

ETUDE DES COURBES INTENSITE - DUREE - FREQUENCE DE PRECIPITATIONS DANS LES ALPES

**Contrat de Plan Etat-Region 1989-1993
Action conjointe EDF-DTG — CEMAGREF**

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre du Contrat de Plan 1989-1993 entre l'Etat et la Région Rhône-Alpes, un programme d'études et de recherche sur les risques naturels liés à la montagne a été mis en place avec pour thèmes principaux retenus : les risques liés aux mouvements de terrain, les risques de crues de rivière et de crues torrentielles, le risque sismique ainsi que le droit et la sociologie des risques.

Ce programme a permis d'engager différentes actions de recherche dont celle de *l'étude des courbes Intensité-Durée-Fréquence des précipitations de 1 à 24 heures dans les Alpes* .

Les précipitations extrêmes de courte durée sont en effet la cause principale des crues brutales et catastrophiques qui peuvent se produire sur bon nombre de petits bassins versants du Massif Alpin Français. Elles jouent également un rôle très significatif dans le déclenchement des laves torrentielles et peuvent aussi, enfin, être à l'origine d'autres phénomènes dangereux, notamment en hiver, lorsqu'elles accompagnent des chutes de neige exceptionnelles.

L'étude proposée consistait à déterminer, avec précision, les intensités de précipitation de durée de retour 10, 50, 100, 200 et 500 ans pour des durées respectives de 1h, 2h, 3h, 6h, 12h et 24 h en s'appuyant sur les données historiques disponibles et en veillant à assurer aux résultats le maximum de cohérence spatiale possible.

Cette étude, importante par le travail qu'elle représentait et par l'intérêt qu'elle suscitait, a été lancée dans le cadre d'une action conjointe liant EDF-DTG et le CEMAGREF : EDF apportait un capital de données très important sous forme d'enregistrements pluviographiques non encore dépouillés; le CEMAGREF se chargeant, quant à lui, de récupérer, auprès d'autres organismes, les quelques chroniques pluviographiques complémentaires existantes.

Le dépouillement de cet énorme ensemble de données devait être assuré conjointement par EDF et par le CEMAGREF; EDF devait effectuer le dépouillement de ses propres enregistrements; le CEMAGREF assurant, de son côté, celui des enregistrements provenant des autres organismes.

Le traitement de l'ensemble de ces chroniques supposait le développement d'une chaîne de programmes adaptée. Cela nécessitait également des réflexions appropriées car le traitement, en cohérence spatiale, de séries pluviographiques non homogènes et l'extrapolation, vers les valeurs extrêmes, des lois de distribution des précipitations de faible pas de temps, n'étaient pas sans poser de réelles difficultés méthodologiques. Ce travail devait être effectué par la DTG.

2 - DONNEES UTILISEES

L'essentiel des données utilisées pour cette étude était constitué par les enregistrements des pluviographes installés par EDF-DTG depuis suffisamment longtemps pour être jugés climatologiquement représentatifs : au total (Fig. 1), 58 points de mesures répartis dans le Jura (8 capteurs), les Alpes du Nord (15 capteurs) et les Alpes du Sud (36 capteurs) soit 1706 Années-Stations de durée moyenne comprise, pour la plupart, entre 30 et 35 ans et pouvant atteindre, pour certaines séries plus anciennes, près de 40 ans (☛ tableaux 1 et 2).

Ces données furent complétées par un certain nombre de chroniques historiques provenant du SRAE Rhône-Alpes (9 points de mesure), du SRAE Provence Côte-d'Azur (5 stations) et de METEO-FRANCE (3 stations). A l'exception de la série de BOURG ST MAURICE qui totalisait 30 années de données, ces séries étaient, dans l'ensemble, de durée plus réduite (15 ans en moyenne); certaines ne comptant même que 7 à 10 ans de données. Au total, ces données complémentaires, qui furent toutes récupérées par le CEMAGREF, représentaient 402 Années-Stations (☛ tableaux 3 et 4).

On disposait également des chroniques historiques — certaines de beaucoup plus longue durée — des précipitations journalières relevées au seau, à chaque station, par un observateur. L'intérêt de ces chroniques était double : elles permettaient un contrôle a posteriori de la qualité des données issues des enregistrements pluviographiques; elles garantissaient surtout, par leur plus grande portée, une meilleure robustesse à l'estimation des paramètres statistiques des distributions de précipitations extrêmes.

3 - LE DEPOUILLEMENT MANUEL DES ENREGISTREMENTS

3.1. Conventions de dépouillement

Par convention, l'ensemble des enregistrements pluviographiques disponibles a été dépouillé au pas hebdomadaire en extrayant, pour chaque semaine, les pluies maximales en 1 h, 2 h, 3 h, 6 h, 12 h et 24 h soit, au total et selon les années, 312 ou 318 valeurs par an.

Par convention également, mais aussi pour diminuer les temps de dépouillement — ceux-ci, nous le verrons, ont largement été sous-estimés au départ —, les pluies maximales hebdomadaires pré-citées ont été dépouillées sur la base d'un découpage fixe, à savoir : 0 - 12h et 12h - 24h pour les pluies en 12 heures; 0 - 6h, 6h - 12h, 12h - 18h et 18h - 24h pour les pluies en 6 heures; 0 - 3h, 3h - 6h, 6h - 9h, etc ... pour les pluies en 3 heures et ainsi de suite jusqu'aux pluies en 1 heure qui ont été évaluées, elles, sur la base d'un découpage en heures rondes.

Pour les pluies en 1 heure, le découpage en heures rondes était d'ailleurs obligatoire car c'était la seule façon d'assurer une cohérence entre les valeurs historiques issues du dépouillement manuel des enregistrements papiers et les valeurs plus récentes — l'automatisation progressive de la collecte des données pluviographiques à EDF a démarré au début des années quatre vingts — qui pouvaient être extraites directement des fichiers informatiques de la DTG.

3.2. Aspects pratiques

Le dépouillement manuel de l'ensemble des enregistrements pluviographiques a été une opération très longue qui, dans sa phase initiale, a subi plusieurs contretemps du fait, notamment, de la difficulté à trouver — et, surtout, à garder — des personnes suffisamment motivées pour faire ce travail de façon sérieuse et durable.

En effet, en dehors de son caractère répétitif et fastidieux, ce travail de dépouillement demandait beaucoup de soin et un très bon esprit critique pour bien repérer, sur les enregistrements, les défauts de capteurs, les mauvais fonctionnements d'appareillage et tous les problèmes que l'on rencontre normalement sur ce type de support. Il faut savoir, notamment, qu'on ne dépouille pas, en quantité, des enregistrements pluviographiques comme n'importe quelle courbe ou tableau de chiffres et que l'attention portée aux données, au moment du dépouillement, est un facteur essentiel de la qualité des résultats finaux.

On s'est notamment aperçu, en cours de projet, que certains dépouillements qui avaient été effectués au départ demandaient à être complètement repris avant d'être validés et que le temps moyen nécessaire pour dépouiller proprement une chronique complète était beaucoup plus important que ce qui avait été prévu initialement.

Comme convenu dans la Convention, le dépouillement manuel des enregistrements EDF (environ 1500 Années-Stations) a été effectué sous la responsabilité de la DTG ; le CEMAGREF assurant, lui, le dépouillement des données restantes (402 Années-Stations).

Côté EDF, les dépouillements ont été effectués à la DTG par des agents non statutaires embauchés dans le cadre de Contrats à Durée Déterminée : 4 personnes ont ainsi été employées pour un équivalent total de plus de 2 hommes-an. Côté CEMAGREF, les dépouillements ont été effectués par un Objecteur de Conscience qui faisait son Service Civil à la Division Erosion du CEMAGREF.

3.3. Situation au 1er Mars 1993

Au 1er Mars 1993, le dépouillement manuel des enregistrements pluviographiques qui constituait la base de départ de cette étude peut être considéré comme terminé à 85 %. Toutes les chroniques du Jura et des Alpes situées à l'intérieur de la région Rhône-Alpes ont été dépouillées à l'exception de la seule série de FOND-DE-FRANCE qui a été temporairement laissée de côté. Toutes les chroniques complémentaires qui devaient être récupérées par le CEMAGREF, auprès d'autres organismes, ont également été dépouillées.

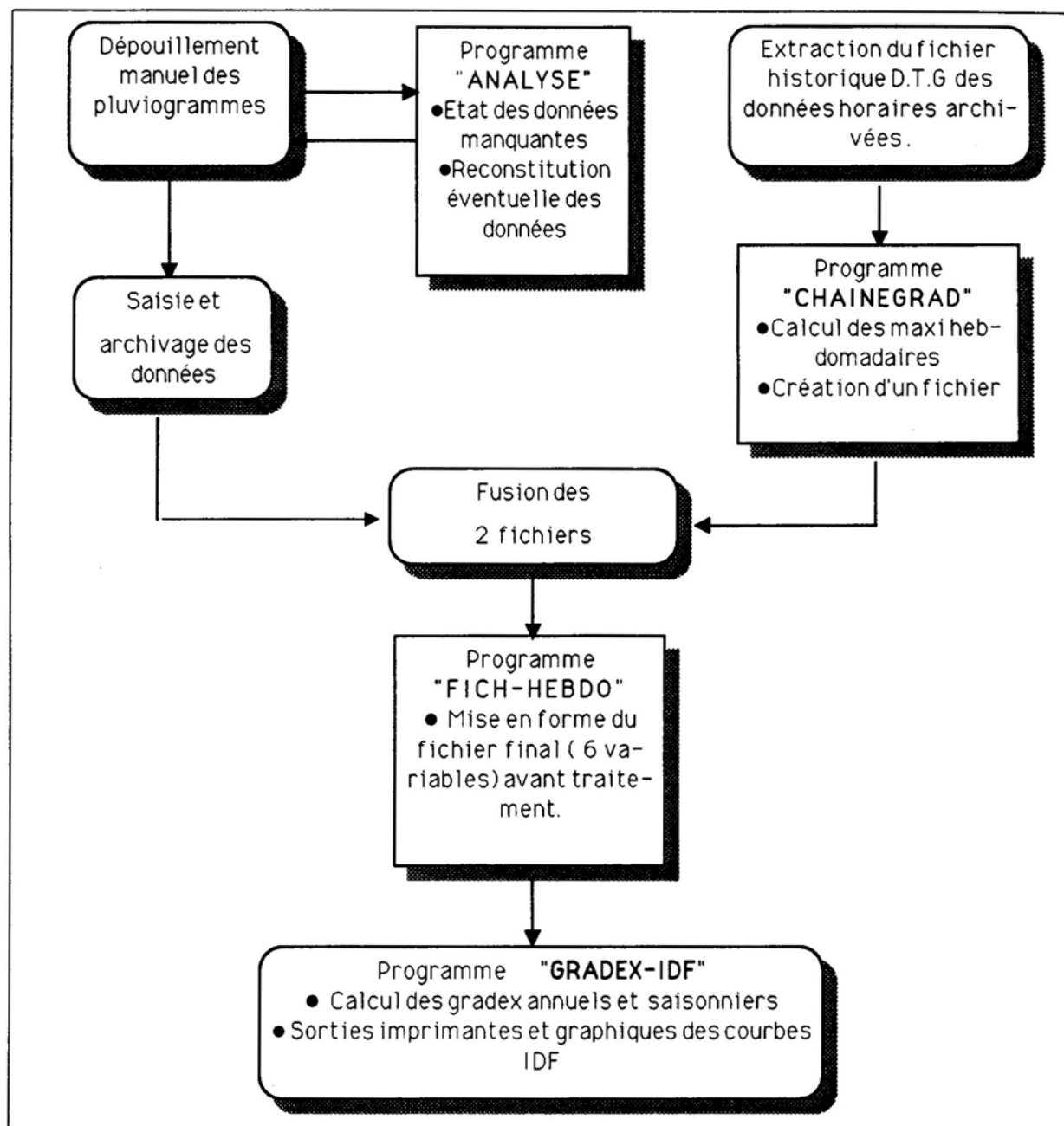
Seules restent, au final, une dizaine de séries qui n'ont pas encore été dépouillées : 7 sur le bassin de la Haute-Durance et 2 sur celui du Verdon. L'ensemble représente près de 330 Années-Stations dont 240 seulement devront faire l'objet d'un dépouillement manuel; les données horaires des 90 Années-Stations restantes étant déjà sur support informatique.

A noter que ce sont des raisons administratives (impossibilité de renouvellement de Contrat à Durée Déterminée) qui n'ont pas permis, en Janvier 93, de prolonger quelque peu le contrat de M Ph. BECCARIA qui avait effectué, avec beaucoup de sérieux et de compétence, la quasi totalité des dépouillements des enregistrements EDF. Et que ce travail de dépouillement s'en est alors trouvé interrompu.

4 - MISE EN FORME, ARCHIVAGE ET TRAITEMENT DES DONNEES

Une fois le dépouillement manuel des enregistrements papier terminé, différentes opérations de contrôle, de validation et de mise en forme ont été nécessaires avant que chaque chronique de précipitations maximales hebdomadaires en 1h, 2h, 3h, 6h, 12h et 24 h puisse être traitée statistiquement. Il était nécessaire, en particulier, d'assurer la fusion cohérente des données issues du dépouillement manuel et des données issues des fichiers de pluies horaires de la DTG.

