

99  
GC.0587

**UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP**

**ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES**

**IRD**

**DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL**

## **PROJET DE FIN D'ÉTUDES**

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

**Titre : Caractéristiques des pluies sur la station de Thyse kaymor**

**Auteur :** Mamadou Bamba Lô

**Directeur interne :** Babacar Ndiaye, professeur à l'ESP THIES

**Directeur externe :** Olivier Planchon, chercheur à l'IRD

**Examineur :** El hadji Bamba Diaw , professeur à l'ESP THIES

## ***Avant propos***

Dans ce présent mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception de l'Ecole Polytechnique de Thies dans la filière génie civil, nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères à certaines personnes pour leur disponibilité et leur souci permanent de contribuer à la réalisation de ce mémoire. Parmi ces personnes de très bonne volonté nous pouvons citer nos encadreurs interne et externe dont les noms suivent :

- Monsieur Babacar Ndiaye, professeur à l'ESP Thies
- Monsieur Olivier Planchon, chercheur à l'IRD

Enfin, je voudrais remercier vivement la direction de l'IRD pour nous avoir permis de faire notre mémoire dans de bonnes conditions.

# Sommaire

**Avant propos**

<b>Sommaire</b>	<b>Page</b>
<b>Chapitre 1 :</b> Introduction	1
<b>Chapitre 2 :</b> Appareils de mesures et méthode d'étude	3...12
<b>Chapitre 3 :</b> Résultats de l'étude	13...27
<b>Chapitre 4 :</b> Discussion des résultats	28...29
<b>Conclusion et recommandations</b>	30...31

## Liste des tableaux

	page
Tableau 3.1 : Nombre d'années d'enregistrement pour chaque station	14
Tableau 3.2 : Station 1381299013 S2 P1 THYSSE S2	15
Tableau 3.3 : Station 1381299014 S3 P3 THYSSE S3	15
Tableau 3.4 : Station 1381299015 A J10 THYSSE S1	16
Tableau 3.5 : Station 1381299016 B THYSSE S1	16
Tableau 3.3 : Station 1381299017 C THYSSE S1	17

## Liste des figures

	page
Figure 3.1 Courbe IDF expérimentale STATION S2 P1 THYSSE S2	18
Figure 3.2 Courbe IDF expérimentale STATION S3 P3 THYSSE S3	19
Figure 3.3 Courbe IDF expérimentale STATION A J10 THYSSE S1	20
Figure 3.4 Courbe IDF expérimentale STATION B THYSSE S1	21
Figure 3.5 Courbe IDF expérimentale STATION C THYSSE S1	22
Figure 3.6 Courbe IDF STATION S2 P1 THYSSE S2	23
Figure 3.7 Courbe IDF STATION S3 P3 THYSSE S3	24
Figure 3.8 Courbe IDF STATION A J10 THYSSE S1	25
Figure 3.9 Courbe IDF STATION B THYSSE S1	26

# Chapitre I. introduction

## **1 Présentation du projet**

L'IRD/ORSTOM a démarré depuis 1995 le projet EMIRE (Expérimentation et Modélisation de l'Infiltration, du Ruissellement et de l'Erosion). Le site d'étude se situe à Thyse kaymor dans la région de Kaolack. Pendant une dizaine d'années il a été enregistré des données sur la pluviométrie du site de Thyse kaymor. L'analyse des données disponibles est en général le premier pas à franchir dans l'étude d'un phénomène complexe (précipitations, débit, température, etc.), dont les lois physiques sont aléatoires ou difficilement prévisibles dans leur ensemble. En définitive, les données hydrologiques constituent la plupart du temps, le seul outil dont dispose l'ingénieur pour comprendre le comportement d'un phénomène (inondations, sécheresse, etc.) ou prendre des décisions relatives à un projet particulier. Il est donc de première importance d'utiliser les techniques appropriées afin d'être en mesure d'obtenir le maximum d'informations sur les enregistrements de la station de Thyse Kaymor.

## **2 L'objectif du projet**

L'objectif du projet est d'obtenir les courbes intensité durée fréquences des précipitations sur la station de Thyse kaymor. Notre étude, basée sur l'analyse des relevés pluviométriques et des enregistrements de pluviographes, a pour buts principaux de déterminer les intensités de précipitations de différentes durées et de fréquence rare et de synthétiser les résultats obtenus par les courbes intensité, durée, fréquence. L'étude d'intensité qui nous intéresse, concerne différentes durées (5 ; 10 ; 15 ; 30 ; 60 minutes) et les documents de base sont des fichiers obtenus à partir

des diagrammes de pluviomètres enregistreurs ou pluviogrammes. Pour cela nous disposons d'un fichier contenant le numéro de chaque station dans la zone d'étude, la date des relevés (année, mois, jour, heure, minutes), la hauteur de pluie recueillie à cette date. En plus nous avons à notre disposition les coordonnées (longitude ouest, latitude nord) des différentes stations. Un premier coup d'œil sur les données disponibles nous montre qu'une étude statistique est réalisable. En effet le nombre d'années de relevés pluviométriques sur certaines stations est acceptable pour pouvoir en tirer des renseignements significatifs. La proximité des stations (voir figure sur la liste des pluviomètres) rend possible la comparaison des résultats de certaines stations ayant le même nombre d'années d'enregistrement. Le premier chapitre traite de la présentation du projet et l'objectif du projet. Le deuxième chapitre est axé sur les appareils de mesures utilisés, les dispositifs de mesure, l'analyse des causes d'erreurs sur les mesures, la méthode d'étude et les différentes étapes du traitement informatique pour aboutir aux courbes intensités durées et fréquences. Les résultats sont présentés et commentés selon leur logique interne dans le troisième chapitre. Dans le quatrième chapitre les résultats obtenus sont discutés en les comparant aux connaissances antérieures et en montrant l'apport spécifique du projet. La dernière partie traite des résultats acquis et des recommandations en guise de conclusion générale.

## Chapitre II. appareils de mesures et méthodes d'étude

### 2.1 APPAREILS DE MESURES

Dans le souci de faire une bonne évaluation de la pluviométrie dans la zone de Thyse kaymor, des stations pluviométriques sont implantées un peu partout à partir de 1983, date correspondant à la sécheresse allant de 1970 à 1984 (voir la liste des pluviomètres)

#### 2.1.1 Principe général de mesures

Une mesure pluviométrique consiste à recueillir la pluie tombée sur une surface réceptive  $S$  pendant un intervalle de temps « $T$ » donné. Le volume « $V$ » d'eau de pluie recueilli est en principe proportionnel à « $S$ » et sa mesure permet le calcul de la hauteur de pluie moyenne « $P$ » dans l'intervalle  $T$ . Cette hauteur est donnée par le rapport du volume sur la surface réceptive.

Cette quantité « $P$ » s'exprime en millimètres.

#### 2.1.2 Appareils de mesures utilisés

Les appareils utilisés pour la mesure de la pluie sont les pluviomètres et les pluviographes.

Un pluviomètre mesure la précipitation totale dans l'intervalle de temps séparant deux relevés alors que le pluviographe enregistre la précipitation dans le temps.

Nous nous sommes intéressés le plus au pluviographe qui nous permet d'obtenir les courbes intensité durée fréquence.

Trois types de pluviographes sont souvent utilisés. Le pluviographe à augets basculeurs, dont le principe est illustré sur la feuille en **annexe A**, est constitué d'un double réceptacle prévu pour basculer lorsqu'il contient une quantité fixée d'eau. Les deux autres sont le pluviographe à flotteur (et à siphon) et le pluviographe à pesée sur lesquels nous n'allons pas insister. Sur toutes les stations nous avons utilisé le pluviographe à augets basculeurs.

Le pluviographe à augets basculeurs enregistre sur un diagramme, appelé pluviogramme, la courbe des hauteurs de précipitations cumulées en fonction du temps. Le pluviogramme est fixé sur un cylindre tournant régulièrement autour de son axe vertical (1 tour par semaine ou par jour selon qu'il s'agit d'un pluviogramme hebdomadaire ou journalier). Le stylet inscripteur traçant la courbe se déplace verticalement d'un cran au basculement de chaque auget, c'est à dire au versement de  $10 \text{ cm}^3$ . Ce mécanisme est assuré par un jeu de poulies et de cames. Les augets basculeurs recueillent l'eau tombée dans une surface calibrée, généralement de  $2000$  ou  $400 \text{ cm}^2$ .

Pour  $S = 400 \text{ cm}^2$ , 1 basculement correspond à  $P = 0.5 \text{ mm}$

, 1 largeur de bande correspond à  $P = 50 \text{ mm}$

Pour la lecture, 1 mm de pluie correspond à 1 intervalle des traits fins.

### 2.1.3 Analyse des résultats de mesures

Les pluviogrammes doivent mentionner l'heure précise (heure, minutes) de départ et d'arrêt du stylet. Le dépouillement consiste à transformer le pluviogramme (pluie cumulée  $H$  en fonction du temps) en hyétogramme (intensité de pluie en  $\text{mm/h}$  en fonction du temps).

Le pluviographe est moins fiable pour la mesure des hauteurs d'averse ou des hauteurs journalières (problème de perte pendant le basculement des augets, détarage des augets, etc.). Donc le pluviographe doit être accompagné d'un pluviomètre dont les relevés journaliers rendent possible la correction des données du pluviographe.

#### **2.1.4 Les causes d'erreurs sur les mesures**

Les erreurs de mesures introduites par les instruments sont généralement faibles, mais elles tendent à sous estimer la valeur de la précipitation. Les principales erreurs sont dues au rejaillissement de l'eau hors de l'appareil ou, inversement, du sol vers la surface de captage, à l'évaporation de l'eau captée, à l'erreur d'horizontalité de la surface de captage, aux pertes lors du transvasement, à l'erreur sur la mesure du temps qui est de l'ordre de 0.4 seconde lors du basculement d'un des augets et aux effets du vent. Ce dernier est de loin la principale source d'erreur : la présence de l'appareil crée un courant ascendant qui diminue l'efficacité du captage. Cette erreur est plus importante pour la pluie fine que pour la pluie dense. Nous n'avons pas tenu compte de cette erreur parce que les stations ne sont pas munies d'appareil de mesure de la vitesse du vent.

## **2.2 MÉTHODE D'ÉTUDE**

Les données obtenues après dépouillement sont les résultats des enregistrements sur plusieurs stations situées dans la zone de Thyse Kaymor. Les stations sont repérées par la latitude nord et la longitude Ouest du lieu d'implantation ; elles sont identifiées par un numéro d'immatriculation, par le nom de la station, le type et la date de mise en service. Des enregistrements sont faits sur une durée globale de 12 années (année 1983 à année 1994) ; sur toutes les stations , les enregistrements s'étalent sur une durée inférieure ou égale à 12 ans.

### **2.2.1 But de l'étude**

Un grand nombre de projets hydrologiques, comme le contrôle d'inondations, l'estimation des apports en eau, etc., sont définies par rapport à une averse type possédant certaines

caractéristiques définies à l'avance (intensité, durée, fréquence, etc.). Cette averse type est associée à la fréquence probable à laquelle elle se produit, et cette fréquence est estimée à partir des données disponibles. L'intérêt de notre étude porte sur une averse d'intensité maximale pour différentes durées (5, 10, 15, 30, 60minutes). Il consiste dans cette étude de déterminer l'intensité et la fréquence des averses pour une durée donnée. Pour les stations ayant des enregistrements datant de plus de dix ans, nous allons utiliser en plus les séries annuelles qui sont plus appropriées. Les résultats acquis sont synthétisés dans les courbes intensité, durée, fréquence. Ces courbes décrivent les intensités des pluies de différentes durée qui peuvent survenir. La fréquence d'une pluie d'intensité «*i*» et de durée «*t*» est décrite par son intervalle de récurrence. Cet intervalle est la période moyenne qui sépare l'apparition de deux pluies d'une intensité supérieure ou égale à «*i*» pendant une durée d'au moins «*t*».

