



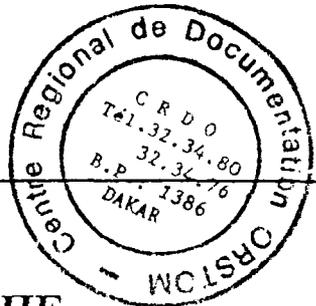
*document de  
bibliothèque -*

69

90110



UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR  
FACULTE DES LETTRES, DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE



**ETUDE DE LA PLUVIOGRAPHIE  
A PODOR**

**RAPPORT DE STAGE DE DEA**

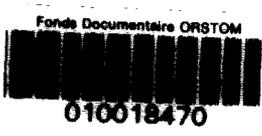
PRESENTE PAR :  
**IBOU DIALLO SADIO**

SOUS LA DIRECTION DE:  
**LUC SEGUIS**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 1992-1993**

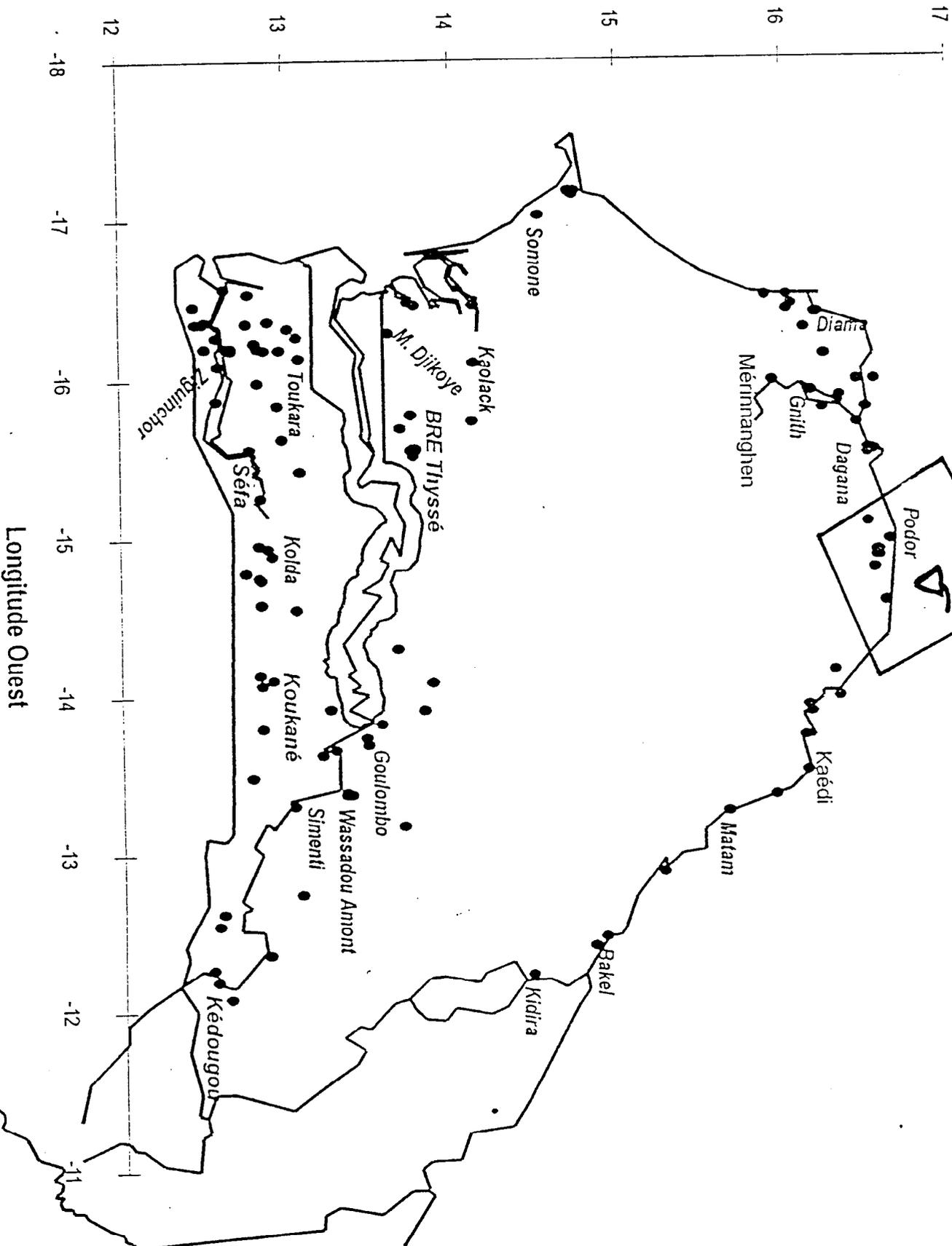
CRDO - DAKAR  
date 18/5/94  
n° 9803

*libre  
non  
non*



Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: Bx18470 Ex: *unique*

Latitude Nord



Carte de situation

## AVANT - PROPOS

Le stage au laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM(Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération)s'inscrit dans le cadre de la préparation de l'examen du DEA(Diplome d'Etudes Approfondies) de géographie.

Le sujet porte sur«l'étude de la pluviographie à Podor» et plus précisément sur l'étude des intensités d'averses à l'interprétation du dépouillement des diagrammes pluviographiques.

Ce stage répond à trois objectifs:

-D'abord, l'apprentissage de méthodes jamais abordées au cours de notre carrière d'étudiant géographe.

-Il doit être directement utilisable; pratique avec des notions qui seront utilisées dans nos travaux.

-Enfin, il doit être un enseignement utile à tout géographe.

Ces quelques considérations expliquent la grande attention et l'intérêt tout particulier que nous portons à ce travail. L'ensemble des éléments qui ont contribué à l'édification de ce rapport,nous le devons à la bienveillance d'un certain nombre de personnes et de services dont il me plait de louer l'action, le soutien et la compréhension.

A Notre encadreur LUC SEGUIS,chercheur à l'ORSTOM qui a bien voulu nous prendre comme stagiaire dès que la proposition lui a été faite. Tout au long de ce stage, il a fait preuve d'une disponibilité dans la correction et dans la conduite de nos recherches, ceci malgré son emploi du temps très chargé. Que Mr SEGUIS trouve ici toute notre gratitude, tous nos remerciements.

A Mr Yannick Pépin, technicien au laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM,pour avoir activement pris part à nos travaux dont tout le mérite lui revient. A Mr Pépin nous voulons adresser nos sincères remerciements,et lui témoigner la grandeur de ses qualités humaines et intellectuelles. Nous en avons été très sensible.

A Mr Honoré Dacosta chercheur associé à l'ORSTOM,assistant au département de géographie pour toute l'aide apportée à la réalisation de ce travail.

Nous disons aussi merci à Gaston Dubee pour sa collaboration et son soutien ainsi qu'à Albergel et Bader.

Nous adressons également nos remerciements au personnel enseignant du département de géographie et plus particulièrement au professeur Moustapha Sall et au maitre assistant Amadou Abdoul Sow.

Merci également à Djibril Mansaly de la météo nationale pour avoir mis à notre disposition les pluviogrammes de Podor.

Enfin,il nous serait très difficile de terminer sans remercier nos camarades qui ont accepté le travail d'équipe dans ce laboratoire durant toute la durée du stage.Je veux citer Diop Ndeye, Konaté Lamine, Sarr Lamine,Sow Mamadou et Thiandoum Moussa.

## INTRODUCTION

L'installation d'une station pluviographique à l'intérieur de la ville de Podor permet de mieux définir le déroulement d'une averse dans le temps. Cette connaissance plus fine des événements pluvieux a pour but de faciliter la gestion du réseau d'assainissement. En effet, ce sont les averses de forte intensité qui posent des problèmes d'où l'utilité de définir les types de situations météorologiques qui engendrent les averses les plus intenses et les plus dangereuses en matière d'assainissement.

L'étude des averses est le domaine d'investigation des hydrologues, des climatologues, des géomorphologues, des ingénieurs en génie urbain etc...

En matière d'hydrologie urbaine, l'intensité des averses, leur fréquence conditionnent le dimensionnement des réseaux d'assainissement.

Le climatologue se penche sur une étude descriptive qui précise dans quelles conditions il est possible de parler d'averses, une définition qui prend en compte la genèse des précipitations.

Le géomorphologue étudie les averses dans le cadre de l'érosion des sols, en utilisant la méthode des indices de Wischmyer.

L'étude des averses intéresse aussi tout ce qui a trait au génie urbain.

Ainsi ce rapport comprendra deux parties :

- la première partie sera consacrée à l'approche méthodologique,
- la deuxième partie portera sur une étude détaillée des averses à Podor.

# PREMIERE PARTIE

## APPROCHE METHODOLOGIQUE

Dans cette première partie, nous présentons d'abord l'appareil enregistrant les volumes précipités en fonction du temps, puis le dépouillement des diagrammes pluviographiques et enfin la phase de traitement.

### I. PRESENTATION DU PLUVIOGRAPHE A AUGETS BASCULANTS

Il existe plusieurs types d'appareils dans le monde qui sont utilisés pour enregistrer des quantités de précipitations. Il n'est pas question alors de dresser ici l'inventaire de tous les types d'appareils qui existent. Mais notre étude se limitera au seul type d'appareil qui permet l'enregistrement des averses; il s'agit du pluviographe à augets basculants.

Cet appareil se compose de deux grands éléments:

#### a. La bague

Elle représente l'aspect extérieur de l'appareil et peut être de superficie variable. Nous avons :

- les bagues de 400 cm<sup>2</sup> qui sont les plus fréquemment utilisées au Sénégal.
- les bagues de 200 cm<sup>2</sup>
- les bagues de 1000 cm<sup>2</sup>
- les bagues de 2000 cm<sup>2</sup>

#### b. L'enregistreur

Il présente deux augets de même contenance oscillant autour d'un axe en équilibre instable(fig n°1).L'un des augets ( celui qui occupe la situation haute ) se remplit d'eau alors que l'autre se vide dans un seau de contrôle et vice-versa.Le basculement de l'auget s'effectue lorsque le capteur a recueilli 20 cm<sup>3</sup> d'eau (ce qui correspond à une hauteur précipitée de 0.5 mm pour une bague de 400 cm<sup>2</sup>). Chaque basculement est enregistré au moyen d'un stylet sur une table à déroulement.

Pour une bague de 400 cm<sup>2</sup>: 1 mm donne 2 basculements

1 basculement = 0.5 mm de pluie

Pour une bague de 200 cm<sup>2</sup>:1 mm donne 1 basculement

1 basculement = 1 mm de pluie

Pour une bague de 1000 cm<sup>2</sup>:1 mm donne 5 basculements

1 basculement = 0.2 mm de pluie

Pour une une bague 2000 cm<sup>2</sup>: 1 mm donne 10 basculements

1 basculement = 0.1 mm de pluie

La rotation du système d'enregistrement est fonction du mécanisme d'horlogerie.Elle est le plus souvent journalière ou hebdomadaire.Il faut noter qu'un diagramme hebdomadaire est trop imprécis pour décrire des averses durant quelques heures.