Ces opérations ont nécessité la mise au point de plusieurs programmes informatiques. Ceux-ci ont été développés par la DTG sous forme d'une chaîne cohérente de modules qui pourrait être utilisée, sans difficulté, pour d'autres opérations similaires (voir schéma ci-dessous).



Chaîne de traitement mise en place pour le contrôle, la mise en forme et le traitement des données pluviographiques de la DTG et des autres organismes

Un effort particulier a été fait pour assurer un enchaînement souple des tâches et faciliter, à tous les niveaux, la sortie, sur imprimante et sur table traçante, de tableaux et de graphiques de contrôle et d'analyse.

5 - PRECIPITATIONS EXTREMES ET COURBES I.D.F.

5.1. Méthodologie

La méthodologie utilisée s'appuie sur l'hypothèse de décroissance limite exponentielle de la distribution des précipitations en un laps de temps fixé, pour un lieu et une saison donnés.

La première étape consiste à représenter graphiquement la distribution empirique des valeurs maximales enregistrées chaque année pour chaque pas de temps étudié (Fig. 2). Chacune de ces distributions est ensuite approchée par un ajustement de Gumbel que l'on peut considérer comme très robuste, statistiquement, jusqu'à une durée de retour de 5 à 20 ans.

Ces ajustements sont ensuite extrapolés, au delà de cette durée de retour, selon les gradex calculés d'après la distribution des valeurs maximales hebdomadaires de la saison à plus fort risque (Fig 3 à 8). Cette saison varie en fonction du lieu et du pas de temps. En 1h, les mois d'été fournissent les plus forts gradex (risque orageux), alors qu'en 24 h les plus fortes valeurs sont observées entre l'automne et l'hiver suivant les bassins.

Les valeurs estimées sont soumises à une incertitude liée à l'échantillon disponible. Cette dispersion d'échantillonnage croît avec la durée de retour. Afin de la limiter, les évaluations obtenues indépendamment les unes des autres sont lissées en fonction de celles faites pour les pas de temps voisins et pour les stations environnantes.

Un programme complémentaire assure la mise en forme définitive des résultats précédents. Il fournit en sortie pour chacun des pas de temps 1h, 2h, 3h, 6h, 12h, 24h et pour des durées de retour allant de 2 à 1000 ans les précipitations totales ainsi que les intensités moyennes horaires correspondantes (Fig. 9 à 11).

On fournit, à titre d'illustration, pour 4 stations particulières — CHAMONIX (☞ Annexe 1), ABONDANCE (☞ Annexe 2), VIGNOTAN (☞ Annexe 3) et AVRIEUX (☞ Annexe 4) — le tableau et les graphiques Intensité-Durée-Fréquence finaux.

5.2. Etat d'avancement au 1er mars 1993

Après la phase de dépouillement et de contrôle des données qui s'est terminée fin 92 et après le nécessaire développement de la chaîne de traitement, le traitement systématique des chroniques dépouillées et validées a été engagé par la DTG à la fin de l'année 1992. Plus d'une vingtaine de stations sont aujourd'hui complètement traitées (Fig. 12).

Ce travail faisant actuellement l'objet d'une affectation prioritaire, la totalité des stations de la région Rhône Alpes seront terminées à la fin du mois de mars 93. L'ensemble des autres stations notamment celles des Alpes du Sud pouvant être complètement traitées pour le 30 avril 93.

7 - CONCLUSION

L'étude des courbes Intensité-Durée-Fréquence des précipitations de 1 à 24h dans les Alpes a été possible grâce à l'énorme capital de données pluviographiques dont disposait la DTG et grâce aussi aux chroniques historiques complémentaires qui ont pu être récupérées par le CEMAGREF .

Le travail de dépouillement et de mise en forme de ces données a été une opération longue et fastidieuse qui a souffert au départ de contretemps importants.

L'étude, maintenant entrée dans sa phase terminale, sera complètement achevée au 30 avril 93.

Les résultats complets seront disponibles pour d'éventuelles analyses complémentaires sous forme de tableaux, de courbes ou de fichiers de type Intensité-Durée-Fréquence. Ils permettront, entre autre, de fournir des valeurs de pluies extrêmes adaptées à l'hydrologie des petits bassins versants de montagne.

Ces résultats permettront également d'engager d'autres recherches : liaisons entre précipitations extrêmes de 1 à 24 heures et paramètres morphométriques, cartographie spatiale des paramètres statistiques relatifs aux pluies de faible pas de temps, édition cartographique de certaines valeurs de référence, etc ...

EDF - DTG
Sce RESSOURCES EN EAU

ANALYSE FREQUENTIELLE DE LONGUES SERIES PLUVIOGRAPHIQUES DANS LES ALPES

STATIONS EDF ALPES NORD Etat du dépouillement au 1er Mars 1993

Bassins	Stations	Période disponible	Nbre d'années Dépouillées
DOUBS	PONTARLIER	81-90	11
	LIEBVILLERS	83-90	8
AIN/VALSERINE	CHALAIN-MARIGNY	58-90	33
	LES ROUSSES	58-90	33
	CERNON-VOUGLANS	61-90	30
	TRABLETTES	58-90	33
	CHEZERY	60-90	31
	GENISSIAT	78-90	13
	ARVE/FIER	CHAMONIX	56-90
PRESSY		68-90	23
ABONDANCE		60-90	31
THONES		58-90	33
VALLIERES		61-90	30
AILLON LE JEUNE		58-90	33
HAUTE-ISERE		BELLEVILLE	59-90
	VIGNOTAN	59-90	32
ARC	GRAN SCALA	75-90	16
	AVRIEUX	59-90	32
	LE GLANDON	59-90	32
	LE CHATELARD	83-90	8
ROMANCHE	LE CHAZELET	56-90	35
	PONT ESCOFFIER	60-90	31
	GRAND MAISON	78-88	11

TOTAL	605 années	605 années
-------	------------	------------

Tableau 1

EDF - DTG
Sce RESSOURCES EN EAU

ANALYSE FREQUENTIELLE DE LONGUES SERIES PLUVIOGRAPHIQUES DANS LES ALPES

STATIONS EDF ALPES SUD Etat du dépouillement au 1er Mars 1993

Bassins	Stations	Période disponible	Nbre d'années Dépouillées
MOYENNE ISERE	FOND DE FRANCE	74-90	
	ALLEVARD	79-90	12
	CHARAVINES	61-90	30
DRAC	CHAMPOLEON	58-90	33
	ST BONNET	61-90	30
	MOLINES	52-90	39
	ST ETIENNE/DEVOLUY	58-90	33
	PELLAFOL LE SAUTET	63-90	28
	VALBONNAIS	62-90	29
	VARCES	68-90	23
BOURNE	VILLARD DE LANS	60-90	31
HTE-DURANCE	NEVACHE SALE	59-90	31
	BRIANCON	52-90	39
	PELVOUX LES CLAUX	52-90	39
	ABRIES	55-90	35
	ST-VERAN	52-90	
	ARVIEUX	52-90	
	EMBRUN	52-90	39
	LA CONDAMINE	52-90	
	FOURS	52-90	
	SEYNE LES ALPES	52-90	
	ROUSSET SERRE-PONCON	61-90	
	GAP	52-90	
BUECH	LUS LA CROIX HAUTE	62-90	29
	SERRES	62-90	29
MOYENNE DURANCE	ST-ETIENNE LES ORGUES	62-90	29
	MALLEMORT	72-90	18
	LES DOORBES	64-78	15
	MARCOUX ST MARTIN	78-90	13
VERDON	LAMBRISSSE	52-90	
	CASTILLON-DEMANDOLX	60-90	31
	PLAN DE CANJUERS	64-90	
FLEUVES COTIER	COURESEGOULES	52-90	39
	ST-ETIENNE DE TINEE	60-90	31
	CLANS-BANCAIRON	60-90	31
	TANNERON ST-CASSIEN	66-90	25
TOTAL		1101 années	761 années

Tableau 2

EDF - DTG
Sce RESSOURCES EN EAU

ANALYSE FREQUENTIELLE DE LONGUES SERIES PLUVIOGRAPHIQUES DANS LES ALPES

STATIONS NON EDF ALPES NORD Etat du dépouillement au 1er Mars 1993

Stations	Organisme	Période	Nbre d'années Dépouillées
Bg ST MAURICE	METEO FRANCE	60-89	30
CHALLES LES EAUX	"	63-87	25
BONS	SRAE Rhône-Alpes	70-72, 74-83	13
ST-BLAISE Mt-SION	"	70-83	14
SCIEZ	"	70-72, 74-83	13
ST-JEOIRE	"	77-83	7
ST-JORIOZ	"	74-83	10
ST-PAUL LE FENOUILLET	"	70-72, 74-83	13
SCIENTRIER	"	70-72, 74-83	13
VACHERESSE	"	70-72, 74-83	13
VALLEIRY HAUT	"	70-83	14

TOTAL	165 années	165 années
-------	------------	------------

Tableau 3

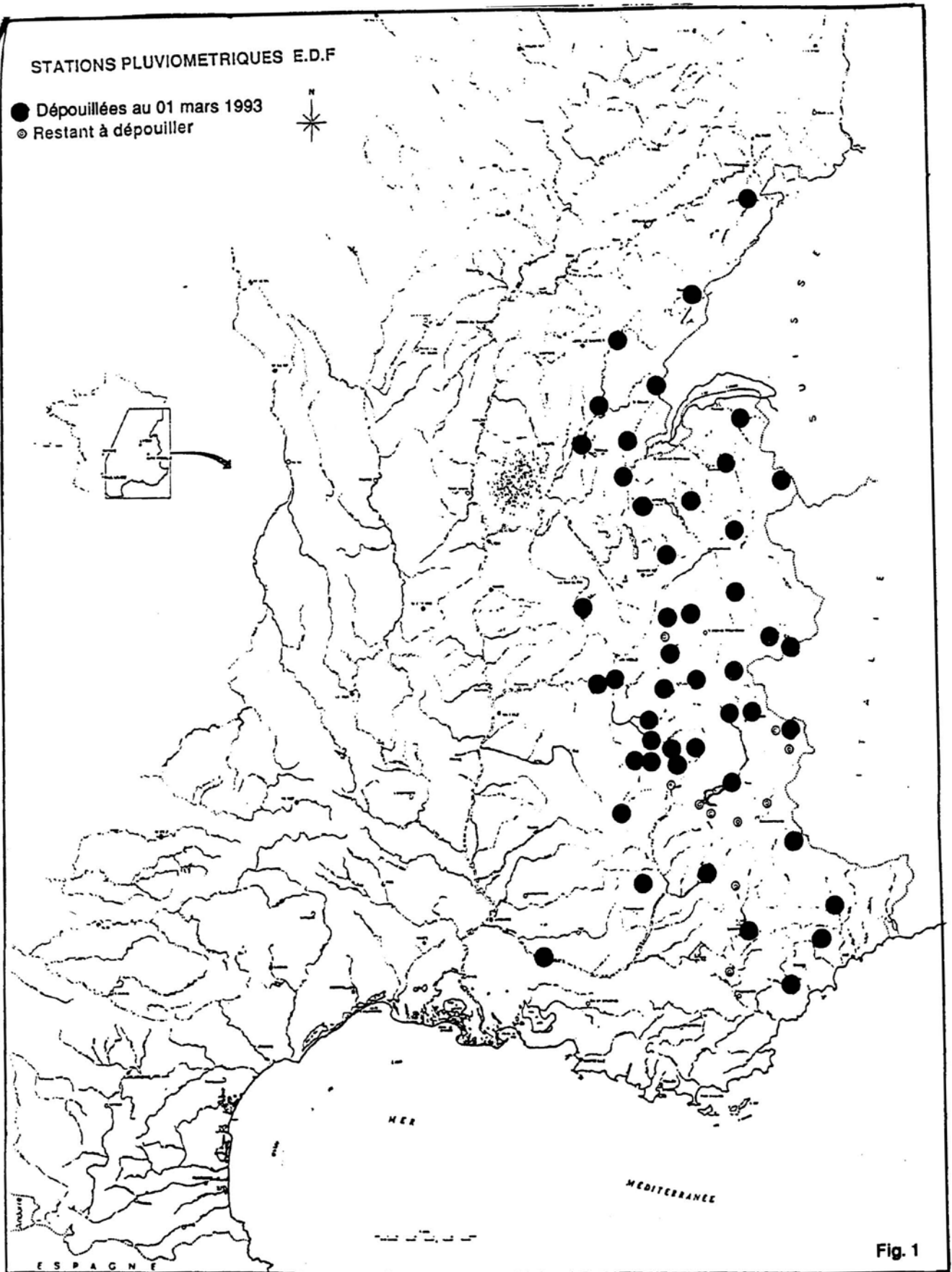
EDF - DTG
Sce RESSOURCES EN EAU

ANALYSE FREQUENTIELLE DE LONGUES SERIES PLUVIOGRAPHIQUES DANS LES ALPES

STATIONS NON EDF ALPES SUD Etat du dépouillement au 1er Mars 1993

Stations	Organisme	Période	Nbre d'années Dépouillées
VACHETTE	SRAE PACA	76-90	15
LA CHAUP	"	77-90	14
LA JOUE DU LOUP	"	78-90	13
ST-GENIS	"	74-90	17
VEYNES	"	71-90	20
ST-GEOIRS 6 et 9	METEO FRANCE	67-86	20
EYBENS	"	52-67	16
ST-MARTIN D'HERES	"	68-89	22
TOTAL		137 années	137 années

