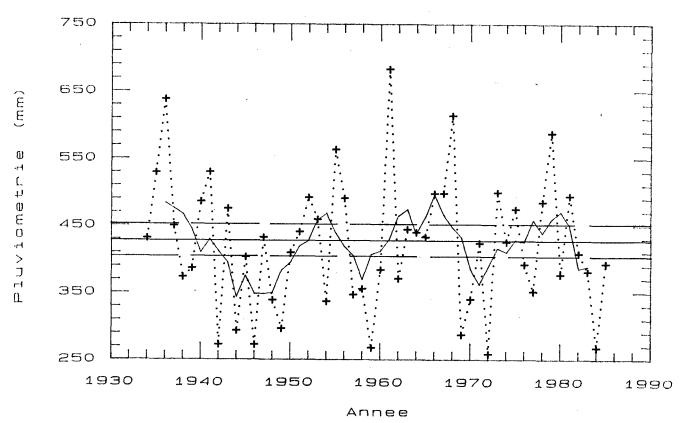


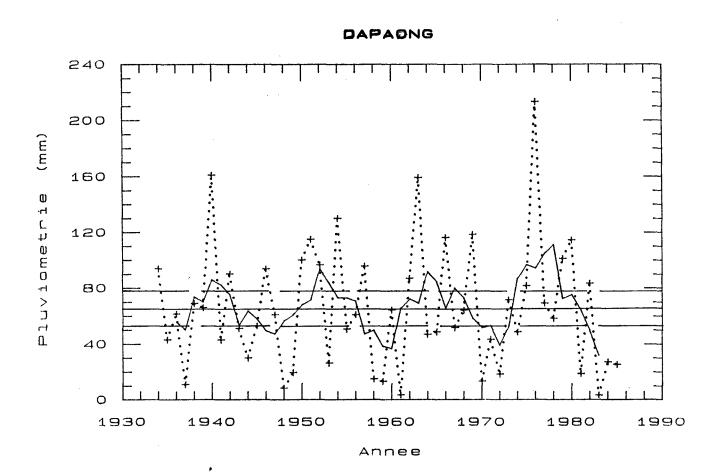












Nombre total de jours de pluie (≥1 mm)