## **2.2.2 Présentation de la méthode d'étude**

### **2.2.2.1 Présentation des données initiales**

Initialement nous avons le numéro de station, les coordonnées de la station, la date d'enregistrement (l'année d'enregistrement, le jour dans le mois, l'heure et les minutes), la durée entre deux relevés et la hauteur de pluie tombée entre deux relevés.

### **2.2.2.2 Calcul de l'intensité vraie et du numéro d'averse**

Dans un premier temps nous déterminons l'intensité vraie et le numéro d'averse. L'intensité vraie est le rapport entre la hauteur de pluie tombée et la durée entre deux relevés ; ce rapport est corrigé pour tenir compte de l'erreur sur la mesure du temps qui est de l'ordre de 0.4 seconde lors du basculement d'un des augets. Le numéro d'averse est défini par le critère de changement d'averse. Nous prenons comme hypothèse que le numéro d'averse change si l'intensité de pluie

calculée est inférieure à 4 mm/h et que la durée entre deux relevés soit supérieure à 2 heures. Le choix de ce critère de changement d'averse est justifié par le fait que dans les zones tropicales, les averses sont bien individualisées et par conséquent le nombre d'averse est peu sensible au critère utilisé. Par ailleurs le critère utilisé est assez sévère pour tenir compte de toutes les éventualités.

### 2.2.2.3 Détermination de l'intensité de pluie

Dans un second temps nous déterminons l'intensité de pluie pour une durée  $dt$  donnée. Pour cela il faut d'abord calculer le temps cumulé « $t$ » obtenu à partir de la durée entre deux relevés et ensuite faire la somme entre le temps cumulé et la durée choisie ( $t+dt$ ). En utilisant la fonction recherche de Excel (  $t+dt$  est recherché dans la colonne des temps cumulés), on détermine le temps correspondant « $t^*$ »; de la même façon on détermine la hauteur de pluie correspondante « $h^*$ » qui est la hauteur à  $t+dt$ . En procédant de même, on trouve le numéro d'averse correspondant qui est l'averse à  $t+dt$ . La recherche est limitée à l'averse en cours. Enfin nous calculons l'intensité de pluie pour une durée  $dt$  dans les deux cas suivants :

- premier cas : si nous n'avons pas de changement de numéro d'averse on a :  $i = (h^* - h) / (t^* - t)$

- deuxième cas : si le numéro d'averse change, on a :  $i = (h^* - h) / dt$ .

Ainsi nous calculons l'intensité de pluie pour différentes durées (5 ; 10 ; 15 ; 30 ; 60 minutes).

### 2.2.2.4 Classification des intensités de pluie

Nous avons pris pour première valeur significative de l'intensité, une intensité de 50 mm/h . Avec un pas de 10 mm/h nous avons pris en considération les intensités allant de 50 mm/h à 200 mm/h qui semble être une valeur suffisamment grande pour ne pas être dépassée par un enregistrement normal. Les intensités maximales pour chaque averse ont été calculées pour des durées 5, 10, 15, 30 et 60 minutes.

Il s'agit à présent de faire un test logique qui consiste à affecter la valeur 1 à l'averse si le critère est vérifié et la valeur 0 dans le cas échéant. Pour une intensité donnée (par exemple 50 mm/h) et une durée donnée (par exemple 5 minutes), nous cherchons à savoir si l'intensité de l'averse considérée pour cette durée est supérieure ou égale à l'intensité donnée (50 mm/h en 5 minutes). Pour chaque station nous comptons le nombre d'averses qui répondent au critère. En utilisant la fonction Somme du tableau croisé dynamique nous obtenons la somme des averses répondant au critère. Nous répétons la même opération pour les différentes intensités et pour les différentes durées.

#### **2.2.2.5 Calcul de la fréquence annuelle**

A partir des valeurs trouvées dans le traitement précédent, nous calculons la moyenne annuelle du nombre des intensités répondant au critère, en divisant le nombre trouvé par le nombre d'années d'enregistrement. L'inverse du nombre moyen annuel représente la fréquence annuelle ou la probabilité annuelle.

## Présentation de la méthode d'étude

### Présentation des données initiales

Numéro de la station	Date d'enregistrement -Heure ; minutes -Jour dans le mois -Année d'enregistrement	Durée entre deux relevés	Hauteur de pluie tombée entre deux relevés
----------------------	--	--------------------------	--

### Première étape de l'étude

Dans un premier temps il s'agit de déterminer l'intensité vraie et le numéro d'averse défini par le critère de changement d'averse.

#### **Intensité vraie (Ivraie)**

C'est le rapport entre la hauteur de pluie tombée et la durée entre deux relevés ; ce rapport est corrigé pour tenir compte de l'erreur sur la mesure du temps qui est de l'ordre de 0.4 seconde lors du basculement d'un des augets.

#### **Numéro d'averse**

Ce numéro est défini par le critère de changement d'averse

Critère de changement d'averse :

- intensité de pluie calculée inférieure à 4mm/h
- durée entre deux relevés supérieure à 2 heures.

## Deuxième étape de l'étude

Dans un second temps, il s'agit de déterminer l'intensité de pluie pour une durée  $dt$  donnée à chaque date en suivant les étapes ci-après.

### Temps cumulé

Ce temps cumulé est obtenu à partir de la durée entre deux relevés

Temps cumulé +durée de pluie choisie( $dt=5 ; 10 ; 15 ; 30 ; 60$  minutes).

### Temps trouvé $t^*$

Le temps trouvé  $t^*$  est obtenu en utilisant la fonction recherche de Excel( $t+dt$  est recherché dans la colonne des temps cumulés). La recherche est limitée à l'averse en cours.

### Hauteur de pluie trouvée $h^*$

La hauteur de pluie trouvée  $h^*$  est la hauteur à  $t+dt$ (obtenue avec la fonction recherche). La recherche est limitée à l'averse en cours.

### Numéro d'averse trouvé

Le numéro d'averse trouvé est le numéro d'averse à  $t+dt$ (obtenue avec la fonction recherche). La recherche est limitée à l'averse en cours.

### Intensité de pluie pour une durée $dt$ .

- premier cas : si nous n'avons pas de changement de numéro d'averse  $i = (h^*-h)/(t^*-t)$  .
- deuxième cas : si le numéro d'averse change  $i = (h^*-h)/dt$

### Intensité maximale par averse $I_{max}$ pour une durée $dt$ .

$Dt = 5 ; 10 ; 15 ; 30 ; 60$  minutes.

L'intensité maximale par averse est obtenue en utilisant le tableau croisé dynamique de Excel à partir des résultats précédents

## Troisième étape de l'étude

Il s'agit dans cette étape de répartir les différentes intensités dans des classes d'amplitude 10 mm/h, allant de 50mm/h à 200mm/h, en utilisant un test logique qui consiste à affecter la valeur 1

à l'averse si le critère est vérifié et la valeur 0 dans le cas échéant. Nous avons un tableau du type suivant :

Numéro de station	Année	Numéro d'averse	50 mm/h	.....	200 mm/h
138299008	1988	1	« test logique »	.....	« test logique »
.....	.....	.....	.....	.....	.....

La même opération est répétée pour les durées de 10 ; 15 ; 30 et 60 minutes.

En utilisant la fonction somme du tableau croisé dynamique de Excel, on aboutit à un tableau du type suivant :

Numéro de station	50 mm/h	.....	200 mm/h
138299008	« somme des valeurs du test logique »		« somme des valeurs du test logique »
.....	.....	.....	.....

#### Quatrième étape de l'étude

Il s'agit dans cette étape de calculer la moyenne annuelle du nombre des intensités répondant au critère et de la fréquence annuelle. Les résultats sont présentés dans un tableau du type suivant :

Numéro de station	Nombre moyen annuel	Fréquence annuelle

Pour chaque station nous établissons le tableau intensité, durée, fréquence annuelle.

Durée \ Intensité	5	10	15	30	60
50 mm/h	« fréquence annuelle »				
.....					
200 mm/h					

Le tableau du type précédent va servir pour le tracé des courbes intensité, durée, fréquence. Le tracé de ces courbes est fait avec le logiciel SURFER qui offre une bonne résolution avec ce type de graphiques.

## Chapitre III. Résultats de l'étude

### 3.1 Présentation des résultats

Les résultats obtenus après la dernière étape du traitement sont des tableaux donnant l'intensité en fonction de la durée et de la fréquence annuelle correspondante pour toutes les stations (voir tableaux intensités durées fréquences). Les tableaux ayant servi pour le tracé des courbes intensité, durée, fréquence sont présentés (voir **tableau 3.2** à **tableau 3.6**). Les courbes obtenues, lesquelles nous avons l'intensité, la durée et les durées de retour (voir **figure 3.1** à **figure 3.5**). On appelle durée de retour l'inverse de la probabilité annuelle. Ce qui permet de désigner par exemple les pluies par leur qualificatif quinquennal, décennal, centennal, millénaire, si leur durée de retour est respectivement de cinq ans, dix ans, cent ans et mille ans. Leur probabilité annuelle de dépassement est  $1/5$ ,  $1/10$ ,  $1/100$ ,  $1/1000$ . On note que cette durée de retour est inférieure au nombre d'années d'enregistrement. Pour le tracé des courbes intensité, durée, fréquence, nous avons jugé réaliste de prendre en considération les stations ayant au moins cinq années d'enregistrement (voir **tableau 3.1**). Pour ces stations ayant au moins cinq années d'enregistrement nous avons tracé les courbes de tendance estimées à partir de la formule de Montana donnée :  $i = a \cdot t^b$  où a et b sont des constantes (voir **figure 3.6** à **figure 3.10**).

### 3.2 Commentaire de la logique interne

L'analyse des courbes obtenues montre que d'une part l'allure générale des courbes est en accord avec la réalité. Sur une courbe donnée ayant un temps de retour donné, l'intensité de pluie diminue lorsque la durée augmente. Pour une même intensité de pluie lorsque la durée augmente, l'intervalle de récurrence (ou temps de retour) augmente et inversement la fréquence annuelle diminue.

**Tableau 3.1 Nombre d'années d'enregistrement pour chaque station**

Station	Nom	Année	Nombre d'années d'enregistrement
1381299008	P8 P2 THYSSE S1	1983	1
1381299011	P11 P4 THYSSE S1	1983	1
1381299013	S2 P1 THYSSE S2	1983	12
1381299014	S3 P3 THYSSE S3	1983	12
1381299015	A J10 THYSSE S1	1983	5
1381299016	B THYSSE S1	1983	5
1381299017	C THYSSE S1	1983	5
1381299019	P18 KEUR SAMBA DIAMA	1988	2
1381299020	P19 KEUR SAMBA DIAMA	1988	2
1381299021	J20 P20 KEUR SAMBA DIAMA	1988	2
1381299027	P26 THYSSE S2	1988	4
138129933	.....	1988	3
1381299101	NDAKKAR SONKORONG	1993	2
1381299102	NDAKKAR TOUCOULEUR	1993	2
1381299103	KEUR NIANGAN	1993	2

**Tableau 3.2 : Station 1381299013 S2 P1 THYSSE S2**

**Intensité-Durée-fréquence**

Durée (mn) Intensité (mm/h)	5	10	15	30	60
50	0.095238095	0.12	0.171428571	0.461538462	2.4
60	0.114285714	0.16	0.272727273	0.75	4
70	0.153846154	0.235294118	0.4	1.714285714	12
80	0.24	0.387096774	0.631578947	2	100
90	0.333333333	0.461538462	1	4	100
100	0.5	0.705882353	3	6	100
110	0.6	1.333333333	3	6	100
120	0.705882353	3	3	12	100
130	1.090909091	3	4	12	100
140	2	4	12	100	100
150	3	4	12	100	100
160	3	6	100	100	100
170	6	12	100	100	100
180	6	100	100	100	100
190	12	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**Tableau 3.3 : Station 1381299014 S3 P3 THYSSE S3**