Après une connaissance du pluviographe, nous passons à la seconde phase qui est la technique de dépouillement des diagrammes.

### II. Technique de dépouillement des pluviogrammes par le logiciel «Pluviom»

Cette technique obéit à un certain nombre de règles. Il s'agit en effet de sélectionner les points à digitaliser sélection qui consiste à repérer les points de début(D)et fin(F) de chaque diagramme(fig n°2 et 3).

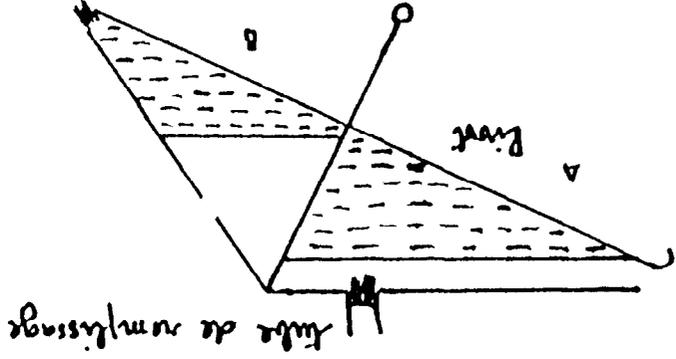
Chaque point sélectionné sur le pluviogramme se fera à la fin du basculement d'un auget par un trait au crayon.

Des points obligatoires aux extrémités inférieure et supérieure du diagramme appelés points de retournement du stylet(fig n°2). Le découpage de l'averse sur le diagramme est effectué suivant le pas de temps sélectionné par le préparateur.

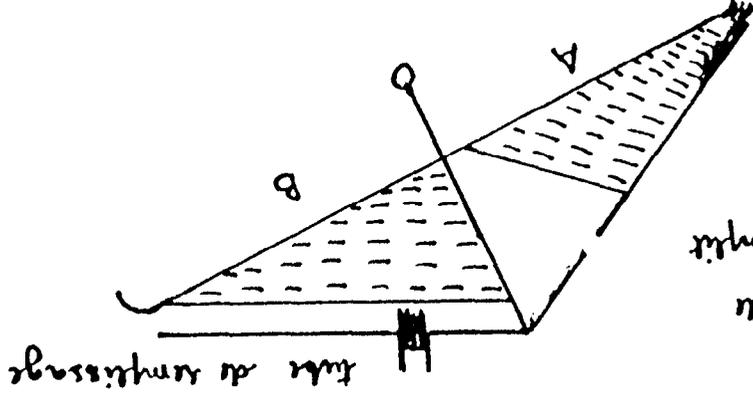
On peut détecter des anomalies sur les diagrammes au cour du dépouillement(voir figures).

de mécanisme de basculement des auge

Fig n° 1



Phase ① : L'auge A se remplit.  
L'auge B se vide.

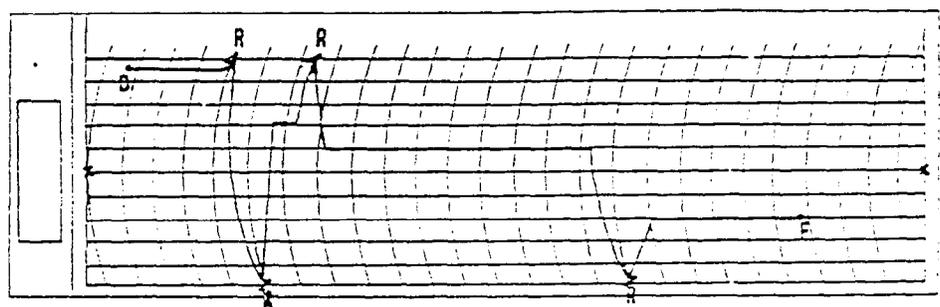


Phase ② : L'auge A se vide.  
L'auge B se remplit.

SID (97/98)

fig<sup>n</sup> 6

# RETOURNEMENT DU STYLET

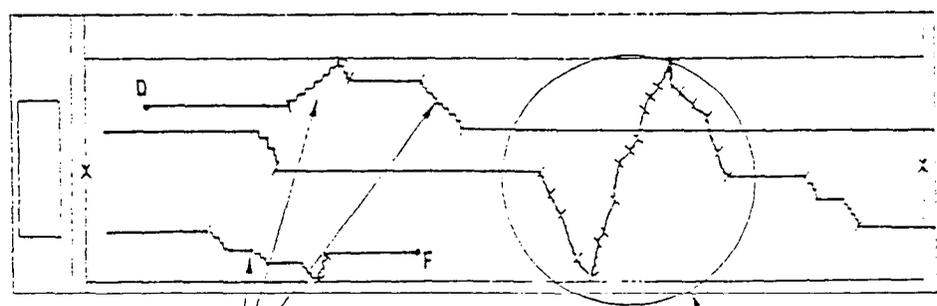


fig<sup>n</sup> 5

# EXEMPLE DE DEPOUILLEMENT RAPIDE

(mais imprécis)

(Cas d'un enregistrement multiple)



Averses non détaillées

Partie depouillée avec précision

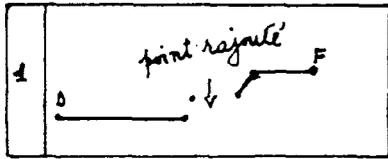
O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

carte des.  
1993

# Anomalies de fonctionnement du pluviographe (source G. Dubé)

Ces anomalies peuvent se résumer - comme suit :

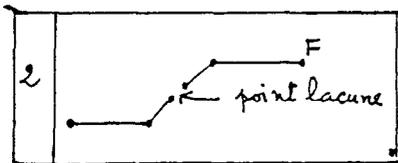
## - un début de pluie non enregistré



Pour ce cas on fait la saisie en deux enregistrements  
- 1<sup>er</sup> point 0 et Fin (le point fictif rajouté est légèrement décalé par rapport au dernier point saisi à l'horizontal du premier point.

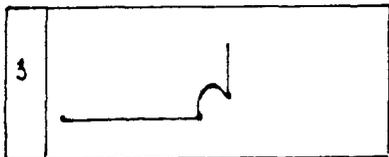
- 2<sup>e</sup> enregistrement - 1<sup>er</sup> point saisi en début d'enregistrement et le décalage temps sera fait à partir de la fin.

## - Une partie de la pluie n'est pas enregistrée



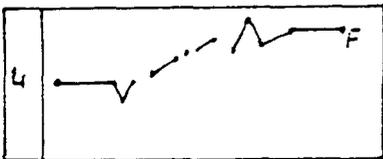
Saisir normalement sauf après le point lacune, ensuite pointer la lacune sur le menu de la table à digitaliser.

## - Arrêt du mouvement au cours de l'averse



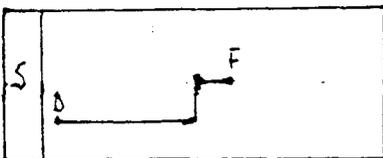
Hauteur de la pluie enregistrée pour une averse

## - Plusieurs lacunes pendant l'averse



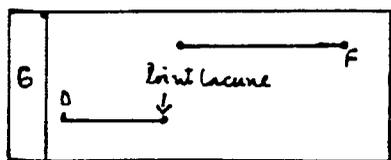
Pointer sur le menu de la table le premier point lacune et saisir les autres points normalement jusqu'à la fin du diagramme

## - Arrêt du mouvement avant la pluie



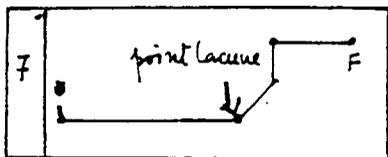
Saisir le dernier point légèrement décalé dans le temps.

- Manque d'enregistrement de la pluie



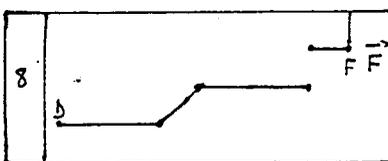
- Saisir les points normalement. Le point lacune sur le menu de la table servira à la hauteur de la pluie journalière.

- Entonnoir bouché partiellement, puis débouché une fois l'averse finie



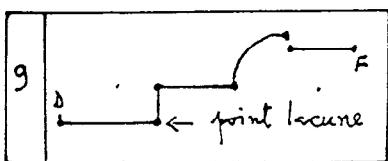
- Saisir les points en pointant la lacune sur le menu de la table.

- Mouvement arrêté en fin de diagramme



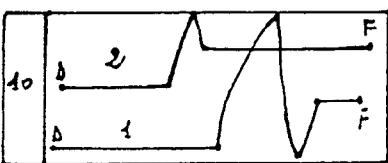
- Saisir normalement sans oublier le point lacune.

- Appareil bouché et débouché, seule averse enregistrée



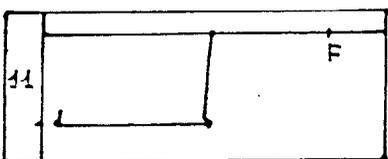
- 2 diagrammes:  
- le premier servira pour la mise à jour des pluies journalières.  
- le second est à dépiler normalement; le premier point à saisir en début d'averse.

- Deux pluies sur le même diagramme



Il faut dépiler les deux enregistrements séparément.

- Plusieurs tours de tambour



- Saisir le dernier point à la fin de l'averse, le calage temps se fera à partir du départ.

### III. La phase de traitement des diagrammes

Elle s'est réalisée à partir de la table à digitaliser connectée à l'ordinateur. Le logiciel de travail s'intitule «Pluviom». Il s'agit dans un premier temps de faire l'historique de l'appareillage. ensuite on passe à l'identification des diagrammes ou le traitement proprement dit.

#### A. Les spécifications de l'appareillage

Les 14 champs de la grille sont à remplir de la manière suivante.

##### 1. Type d'appareil

On met la marque et la référence succincte au choix de l'utilisateur. Exemple pour Podor: Précis Méca.

##### 2. Superficie bague

En cm<sup>2</sup> de la bague réceptrice du pluviographe.

##### 3. Système Enrg. Pluie

Au choix de l'utilisateur, rappelant le type de système de mesure (exemple: augets, pesée, flotteurs etc...)

##### 4. Equivalence UC

Equivalence en dixième de mm de pluie de comptage.

##### 5. Système Enrg. Temps

Caractérisant le système d'enregistrement. Exemple: tambour, table, codeur...

##### 6. Durée d'enregistrement

Caractérisant la capacité d'enregistrement ou la périodicité de relevé: journalier, hebdomadaire, trimestriel, un mois, 32 heures etc...

##### 7. Unités Mesure Temps (UMT)

Pour les chronographes, la vitesse d'avancement en dixième de mm par heure, fournie par le constructeur (exemple 153/h).