des mois - de mai à juillet
- d'octobre à décembre

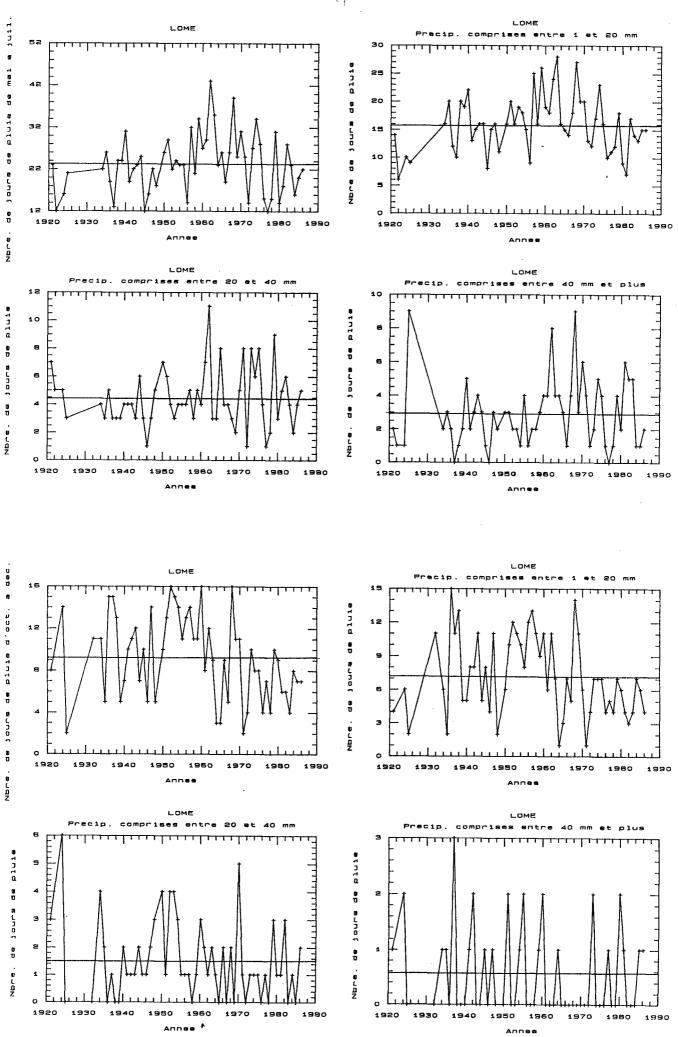
et

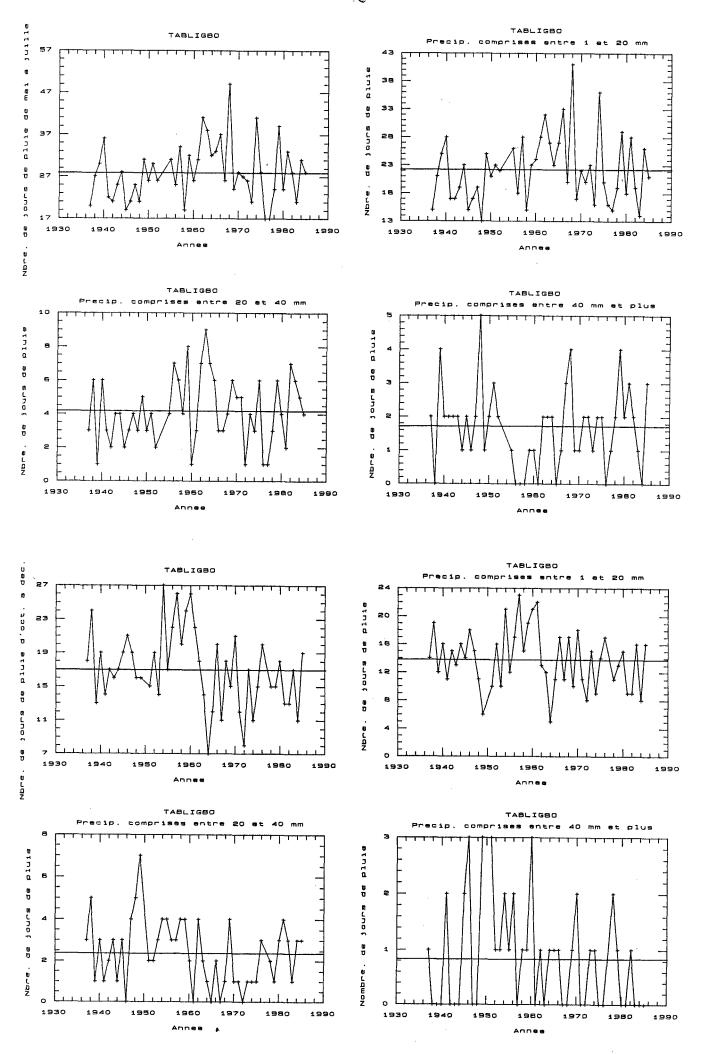
Nombre de jours de pluie (≥1 mm)

par classe - 1-20 mm
- 20-40 mm
- 40 mm et plus
 pour les mêmes mois

aux stations de LOME et TABLIGBO

Légende: — moyenne interannuelle.



