

**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

Hydrologie

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
**Service Spécial de l'Aménagement
Régional d'Aquitaine**

ETUDE DES PRÉCIPITATIONS DANS LE MASSIF FORESTIER LANDAIS

**CRITIQUE ET HOMOGENEISATION DES DONNEES
STATISTIQUES SUR 24 HEURES**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

HYDROLOGIE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

SERVICE SPECIAL DE L'AMENAGEMENT
REGIONAL D'AQUITAINE

ETUDE DES PRECIPITATIONS
DANS LE MASSIF FORESTIER LANDAIS

CRITIQUE ET HOMOGENEISATION DES DONNEES
STATISTIQUES SUR 24 HEURES

par

P. DUBREUIL et J. GUISCAFRÉ

Paris, Juillet 1976.

S O M M A I R E

	Page
- RESUME	1
- INTRODUCTION	4
- CHAPITRE 1 - LES DONNEES.	6
1.1. Constitution des fichiers	6
1.2. Fichier "original"	7
1.3. Fichier Critiqué	9
- CHAPITRE 2 - CRITIQUE ET HOMOGENEISATION.	11
2.1. Constitution d'un fichier annuel de travail	11
2.2. Utilisation de la méthode des doubles cumuls	11
2.3. Commentaires particuliers	12
2.4. Extension et estimation des moyennes interannuelles	14
- CHAPITRE 3 - ETUDE DES PLUIES JOURNALIERES.	16
3.1. Fichier opérationnel journalier	16
3.2. Jours de pluie : quantité et répartition	17
3.3. Statistique des hauteurs journalières	21
3.3.1. Statistique sur échantillons tronqués	21
3.3.2. Statistique des valeurs extrêmes	25
3.3.3. Essai de synthèse régionale	28
3.4. Période d'occurrence des très fortes pluies	30
3.5. Extension géographique des pluies exceptionnelles	33
4 - CONCLUSION.	34
- ANNEXE I - Etude des précipitations des landes Liste primitive de stations	
- ANNEXE II - Formats et codes du bureau de l'eau - M.N.	

Résumé

A partir des fichiers original et critiqué (Bureau de l'Eau de la Météorologie Nationale) contenant plus de 100 000 images-cartes chacun et correspondant à près de 3000 stations-années, on a procédé à divers contrôles et critiques de données pour sélectionner les meilleurs stations d'assez longue durée.

L'homogénéisation par la méthode des double cumuls a porté sur 60 stations et l'extension de la moyenne interannuelle de précipitations sur la période de 90 ans allant de 1881 à 1970 s'est faite sur 58 stations.

Un fichier opérationnel journalier a ensuite été extrait ne contenant que des stations de qualité et âgées de plus de 25 ans ; il équivaut à 16 stations totalisant 795 ans.

L'étude des précipitations journalières a été réalisée sur ce fichier et a porté sur les points suivants : nombre de jours de pluie de diverses hauteurs, statistique des hauteurs, périodes d'occurrence et extension géographique des événements exceptionnels.

L'ensemble des résultats acquis durant cette étude permet de caractériser la pluviosité régionale comme homogène dans l'ensemble du massif forestier landais à l'exception de zones marginales, littoral, frange méridionale et piémont pyrénéen, plus ou moins individualisées.

Sur le massif forestier landais proprement dit, la pluviosité moyenne annuelle dépasse 200 mm et culmine vers 950-980 mm dans une bande orientée nord-sud et commençant entre 5 et 20 km de la mer.

En moyenne, il y pleut 130 jours par an et un sur cinq de ces jours reçoit une forte pluie supérieure à 10 mm, mais ces pluies peuvent survenir à n'importe quelle époque de l'année.

Cependant si l'on considère les précipitations de grande hauteur ; très fortes pluies de plus de 25 mm et pluies exceptionnelles de plus de 50 mm, elles ont tendance à se produire plutôt au cours d'une saison d'automne-hiver (septembre à janvier) avec une occurrence secondaire mais non négligeable en été seulement pour les événements exceptionnels (importance des orages ?).

Ce caractère saisonnier dû en partie à l'influence des diverses familles de pluie, à ou sans caractère orageux, rend hétérogènes les échantillons de hauteurs journalières qu'il est ainsi difficile d'ajuster à des lois unimodales malgré leur longueur notable (plusieurs dépassent 80 ans).