Tableau 4



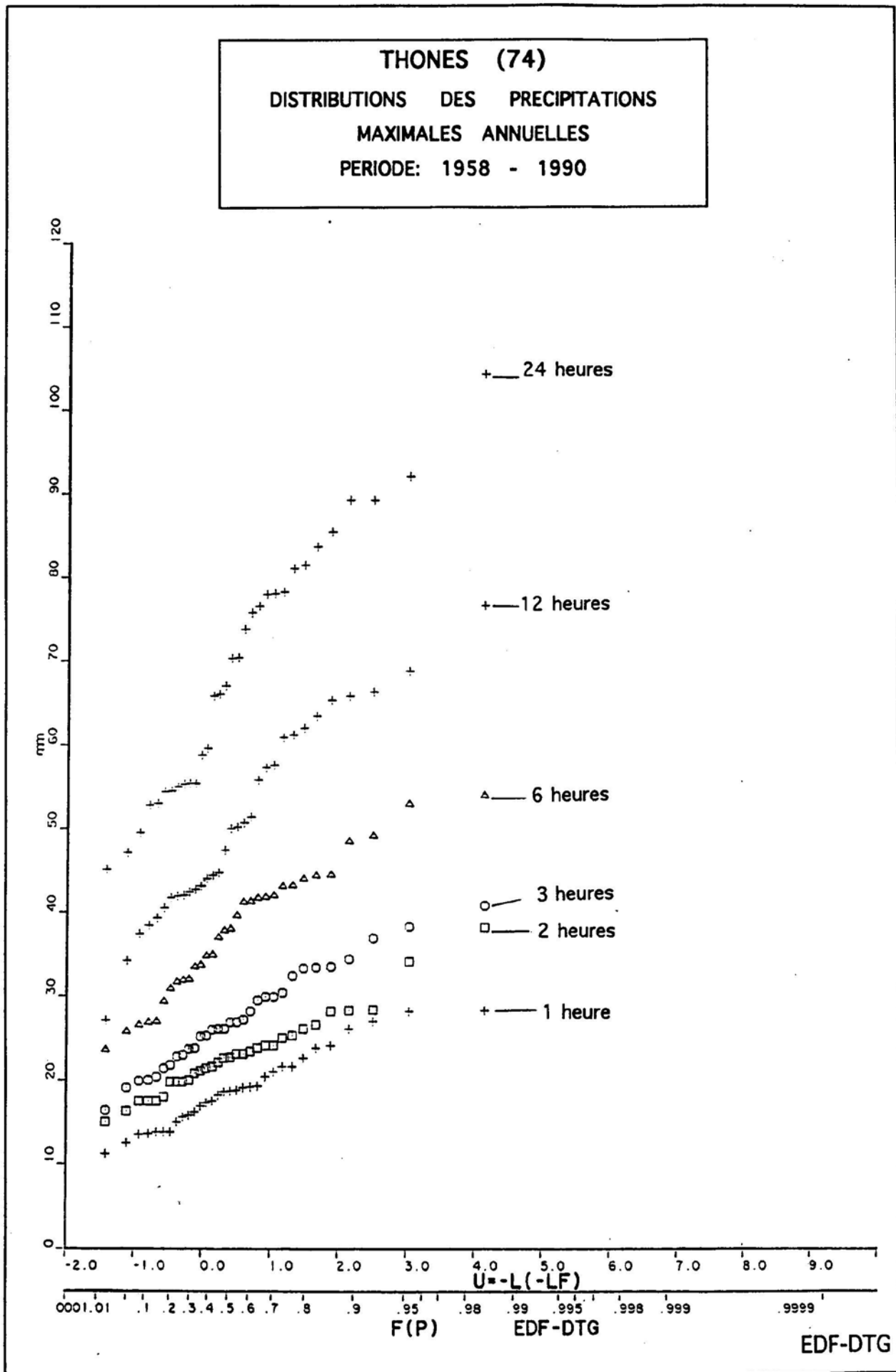


Fig. 2

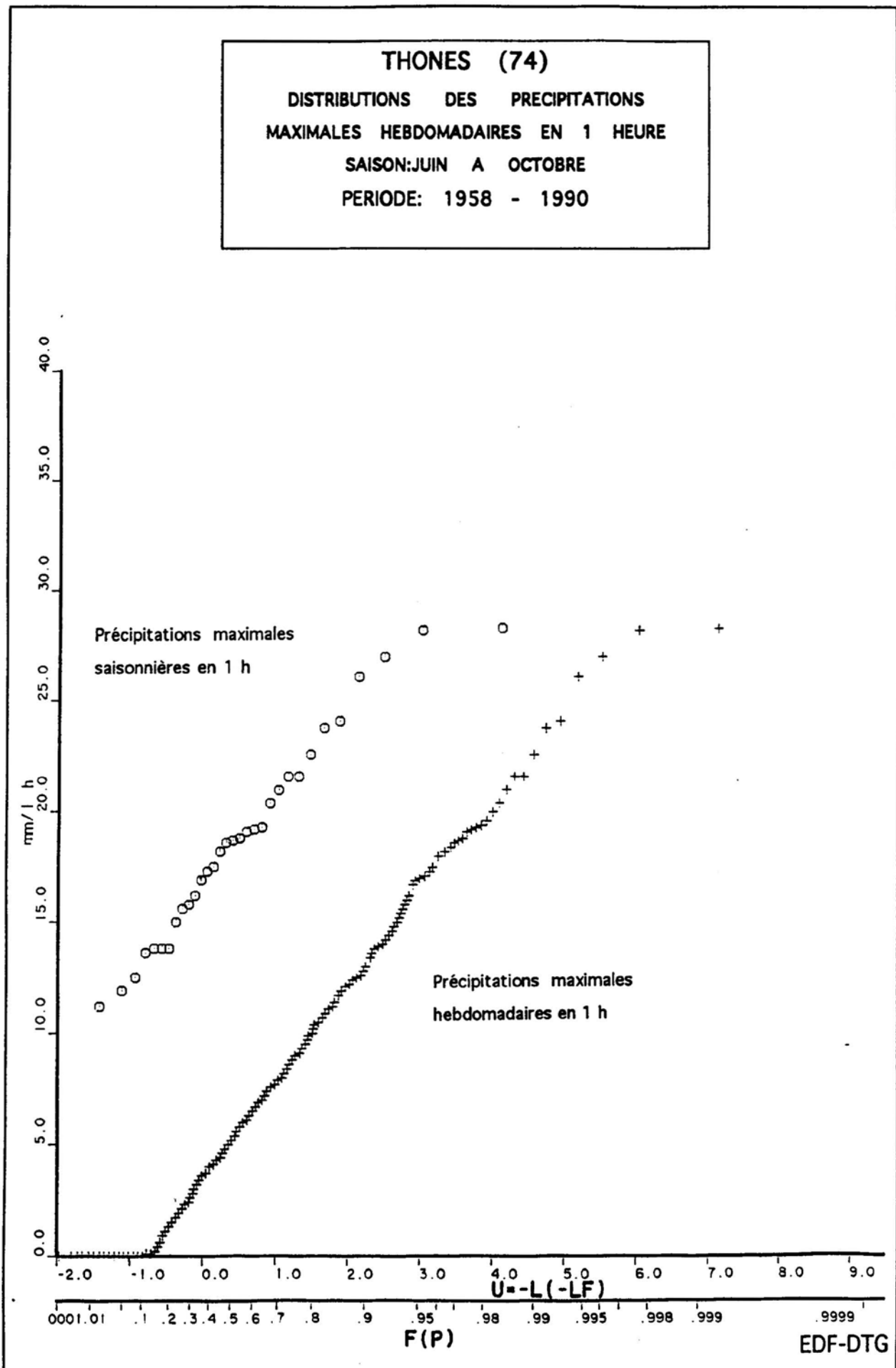


Fig. 3

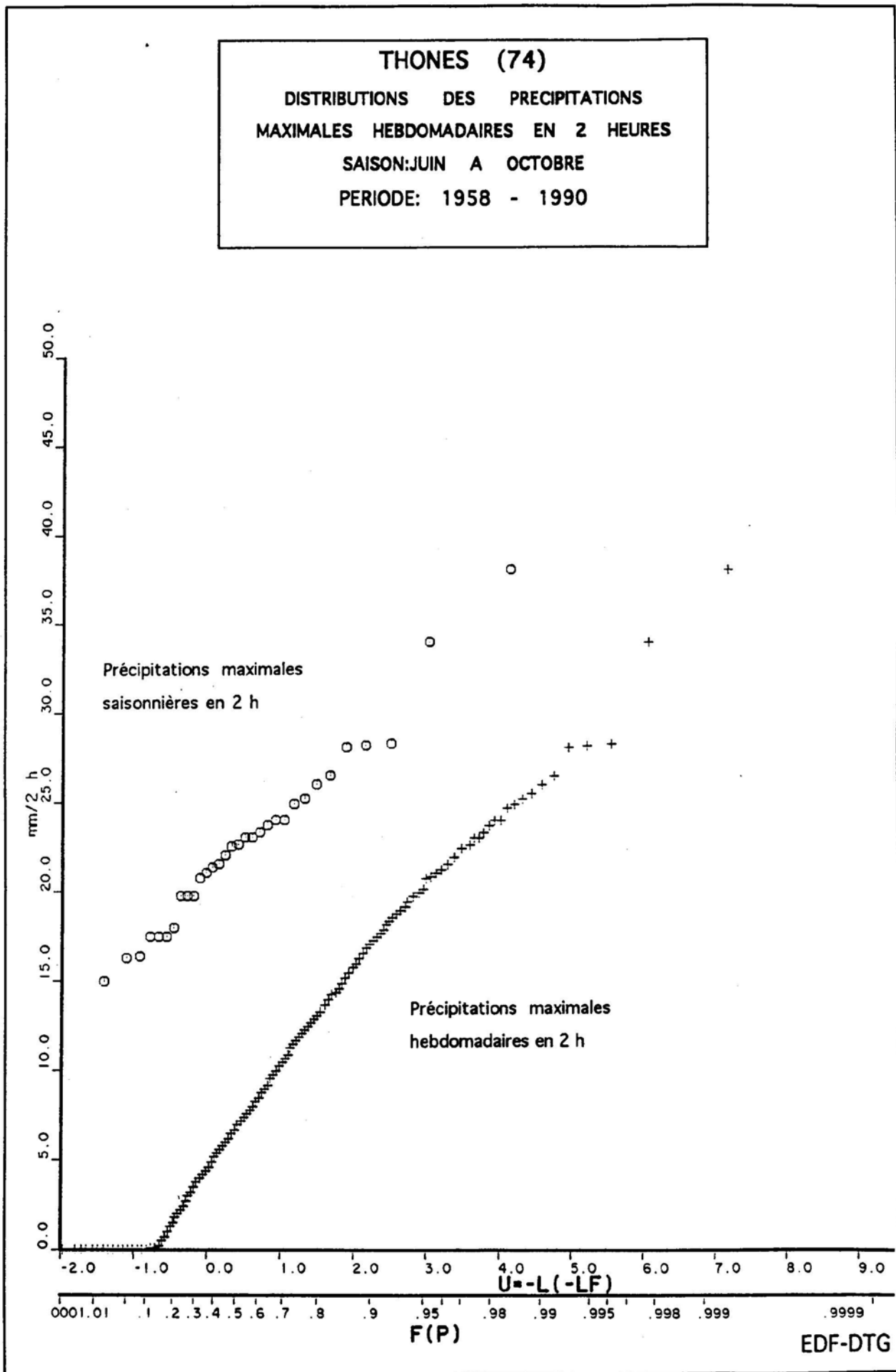


Fig. 4

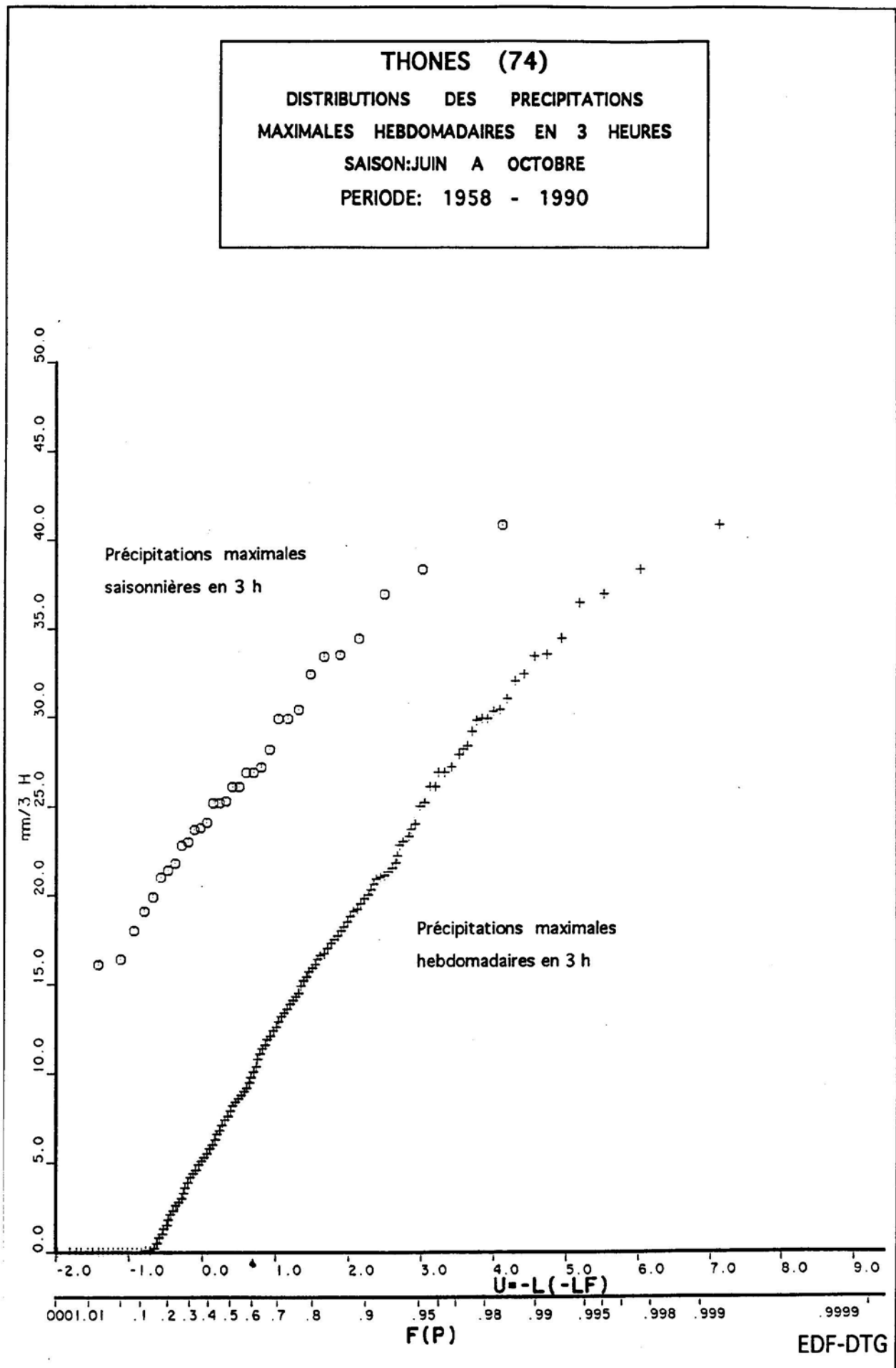


Fig. 5

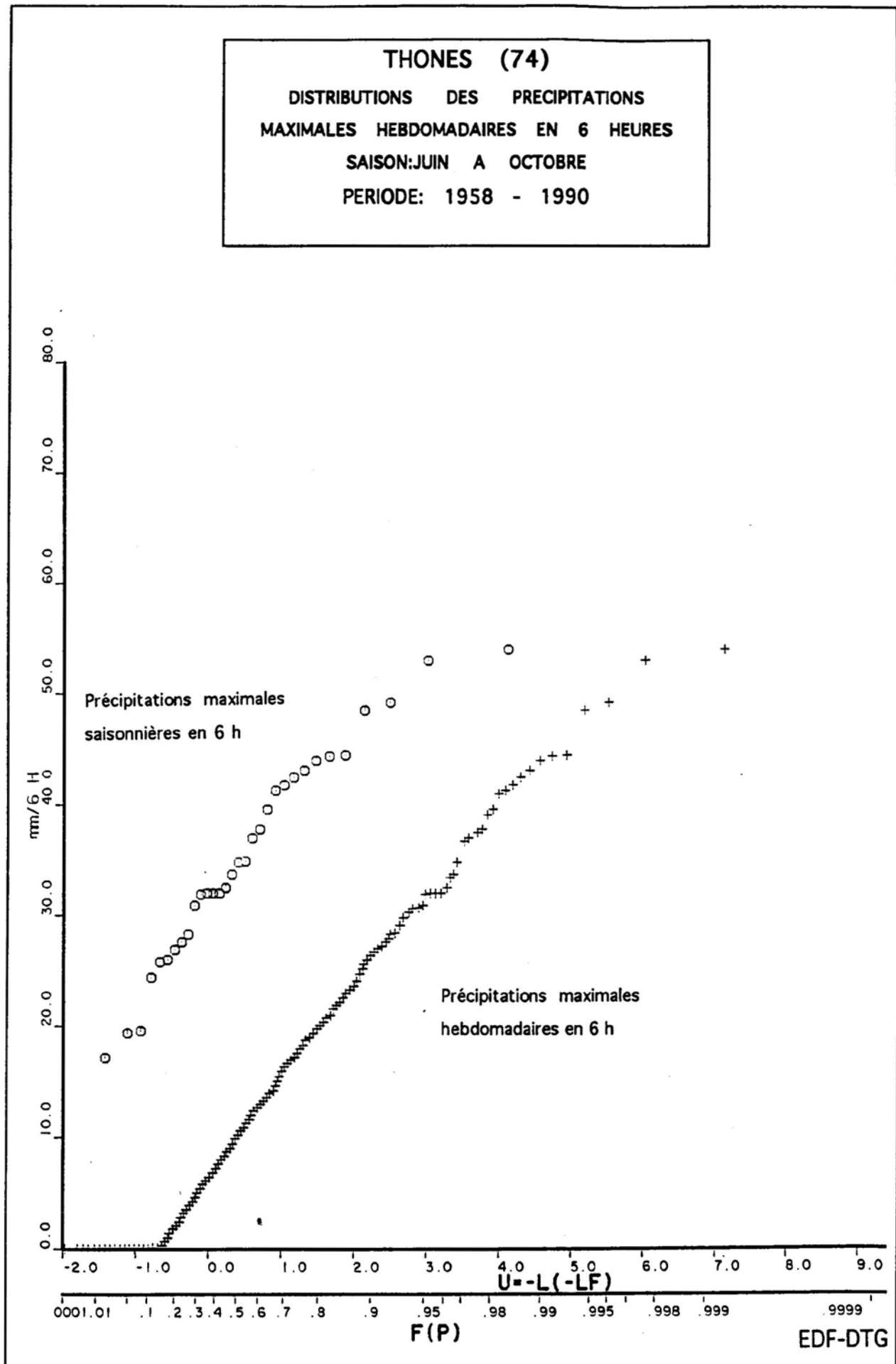


Fig. 6

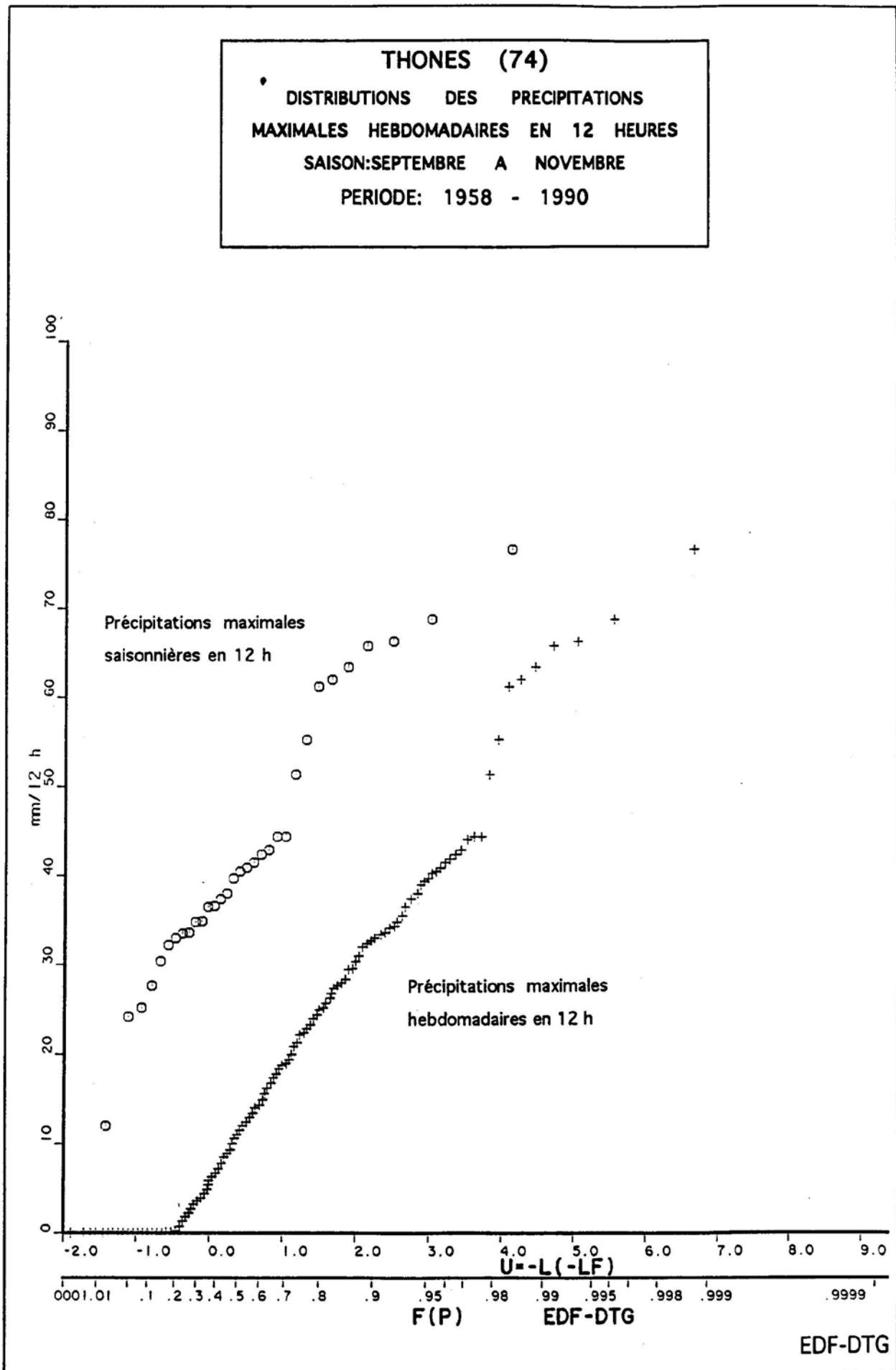


Fig. 7

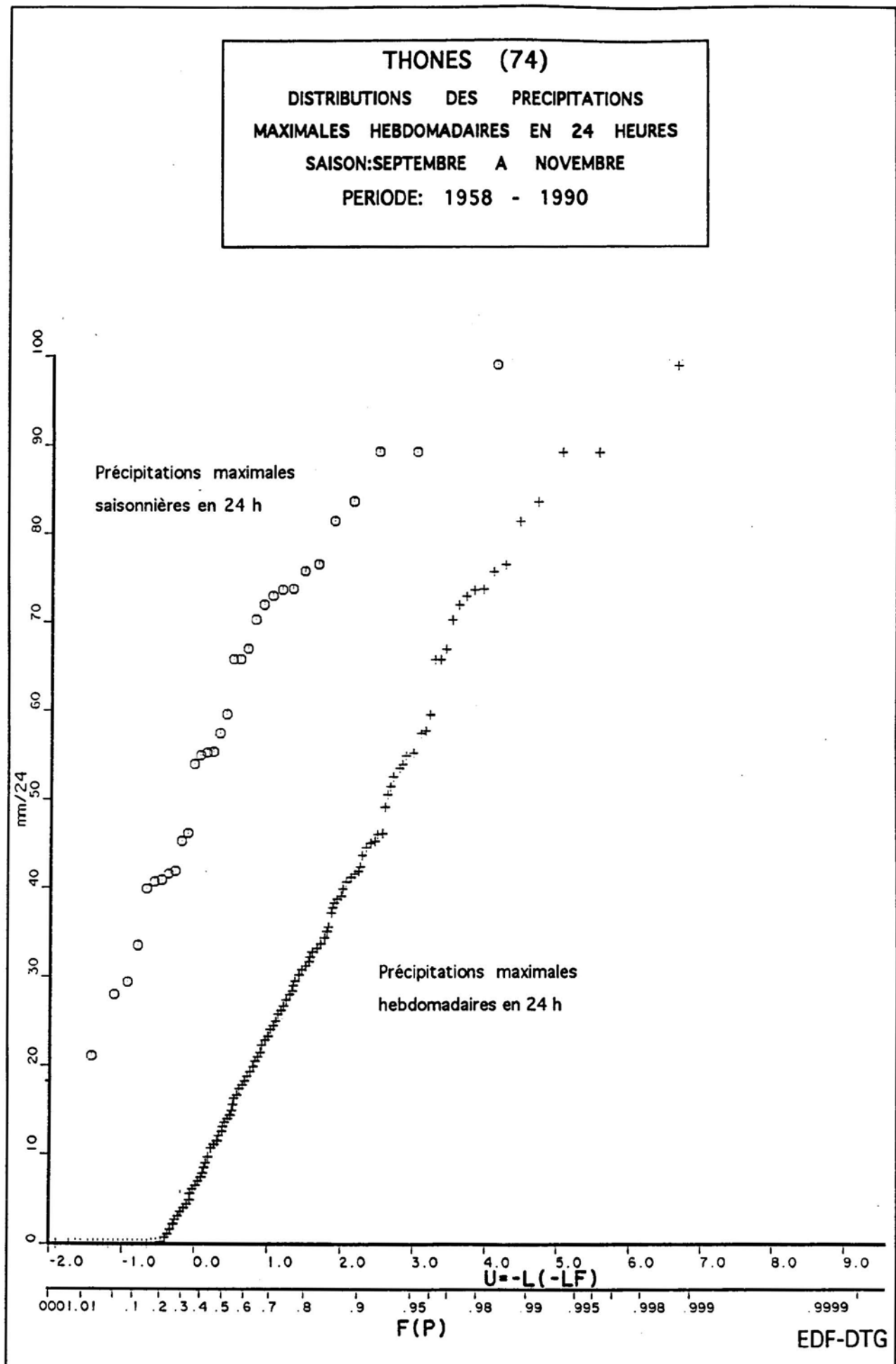


Fig. 8

THONES (74)
MASSIF DES ARAVIS
ALTITUDE: 625 m
PERIODE : 1958-1990