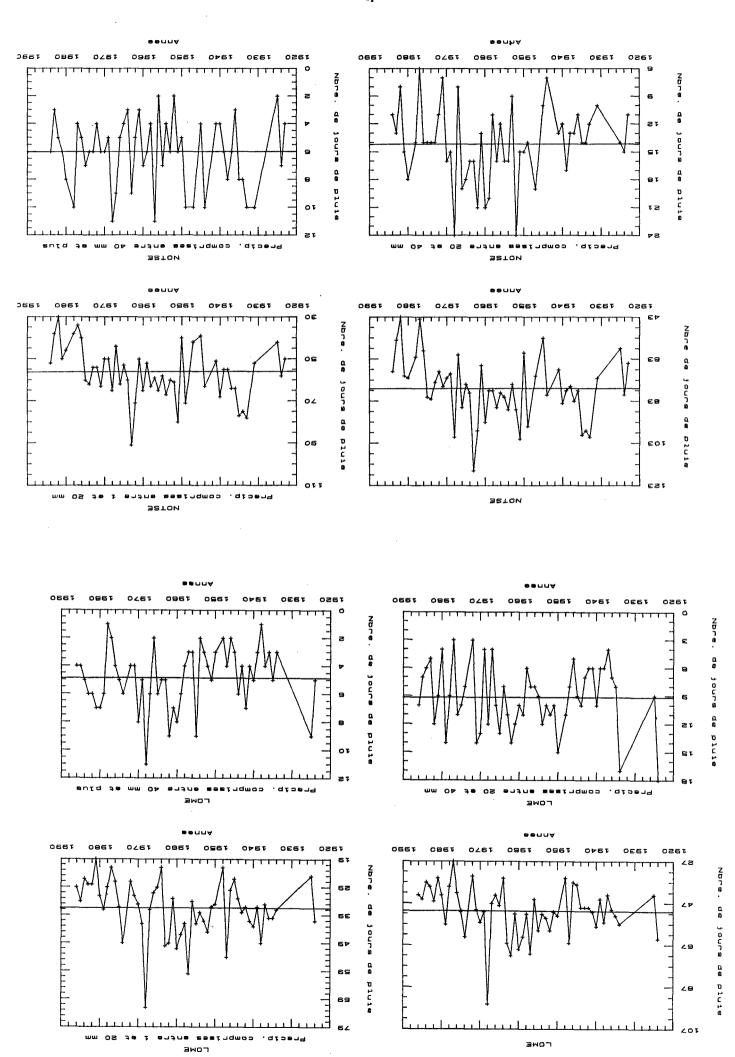


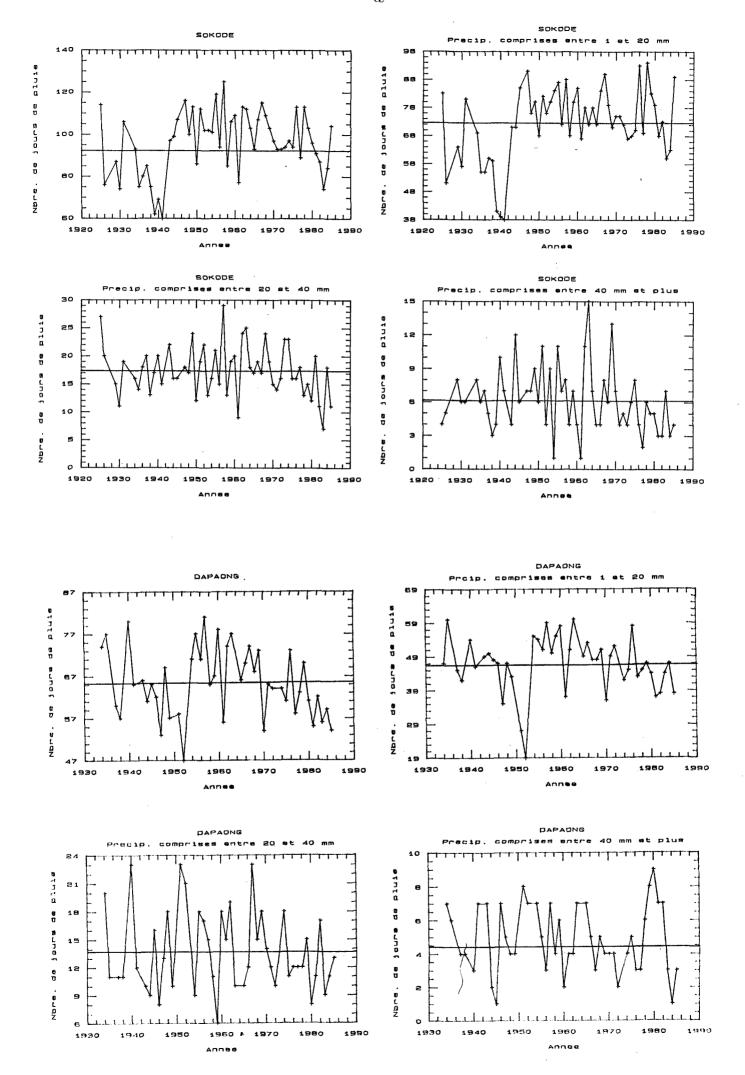
Nombre total de jours de pluie ( > 1 mm) par an et