En combinant la statistique des échantillons tronqués ajustés à une loi de Goodrich, celle des maximums annuels à une loi de Galton et le classement par stations-années des plus forts événements, on arrive à des valeurs moyennes régionales (d'une précision de + 10%) pour les hauteurs journalières susceptibles de se produire selon certaines récurrences remarquables. Par exemple, 31 mm pour 1 an, 55 mm pour 10 ans et 81 mm pour 100 ans.

Par rapport à ces caractères généraux propres au massif forestier landais de l'intérieur des terres; on peut mettre en évidence les quelques particularités des zones marginales lorsqu'elles contreviennent à ces caractères généraux.

Le littoral atlantique (moins de 5 km ?) est en moyenne annuelle moins arrosé que l'intérieur, puisqu'il ne reçoit que 800 à 840 mm. La tendance saisonnière d'occurrence des très fortes pluies y est beaucoup plus marquée avec concentration sur l'automne, privilégiant septembre en ce qui concerne les événements exceptionnels. Par contre, on n'y décèle pas de différence nette pour ce qui est des hauteurs journalières de diverses fréquences.

La frange méridionale, caractérisée par St Paul lès Dax, Mont de Marsan et St. Sever, est un peu plus arrosée que la forêt landaise en moyenne (de 950 à 1150 mm par an). Le nombre de jours de pluie et la période d'occurrence des très fortes pluies suivent les mêmes caractères que ceux de la forêt landaise. Par contre, au niveau des hauteurs journalières de diverses fréquences, on décèle une tendance positive, ces valeurs dépassant celles caractérisant la moyenne régionale valable pour la forêt landaise de 5 mm jusqu'à la récurrence de 10 ans, et d'un peu plus au delà (de 7 à 9 mm entre 20 et 100 ans de récurrence).

Quant au piémont pyrénéen, situé au sud de la frange méridionale précédente et par conséquent hors du domaine forestier landais, ses particularités détectées à Peyrehorade sont certainement dues à l'influence orographique de la chaîne voisine : pluviosité annuelle moyenne supérieure à 1200 mm, hauteurs journalières de précipitation pour des fréquences remarquables nettement plus fortes qu'au nord ; 45 mm (contre 31 et 36) pour la récurrence annuelle, 76 mm (contre 55 et 60) pour la décennale, et 108 mm (contre 81 et 90) pour la centennale. La période d'occurrence des pluies exceptionnelles n'y a pas été étudiée.

Pour l'ensemble de la région étudiée, on note une croissance linéaire du nombre moyen annuel de jours de pluie, supérieures à 10 et 25 mm, et de la hauteur journalière de pluie pour diverses récurrences avec la hauteur moyenne annuelle de précipitations.

Pour le piémont pyrénéen, les variables correspondantes se situent au-dessus des relations linéaires précédentes.

Enfin en ce qui concerne l'aire géographique couverte par les précipitations exceptionnelles, il semble que celle-ci soit d'autant plus limitée que les dits événements ont un caractère orageux estival (?) plus marqué.

La hauteur de pluie paraît décroître exponentiellement à partir du maximum ponctuel en fonction de l'éloignement du lieu considéré. Un simple ordre de grandeur de cette décroissance donnerait 40 à 60 % du maximum ponctuel à 100 km, pour un événement sans caractère orageux marqué et moins de 20 % à seulement 50 km dans le cas contraire.

En 1971, La Compagnie d'aménagement des Landes de Gascogne posait à divers services techniques spécialisés du Ministère de l'Agriculture plusieurs questions relatives à la programmation d'un assainissement optimal du massif forestier landais, composé pour partie - 1 million d'hectares de forêt, et pour une autre partie de terres cultivées - 200 mille hectares, auxquelles s'ajoutent quelques 220 mille hectares de landes et divers.

Le dimensionnement de l'assainissement dépend entre autres choses du régime des précipitations, de la capacité de rétention des sols et du niveau de la nappe phréatique. L'interaction de ces principaux facteurs amenait alors à envisager une étude sur terrains expérimentaux, l'un sous forêt, l'autre sous cultures, (de 30 à 100 hectares environ chacun).

L'étude du régime des précipitations sur le massif forestier landais apparaissait alors à l'évidence comme préalable à toute expérimentation. Une convention devait confier en 1974 cette étude à l'ORSTOM, qui avait été appelé en consultation depuis 1971 par le Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts (C.T.G. R.E.F.).