PRECIPITATIONS EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	18	23	28	37	49	66
5 ANS	23	29	34	46	60	80
10 ANS	26	33	39	51	67	89
20 ANS	29	37	44	58	76	101
50 ANS	33	43	50	66	87	116
100 ANS	36	47	55	72	96	128
200 ANS	39	51	59	79	104	140
500 ANS	43	56	66	87	116	155
1000 ANS	46	60	70	93	124	166

INTENSITES HORAIRES EN MM

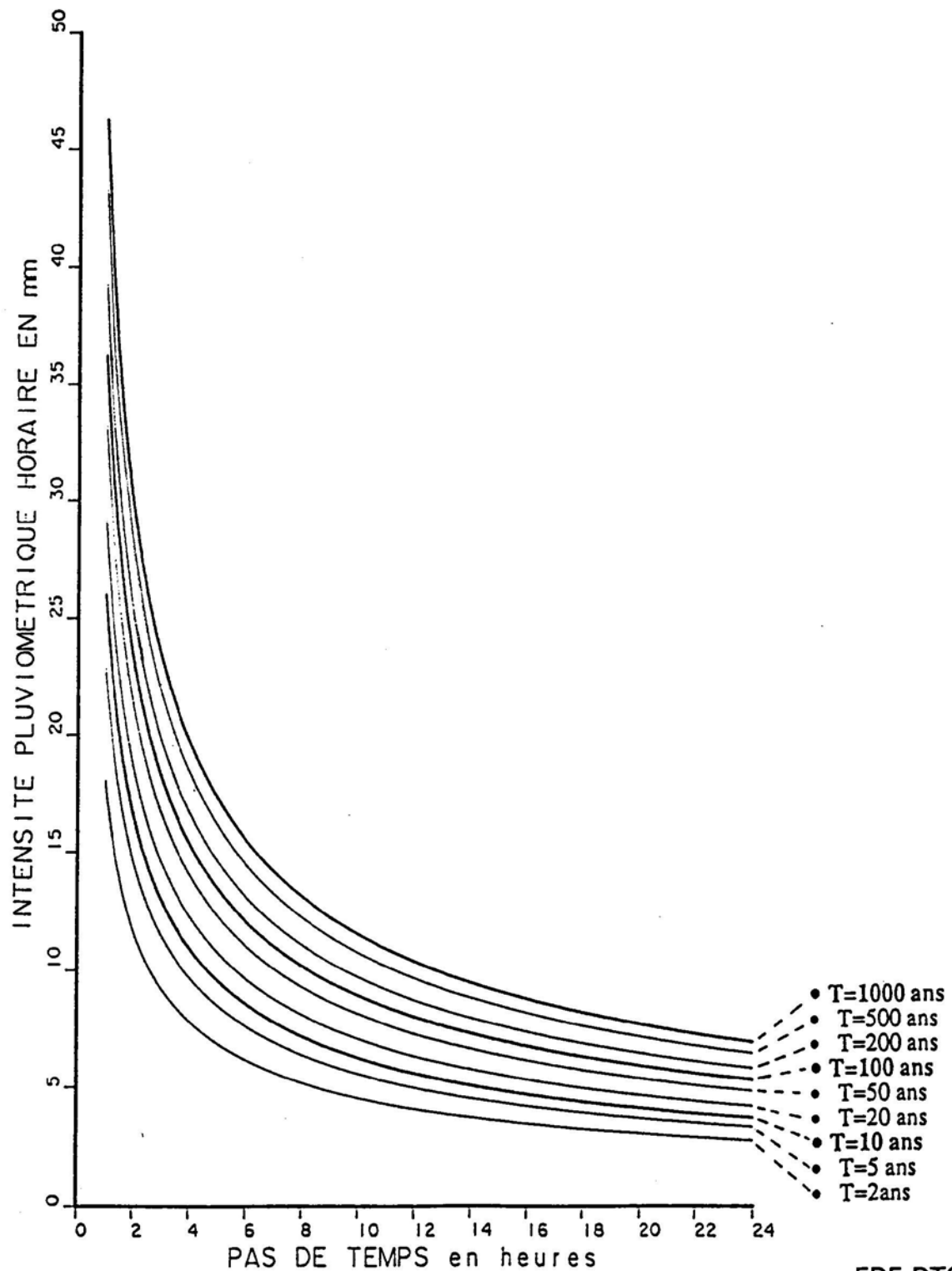
	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	18.0	11.7	9.2	6.2	4.1	2.7
5 ANS	22.8	14.7	11.5	7.6	5.0	3.3
10 ANS	26.0	16.6	13.0	8.6	5.6	3.7