**Intensité-Durée-fréquence**

Durée (mn) Intensité (mm/h)	5	10	15	30	60
50	0.089552239	0.12	0.166666667	0.307692308	1.714285714
60	0.114285714	0.16	0.218181818	0.5	4
70	0.155844156	0.255319149	0.324324324	0.857142857	100
80	0.210526316	0.342857143	0.444444444	1.714285714	100
90	0.292682927	0.5	0.75	6	100
100	0.413793103	0.75	1.333333333	12	100
110	0.6	1.090909091	1.333333333	100	100
120	0.923076923	1.5	3	100	100
130	1.333333333	2.4	6	100	100
140	2	4	12	100	100
150	3	12	12	100	100
160	4	12	100	100	100
170	4	100	100	100	100
180	6	100	100	100	100
190	6	100	100	100	100
200	12	100	100	100	100

**Tableau 3.4 : Station 1381299016 A J10 THYSSE S1**

**Intensité-Durée-fréquence**

Durée (mn) Intensité (mm/h)	5	10	15	30	60
50	0.113636364	0.178571429	0.208333333	0.357142857	2.5
60	0.147058824	0.227272727	0.3125	0.714285714	5
70	0.2	0.277777778	0.384615385	1.25	5
80	0.3125	0.454545455	0.714285714	1.666666667	5
90	0.555555556	0.714285714	1	5	100
100	0.714285714	1	1.25	5	100
110	1.25	1.25	1.25	5	100
120	1.25	1.666666667	2.5	100	100
130	1.25	2.5	2.5	100	100
140	1.25	5	5	100	100
150	5	5	5	100	100
160	5	5	100	100	100
170	5	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**Tableau 3.5 : Station 1381299016 B THYSSE S1**

**Intensité-Durée-fréquence**

Durée (mn) Intensité (mm/h)	5	10	15	30	60
50	0.131578947	0.166666667	0.208333333	0.454545455	1.25
60	0.161290323	0.238095238	0.277777778	0.5	5
70	0.25	0.263157895	0.357142857	0.714285714	100
80	0.263157895	0.357142857	0.5	1.666666667	100
90	0.3125	0.5	0.555555556	2.5	100
100	0.454545455	0.714285714	1.25	100	100
110	0.555555556	1.25	1.666666667	100	100
120	0.714285714	2.5	5	100	100
130	1	2.5	5	100	100
140	1.25	5	100	100	100
150	1.666666667	5	100	100	100
160	1.666666667	5	100	100	100
170	2.5	100	100	100	100
180	2.5	100	100	100	100
190	5	100	100	100	100
200	5	100	100	100	100

**Tableau 3.6 : Station 1381299016 C THYSSE S1**

**Intensité-Durée-fréquence**

Durée (mn) Intensité (mm/h)	5	10	15	30	60
50	0.1	0.131578947	0.166666667	0.277777778	2.5
60	0.113636364	0.178571429	0.217391304	0.416666667	2.5
70	0.15625	0.227272727	0.294117647	0.714285714	100
80	0.238095238	0.357142857	0.384615385	1.666666667	100
90	0.333333333	0.454545455	0.625	5	100
100	0.555555556	0.625	1	100	100
110	0.714285714	0.714285714	1.25	100	100
120	1	1.25	5	100	100
130	1	2.5	100	100	100
140	1.25	100	100	100	100
150	5	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