Pour les codeurs, le nombre de structurations par heure (pour les centrales de codage OEDIPE: 3600/h).

##### 8. Code de Précision

Il définit l'intervalle de temps minimum en dessous duquel la donnée pluviographique ne peut plus être traitée, aussi bien au dépouillement qu'à l'exploitation. Dans le cadre des pluviomètres à enregistrement graphique, cet intervalle de temps est lié à la vitesse du déroulement, à l'épaisseur du trait de plume etc...

##### 9. Code Cumul

1 - Pour les appareils assurant une inscription continue (appareils à retournement, centrales OEDIPE)

2 - Pour les appareils assurant une inscription discontinue (appareils à siphon, vidange etc...)

##### 10. Rayon

\*Le signe: un caractère + ou -

\*rayon d'inscription:

-inscripteur curviligne, valeur en 1/10 mm

- inscripteur orthogonal et autre: 0

##### 11. Long. Enrg.

-Longueur de la circonférence du tambour en 1/10 mm

-0 pour table/planète déroulante ou codeur.

##### 12. Valeur UT

S'il s'agit d'un pluviographe fournissant des diagrammes bandes, donner la valeur théorique de la durée (en centième de secondes) représentée sur le diagramme par 1/10 mm.

Cette valeur est calculée à partir des caractéristiques du constructeur à l'aide de la relation  $UT = 360000/UMT$ .

##### 13. Amplitude HG.

Pour des diagrammes curvilignes, donner la longueur de la corde sous tendant un arc décrit par le stylet sur une courbe en 10/mm

Pour des diagrammes rectilignes orthogonaux, donner la distance entre les graduations extrêmes inscrits en 10/mm.

Dans le cas de centrales d'acquisition type OEDIPE, donner la valeur 0.

##### 14. Comptage UC

Dans le cas des pluviographes équipés de codeur (type centrale OEDIPE) donner la valeur 1 ou 100.

Dans le cas des diagrammes, on donne le nombre d'unités de comptage contenus dans le graphique. Pour le pluviographe à augets, c'est le nombre de basculements entre deux retournements du stylet encreur.

## Exemple de cas pratique pour la station de Podor

type d'appareil: Précis Méca  
superficie bague: 400 cm<sup>2</sup>  
syst.enrg: pluie aug.  
équival. UC: 5 1/10  
syst.enrg.temps: tamb  
durée d'enrg: jour  
unités mesures temps/h: 153  
code précision: 4  
code cumul: 1  
rayon: +1800 1/10  
long. enrg: 3390 1/10  
valeur UT: 2400 1/10  
ampl. HG: 11000 1/10  
comptage UC: 100

### B. Identification des diagrammes ou le traitement proprement dit

Ici également les champs de la grille sont à remplir de la manière suivante.

Station: on met le numéro de la station

exemple pour Podor : 1380021401

1 =code du continent

38 =code du pays

Année: on donne l'année à dépouiller; exemple: 1987

Pose: jour/mois/an/à /heure/mn/

Dépose: jour/mois/an/à /heure/mn/

Seau: hauteur de pluie mesurée au seau du pluviographe en 1/10mm

exemple 104 = 14 mm

Lacune: interruption d'enregistrement code 0, 1

Arrêt: arrêt du mouvement d'horloge 0, 8, 9

Précision: valeur du déroulement de l'enregistrement 0 à 6

qualité: 1 à 4 suivant les diagrammes recolés ou reconstitués.

hauteur: hauteur enregistrée réellement sur une amplitude du diagramme.

Axe +: permet de dépouiller des enregistrements dont le tambour à l'axe est faux.

Cette première partie du travail s'est résumée en trois points essentiels. Nous avons la connaissance de l'outil de travail qui est le pluviographe, la technique de dépouillement des diagrammes et la phase de traitement. C'est l'utilisation de l'ensemble de ces éléments qui aboutira à l'étude plus détaillée des averses. Ceci fera l'objet de la deuxième partie du rapport.

## DEUXIEME PARTIE

### ETUDE DES AVERSES A PODOR

Cette deuxième partie du rapport comprend deux volets.

Dans un premier temps nous ferons une analyse de la situation climatique à Podor.

Le second volet portera sur l'étude des averses proprement dite. Il comprend trois sous chapitres:

- d'abord la présentation de la station de Podor et les caractéristiques des observations.
- ensuite, l'étude des formes d'averses avec l'interprétation des hyétogrammes.
- enfin l'analyse statistique des averses.

#### Chapitre I. Analyse de la situation climatique à Podor

La ville de Podor appartient à la zone climatique sahélienne en domaine tropical. Ses coordonnées géographiques sont: 13°38' de latitude nord et 14°56' de longitude ouest. Sa position entre le sahara et la savane soudanienne lui confère une spécificité climatique. En effet la ville enregistre une forte radiation entraînant ainsi une évaporation importante tout au long de l'année (maximum enregistré, 280 mm en mai; de 1987 à 1991).

Ceci provoque aussi un important flux de vapeur d'eau, d'humidité et de chaleur qui favorise l'instabilité climatique. Les vents sont violents et desséchants, les précipitations sont faibles et irrégulières.

Le climat est le résultat de l'interaction des masses d'air qui proviennent de:

- l'anticyclone des Açores centré au dessus de l'atlantique nord.
- l'anticyclone de sainte hélène sur l'atlantique sud.
- la dorsale anticyclonique saharo - libyenne.

Ces centres d'action véhiculent dans la région de Podor les masses d'air suivantes.

L'alizé maritime provenant des Açores qui arrivé sur le continent devient de l'alizé maritime continentalisé.

L'alizé continental ou harmattan venant de l'anticyclone margébin.

La mousson issue de sainte hélène.

Ces centres d'action sont séparés par des lignes de discontinuité ou fronts dont le front intertropical (FIT) qui représente la zone de contact entre le maximum des Açores et de sainte hélène. Il a un mouvement balancier dont dépend la pluviométrie (fig n°4).

#### 1. La pluviométrie

Elle présente deux caractéristiques principales:

- les pluies sont faibles en quantité et en durée. En 1984, la station de Podor a enregistré 67.3 mm de pluie dont 24.5 mm en septembre soit 36%. Les pluies sont concentrées sur quatre mois (juillet, août, septembre, octobre) avec des maxima observés en août et septembre. Elles ne dépassent jamais 40 mm pendant les mois de juillet et octobre (fig n°5).
- elles varient fortement d'une année à l'autre.

C'est une région où la quasi totalité des pluies est due au passage des lignes de grains.

#### 2. La température

Le régime thermique est étroitement lié à la continentalité de la région, à l'insolation et aux masses d'air.

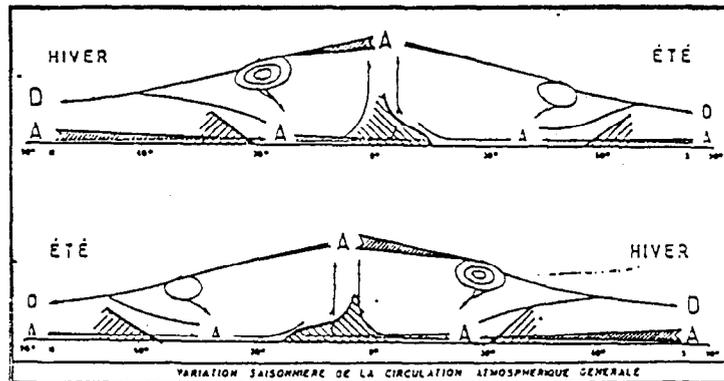
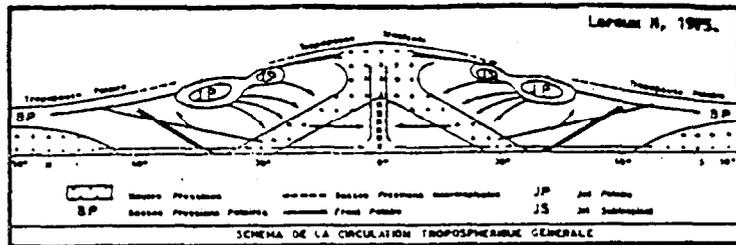
A Podor, les températures sont élevées toute l'année; les maxima enregistrés varient entre 30 et 45° et les minima entre 15 et 25° (fig n°5).

De décembre à mars, les températures maximales restent partout inférieures à 35° et les minima atteignent rarement 25°; c'est l'hiver boréal.

D'avril à juillet les températures s'élèvent pour atteindre leur maximum en mai sous l'effet de l'alizé continental ou harmattan.

La période qui correspond à la saison des pluies est marquée par un abaissement des températures entre juillet et septembre, le minimum est atteint en août, mois le plus pluvieux.

Les températures baissent progressivement avec un léger palier en octobre qui marque la fin de l'hivernage.



- La circulation générale de l'atmosphère et ses variations saisonnières.

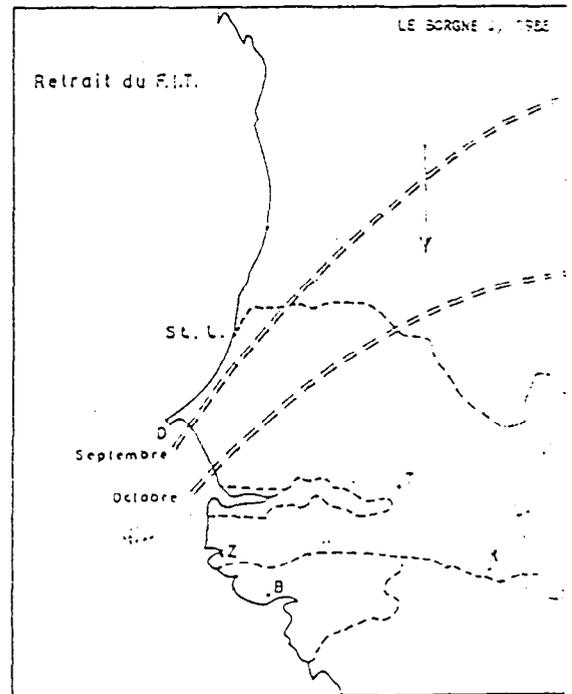
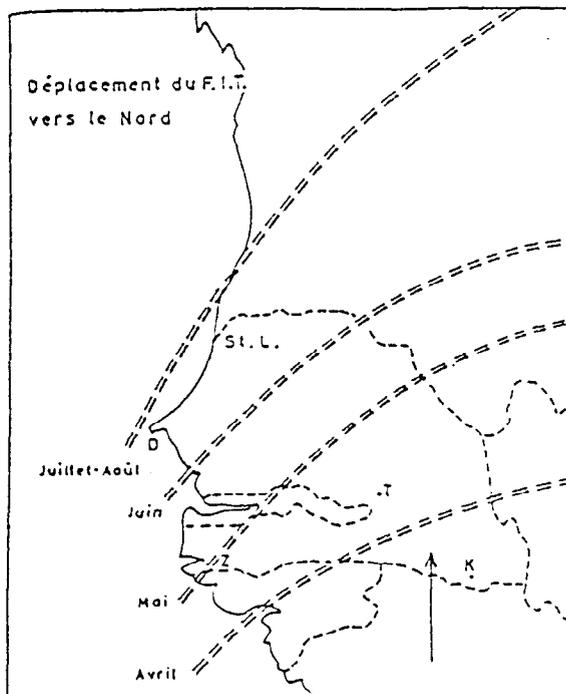