20 ANS	29.1	18.7	14.6	9.6	6.3	4.2
50 ANS	33.2	21.4	16.7	11.0	7.3	4.9
100 ANS	36.2	23.3	18.2	12.1	8.0	5.3
200 ANS	39.2	25.3	19.8	13.1	8.7	5.8
500 ANS	43.2	27.9	21.9	14.5	9.6	6.4
1000 ANS	46.3	29.9	23.4	15.5	10.4	6.9

EDF-DTG

Fig. 9

COURBES
INTENSITE DUREE-FREQUENCE

THONES (74)
MASSIF DES ARAVIS
ALTITUDE: 625 m
PERIODE: 1958-1990

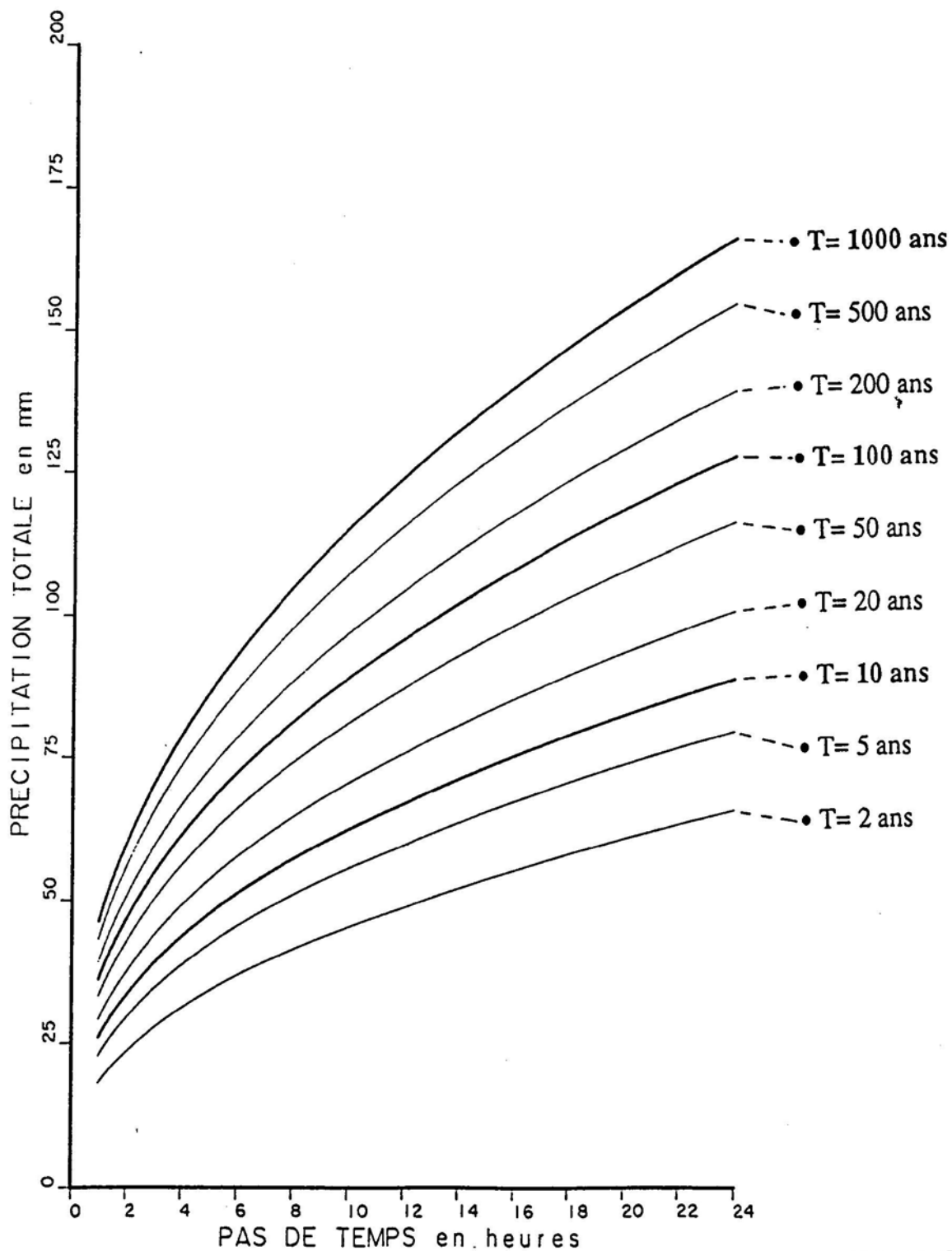


EDF-DTG

Fig. 10

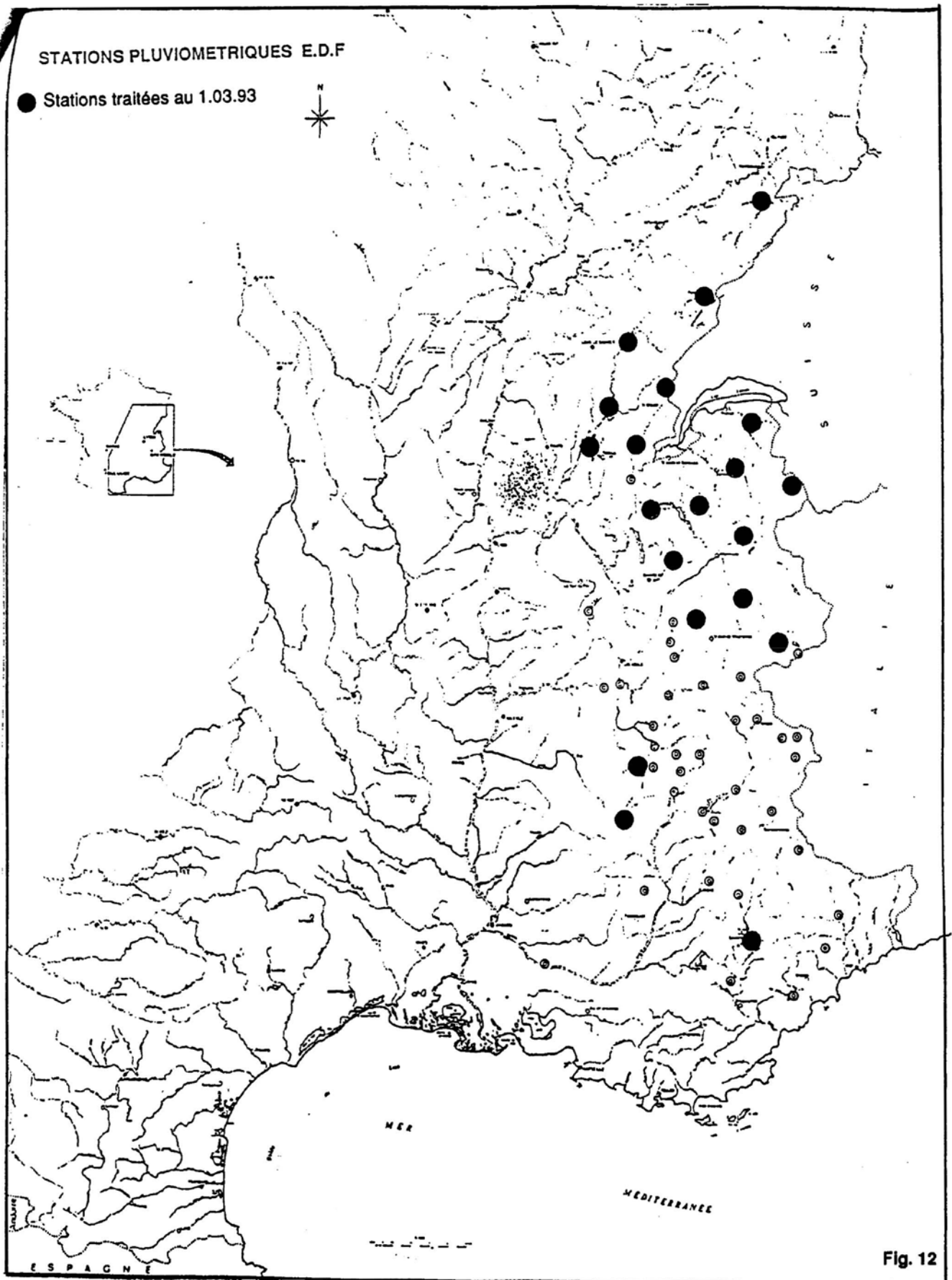
**COURBES
PRECIPITATION
DUREE-FREQUENCE**