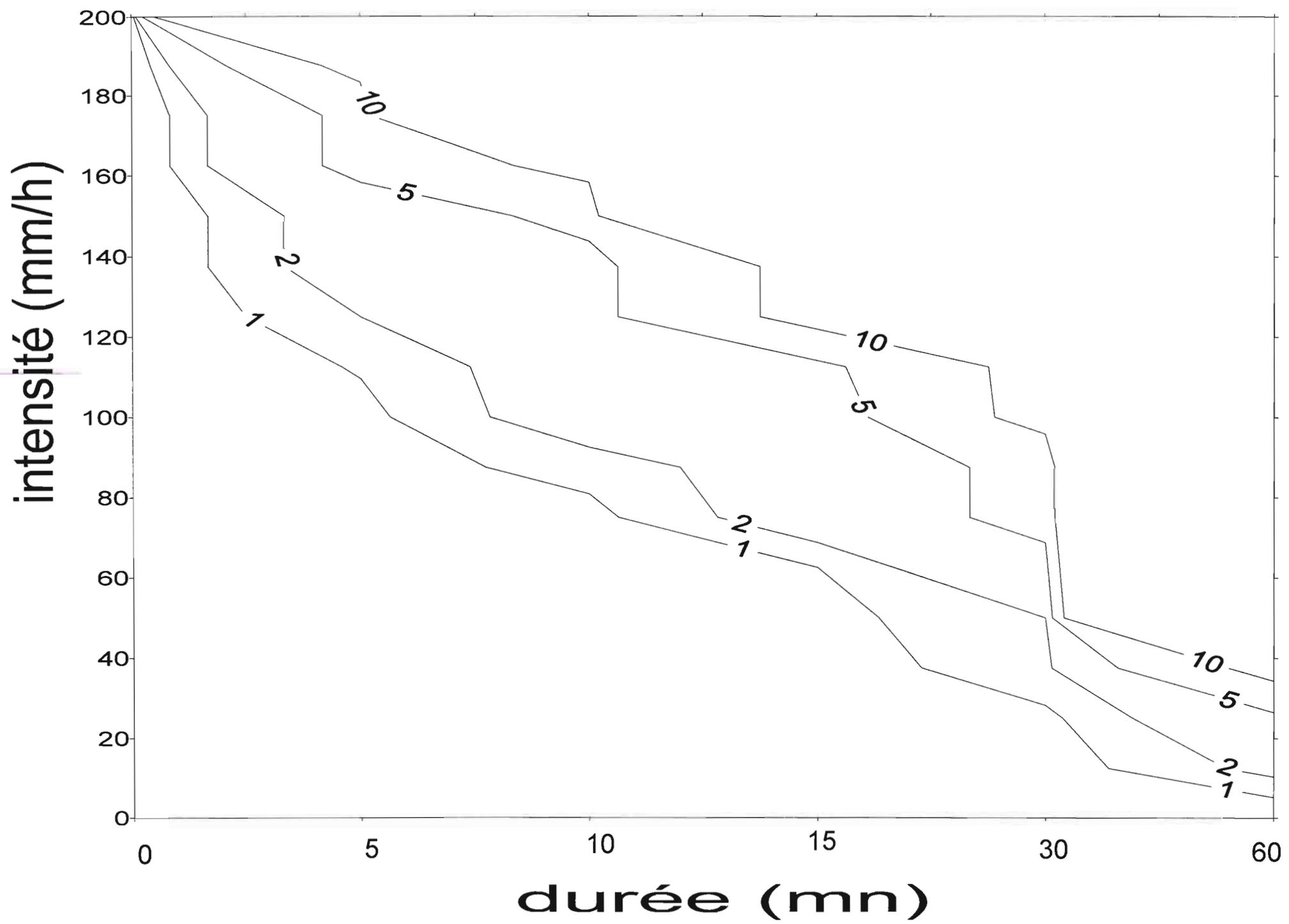


Figure 3.2 Courbe IDF expérimentale  $\text{JAT10, S1, P3}$  103L 33

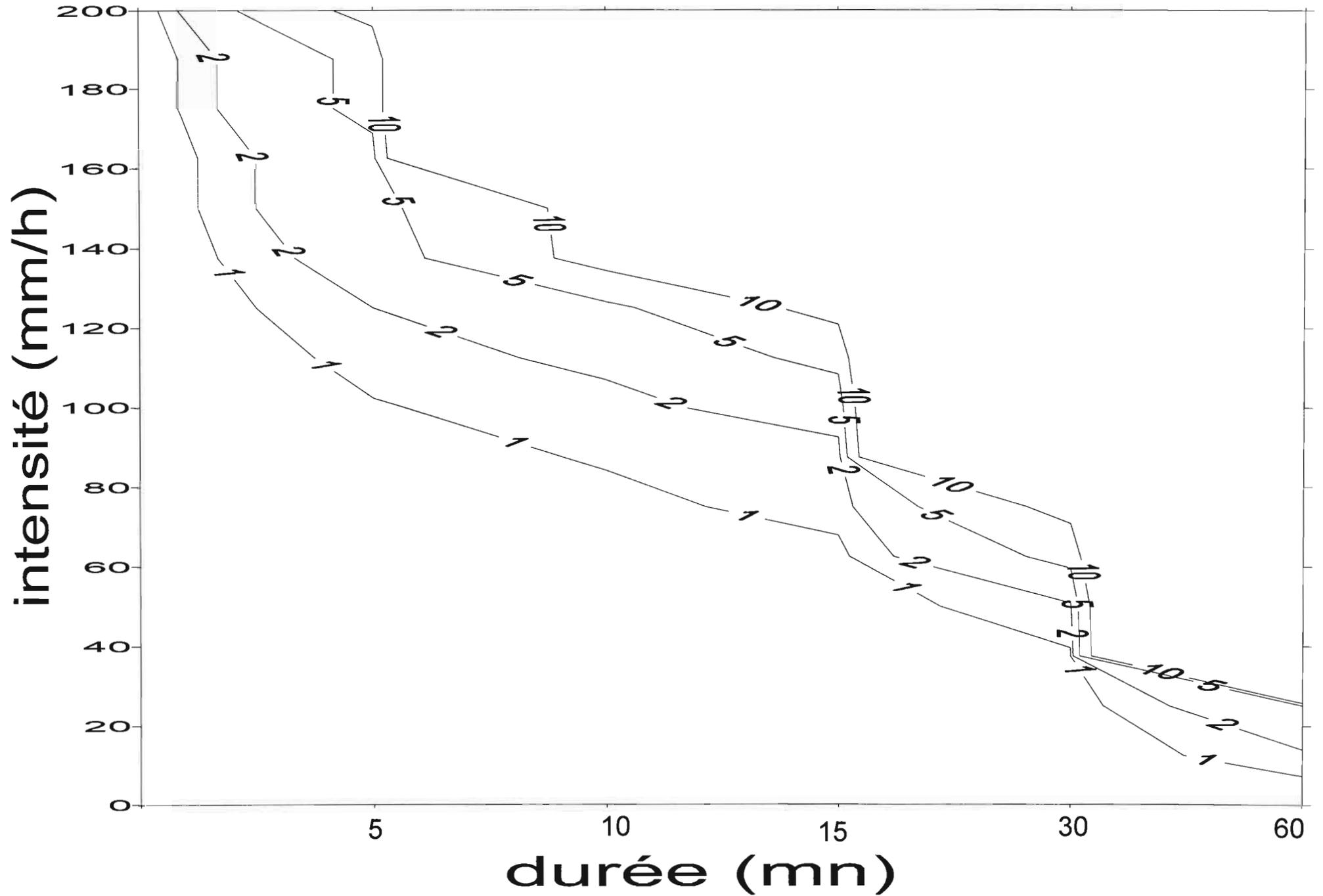


Figure 3.3 Courbe IDr expérimentale ΣiA110N A J10 IHYSSE 31

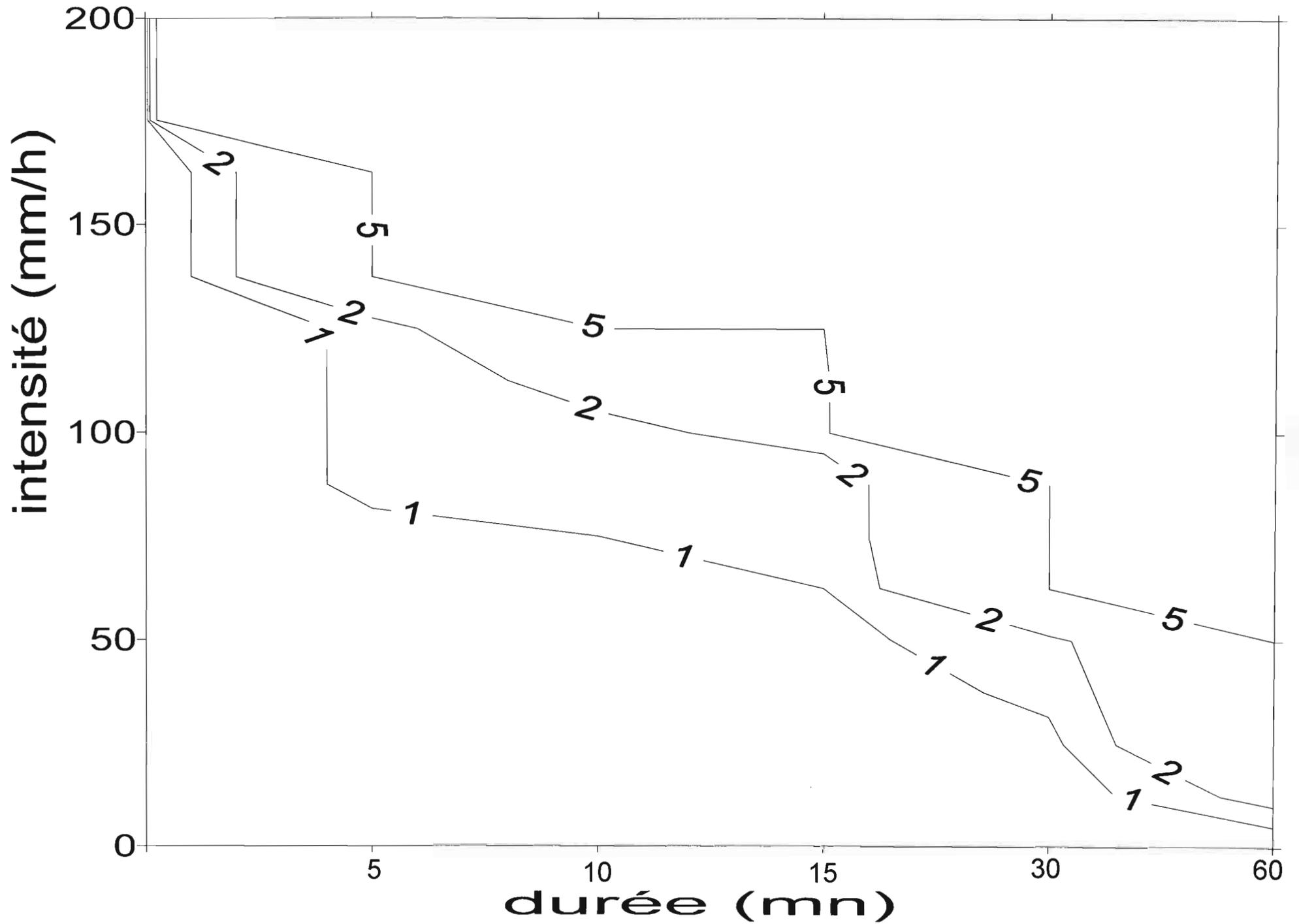


Figure 3.4 Courbe IDF expérimentale STATION B THYSSÉ S1

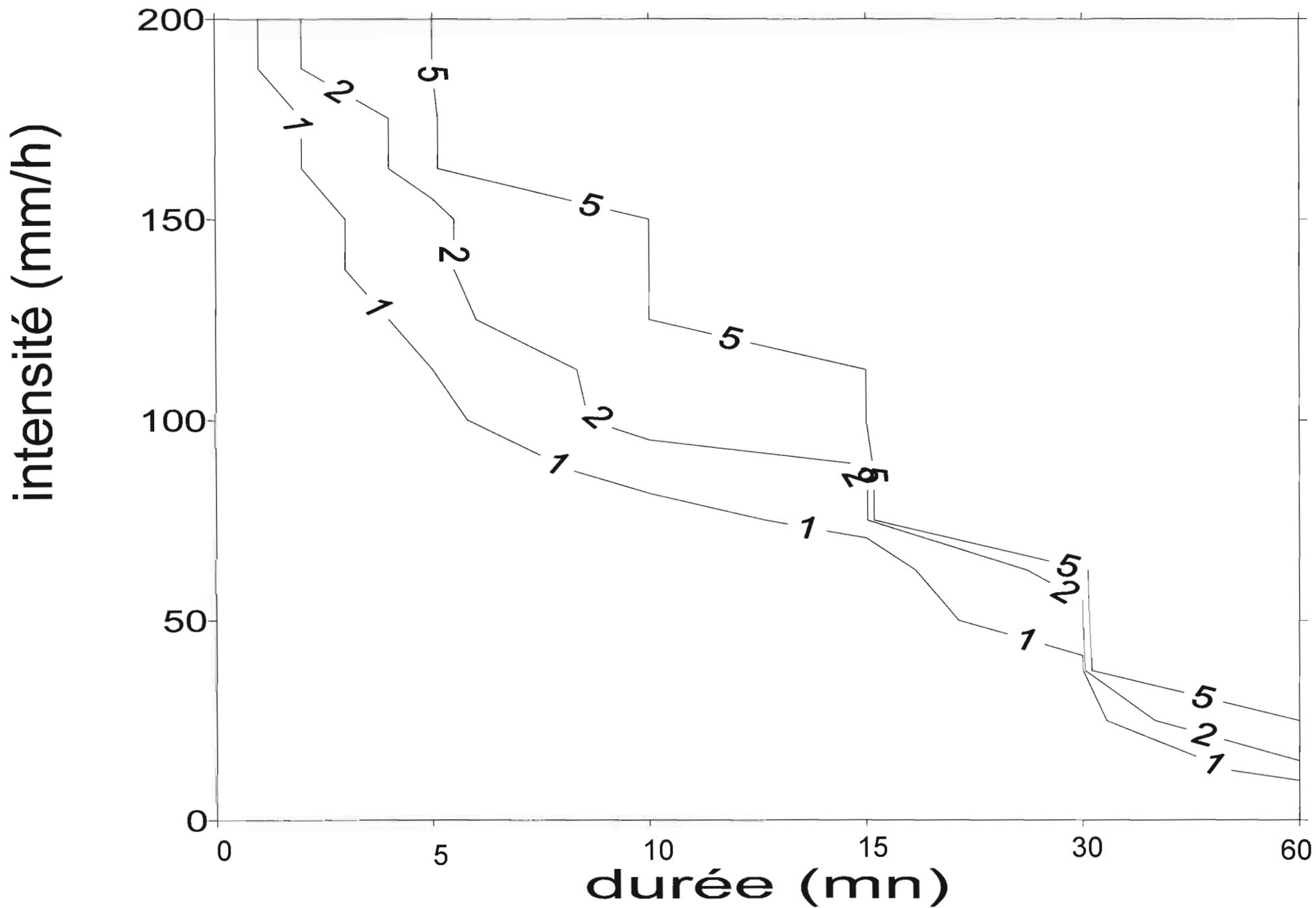
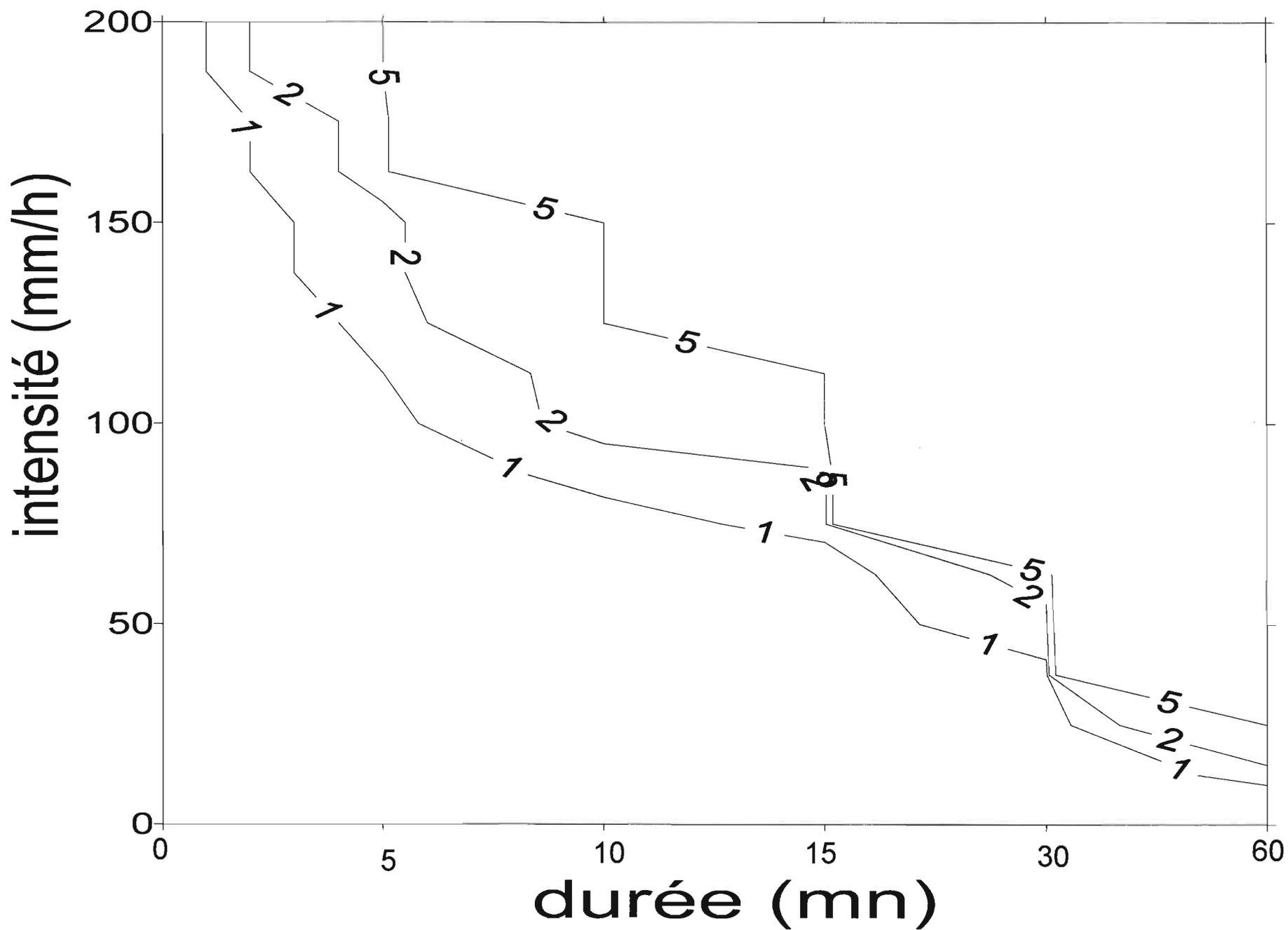
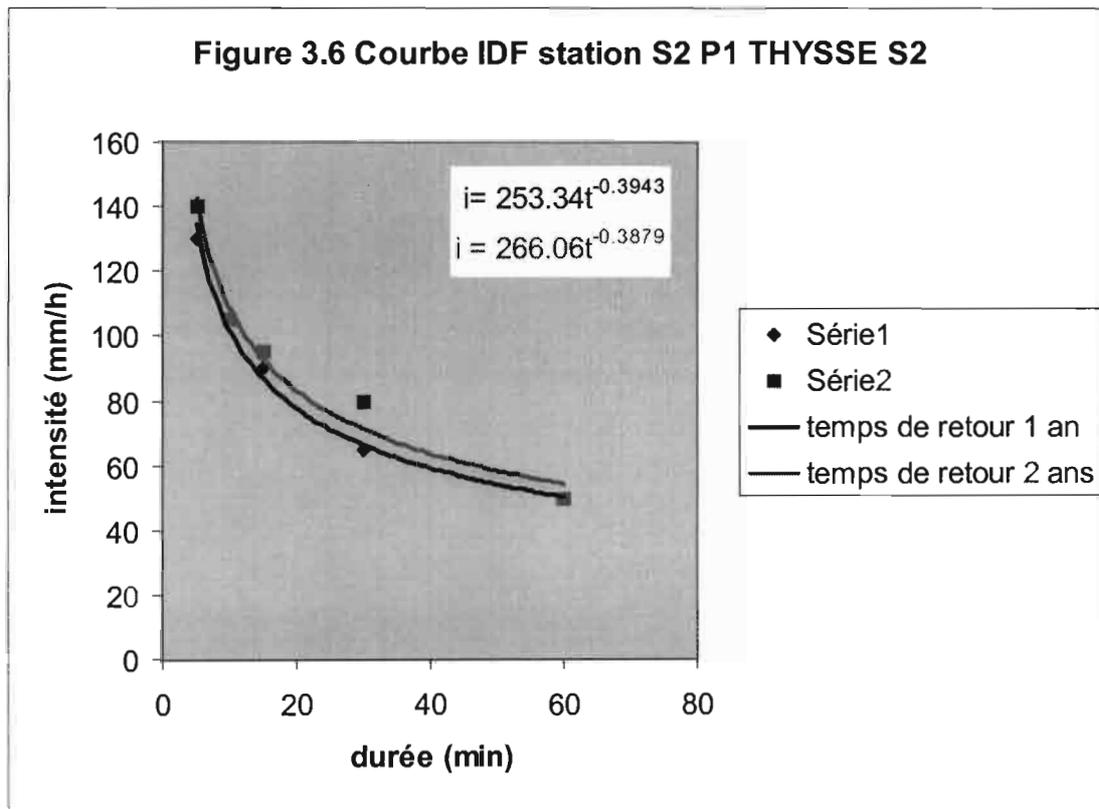
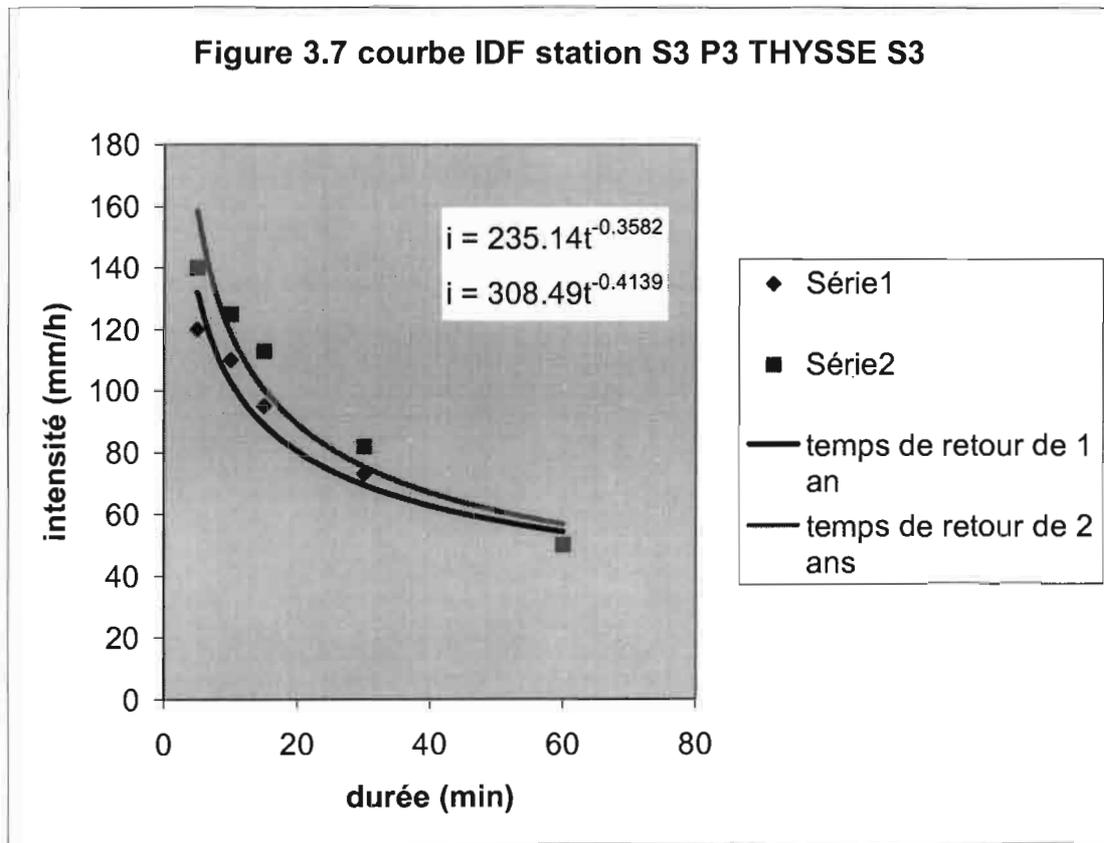
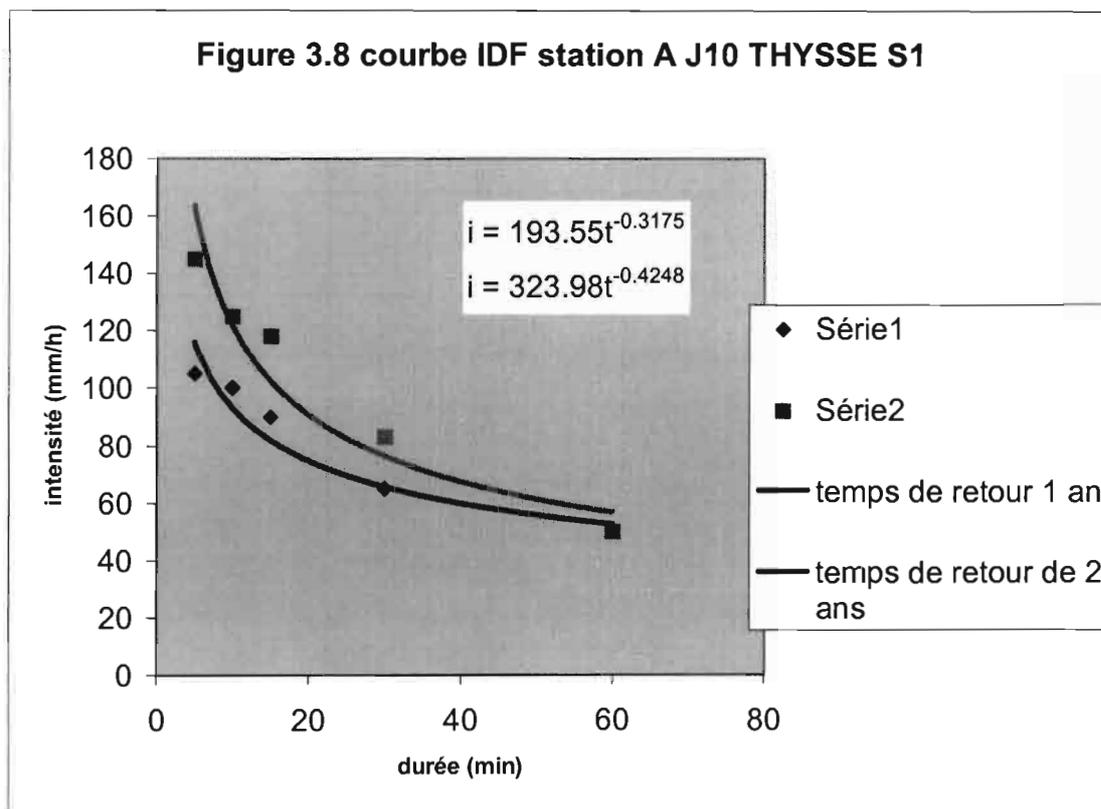