Nombre de jours de pluie ( > 1 mm) par classe - 4-20 mm - 20-40 mm - 40 mm et plus

aux stations de LOME NOTSE SOKODE

DAPAONG





Calcul des paramètres de la loi des fuites pour des durées inférieures au mois.

#### Exemple : calcul des paramètres par décade

Les valeurs des paramètres déterminées sur le mois sont attribuées au centre de chaque mois soit le 15 du mois. De ces paramètres, nous interpolons (linéairement, ici) les paramètres au centre de chaque décade soit le 5, le 15 et le 25 du mois,

exemple

soit s<sub>1</sub> et s<sub>2</sub> les paramètres d'échelle de janvier et février attribués respectivement au 15 janvier et 15 février -

la pente de la droite liant  $s_1$  à  $s_2$  est égal à  $\frac{s_2-s_1}{31}$ 

les paramètres interpolés pour le 25 janvier et le 5 février seront respectivement égaux à  $s_1$  +  $\infty$  . (25 - 15)

et à  $s_2 - \infty$  . (15 - 5).

Nous avons alors directement les paramètres d'échelles (s, hauteur moyenne de l'événement indépendant) pour chaque décade. Quant aux paramètres de forme, il faut multiplier les paramètres interpolés par  $\frac{T}{M}$  (T : durée de la période (10 jours, ici) et M : durée du mois) pour obtenir les nombres moyens d'événements indépendants par décade.

Analyse fréquentielle décadaire aux stations

de LOME

ANEHO

**TABLIGBO** 

**GLEKOVE** 

**KLOTO** 

NOTSE

ATAKPAME

BLITTA

SOKODE

BASSAR

MANGO

DAPAONG

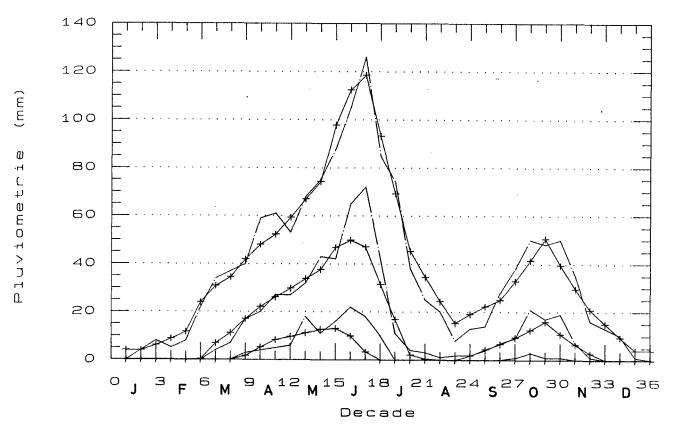
à partir de la loi des fuites ajustée sur les totaux pluviométriques mensuels.

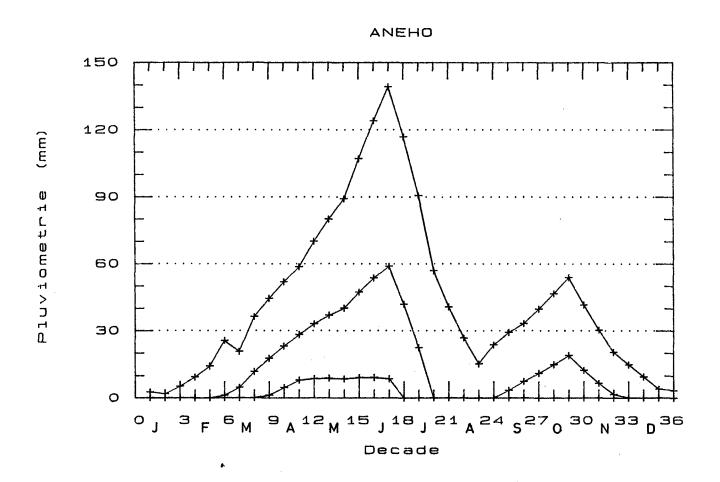
## Légende :