Figure n°4 - Déplacement du Front Intertropical (FIT) au cours de l'année.

fig n° 5

PODOR: Diagramme ombrothermique moyen annuel 1987 à 1991

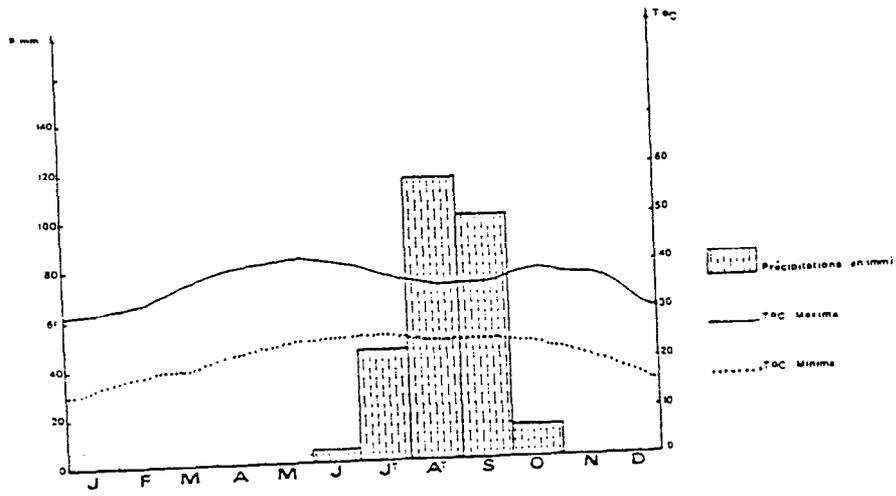
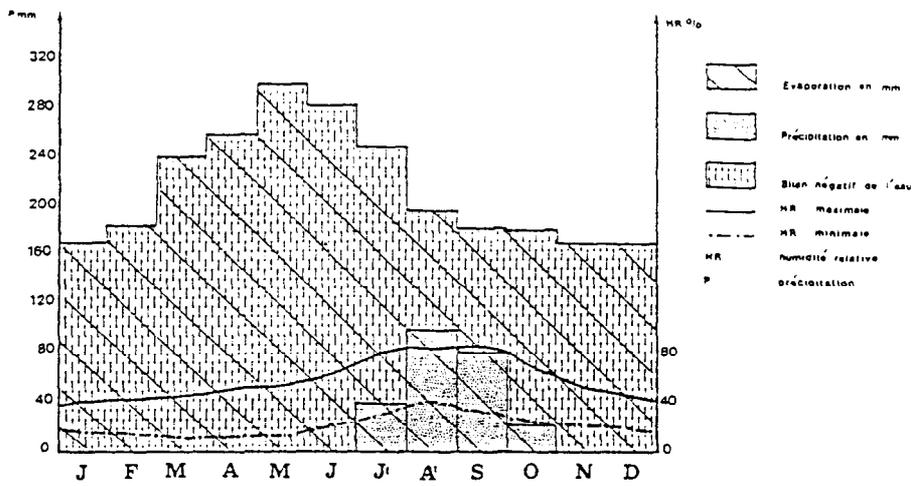


fig n° 6

PODOR: Diagramme climatique moyen annuel 1987 à 1991



### 3. L'évaporation

Elle est sous l'emprise des vents, des températures et de l'insolation. Les plus fortes valeurs de l'évaporation sont atteintes généralement au coeur de la saison sèche.

Cette période s'étend de mars à juin avec des températures élevées, un vent chaud et très desséchant (harmattan).

On peut retenir en résumé que la région de Podor appartient au domaine tropical à tendance sèche (climat sahélien) avec deux saisons contrastées:

une saison sèche longue de 8 à 9 mois (octobre à juin).

une saison pluvieuse de juillet à octobre ou hivernage.

## Chapitre II. ETUDE DES AVERSES A PODOR

Nom donné aux pluies soudaines et parfois abondantes, les averses représentent une réalité physique complexe, en raison des divers processus qu'elles mettent en jeu. Dans nos régions, elles sont observées à partir du passage des lignes de grains (perturbations pluvio - orageuses) ou flux de mousson.

D'après la définition présentée, ce n'est pas la hauteur d'eau tombée qui permet d'identifier une averse mais plutôt sa durée. Pour répondre à une problématique plus moderne, on a introduit la notion d'intensité, c'est-à-dire lier durée et hauteur d'eau.

Dans le domaine de l'hydrologie, on procède généralement à une analyse des averses en leur ajustant des lois statistiques.

On obtient ainsi des hauteurs ou des intensités allant de l'averse de fréquence médiane à l'averse de récurrence centennale.

Au préalable nous ferons une présentation du poste pluviographique de Podor et les caractéristiques des observations.

### A. Présentation de la station pluviographique et caractéristiques des observations

#### 1. La station de Podor

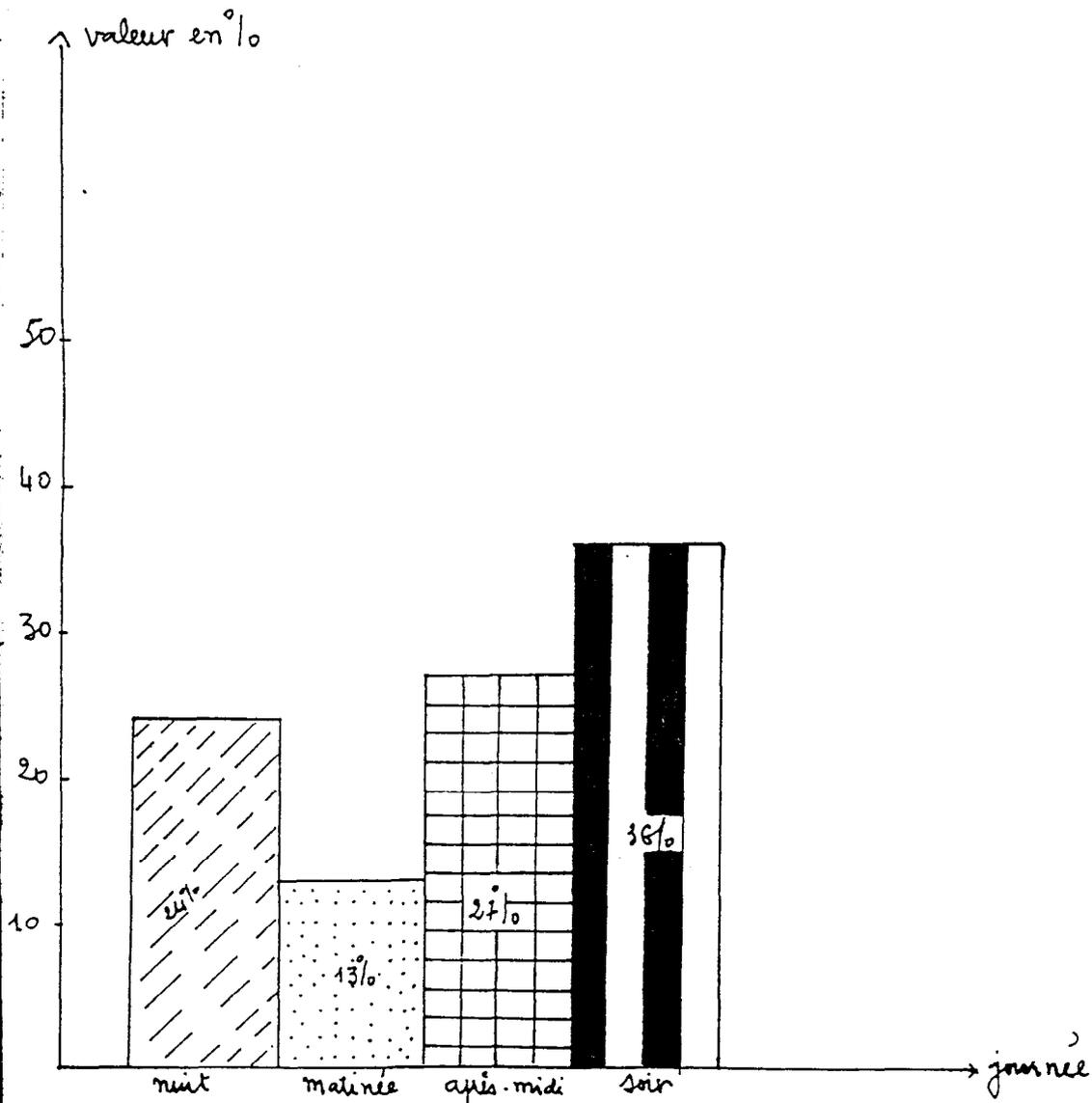
La station synoptique de Podor a été installée en 1918 mais la date d'installation du pluviographe nous est inconnue malgré des investigations à la météo nationale. D'ailleurs les diagrammes pluviographiques antérieurs à 1987 sont inexistant dans les archives. Ce qui justifie la brièveté de notre série d'observations qui part de 1987 à 1992. Nous avons totalisé 45 observations; elles sont dans l'ensemble faibles en hauteur-seau et varient selon les années (tableau n°1).

**Tableau n°1: Observations journalières après dépouillement des diagrammes**

Années	Dates d'observation des averses	Hauteur seuu(mm)
1987	24/08/87	41 mm
	29/08/87	14 mm
	7/09/87	22 mm
	12/09/87	13 mm
	26/09/87	3.5 mm
	30/09/87	28.5 mm
1988	7/07/88	27 mm
	20/08/88	15.5 mm
	21/08/88	3.5 mm
	18/08/88	22 mm
	11/09/88	31 mm
	12/09/88	21.5 mm
	14/09/88	lacune
	15/09/88	3.5 mm
	16/09/88	11.5 mm
	18/09/88	36 mm
	21/09/88	11 mm
	29/08/88	13.5 mm
1989	5/05/89	5.5 mm
	28/06/89	lacune
	11/07/89	73 mm
	14/07/89	5.5 mm
	17/07/89	22 mm
	25/07/89	lacune
	5/09/89	26 mm
	13/09/89	13 mm
	20/09/89	23 mm
1990	21/08/90	16 mm
	11/08/90	19 mm
	15/08/90	12 mm
	02/10/90	21 mm
	17/08/90	17 mm
	04/08/90	14.5 mm
1991	31/07/91	59 mm
	30/08/91	13 mm
	07/10/91	8 mm
	2/09/91	34 mm
	07/09/91	lacune
1992	16/07/92	9 mm
	30/08/92	66 mm
	07/09/92	31 mm
	13/07/92	11 mm
	17/02/92	18.5 mm

graph n°1

Station de Prodor : Répartition des averse selon  
les heures de la journée (1997-1998)



## 2. Caractéristiques des observations(1987-1992)

Les pluviogrammes provenant de la station de Podor ont été dépouillés à la table à digitaliser et les données ont été stockées dans «PLUVIOM». A partir de ce logiciel, nous avons obtenu l'heure du début de chaque averse pour toute la série d'observations. Et de là nous avons tenté une représentation graphique sous forme d'histogrammes afin de voir les heures les plus fréquentes de la journée quant aux chutes des averses à Podor.