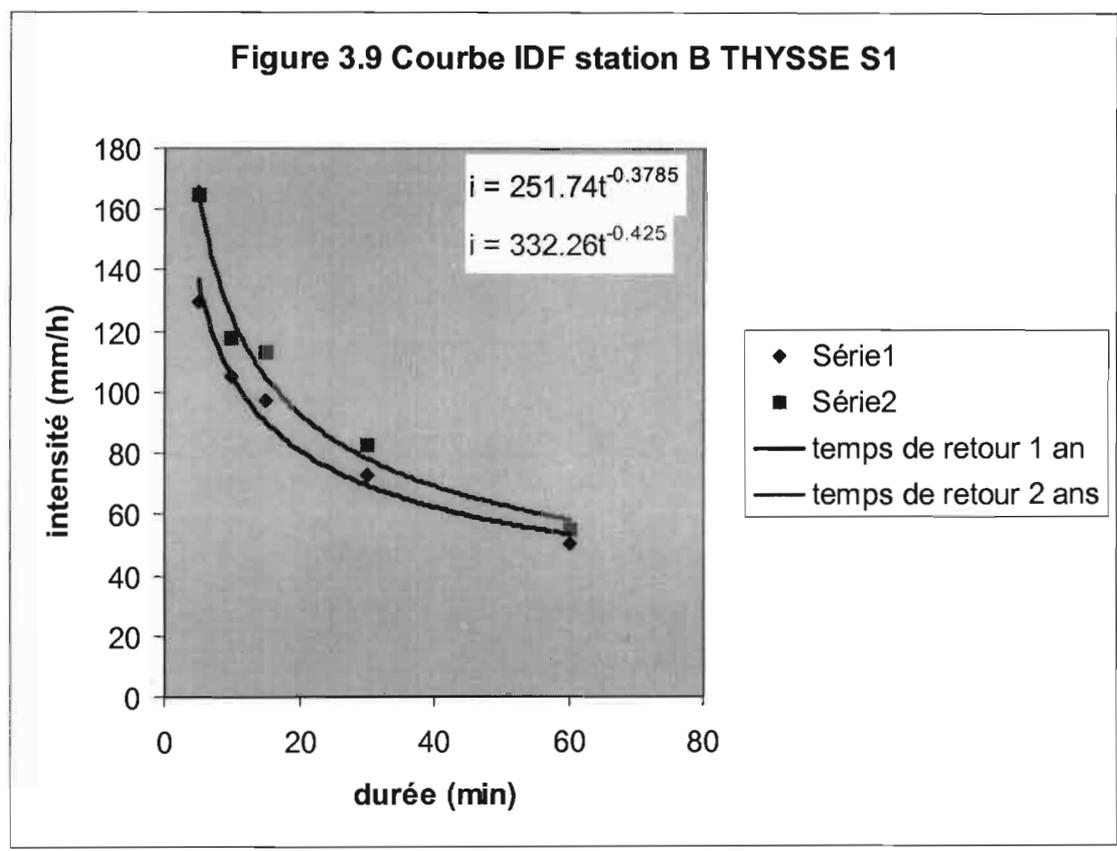
Figure 3.5 Courbe IDF expérimentale STATION C THYSSE S1

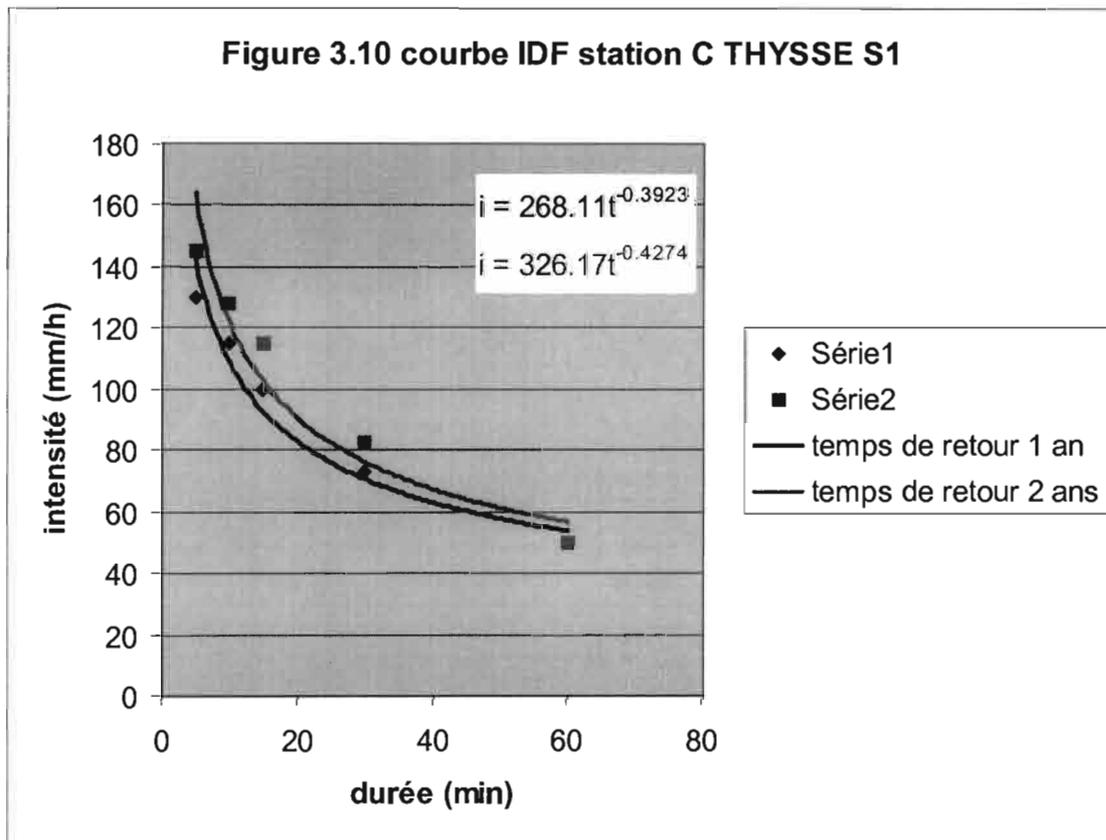












## Chapitre IV. Discussion des résultats

### 4.1 Comparaison des résultats avec les connaissances antérieures

La signification des résultats obtenus dépend de beaucoup de la période d'observations.