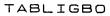
courbe supérieure : hauteur précipitée décadaire dépassée 2 années sur 10 courbe intermédiaire : hauteur précipitée décadaire dépassée 5 années sur 10 courbe inférieure : hauteur précipitée décadaire dépassée 8 années sur 10

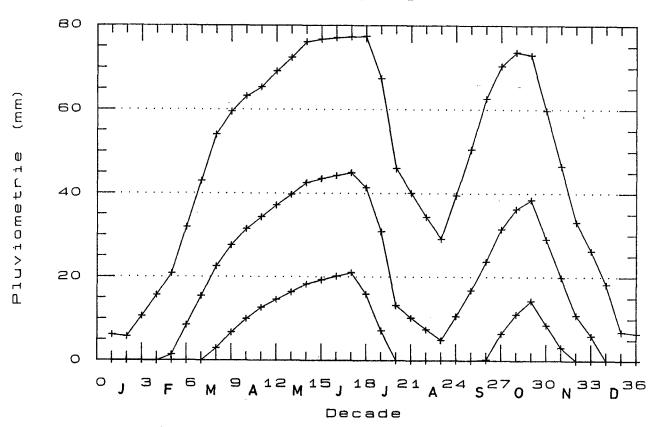
Remarque: Les hauteurs précipitées décadaires (légende: —— ) correspondant aux récurrences empiriques sont reportées pour Lomé et Dapaong.