### a. Répartition des averses selon les heures

La première remarque qu'on pourrait faire est que la chute d'une averse n'est pas spécifique à une quelconque heure de la journée. Dès que les conditions météorologiques sont favorables, il y a précipitation. Cela se justifie à travers le graphique n°1 où tous les moments de la journée (de 00h à 23h) ont enregistré au moins une averse.

La seconde remarque est que les averses sont plus fréquentes dans la deuxième moitié de la journée notamment entre 14h de l'après-midi et 23h du soir(graph. n°1). Elles représentent ainsi 62% du total dont 35.5% pour le soir (entre 19h et 23h) et 26.6% pour l'après-midi(entre 14h et 18h). Le reste de la journée c'est-à-dire entre 00h de la nuit et 12h de la matinée représente 37.7% du total dont 24.4% la nuit (entre 00h et 06h) et 13.3% la matinée(entre 06h et 12h).

L'explication de cette situation est purement climatologique. Elle est en effet liée à la vitesse de la ligne de grains(qui apporte 80% des précipitations au Sahel) qui n'est pas constante. Elle diminue d'une manière générale dans la matinée et s'accélère dans l'après-midi.

Le rayonnement nocturne entraîne une plus grande stabilité de l'air, ce qui constitue un facteur de freinage à l'évolution d'une ligne de grains.

Dans la deuxième moitié de la journée, le réchauffement plus important de l'air lui confère une plus grande instabilité, ce qui favorise le soulèvement de la mousson et le déplacement des lignes de grains.

### b. La répartition des averses selon les décades

Les valeurs de pourcentages décennaires par rapport au nombre total de pluies observées ont été classées dans le tableau n°2. Ce qui permet de dégager à priori des tendances générales de la pluviométrie à Podor.

Cette station observe en moyenne 21 jours de pluie par an (de 1918 à 1992).

En juin, les pourcentages décennaires par rapport au total ne dépassent pas 3.

Au mois de juillet, la troisième décade est la plus importante avec 8% du total observé. La deuxième décade représente 7% et la première 5% .

Le mois d'août totalise le plus grand nombre de jours de pluies(507). Ici les pourcentages décennaires dépassent la dizaine: 13% pour la troisième décade soit le pourcentage le plus élevé de la série. Les deuxième et troisième décades représentent respectivement 12% et 11% .

En septembre, les deux premières décades observent chacune 11% par rapport au total observé.

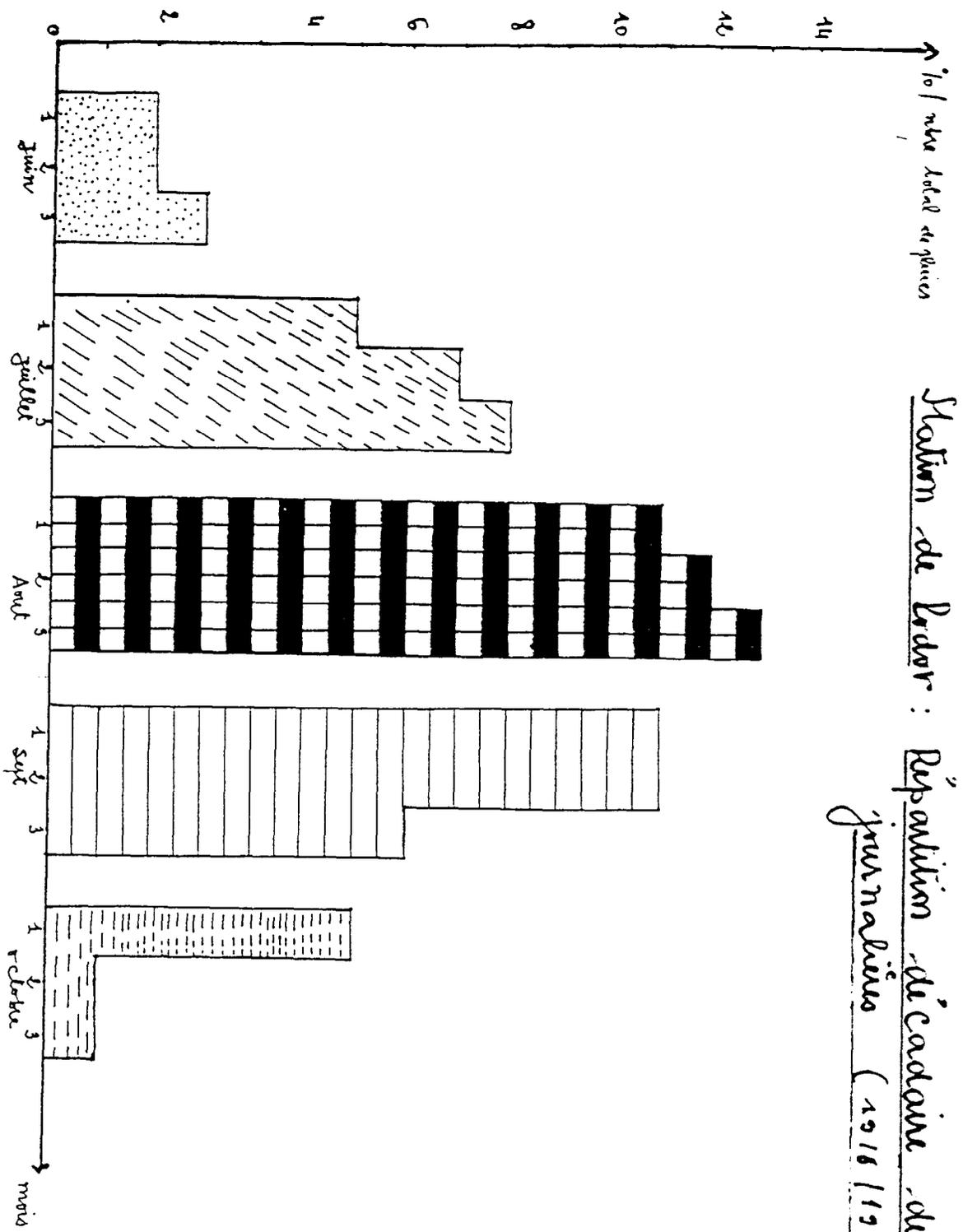
A partir de la troisième décade de septembre, le nombre de jours de pluies diminue considérablement et les pourcentages atteignent même l'unité dans les deux dernières décades d'octobre(tableau n°2).

Tableau n°2: Répartition des averses journalières à Podor selon les décades pluvieuses (1918 - 1992)

Mois	Observations mensuelles	Total décadaire			valeur en %		
		1	2	3	1	2	3
Juin	110	31	34	45	2	2	3
Juillet	294	77	102	115	5	7	8
Août	507	152	166	189	11	12	13
Sept	404	155	161	88	11	11	6
Oct	107	71	21	15	5	1	1
Total	1442						100%

L'analyse des averses en fonction des décades permet de voir précisément la répartition des pluies au cours de la période pluvieuse. A la station de Podor, les averses se concentrent principalement sur les trois décades du mois d'août et les deux premières décades de septembre.

Station de Bordeaux : Répertoire de cadavres de chiens  
 journaliers (1916-1922)



S 110 (92/19)

## **B. Etude des formes d'averses à Podor**

Dans le cadre de la détermination des formes d'averses, nous avons procédé à une sélection en choisissant les averses les plus importantes de la série d'observations. Ainsi 14 hyéogrammes ont été sélectionnés et feront pour chaque cas l'objet d'une analyse.

### **1. Evènement du 24/08/87 de 16h 45' à 21h 58'**

Il s'agit d'une averse complexe à deux grosses pointes. Elle débute à 16h 45' avec une première pointe de plus de 45mm/h d'intensité. Après ce premier maximum, on a noté un arrêt momentané de la pluie. Puis l'averse reprend avec une pointe avoisinant une intensité de 30mm/h. La seconde pointe de l'averse se situe aux environs de 17h 30': son intensité dépasse légèrement 45mm/h. L'averse se poursuit mais avec une baisse de l'intensité ne dépassant pas 15mm/h. L'arrêt définitif de la pluie est observé à 21h 58' soit une durée de 276mn.

### **2. Evènement du 30/08/87 de 04h 20' à 04h 55'**

C'est une averse simple avec une seule pointe au début. L'intensité maximale est supérieure à 70mm/h, celle-ci descend jusqu'à 60mm/h où elle se stabilise jusqu'au delà de 04h 30' pour se terminer par une traîne. Cette averse a duré au total 35mn.

### **3. Evènement du 07/09/87 de 13h 39' à 14h 22'**

Une averse de type simple qui débute à 13h 39'. Elle évolue en palier pour atteindre son maximum à 14h avec une intensité supérieure à 90mm/h. Elle connaît une baisse à partir de 14h et ne dépasse jamais 30mm/h ceci jusqu'à 14h 22' heure de son arrêt définitif. Elle a duré 43mn.

### **4. Evènement du 12/09/87 de 07h 55' à 09h 05'**

Une averse simple avec une grosse pointe au début; son intensité maximale dépasse 60mm/h. Elle descend subitement jusqu'au dessous de 15mm/h. Cette évolution décroissante va se poursuivre jusqu'à 08h 45'. L'averse connaît un léger réhaussement mais d'une intensité faible ne dépassant jamais 15mm/h. Elle prend fin à 09h 05' avec une durée de 70mn.

### **5. Evènement du 01/10/87 de 06h 34' à 07h 50'**

C'est une averse complexe à deux pointes. Un premier maximum observé tout au début de l'évènement entre 06h 34' et 06h 45'. Son intensité dépasse 90mm/h. A partir de 06h 45', l'averse diminue considérablement d'intensité et évolue ainsi au dessous de 30mm/h ceci jusqu'à 07h 15'. Vers 07h 20' on constate une brusque remontée donnant ainsi le second maximum avec une intensité plus forte qui avoisine 100mm/h. Le reste de l'évènement se traduit par une traîne et l'averse prend fin à 07h 50' avec une durée totale de 76mn.