On peut fixer les limites approximatives suivantes pour apprécier la signification des données comme le dit Brunet :

Nombre d'années d'enregistrement	Observations
Inférieur à 10 ans.	Très insuffisant
Compris entre 10 et 30 ans.	Peut être suffisant pour les pays à faible variation climatique.
Supérieur à 30 ans.	Indispensable pour les pays à forte variation climatique.

Par ailleurs, les périodes d'observations sont extrêmement variables d'une station à l'autre, la signification des résultats obtenus est d'autant plus grande que la période d'observation porte sur une plus longue durée. Décomptées en fonction de la taille de l'échantillon, les 15 stations se répartissent comme suit :

- 2 stations ont une période d'observations de 12 ans.
- 3 stations ont une période d'observations de 5 ans.
- 1 station a une période d'observations de 4 ans. \_\_
- 1 station a une période d'observations de 3 ans.
- 6 stations ont une période d'observations de 2 ans.
- 2 stations ont une période d'observations de 1 an.

Pour les stations ayant un nombre d'années d'enregistrement significatif nous avons tracé les courbes IDF (Intensité, Durée, Fréquence) ; ainsi pour les stations dont la période d'observations est de 12 ans et de 5 ans, nous avons obtenu les courbes IDF pour des temps de retour de 1an, 5 ans, 10 ans et pour des temps de retour de 1 an, 2 ans, 5 ans respectivement.

Les courbes IDF décrivent les intensités des pluies de différentes durées (durée inférieure ou égale à 1 heure dans ce cas précis) qui peuvent survenir dans la zone de Thyse Kaymor. Les périodes d'observations étant relativement courtes, nous avons des courbes précises pour les temps de retour de 1 an et de 2 ans. D'autre part, les familles de courbes obtenues pour les différentes stations ne diffèrent pas de beaucoup ce qui montre que les données traitées sont homogènes dans leur globalité.

#### **4.2 Apport spécifique du projet**

Les résultats obtenus vont servir à l'étude de phénomènes complexes (inondations, sécheresse, etc.) dont les caractéristiques sont aléatoires ou difficilement prévisibles dans leur ensemble. Ils sont utilisés pour étudier l'infiltration, le ruissellement et l'érosion dans la zone de Thyse kaymor dans le cadre du projet EMIRE (Expérimentation et Modélisation de l'Infiltration, du Ruissellement et de l'Erosion). Dans un cadre plus général, ces résultats pourraient servir à l'étude de projets hydrologiques, comme le contrôle d'inondations, l'estimation des apports en eau. Enfin ces résultats seront complétés par les informations ultérieures afin d'avoir des renseignements beaucoup plus significatifs sur une période d'observations plus longue et de pouvoir caler les résultats par des courbes de tendance puissance (type Montana :  $i = a \cdot t^b$ ) ou par des courbes de tendance inverse (type formule de Talbot :  $i = a/(b+t)$ ) pour des durées de retour de 5 ans et 10 ans.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le travail mené a abouti à la caractérisation des pluies sur le site de Thyse kaymor par les courbes intensité, durée, fréquence. Nous avons à notre disposition, les résultats des enregistrements sur plusieurs stations situées dans la zone de Thyse kaymor. Les enregistrements sont faits sur une durée globale de 12 années (année 1983 à année 1994). Nous avons déterminé l'intensité et la fréquence des averses pour une durée donnée.

Les courbes intensité, durée, fréquence décrivent les intensités des pluies de différentes durées (durée inférieure ou égale à une heure) qui peuvent survenir dans la zone de Thyse kaymor. Les courbes obtenues sont assez précises pour des temps de retour relativement courts de 1 an et de 2 ans ; et fournissent moins de renseignements pour des temps de retour de 5 ans et de 10 ans, du fait des périodes d'observations qui sont relativement courtes.

Les résultats obtenus vont servir à l'étude de phénomènes complexes (inondations, sécheresse, etc.) dont les caractéristiques sont aléatoires ou difficilement prévisibles dans leur ensemble. Les résultats obtenus vont servir à l'étude de phénomènes complexes (inondations, sécheresse, etc.) dont les caractéristiques sont aléatoires ou difficilement prévisibles dans leur ensemble. Ils sont utilisés pour étudier l'infiltration, le ruissellement et l'érosion dans la zone de Thyse kaymor dans le cadre du projet EMIRE (Expérimentation et Modélisation de l'Infiltration, du Ruissellement et de l'Erosion). Dans un cadre plus général, ces résultats pourraient servir à l'étude de projets hydrologiques, comme le contrôle d'inondations, l'estimation des apports en eau.

En guise de recommandations, nous avons jugé nécessaire l'implantation d'appareils de mesure de la vitesse du vent qui peut affecter les mesures jusqu'à une erreur de 20% d'après **Jabi** (1987)

pour les pluies fines et pour de grandes vitesses du vent. Nous suggérons la poursuite de la collecte des données afin d'avoir des renseignements beaucoup plus significatifs sur une période d'observations plus longue et de pouvoir caler les résultats par des courbes de tendance puissance (type formule de Montana :  $i = a \cdot t^b$ ) ou par des courbes de tendance inverse (type formule de Talbot :  $i = a/(b+t)$ ) pour des durées de retour de 5 ans et 10 ans.

Le continuum de l'information ne peut être obtenu qu'à partir de stations régulièrement suivies et sur une longue période d'observations comme le dit **Llamas** (1985).

## Bibliographie

- **Nassir El Jabi et Jean Rousselle (1987)**
  - Hydrologie fondamentale (édition Ecole polytechnique de Montréal)
- **José Llamas (1985)**
  - Hydrologie générale (édition Gaétan Morin)
- **Brunet Moret et Yves (1963)**
  - Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale : République du Sénégal
- **M. Guinaudeau**
  - Cours d'hydrologie de (EIER) janvier 1984
- **Olivry, Jean Claude, Dacosta, Honoré (1983)**
  - Etudes hydrologiques dans la région de Thyse kaymor (Sine Saloum) : résultats de la campagne 1983
- **Saos , Jean Luc, Flory, Jules, Gac, Jean Yves, Le Troquer, Yaw, Olivry, Jean Claude**
  - Etudes hydrologiques dans la région de Thyse kaymor (Sine Saloum) : résultats de la campagne 1986

# Table des matières

## Avant propos

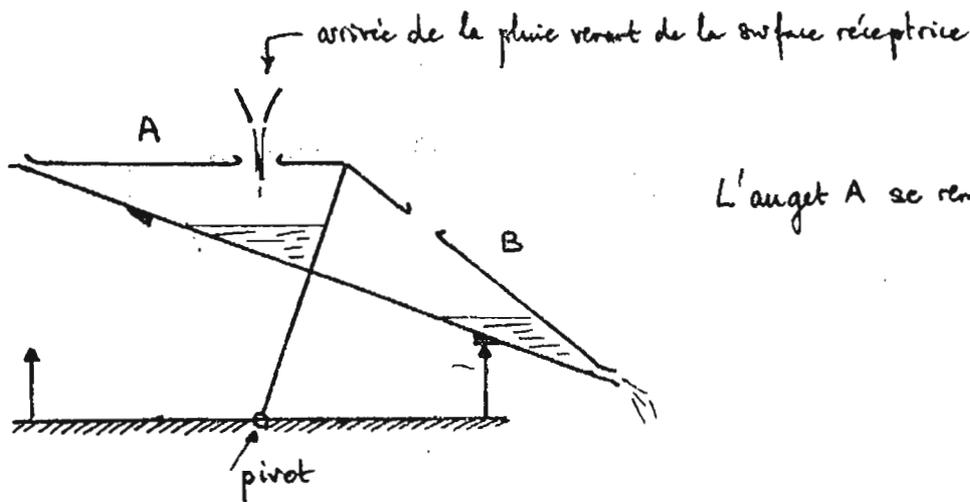
## Sommaire

Page

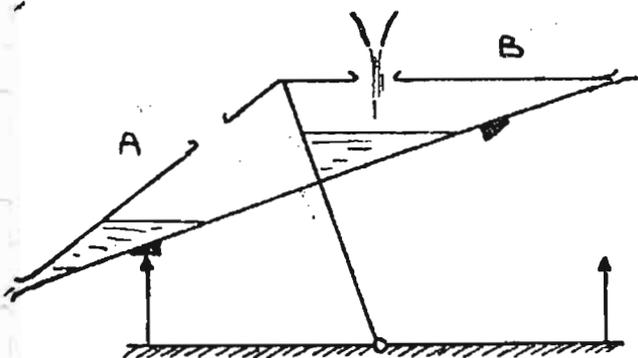
<b>Chapitre 1 :</b>	Introduction	1
	1 Présentation du projet	1
	2 Objectif du projet	1
<b>Chapitre 2 :</b>	Appareils de mesures et méthode d'étude	3
	2.1 Appareils de mesures	3
	2.1.1 Principe général de mesures	3
	2.1.2 Appareils de mesures utilisés	3
	2.1.3 Analyse des résultats de mesures	4
	2.1.4 Causes d'erreurs sur les mesures	4
	2.2 Méthode d'étude	5
	2.2.1 But de l'étude	5
	2.2.2 Présentation de la méthode d'étude	6
	2.2.2.1 Présentation des données initiales	6
	2.2.2.2 Calcul de l'intensité vraie et du numéro d'averse	6
	2.2.2.3 Détermination de l'intensité de pluie	7
	2.2.2.4 Classification des intensités de pluie	7
	2.2.2.5 Calcul de la fréquence annuelle	8
<b>Chapitre 3 :</b>	Résultats de l'étude	13
	3.1 Présentation des résultats	13
	3.2 Commentaire de la logique interne	13
<b>Chapitre 4 :</b>	Discussion des résultats	28
	4.1 Comparaison des résultats avec les connaissances antérieures	28
	4.2 Apport spécifique du projet	29
<b>Conclusion et recommandations</b>		30
	Bibliographie	
	Liste des pluviomètres	
	Carte de situation de Thyse kaymor	

ANNEXES A :