**THONES (74)
MASSIF DES ARAVIS
ALTITUDE: 625 m
PERIODE: 1958-1990**



EDF-DTG

Fig. 11



ANNEXE 1

Tableaux et courbes Intensité-Durée-Fréquence de la station de CHAMONIX (74)

CHAMONIX (74)
MASSIF DU MT BLANC
ALTITUDE: 1035 m
PERIODE : 1956-1990

PRECIPITATIONS EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	13	18	21	29	41	57
5 ANS	15	22	26	36	51	72
10 ANS	17	24	29	41	58	82
20 ANS	20	28	33	46	65	92
50 ANS	23	32	38	53	75	106
100 ANS	25	35	42	58	82	116
200 ANS	27	38	46	64	90	126
500 ANS	30	42	51	70	99	139
1000 ANS	32	45	55	75	106	149

INTENSITES HORAIRES EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	12.7	8.8	7.1	4.9	3.4	2.4
5 ANS	15.5	10.8	8.7	6.1	4.3	3.0
10 ANS	17.3	12.1	9.8	6.8	4.8	3.4
20 ANS	19.6	13.8	11.1	7.7	5.5	3.8
50 ANS	22.6	15.9	12.8	8.9	6.3	4.4
100 ANS	24.8	17.4	14.0	9.7	6.9	4.8
200 ANS	27.0	19.0	15.3	10.6	7.5	5.2
500 ANS	30.0	21.1	16.9	11.7	8.3	5.8
1000 ANS	32.2	22.6	18.2	12.6	8.9	6.2

COURBES

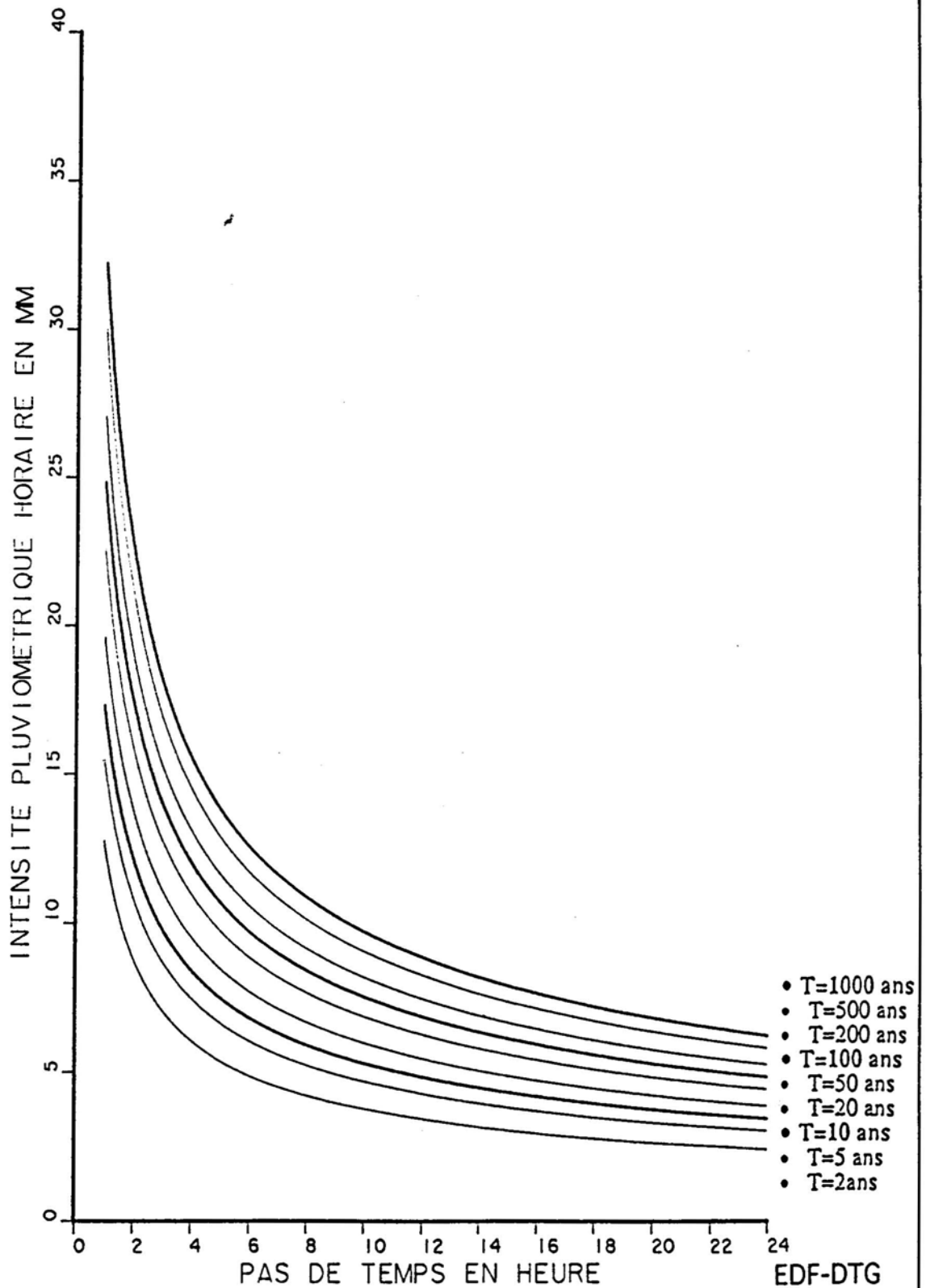
INTENSITE DUREE-FREQUENCE

CHAMONIX (74)

MASSIF DU MT BLANC

ALTITUDE: 1035 m

PERIODE: 1956-1990

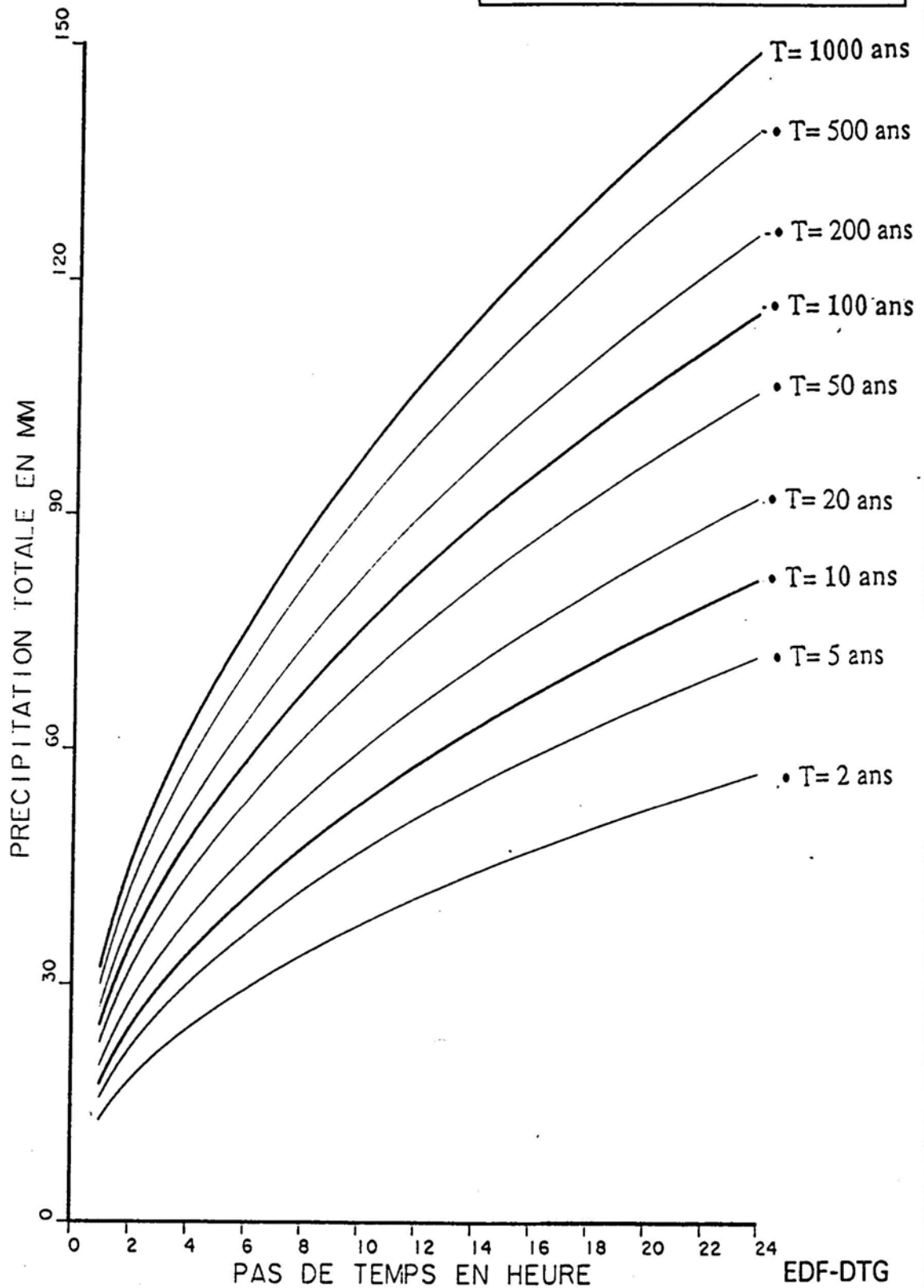


- T=1000 ans
- T=500 ans
- T=200 ans
- T=100 ans
- T=50 ans
- T=20 ans
- T=10 ans
- T=5 ans
- T=2ans

EDF-DTG

**COURBES
PRECIPITATION
DUREE-FREQUENCE**

**CHAMONIX (74)
MASSIF DU MT BLANC
ALTITUDE: 1035 m
PERIODE: 1956-1990**



ANNEXE 2

Tableaux et courbes Intensité-Durée-Fréquence de la station de ABONDANCE (74)