### **6. Evènement du 18/08/88 de 17h 09 à 21h 08'**

Une grosse pointe observée tout au début avec une intensité supérieure à 120mm/h. C'est l'averse qui a enregistré la plus forte intensité de toute la série d'observations. Après on note une diminution de l'intensité jusqu'à 60mm/h, puis une longue traîne observée de 18h à 20h 30' soit une durée de 150mn. L'averse se termine par un léger réhaussement donnant une petite pointe de 30mm/h. Sa durée totale est de 36mn.

### **7. Evènement du 20/08/88 de 18h 17' à 18h 40'**

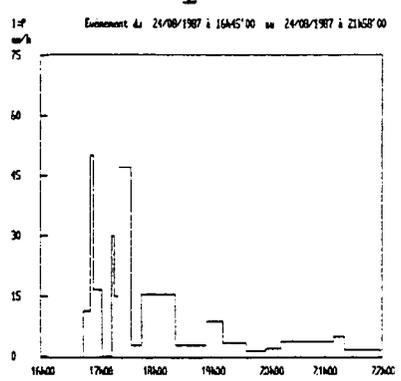
Cette averse commence à 18h 17' avec une intensité supérieure à 40mm/h. Elle se stabilise à ce niveau jusqu'à 18h 27', heure à laquelle son intensité va augmenter pour atteindre le maximum c'est-à-dire plus de 80mm/h. A partir de 18h 30', l'intensité diminue et évolue au dessous de 20mm/h jusqu'à 18h 40mn heure de son arrêt définitif. Elle a duré au total 23mn.

### **8. Evènement du 01/09/88 de 16h 56' à 18h 21'**

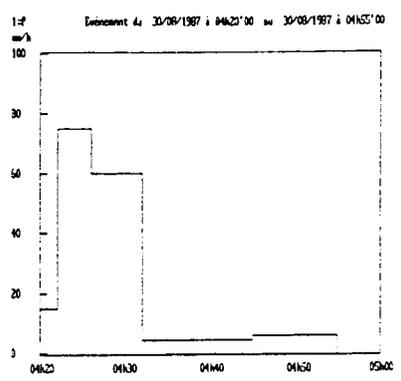
C'est une averse très simple avec une seule pointe au début de plus de 80mm/h. Elle se termine par une traîne jusqu'à 18h 12'. Elle a duré 18 mn.

# Les formes des averses a Sudor

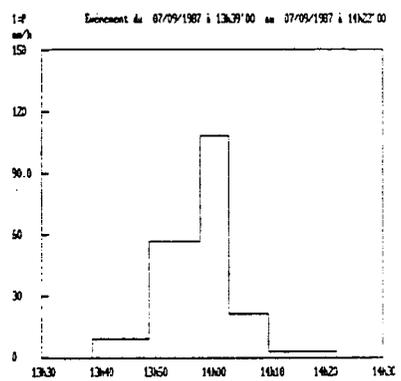
1



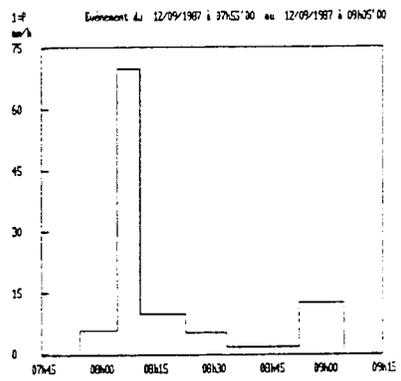
2



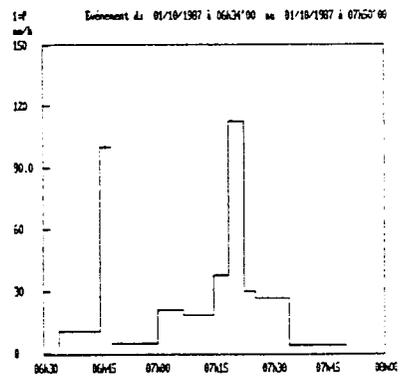
3



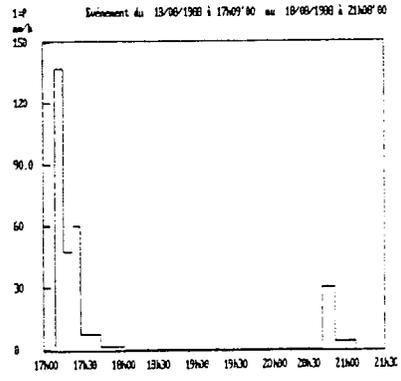
4



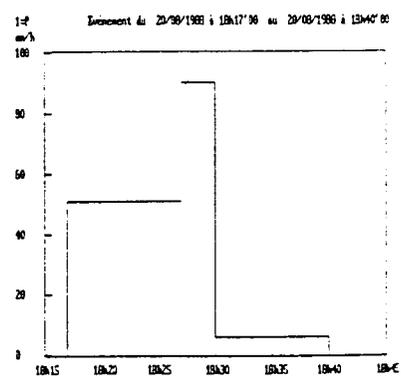
5



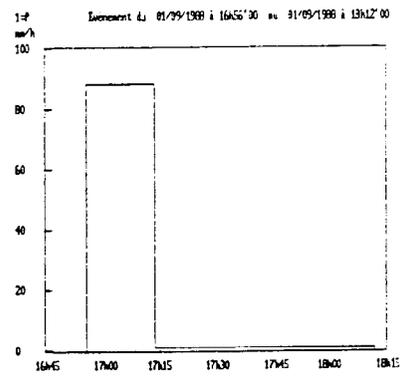
6



7



8



#### 9. Evènement du 7/09/88 de 10h 18' à 12h 25'

Une averse simple caractérisée par une seule pointe au début. Son intensité maximale est supérieure à 60mm/h. Tout le reste de l'averse se traduit par une traîne. Sa durée est de 23mn.

#### 10. Evènement du 18/07/89 de 00h 55' à 03h 42'

C'est l'une des averse les plus complexes observée dans la série. Elle a quatre pointes: les deux premières situent entre 21h et 22h avec des intensités dépassant parfois 100mm/h. Les deux autres pointes ont des intensités au dessous de 50mm/h. Une longue traîne est observée entre 00h et 06h. L'averse a duré au total 123 mn.

#### 11. Evènement du 11/07/89 de 19h 47' à 02h 25'

C'est aussi une averse très complexe présentant quatre pointes. La plus grosse pointe est observée à 21h avec une intensité de plus de 90mm/h. Après ce premier maximum l'averse a diminué d'intensité jusqu'à 30mm/h, puis il y a eu un réhaussement occasionnant le second maximum à plus de 30mm/h d'intensité. Le troisième maximum a enregistré la plus faible intensité et il s'en est suivi un arrêt momentané de l'averse à 23h. Le quatrième maximum est intervenu à 23h 44" et donne une intensité assez élevée de 60mm/h. La traîne intervient à 00h 25'. Cette averse a duré 234mn.

#### 12. Evènement du 18/07/89 de 00h 55' à 03h 42'

C'est une averse à deux maxima. Le maximum maximorum est observé à 01h 00' et d'une intensité de plus de 45 mm/h. L'intensité a considérablement baissé entre 01h et 01h 30' et entre 01h 30' et 02h, il y a eu un réhaussement mais moins important que le premier. Son intensité est de 30mm/h. Le reste de l'averse a évolué en escalier donnant des intensités faibles. Sa durée est de 131mn.

#### 13. Evènement du 31/07/91 de 14h 30' à 00h 12'

Il s'agit d'une averse très complexe caractérisée par quatre pointes. Une première tout au début de l'averse et d'une intensité de 50mm/h observée vers 14h. Après cette première manifestation, on a noté un arrêt de la pluie jusqu'à 18h, heure à laquelle elle va reprendre pour une durée de quelques minutes et de faible intensité. Un second arrêt de l'averse est observé entre 18h et 20h. La pointe la plus importante de l'averse est observée à partir de 20h, son intensité est de 80mm/h. Cette intensité va baisser pour une troisième fois jusqu'à 22h pour remonter à nouveau donnant lieu à la quatrième pointe d'une intensité de plus de 20mm/h. Cette averse a duré au total 160mn.

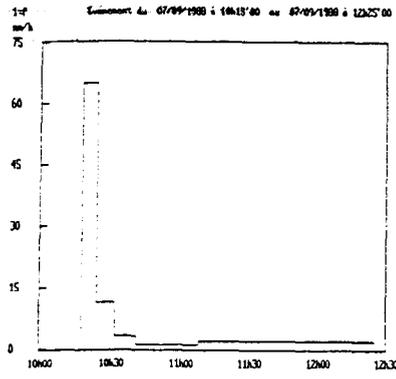
On peut retenir en définitive que les averses évoluent du plus simple au plus complexe. Leur intensité n'est pas constante; elle est tantôt élevée, tantôt faible. Pour Podor, les intensités sont dans l'ensemble faibles; elles varient fréquemment entre 20 et 60mm/h. Elles ne dépassent jamais 120mm/h par comparaison aux régions sud du pays notamment à la station de Ziguinchor où les intensités peuvent varier entre 200 et 300mm/h (ND. DIOP 1993).

### C. Analyse Statistique des données pluviographiques

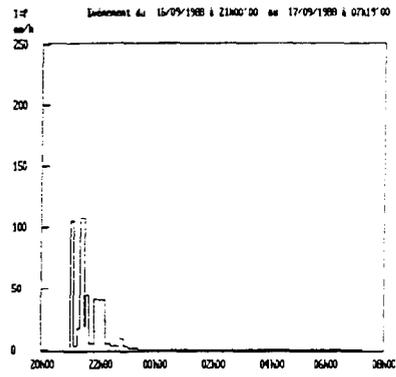
A partir du logiciel «DIXLOIS», nous avons cherché à ajuster les hauteurs et les intensités des averses tombées durant différentes durées (5mn, 10mn, 15mn, 30m, 45mn, 60mn, 90mn, 120mn). La loi GOODRICH nous donne les meilleurs ajustements et permet l'étude fréquentielle des averses à Podor. Cette étude permet de confirmer certaines années humides, de calculer leur durée de retour qui représente la probabilité d'apparition de cette pluie annuelle.