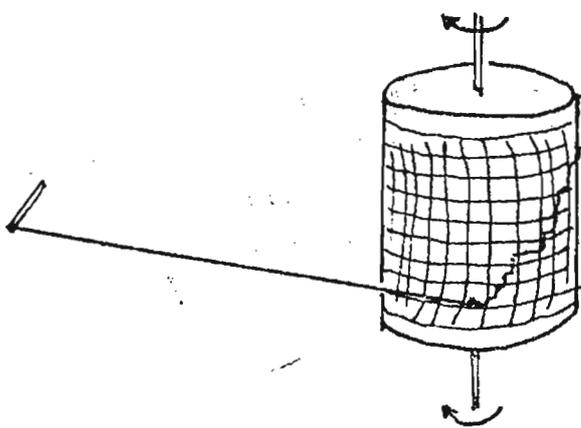
FIGURE = PRINCIPES DU PLUVIOMETRE A AUGETS BASCULANTS



L'auget A se remplit et l'auget B se vide

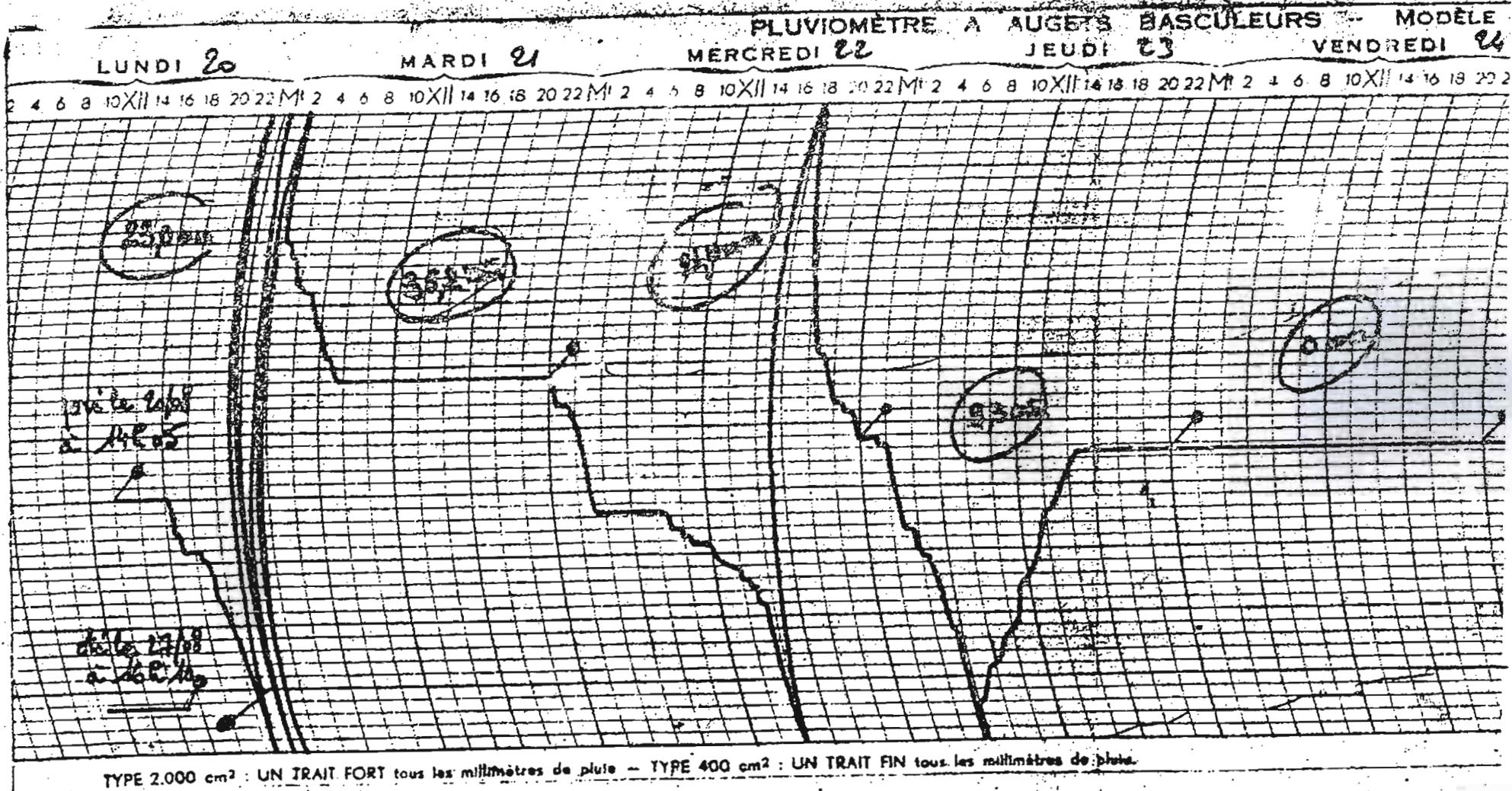


L'auget A se vide et l'auget B se remplit



Chaque rotation du pivot correspond à l'arrivée de 20 cm<sup>3</sup> d'eau, et est transmise par un jeu de cames à un stylet encreux qui se déplace d'un pas

FIGURE 5 - PLUVIOGRAMME REASONADAGE

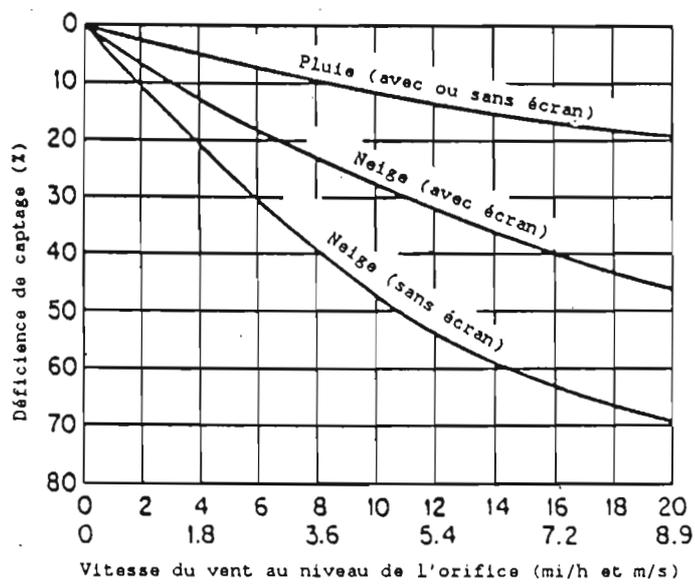


Hauteur

Station Meteorologique

de

LABORATOIRE  
 METEOROLOGIQUE  
 14, rue Denis-Papin  
 95 - BEZONS



Efficacité du captage en fonction de la vitesse du vent.

# **LISTE DES PLUVIOMÈTRES**

Station	Nom	Type	année	LatN	LongO
1380021200	THYSSE PAPEM	P N	1968	13°47'39"	15°32'52"
1381299001	P1 J1 thysse S1	P N	1983	13°46'06"	15°32'28"
1381299002	P2 J2 THYSSE S1	P N	1983	13°45'44"	15°32'08"
1381299003	P3 THYSSE S3-S1	P N	1983	13°45'17"	15°31'41"
1381299004	P4 THYSSE S1	P N	1983	13°44'47"	15°31'34"
1381299005	P5 J5 THYSSE S1	P N	1983	13°44'27"	15°31'51"
1381299006	P6 THYSSE S1	P N	1983	13°44'33"	15°32'17"
1381299007	P7 THYSSE S1	P N	1983	13°45'16"	15°32'43"
1381299008	P8 P2 THYSSE S1	P N	1983	13°45'23"	15°33'05"
1381299009	P9 THYSSE S1	P N	1983	13°45'42"	15°32'49"
1381299010	P10 THYSSE S1	P N	1983	13°45'59"	15°33'28"
1381299011	P11 P4 THYSSE S1	P N	1983	13°43'59"	15°31'01"
1381299012	P12 J12 THYSSE S1	P N	1983	13°44'04"	15°32'20"
1381299013	S2 P1 THYSSE S2	P N	1983	13°46'43"	15°33'10"
1381299014	S3 P3 THYSSE S3	P N	1983	13°45'06"	15°32'05"
1381299015	A J10 THYSSE S1	P N	1983	13°46'06"	15°32'12"
1381299016	B THYSSE S1	P N	1983	13°45'23"	15°32'26"
1381299017	C THYSSE S1	P N	1983	13°43'44"	15°31'56"
1381299018	P9 ISRA J6 THYSSE S4	P N	1983	13°46'33"	15°33'18"
1381299019	P18 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°46'26"	15°30'30"
1381299020	P19 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°44'19"	15°27'54"
1381299021	J20 P20 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°47'39"	15°27'11"
1381299022	J21 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°47'10"	15°25'26"
1381299023	J22 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°46'20"	15°27'32"
1381299024	J23 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°45'42"	15°31'00"
1381299025	J24 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°42'36"	15°29'59"
1381299026	J25 KEUR SAMBA DIAMA	P N	1988	13°49'17"	15°26'45"
1381299027	P26 THYSSE S2	P N	1989	13°46'35"	15°32'15"
1381299028	JS27 THYSSE S2	P N	1989	13°46'35"	15°32'15"
1381299029	J4 THYSSE S1	P N	1988	13°44'53"	15°31'17"
1381299030	J7 THYSSE S1	P N	1988	13°44'54"	15°32'48"
1381299031	J3 THYSSE S1	P N	1988	13°43'24"	15°31'58"
1381299032	J9 THYSSE S5	P N	1988	13°46'45"	15°32'45"
1381299035	YARANE BADER	P	1993	0°00'00"	0°00'00"
1381299101	NDAKKAR SONKORONG	P N	1993	13°47'57"	15°32'04"
1381299102	NDAKKAR TOUCOULEUR	P N	1993	13°48'29"	15°30'55"
1381299103	KEUR NIANGAN	P N	1993	13°48'59"	15°30'07"
1381299104	SONKORONG	P N	1993	13°47'54"	15°32'30"
1381299105	BAOBAB	P N	1993	13°42'22"	15°30'11"
1381299106	TERMITIERE	P N	1993	13°49'04"	15°30'44"
1381299107	DAROU	P N	1993	13°47'47"	15°30'57"
1381299108	MEDINA SONKORONG	P N	1993	13°48'41"	15°31'30"

ANNEXES B :

**LISTE DES TABLEAUX INTENSITÉ - DURÉE  
FRÉQUENCE**

**Station 1381299008 P8 P2 THYSSE S1**

	5	10	15	30	60
50	0.090909091	0.09090909	0.125	0.33333333	1
60	0.125	0.14285714	0.33333333	1	1
70	0.25	0.25	0.5	1	1
80	0.33333333	0.5	0.5	1	100
90	0.33333333	0.5	0.5	1	100
100	0.33333333	1	1	100	100
110	1	1	100	100	100
120	1	100	100	100	100
130	100	100	100	100	100
140	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**Station 1381299011 P11 P4 THYSSE S1**

	5	10	15	30	60
50	0.1	0.11111111	0.125	0.2	0.33333333
60	0.1	0.11111111	0.16666667	0.25	0.5
70	0.16666667	0.16666667	0.2	0.25	0.5
80	0.2	0.25	0.33333333	0.33333333	1
90	0.2	0.33333333	0.33333333	0.5	1
100	0.25	0.33333333	0.33333333	1	100
110	0.33333333	0.33333333	0.33333333	100	100
120	0.5	0.5	0.33333333	100	100
130	0.5	0.5	0.5	100	100
140	1	1	100	100	100
150	1	1	100	100	100
160	1	1	100	100	100
170	1	100	100	100	100
180	1	100	100	100	100
190	1	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299013 S2 P1 THYSSE S2**

	5	10	15	30	60
50	0.095238095	0.12	0.17142857	0.46153846	2.4
60	0.114285714	0.16	0.27272727	0.75	4
70	0.153846154	0.23529412	0.4	1.71428571	12
80	0.24	0.38709677	0.63157895	2	100
90	0.33333333	0.46153846	1	4	100
100	0.5	0.70588235	3	6	100
110	0.6	1.33333333	3	6	100
120	0.70588235	3	3	12	100
130	1.090909091	3	4	12	100
140	2	4	12	100	100
150	3	4	12	100	100
160	3	6	100	100	100
170	6	12	100	100	100
180	6	100	100	100	100
190	12	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299014 S3 P3 THYSSE S3**