ABONDANCE (74)
CHABLAIS
ALTITUDE: 1000 m
PERIODE : 1960-1990

PRECIPITATIONS EN MM

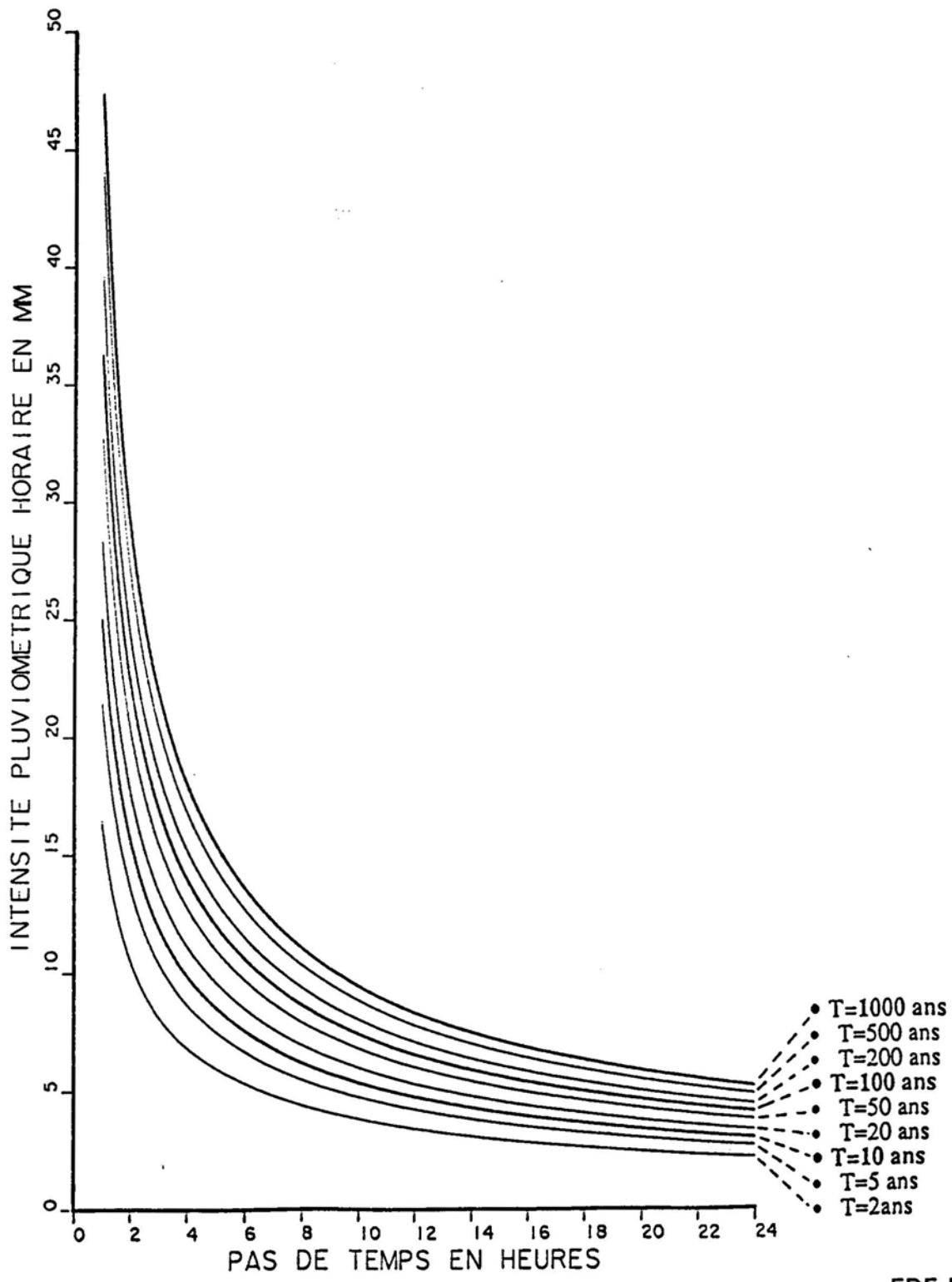
	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	16	21	25	32	40	52
5 ANS	22	27	31	40	50	64
10 ANS	25	32	36	45	57	72
20 ANS	28	36	41	51	63	80
50 ANS	33	41	47	58	72	91
100 ANS	36	45	51	64	78	99
200 ANS	40	49	56	69	85	106
500 ANS	44	54	62	76	93	117
1000 ANS	47	58	66	82	99	125

INTENSITES HORAIRES EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	16.4	10.6	8.2	5.3	3.4	2.2
5 ANS	21.6	13.7	10.5	6.7	4.2	2.7
10 ANS	25.0	15.8	12.0	7.5	4.7	3.0
20 ANS	28.5	17.8	13.6	8.5	5.3	3.3
50 ANS	32.9	20.5	15.6	9.7	6.0	3.8
100 ANS	36.3	22.5	17.1	10.6	6.5	4.1
200 ANS	39.6	24.5	18.6	11.5	7.1	4.4
500 ANS	44.0	27.1	20.6	12.7	7.8	4.9
1000 ANS	47.4	29.1	22.1	13.6	8.3	5.2

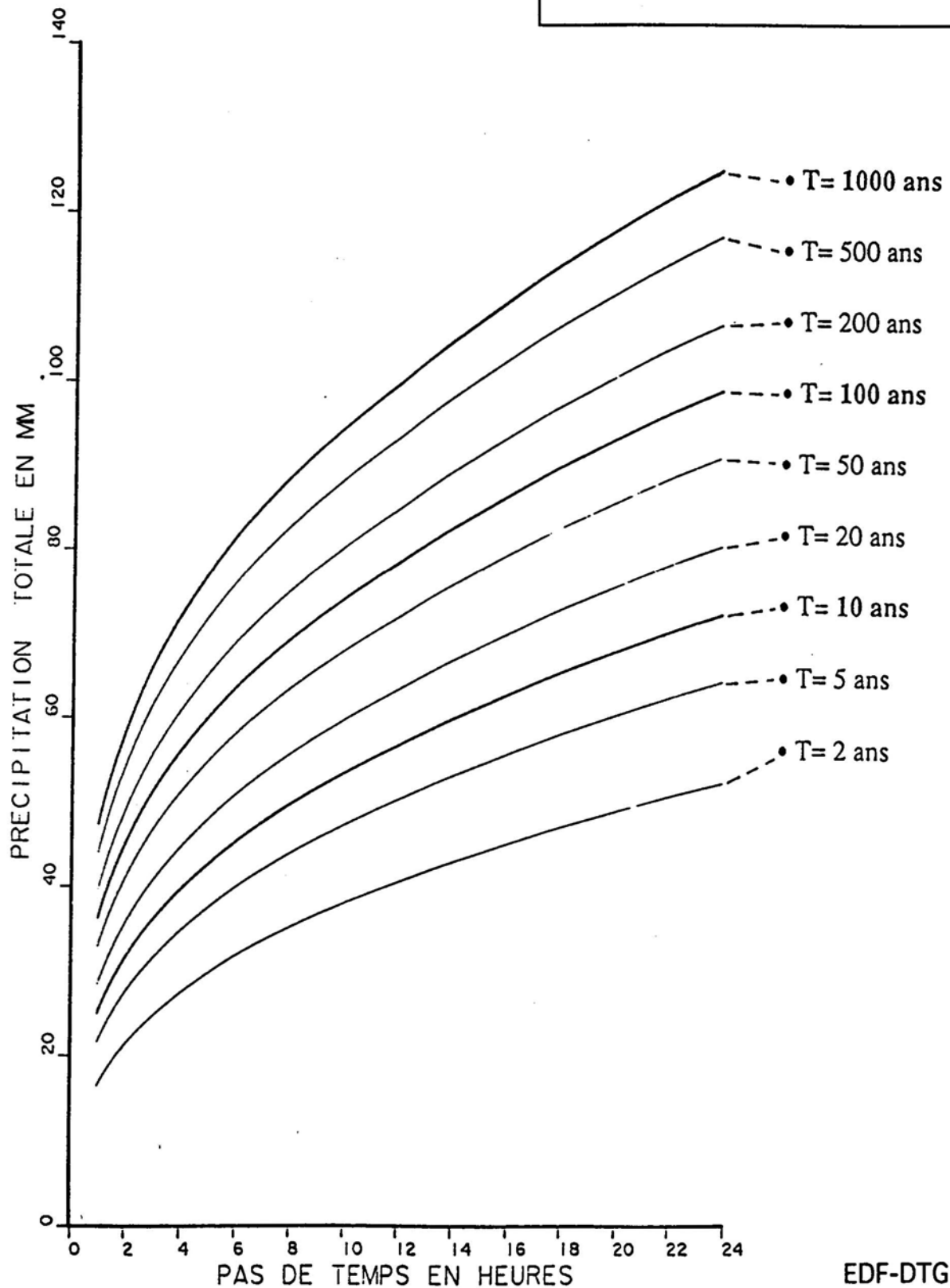
COURBES
INTENSITE DUREE-FREQUENCE

ABONDANCE (74)
CHABLAIS
ALTITUDE: 1000 m
PERIODE: 1960-1990



**COURBES
PRECIPITATION
DUREE-FREQUENCE**

**ABONDANCE (74)
CHABLAIS
ALTITUDE: 1000 m
PERIODE: 1960-1990**



ANNEXE 3

Tableaux et courbes Intensité-Durée-Fréquence de la station de VIGNOTAN (73)

VIGNOTAN (73)
VANOISE
ALTITUDE: 600 m
PERIODE : 1959-1990

PRECIPITATIONS EN MM

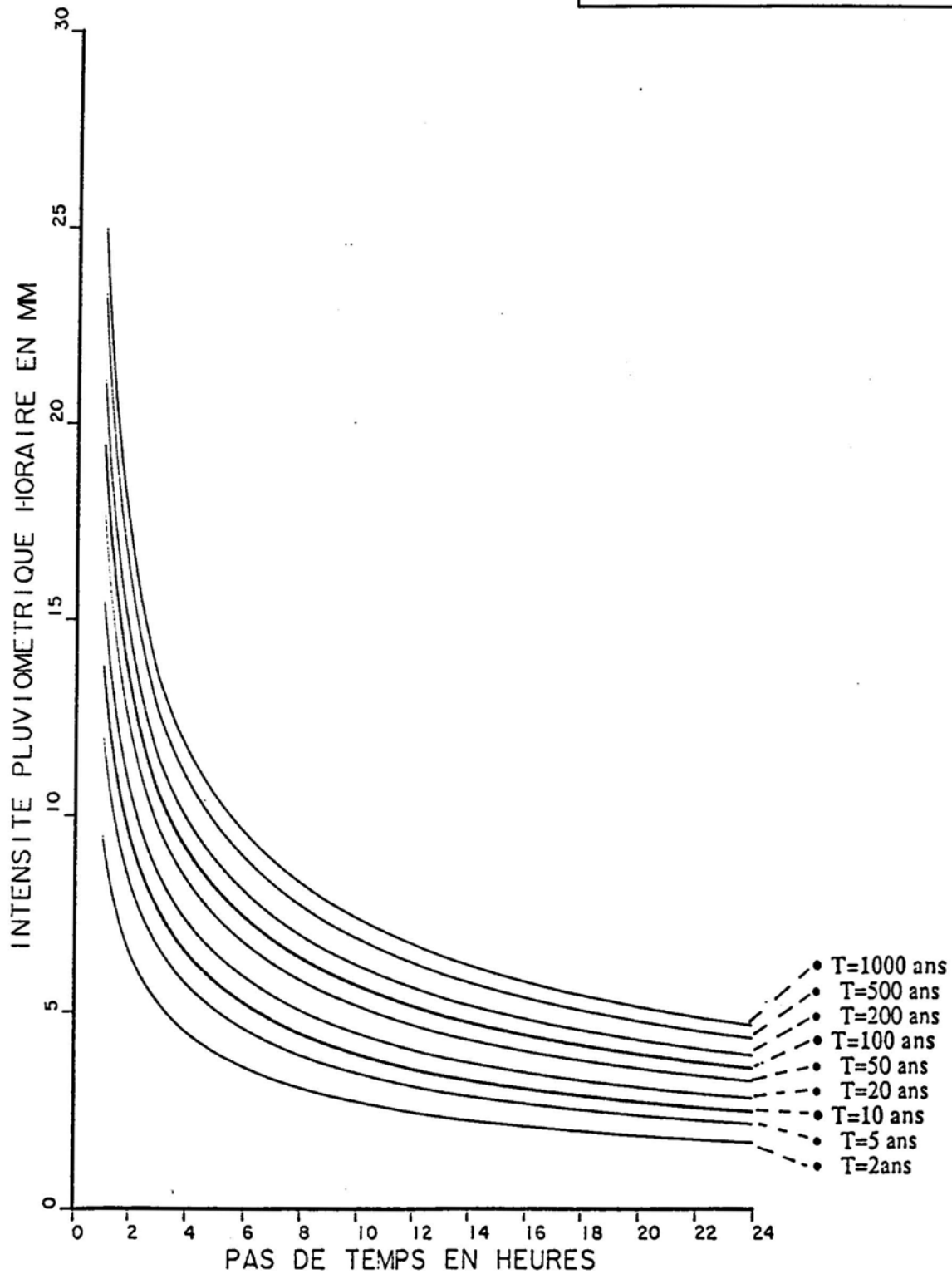
	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	9	13	16	22	29	40
5 ANS	12	17	20	27	37	52
10 ANS	14	19	23	31	43	59
20 ANS	16	21	26	35	49	67
50 ANS	18	24	29	41	56	78
100 ANS	19	27	32	44	62	86
200 ANS	21	29	34	48	68	93
500 ANS	23	32	38	53	75	104
1000 ANS	25	34	41	57	81	112

INTENSITES HORAIRES EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	9.5	6.5	5.3	3.6	2.4	1.7
5 ANS	12.1	8.3	6.7	4.6	3.1	2.1
10 ANS	13.8	9.4	7.6	5.2	3.5	2.5
20 ANS	15.5	10.6	8.5	5.9	4.0	2.8
50 ANS	17.8	12.2	9.7	6.8	4.7	3.2
100 ANS	19.4	13.3	10.6	7.4	5.2	3.6
200 ANS	21.1	14.5	11.5	8.1	5.6	3.9
500 ANS	23.3	16.0	12.7	8.9	6.3	4.3
1000 ANS	25.0	17.1	13.5	9.6	6.7	4.7