# Les formes des avertis a l'odor

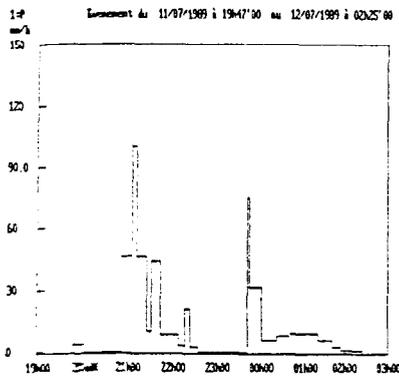
9



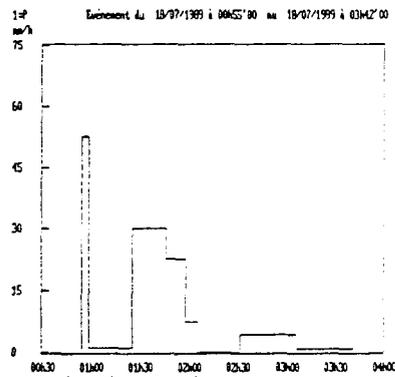
10



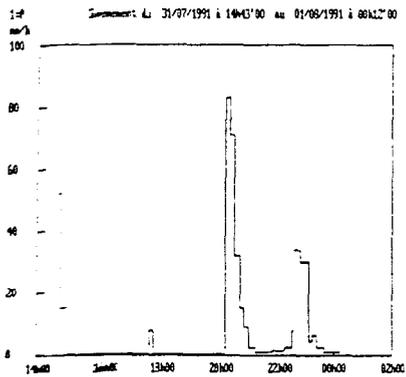
11



12

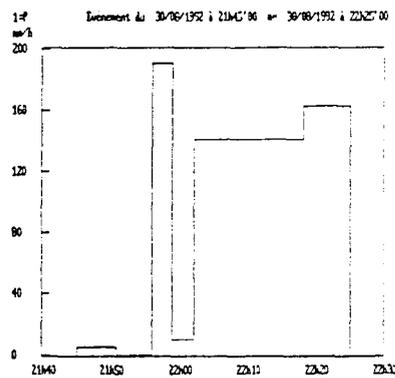


13



Appareil arrêté!

14



Rappelons que cette loi s'écrit:

$$F(x) = 0.5(\sigma + 1) - \sigma e^{-\frac{u}{\delta}}$$

avec  $u = (x - x_0) / s$

$F(x)$  = fréquence au dépassement de  $x$

$x_0$  = le paramètre de position, c'est la valeur minimale pouvant être prise par la variable.

$s$  = paramètre d'échelle, différent de 0, ayant les mêmes dimensions que  $x$  et  $x_0$

$\delta$  est le paramètre de forme différent de 0

$\sigma$  est égal à 1 avec le signe  $\sigma\delta$  ici positif.

L'ajustement a été réalisé avec plusieurs observations par an et que la récurrence d'un événement s'obtient à partir de la proportionalité suivante.

$$\frac{\text{Récurrence}}{\text{nbre total d'années}} = \frac{1}{f(x) * \text{nbre total d'observations}}$$

Ces ajustements nous ont permis de tracer les courbes hauteur, fréquence et intensité. fréquence que nous tenterons d'analyser.

### 1. Analyse des courbes hauteur durée fréquence

Compte tenu de la nature de notre série d'observations (très courte) nous n'avons travaillé que sur trois périodes de récurrences humides (2 ans, 5 ans, 10 ans).

- la fréquence biennale

Le tableau n°3 montre que pour les périodes humides, les valeurs biennales sont toujours atteintes ou dépassées par les minima enregistrés.

Une fois tous les deux ans, nous avons pour une averse de durée 5mn, une hauteur de 64.6 mm et pour une durée maximale de 120mn, nous avons une hauteur de 231.6 mm valeur qui n'a jamais été atteinte dans la série d'observations.

- la fréquence quinquennale (5 ans)

Pour une averse de 5mn, la hauteur est de 78.2 mm soit une augmentation de 13.6 mm par rapport à la fréquence biennale. Alors qu'une averse de 120mn, donnerait 302.6mm (tableau n°3).

- la fréquence décennale (10 ans)

Une fois tous les dix ans, une averse de durée 5mn peut atteindre 81.5 mm valeur qui est souvent atteinte dans la série.

Le maximum en 120mn serait de 318.4 mm valeur qui n'a jamais été atteinte.

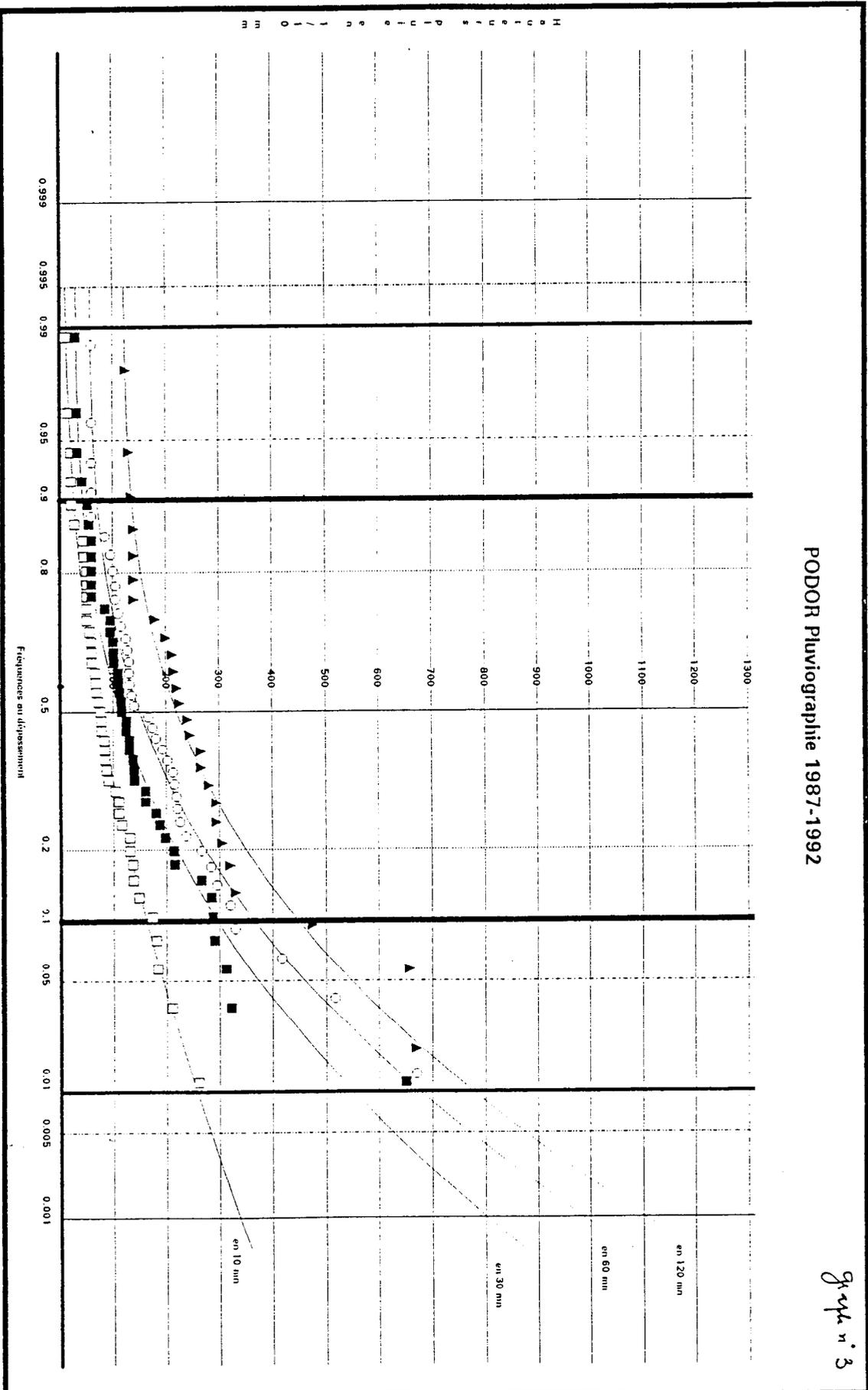
**Tableau n°3: Ajustement d'une loi GOODRICH aux hauteurs et durée des averses à Podor**

Variable	Valeur de la pluie pour une récurrence		
	2 ans	5 ans	10 ans
hauteur en			
5 min	64.6	78.22	81.5
10 min	111.1	136.2	141.7
15 min	142.3	174.0	181.5
30 min	181.3	235.6	247.9
45 min	198.3	257.9	271.9
60 min	214.1	280.9	296.4
90 min	227.3	293.2	311.4
120 min	231.6	302.6	318.4

L'étude statistique des averses est importante surtout en hydrologie urbaine. En effet, l'abondance ou la fréquence des averses à Podor peuvent conditionner le dimensionnement des réseaux d'assainissement ceci pour éviter d'éventuels cas de débordement et de stagnation des eaux en période pluvieuse.