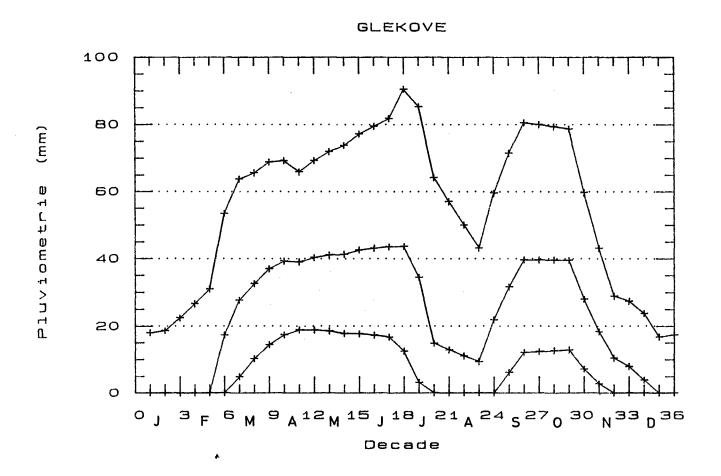


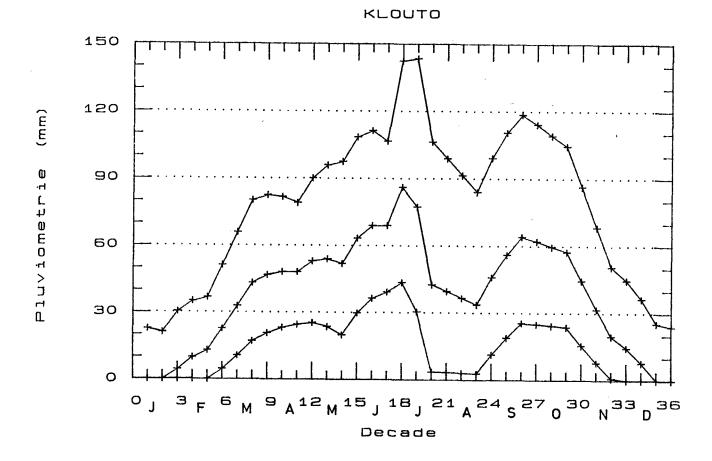


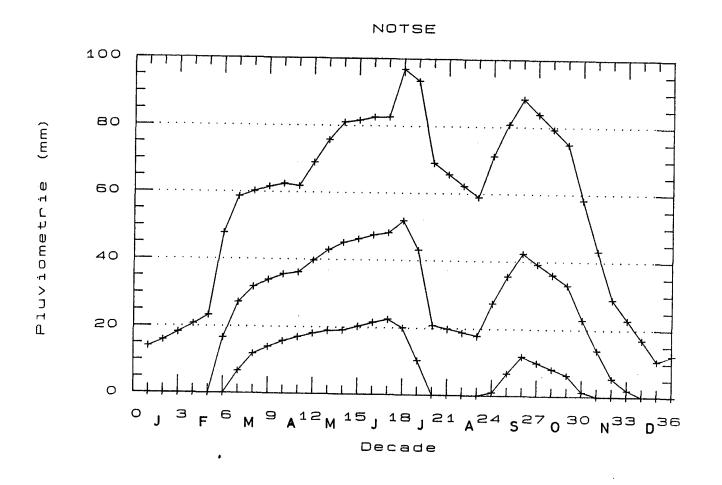




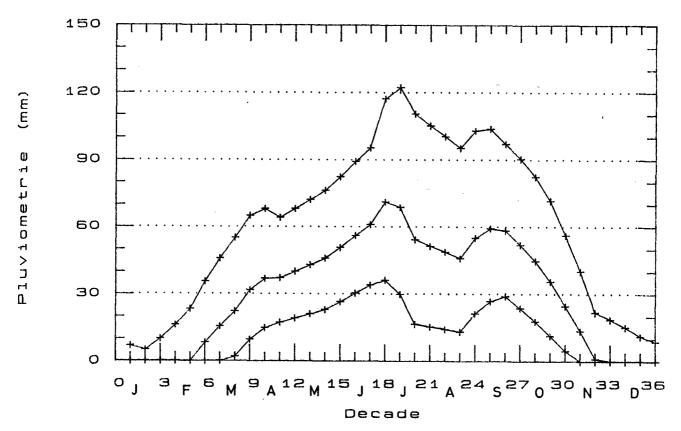


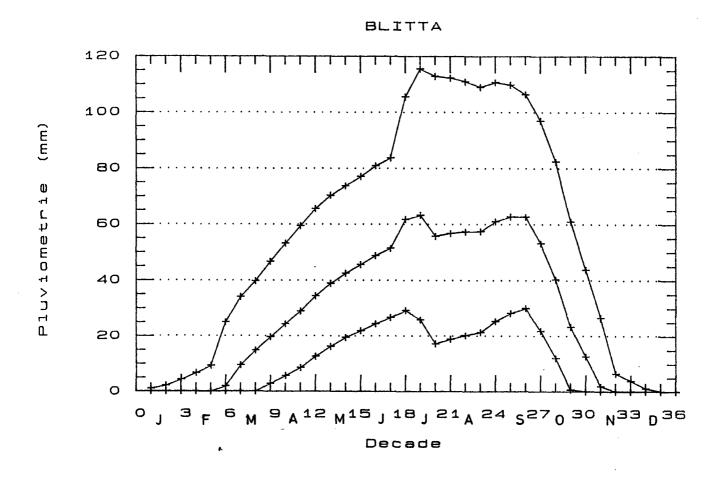


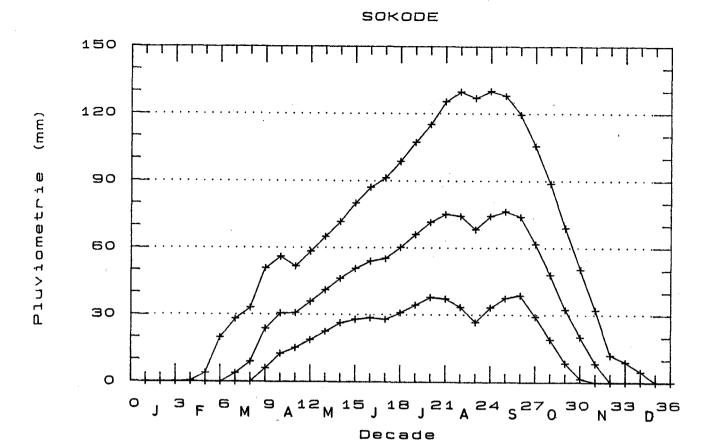


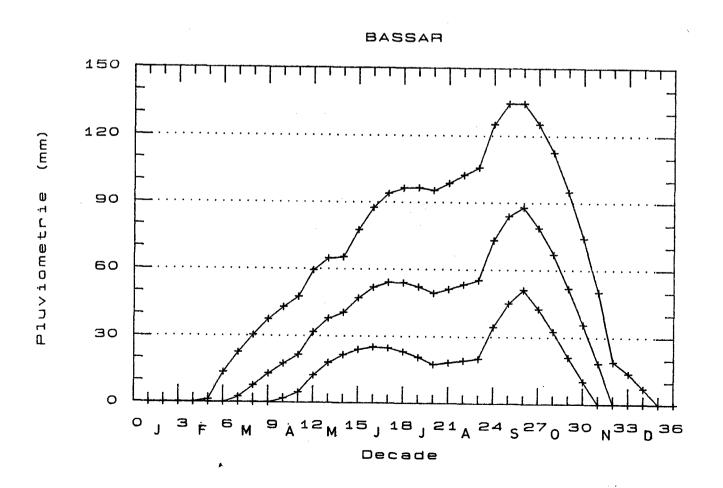