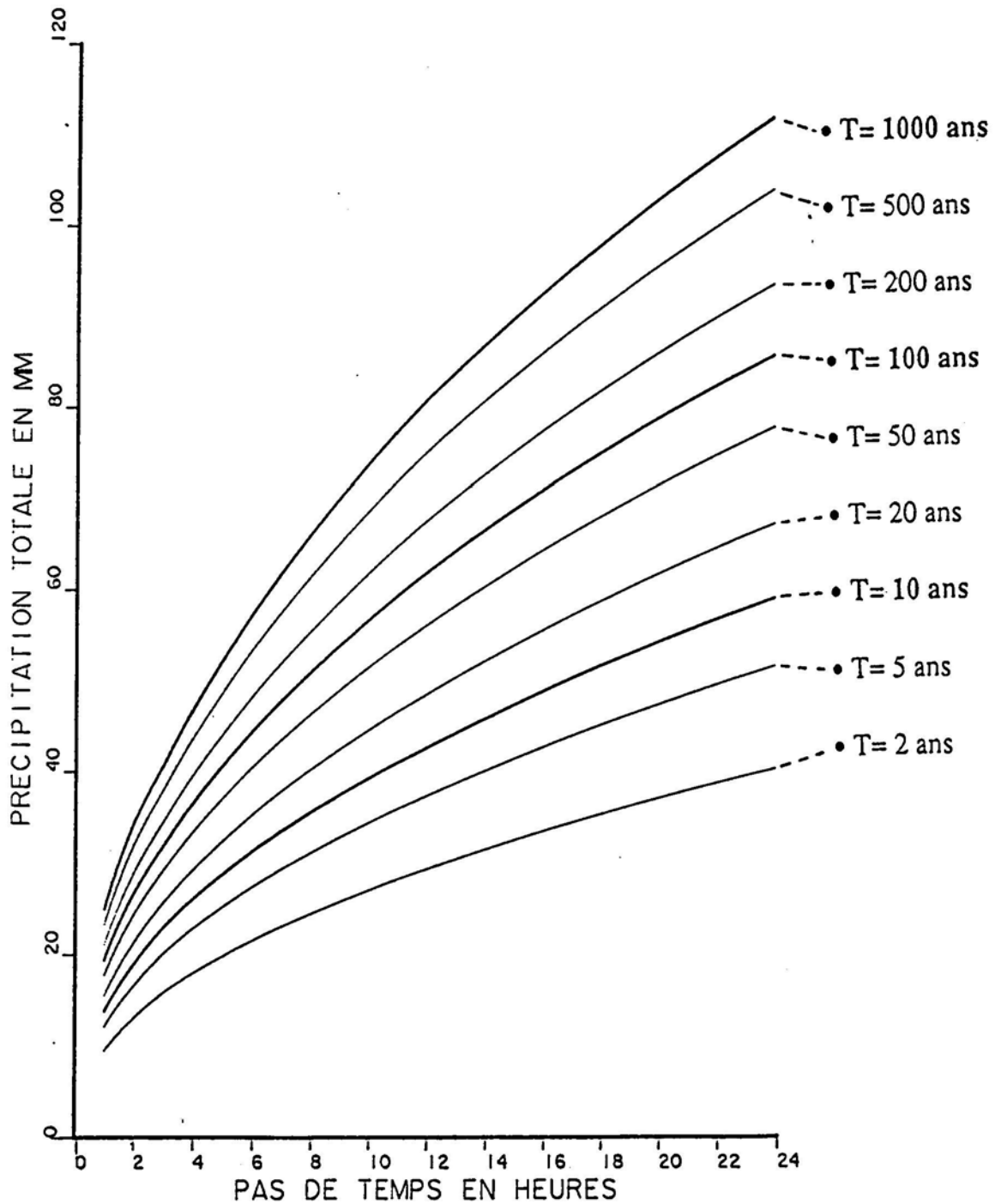
COURBES
INTENSITE DUREE-FREQUENCE

VIGNOTAN (73)
VANOISE
ALTITUDE: 600 m
PERIODE: 1959-1990



**COURBES
PRECIPITATION
DUREE-FREQUENCE**

**VIGNOTAN (73)
VANOISE
ALTITUDE: 600 m
PERIODE: 1959-1990**



ANNEXE 4

Tableaux et courbes Intensité-Durée-Fréquence de la station de AVRIEUX (73)

AVRIEUX (73)
HAUTE MAURIENNE
ALTITUDE: 1100 m
PERIODE : 1960-1990

PRECIPITATIONS EN MM

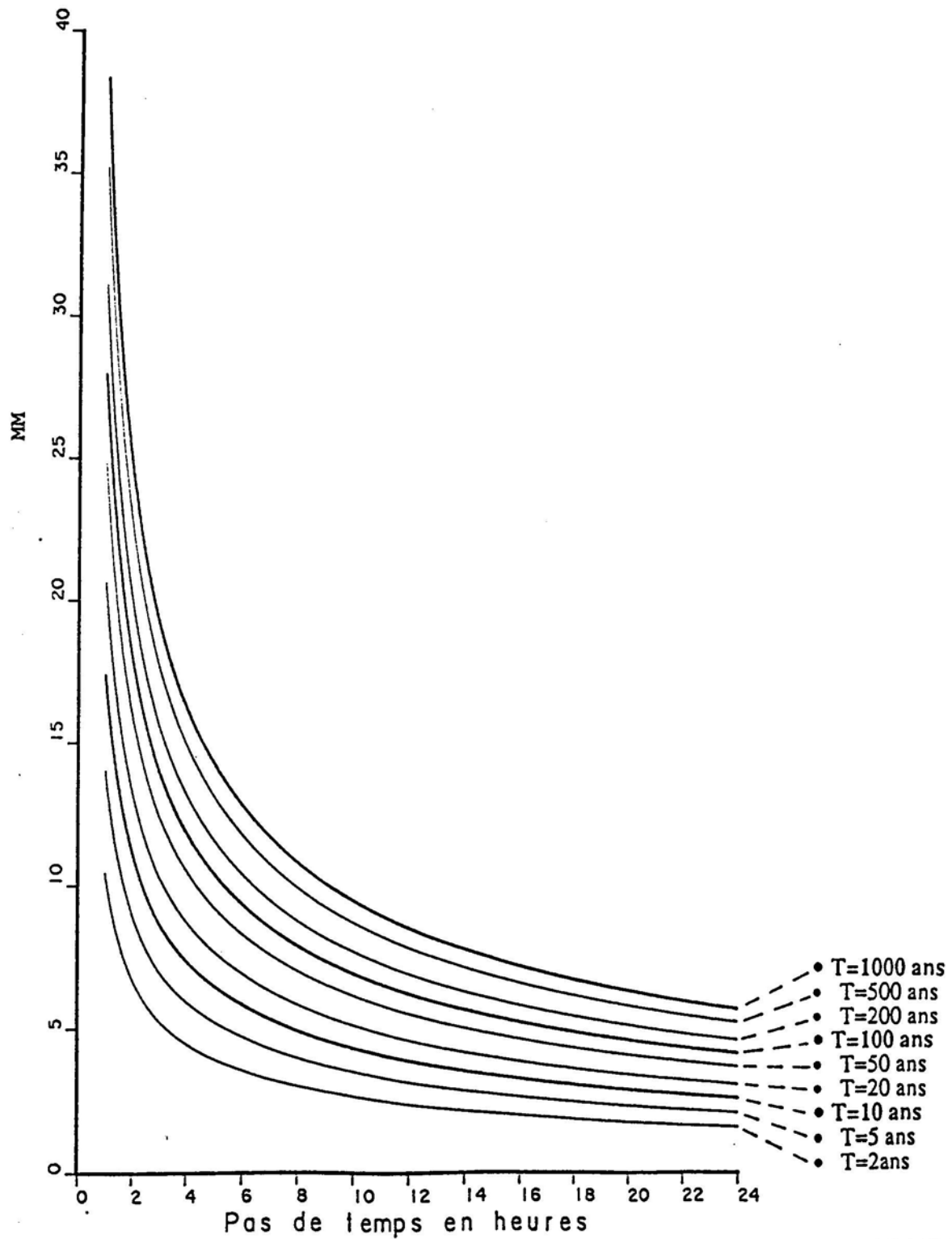
	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	10	13	16	21	28	38
5 ANS	14	18	21	29	38	50
10 ANS	17	22	26	35	47	62
20 ANS	21	27	31	42	55	74
50 ANS	25	32	37	50	66	88
100 ANS	28	36	42	56	75	100
200 ANS	31	40	47	63	83	111
500 ANS	35	45	53	71	94	125
1000 ANS	38	49	58	77	102	137

INTENSITES HORAIRES EN MM

	1H	2H	3H	6H	12H	24H
2 ANS	10.4	6.7	5.3	3.6	2.4	1.6
5 ANS	14.0	9.0	7.0	4.8	3.1	2.1
10 ANS	17.4	11.2	8.7	5.9	3.9	2.6
20 ANS	20.6	13.3	10.3	7.0	4.6	3.1
50 ANS	24.8	16.0	12.4	8.4	5.5	3.7
100 ANS	28.0	18.0	14.0	9.4	6.2	4.2
200 ANS	31.1	20.0	15.6	10.4	6.9	4.6
500 ANS	35.2	22.7	17.7	11.8	7.8	5.2
1000 ANS	38.3	24.7	19.3	12.9	8.5	5.7

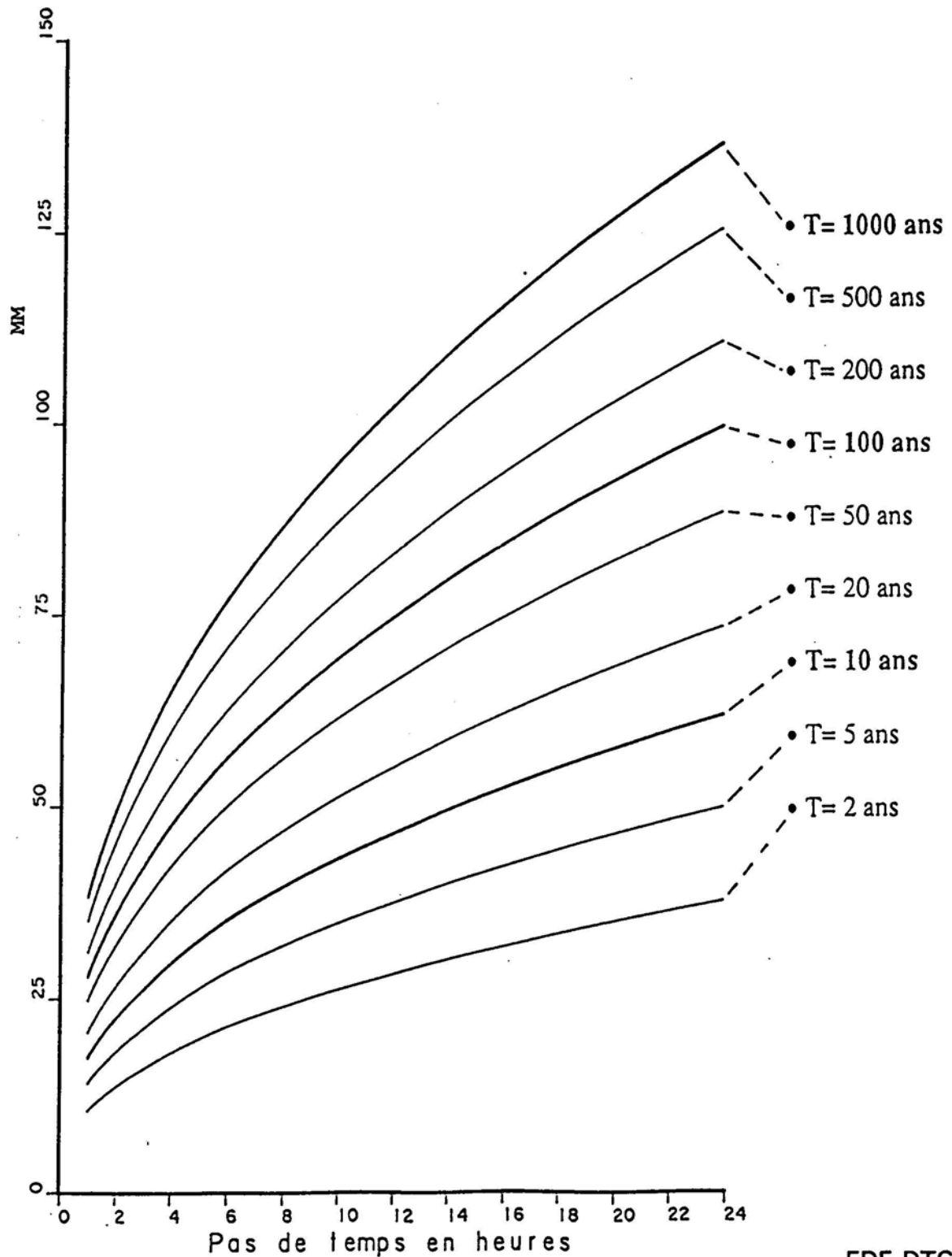
COURBES
INTENSITE DUREE-FREQUENCE

AVRIEUX (73)
HAUTE MAURIENNE
ALTITUDE: 1100 m
PERIODE: 1960-1990



**COURBES
PRECIPITATION
DUREE-FREQUENCE**

**AVRIEUX (73)
HAUTE MAURIENNE
ALTITUDE: 1100 m
PERIODE: 1960-1990**



EDF-DTG