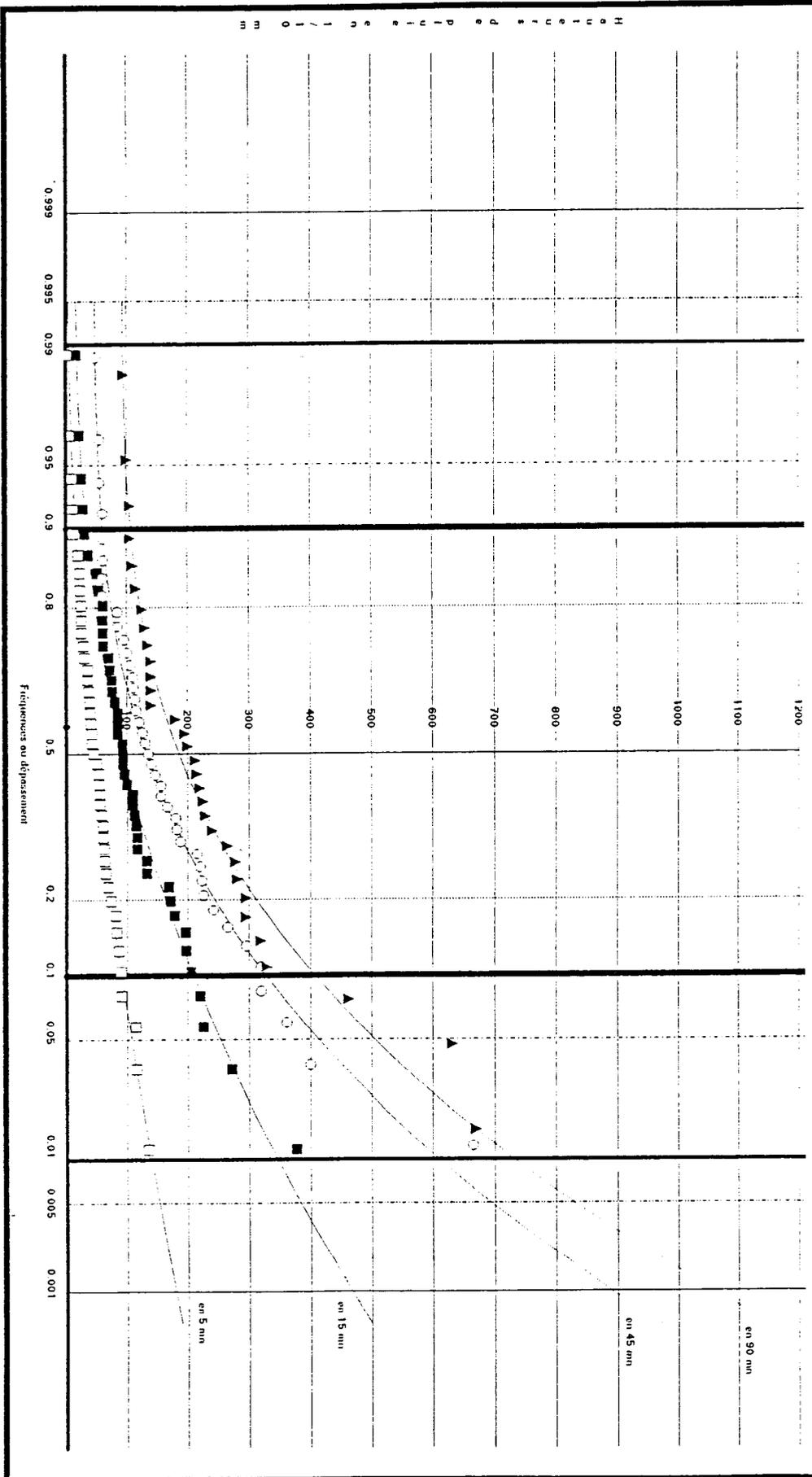
PODOR Pluviographie 1987-1992

Graph n° 3



PODOR Pluviographie de 1987 à 1992

*dupont's*



## 2. Analyse des courbes intensités, durée, fréquence

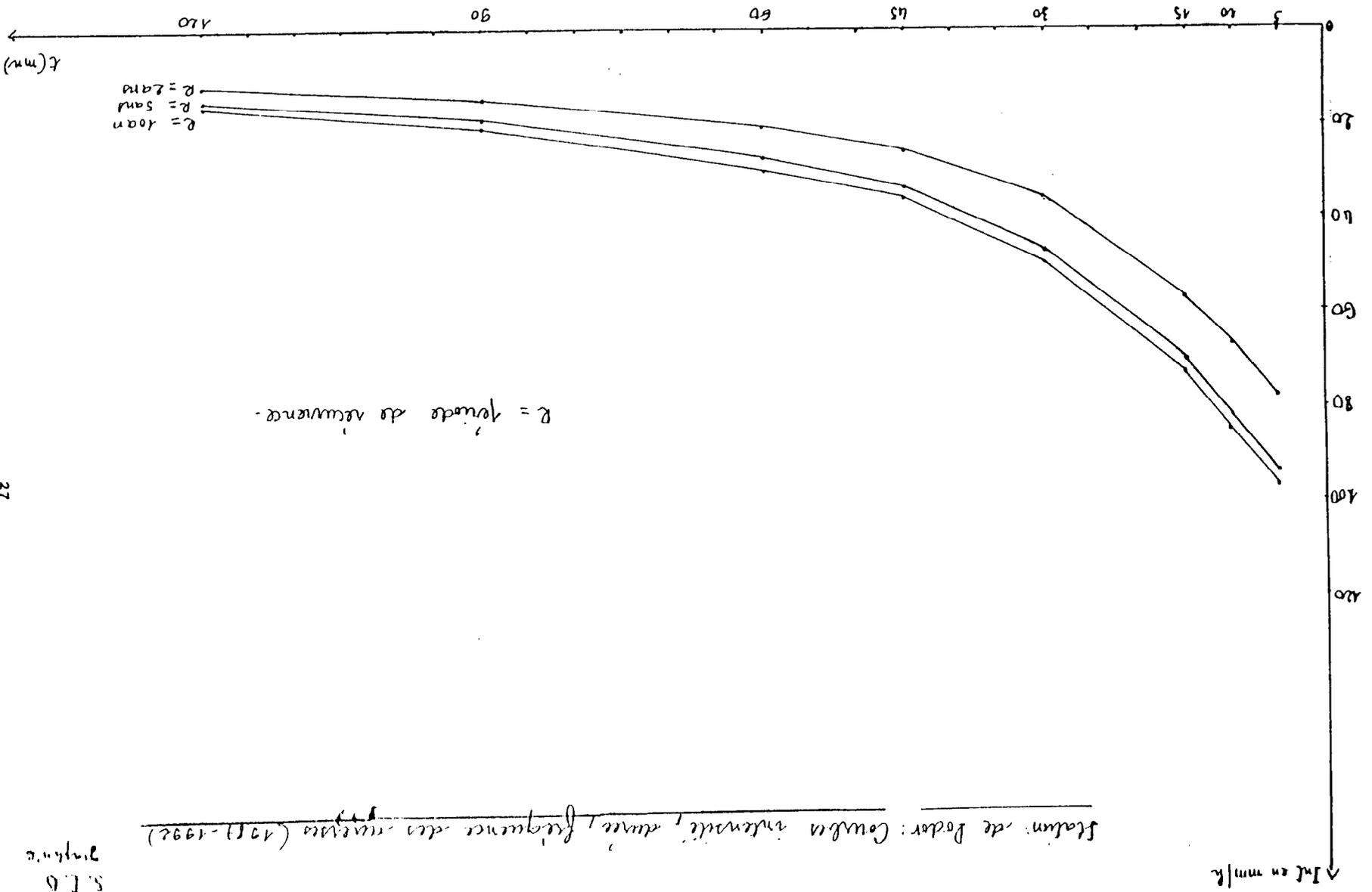
Ici les intensités diminuent au fur et à mesure que la durée augmente. Dans l'ensemble les intensités récurrentielles de Podor ne dépassent pas 100mm/h en 5 minutes (tableau n°4). Les plus fortes intensités sont observées en 5 minutes avec respectivement 97.4mm/h pour la récurrence décennale, 93.9mm/h pour la quinquennale et 77.5mm/h pour la récurrence biennale. Les plus faibles intensités sont observées aux durées maximales de 120mn. elles ne dépassent jamais 20mm/h et sont respectivement de 11.6mm/h pour la biennale, 15.1mm/h pour la quinquennale et 15.9mm/h pour la période décennale (tableau n°4).

Tableau n°4: Ajustement d'une loi GOODRICH aux intensités et durée des averses à Podor

Variable	Valeur de la variable pour une récurrence		
	2 ans	5 ans	10 ans
5 min	77.5	93.8	97.3
10 min	66.6	81.7	85.1
15 min	56.9	69.6	72.6
30 min	36.2	47.1	49.5
45 min	26.2	34.3	36.2
60 min	21.4	28.1	29.6
90 min	15.0	19.3	20.5
120 min	11.5	15.1	15.9

L'intensité est le paramètre qui lie l'averse à l'érosion. Elle intervient à deux niveaux. L'énergie cinétique que la pluie dissipe en détruisant la structure de la surface du sol et la saturation momentanée de la porosité du sol. De nombreux auteurs (cités par Smith et Wiscmeir, 1962) ont constaté que le diamètre médian des populations de gouttes de pluies, et donc leur masse, leur vitesse et leur énergie cinétique augmentent avec l'intensité des précipitations. Les plus fortes intensités entraînent donc la conjonction de phénomènes d'engorgement et de battance qui aboutissent à la formation de croûtes ou de pellicules très peu perméables. D'où l'importance de l'intensité maximale des pluies sur l'érosion des sols nus ou peu couverts.

Tant que les averses de forte intensité durent peu de temps et tombent sur un sol sec comme c'est le cas à Podor, l'érosion et le ruissellement restent faibles. Mais lorsque se conjuguent une fréquence élevée des précipitations, un sol très humide, des pluies importantes et de fortes intensités pendant de longues périodes, on observe des phénomènes d'érosion catastrophiques qui peuvent quelquefois dépasser le total des pertes durant le reste de l'année. D'où l'intérêt des courbes intensités, durée pour les averses.



## CONCLUSION GENERALE

L'objectif qui était de se familiariser avec les données pluviographiques(dépouillement et interprétation)à travers l'étude d'une station du Sénégal, l'on peut dire qu'il est atteint.

A travers cette étude nous avons su que:

- la station de Podor observe en moyenne 21 jours de pluies par an(de l'origine de la station à nos jours).
- les averses interviennent fréquemment dans la deuxième moitié de la journée(entre 14h et 23h)soit 62% du total observé.
- elles se concentrent aussi principalement dans les trois décades du mois d'août et les deux premières décades du mois de septembre.
- les intensités sont dans l'ensemble faibles; elles varient généralement entre 20 et 60mm/h et les maxima ne dépassent pas 120mm/h.
- les intensités récurrentielles sont également inférieures à 100mm/h par comparaison aux intensités récurrentielles de Ziguinchor où elles peuvent atteindre 200mm/h.

## BIBLIOGRAPHIE

Birot(P) : CNRS. Travaux du laboratoire de géographie physique n°19 1989.

Le Barbe : Etude du ruissellement urbain à Ouagadougou. Essai d'interprétation. Cah. ORSTOM. série hydrol. vol 19 1982.

Dubée(G) et Pépin(Y) : Aide au dépouillement et à la digitalisation des enregistrements pluviographiques sous PLUVIOM  
ORSTOM, Dakar, Avril 1993

Girard(G) : Présentation des données pluviographiques et pluviométriques en vue de leur exploitation systématique dans les bassins représentatifs et expérimentaux. ORSTOM, 1971.

L'Hôte (Y) : Nouvelles règles de dépouillement des pluviogrammes sur lecteur Benson LNP 62. 1972.

Roche(M) : Hydrologie de surface. Gauthier, Villars Paris 19

Rose(E) : Erosion et ruissellement en Afrique de l'ouest. ORSTOM n°18 Paris 1977

Thioune(M) : Monographie climatique d'une station synoptique Podor(1946 - 1975) TER UCAD DAKAR 1979

## TABLE DES MATIERES

AVANT - PROPOS	2
INTRODUCTION	3
PREMIERE PARTIE : APPROCHE METHODOLOGIQUE	4
I. PRESENTATION DU PLUVIOGRAPHE A AUGETS BASCULANTS	4
II. TECHNIQUES DE DEPOUILLEMENT DES PLUVIOGRAMMES	4
III. LA PHASE DE TRAITEMENT DES DIAGRAMMES	9
DEUXIEME PARTIE : ETUDE DES AVERSES A PODOR	11
CHAPT.I ANALYSE DE LA SITUATION CLIMATIQUE	11
CHAPT.II ETUDE DES AVERSES A PODOR	14
A. PRESENTATION DE DE LA STATION PLUVIOGRAPHIQUE ET LES CARACTERISTIQUES DES OBSER- VATIONS	19
B. EUDE DES FORMES D' AVERSES A PODOR	19
C. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES PLUVIOGRAPHIQUES	21
1. ANALYSE DES COURBES, HAUTEUR, DUREE, FREQUENCE	23
2. ANALYSE DES COURBES, INTENSITES, DUREE, FREQUENCE	26
CONCLUSION GENERALE	28