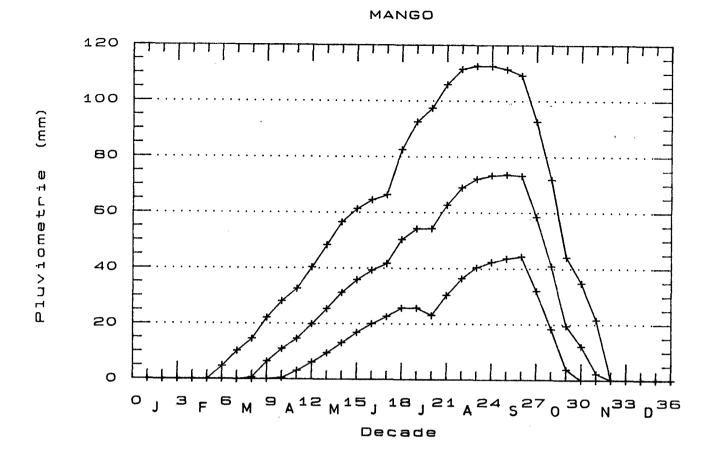


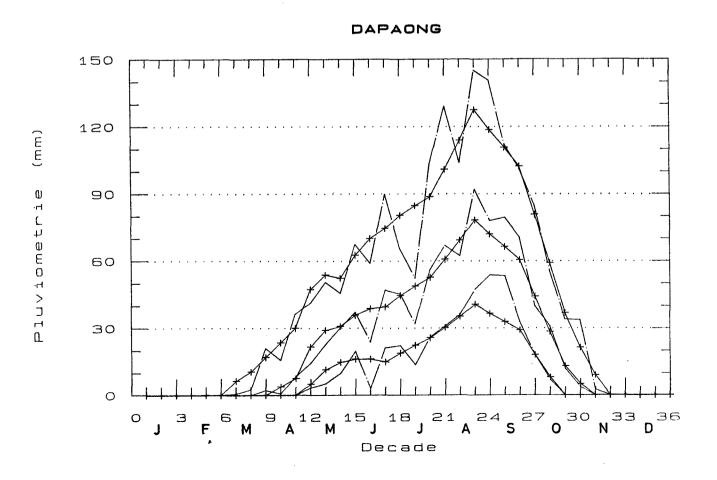












Récurrences empiriques (en nombre de fois par an) de périodes sèches de 5, 10 et 15 jours consécutifs aux

stations de

ANEHO

TABLIGBO

NOTSE

GLEKOVE

ATAKPAME

KLOTO

BLITTA

SOKODE

BASSAR

MANGO

DAPAONG