	5	10	15	30	60
50	0.089552239	0.12	0.16666667	0.30769231	1.71428571
60	0.114285714	0.16	0.21818182	0.5	4
70	0.155844156	0.25531915	0.32432432	0.85714286	100
80	0.210526316	0.34285714	0.44444444	1.71428571	100
90	0.292682927	0.5	0.75	6	100
100	0.413793103	0.75	1.33333333	12	100
110	0.6	1.09090909	1.33333333	100	100
120	0.923076923	1.5	3	100	100
130	1.333333333	2.4	6	100	100
140	2	4	12	100	100
150	3	12	12	100	100
160	4	12	100	100	100
170	4	100	100	100	100
180	6	100	100	100	100
190	6	100	100	100	100
200	12	100	100	100	100

**station 1381299015 A J10 THYSSE S1**

	5	10	15	30	60
50	0.113636364	0.17857143	0.20833333	0.35714286	2.5
60	0.147058824	0.22727273	0.3125	0.71428571	5
70	0.2	0.27777778	0.38461538	1.25	5
80	0.3125	0.45454545	0.71428571	1.66666667	5
90	0.555555556	0.71428571	1	5	100
100	0.714285714	1	1.25	5	100
110	1.25	1.25	1.25	5	100
120	1.25	1.66666667	2.5	100	100
130	1.25	2.5	2.5	100	100
140	1.25	5	5	100	100
150	5	5	5	100	100
160	5	5	100	100	100
170	5	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299016 B THYSSE S1**

	5	10	15	30	60
50	0.131578947	0.16666667	0.20833333	0.45454545	1.25
60	0.161290323	0.23809524	0.27777778	0.5	5
70	0.25	0.26315789	0.35714286	0.71428571	100
80	0.263157895	0.35714286	0.5	1.66666667	100
90	0.3125	0.5	0.55555556	2.5	100
100	0.454545455	0.71428571	1.25	100	100
110	0.555555556	1.25	1.66666667	100	100
120	0.714285714	2.5	5	100	100
130	1	2.5	5	100	100
140	1.25	5	100	100	100
150	1.666666667	5	100	100	100
160	1.666666667	5	100	100	100
170	2.5	100	100	100	100
180	2.5	100	100	100	100
190	5	100	100	100	100
200	5	100	100	100	100

**station 1381299017 C THYSSE S1**

	5	10	15	30	60
50	0.1	0.13157895	0.16666667	0.27777778	2.5
60	0.113636364	0.17857143	0.2173913	0.41666667	2.5
70	0.15625	0.22727273	0.29411765	0.71428571	100
80	0.238095238	0.35714286	0.38461538	1.66666667	100
90	0.333333333	0.45454545	0.625	5	100
100	0.555555556	0.625	1	100	100
110	0.714285714	0.71428571	1.25	100	100
120	1	1.25	5	100	100
130	1	2.5	100	100	100
140	1.25	100	100	100	100
150	5	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299019 P18 KEUR SAMBA DIAMA**

	5	10	15	30	60
50	0.083333333	0.11764706	0.15384615	0.33333333	100
60	0.125	0.15384615	0.18181818	0.66666667	100
70	0.166666667	0.18181818	0.25	2	100
80	0.25	0.4	0.66666667	100	100
90	0.4	0.66666667	1	100	100
100	0.5	0.66666667	1	100	100
110	0.666666667	2	2	100	100
120	2	100	100	100	100
130	100	100	100	100	100
140	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299020 P19 KEUR SAMBA DIAMA**

	5	10	15	30	60
50	0.074074074	0.09090909	0.125	0.28571429	0.66666667
60	0.083333333	0.11111111	0.14285714	0.33333333	2
70	0.1	0.14285714	0.2	0.5	100
80	0.153846154	0.2	0.4	0.66666667	100
90	0.222222222	0.28571429	0.66666667	1	100
100	0.333333333	0.4	0.66666667	100	100
110	0.5	1	0.66666667	100	100
120	0.5	1	1	100	100
130	0.5	1	2	100	100
140	1	2	2	100	100
150	1	2	100	100	100
160	1	2	100	100	100
170	2	100	100	100	100
180	2	100	100	100	100
190	2	100	100	100	100
200	2	100	100	100	100

**station 1381299021 J20 P20 KEUR SAMBA DIAMA**

	5	10	15	30	60
50	0.166666667	0.22222222	0.28571429	0.5	100
60	0.25	0.28571429	0.4	1	100
70	0.333333333	0.33333333	0.5	1	100
80	0.333333333	0.4	0.5	2	100
90	0.333333333	0.5	0.66666667	100	100
100	0.5	0.5	1	100	100
110	0.5	0.66666667	1	100	100
120	0.666666667	1	2	100	100
130	1	2	100	100	100
140	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299027 P26 THYSSE S2**

	5	10	15	30	60
50	0.081632653	0.1	0.14285714	0.30769231	1.33333333
60	0.1	0.14285714	0.19047619	0.66666667	100
70	0.129032258	0.17391304	0.25	1.33333333	100
80	0.153846154	0.21052632	0.4	1.33333333	100
90	0.222222222	0.36363636	0.57142857	2	100
100	0.266666667	0.44444444	1	100	100
110	0.363636364	0.66666667	4	100	100
120	0.363636364	0.8	4	100	100
130	0.444444444	2	4	100	100
140	0.8	2	4	100	100
150	1	2	4	100	100
160	1.333333333	4	4	100	100
170	1.333333333	4	100	100	100
180	4	100	100	100	100
190	4	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299033**

	5	10	15	30	60
50	0.083333333	0.11111111	0.14285714	0.33333333	1.5
60	0.111111111	0.15	0.2	0.6	1.5
70	0.136363636	0.16666667	0.25	0.75	3
80	0.176470588	0.27272727	0.42857143	1	3
90	0.1875	0.3	0.5	1.5	100
100	0.3	0.375	0.6	3	100
110	0.333333333	0.42857143	1	3	100
120	0.333333333	0.5	1.5	3	100
130	0.5	0.75	1.5	100	100
140	0.6	1.5	100	100	100
150	1	1.5	100	100	100
160	1	100	100	100	100
170	1.5	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299101 NDAKKAR SONKORONG**

	5	10	15	30	60
50	0.083333333	0.1	0.13333333	0.5	1
60	0.095238095	0.18181818	0.15384615	0.66666667	2
70	0.133333333	0.22222222	0.25	0.66666667	2
80	0.25	0.33333333	0.5	1	100
90	0.25	0.33333333	0.5	2	100
100	0.33333333	0.5	0.66666667	100	100
110	0.5	0.66666667	0.66666667	100	100
120	0.5	0.66666667	2	100	100
130	0.66666667	2	2	100	100
140	1	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

**station 1381299102 NDAKKAR TOUCOULEUR**

	5	10	15	30	60
50	0.08	0.1	0.125	0.22222222	100
60	0.090909091	0.125	0.18181818	0.66666667	100
70	0.142857143	0.2	0.28571429	2	100
80	0.222222222	0.28571429	0.66666667	100	100
90	0.222222222	0.5	0.66666667	100	100
100	0.285714286	0.66666667	2	100	100
110	0.5	2	100	100	100
120	1	2	100	100	100
130	1	2	100	100	100
140	1	2	100	100	100
150	1	2	100	100	100
160	2	2	100	100	100
170	2	2	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

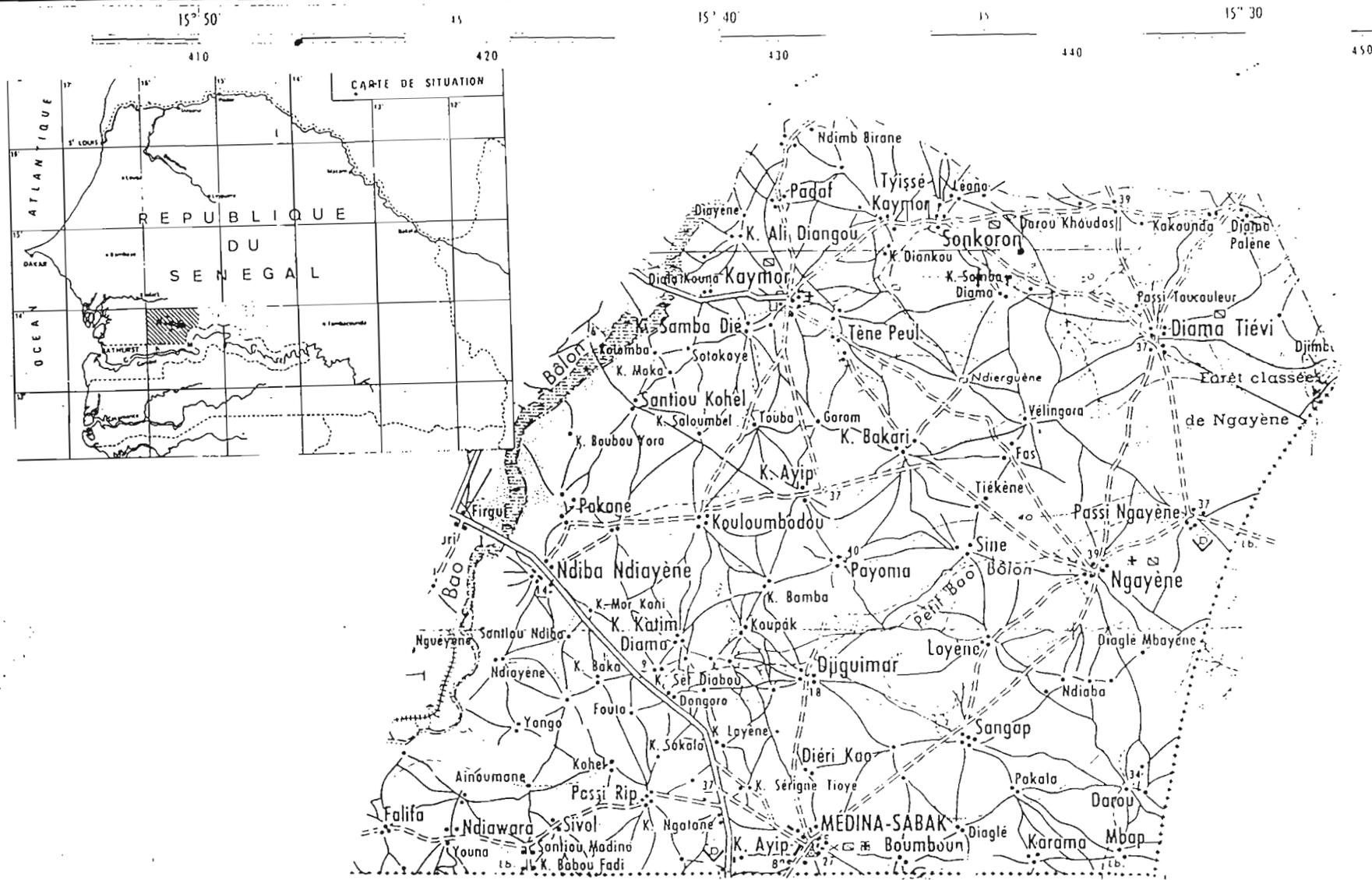
**station 1381299103 KEUR NIANGAN**

	5	10	15	30	60
50	0.117647059	0.11764706	0.15384615	0.5	100
60	0.166666667	0.25	0.28571429	2	100
70	0.25	0.33333333	0.66666667	2	100
80	0.333333333	0.5	0.66666667	2	100
90	0.5	0.66666667	0.66666667	100	100
100	0.5	0.66666667	1	100	100
110	0.5	1	2	100	100
120	0.666666667	100	100	100	100
130	0.666666667	100	100	100	100
140	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100
160	100	100	100	100	100
170	100	100	100	100	100
180	100	100	100	100	100
190	100	100	100	100	100
200	100	100	100	100	100

ANNEXES C :

Figure 1.1 Plan de situation du site expérimental

# NIORO DU RIP



Carte de l'Afrique de l'ouest à 1 / 200000 - Nioro du Rip

Dessiné et publié par l'Institut Géographique National - Paris

Décembre 1968

PROJET DE FIN D'ETUDES

Technique de l'Inès

I. R. D., Sénégal (ex ORSTOM)

3