Entre temps, nous avons procédé avec le Service Régional d'aménagement des eaux d'Aquitaine à l'inventaire des données journalières de précipitations disponibles et à celui des formes sous lesquelles elles se présentaient.

Une liste de 58 stations de relative longue durée d'observations et assez bien réparties dans et sur le pourtour du massif forestier landais avait été dressée. Cette liste dressée le 5.2.1973 est donnée en annexe I au présent rapport. L'étude devait partir de l'information concernant ces 58 stations. On présageait déjà qu'au cours de la collecte des données puis de leur critique, un certain nombre de stations devaient être abandonnées par insuffisance ou mauvaise qualité. Dans cet esprit, on s'était fixé une limite inférieure de 35 stations bien réparties dans la région en dessous de laquelle il ne faudrait pas descendre si possible pour l'analyse des précipitations. Ce nombre de 35 stations fut inscrit dans la convention.

On verra plus loin dans le corps du texte que la nature et le contenu des fichiers de données qui nous ont été remis nous ont conduit à modifier légèrement la liste précédente.

La convention précitée, passée avec le Service Spécial de l'aménagement régional d'Aquitaine, nous a été notifiée le 12 septembre 1974. Par suite d'un retard dans la fourniture des données, imputable en partie au Bureau de l'eau de la Météorologie Nationale, un avenant n°1, notifié le 22 septembre 1975, prolongeait les délais d'exécution de la Convention.

L'exposé des motifs de celle-ci explicite bien le contenu et la portée de l'étude. On en reprend les termes ici :

"Les relevés des précipitations font apparaître une sérieuse variation de la hauteur moyenne annuelle entre les différents postes du Massif Forestier Landais (700 à 1 100 mm/an) les variations sont plus fortes à l'échelle de la journée ou d'une période de quelques jours.

Tous les projets de nature hydraulique, essentiellement ceux d'assainissement et de drainage, dont le Service Spécial assure le contrôle, et qui sont réalisés

dans la région, dépendent au premier chef des hauteurs de précipitations à prendre en compte. En dehors de quelques recherches ponctuelles isolées aucune étude d'ensemble n'ayant été réalisée, il est indispensable d'effectuer celle-ci. Elle comprendra l'analyse critique et l'homogénéisation des données puis l'étude statistique des précipitations de 24 heures ..."

Le présent rapport rend compte des résultats de cette étude. Comme l'envisage la convention de septembre 1974, une suite logique à cette étude consisterait en l'analyse statistique et structurelle des séquences pluvieuses de 2 à 4 jours. Elle doit faire l'objet d'une nouvelle convention.

CHAPITRE I

LES DONNEES

1.1 Constitution des fichiers

Il nous a été fourni pour cette étude des fichiers de plusieurs provenances et sur supports divers. Ces fichiers ont un point commun; ils sont sous la forme image-carte quel que soit le support carte ou bande, et selon le format du Bureau de l'Eau de la Météorologie Nationale (Annexe II).

Ces fichiers étaient de deux types un fichier dit "original" et un fichier dit "critiqué". La livraison de ces fichiers s'est étalée sur plus d'une année d'octobre 1974 à Septembre 1975 et se décompose de la façon suivante :

-a. d'octobre 1974 à janvier 1975 le SRAE d'Aquitaine nous faisait parvenir 33.924 cartes intéressant 237 années-stations du fichier original et 704 années-stations du fichier critique

-b. Au mois de novembre 1974 l'Agence Financière de bassin Adour-Garonne AFBAG nous communiquait une bande de 19.656 images cartes (i.c) intéressant 546 années-stations couvrant principalement le département des Landes, en fichier original.

-c. Aux mois de mars et avril 1975 le Bureau de l'Eau de la Météorologie Nationale nous livrait en deux fois 39.751 cartes soit 2.493 années-stations du fichier original de la Gironde de 1876 à 1949

-d. Ce n'est que début septembre 1975 que le même Bureau nous communiquait une bande de 103.716 i-c soit 2.881 années-stations couvrant la totalité du fichier critique de la Gironde.

Au fur et à mesure de leur arrivée ces fichiers étaient stockés sur bande et subissait un premier contrôle sur la forme de l'enregistrement. Un inventaire image-carte était dressé pour chaque fichier.

Ces fichiers, après contrôle et adjonction des stations de Saint-Saver et Biarritz Anglet au fichier original, comprennent :

- Fichier original : 100.503 images-cartes
- Fichier critique : 116.844 images-cartes

Outre les stations prévues pour l'étude, ces fichiers contiennent toutes les autres stations de la Gironde.

Un premier inventaire tenant compte des durées d'observations disponibles nous a conduit à modifier légèrement la liste initiale de stations (cf. annexe I) en y ajoutant quelques stations supplémentaires, en y retranchant d'autres stations,

enfin en procédant à quelques amalgames. Ainsi les 2 stations de BELIN qui se succèdent sans hiatus ont-elles été considérées comme une seule. De même les stations dites Naujac-Baron et Naujac-Bourg ont-elles été confondues en une seule car elles semblent n'avoir été souvent que le même poste plusieurs fois déplacé (cf 2-3) On a procédé à la suppression de 6 stations jugées insuffisantes : Vendays-Montalivet, la Teste-Salie, les 2 stations de St Martin de ~~Enix~~, Condom-Ecluse (ou Peberre) et Biarritz-Socoa-Ciboure. Grâce aux fichiers mécanographiques, on a pu récupérer en compensation 10 nouvelles stations : Audenge, ~~Ares~~-DFCI, Arcachon-Lycée climatique, Cenon, Biarritz-Anglet, Naujac-St-Nicolas, Hourtin Grand-Mont, St Symphorien DFCI, Ste Helène et St Paul-lès-Dax.

En définitive, ce sont 60 stations qui ont été retenues pour l'étude, qui se répartissent ainsi par département :

-Gers	4	Lot et Garonne	7
-Gironde	29	Pyrénées atlantiques	1
-Landes	19		

Le tableau I donne la liste de ces 60 stations avec leurs numéro de code, nom, altitude et coordonnées géographiques. (voir également la carte I hors-texte). L'inventaire chronologique de l'existence des relevés pour ces stations fait l'objet du tableau II pour le fichier original et du tableau III pour le fichier critiqué

L'on notera l'inexistence partielle ou totale de certaines stations dans l'un ou l'autre de ces fichiers particulièrement pour le département de la Gironde, pour lequel les années postérieures à 1950 sont absentes du fichier original (ainsi que pour les stations du Lot et Garonne), tandis que pour les stations des Landes les stations livrées par l'A.F.B.A.G. sont absentes du fichier critiqué.

1.2 Fichier "original"

Une première constatation :

Le fichier original n'est pas conforme aux documents originaux écrits de la main des observateurs.

Les données le constituant, données du Bureau de l'Eau de la Météorologie Nationale principalement, sont en général :

-antérieurement à 1950, issues de publications parmi lesquelles pour la période 1870-1920 les Annales du Bureau Central Météorologique de France, et pour celle de 1921 à 1935 des bulletins météorologiques. Les hauteurs d'eau y sont arrondies au millimètre.

-postérieurement à 1950, issues des collectifs régionaux ou départementaux ou de leur publication.

Donc l'origine des données saisies est de "N ième main" avec toutes les erreurs probables de recopie et d'interprétation simples et répétitives. Un des exemples les plus frappants de ce genre d'erreur d'interprétation existant au fichier est celui de Condom P et C (32 1071) sur la période allant de septembre 1914 à début (janvier) 1916 :

-de septembre à janvier 1915 les relevés sont très forts : 285,3 en décembre 1914, 500,3 en janvier 1916; Il semble que les lectures ont été faites avec comme unité 10 cm³ car en multipliant par 0,25 les totaux mensuels nous obtenons des valeurs comparables aux postes voisins; nous avons donc une erreur d'appareillage facilement corrigible.

-de février à décembre 1915 brusquement nous n'avons plus que rarement des pluies dépassant 10 mm ; les lectures continuant sur le même mode les relevés journaliers ont dû au cours d'une "interprétation", être divisés par 10 ; tous les relevés journaliers ? sinon lesquels ?

Quant aux relevés des stations en provenance de l'AFBAG, ils semblent être plus proche de l'original (pas ou peu d'arrondi au mm, lacunes signalées répartition des jours de pluie correcte).

Une deuxième constatation :

Un manque de rigueur dans le contrôle lors de la saisie se fait principalement sentir dans le fichier/original antérieur à 1950. Lors du contrôle effectué à la mise sur bande des images-cartes nous avons décelé l'existence de assez nombreuses cartes décennales en double avec assez souvent 10 jours pour l'une et 11 jours pour l'autre, alors que dans le mois correspondant il y avait une décennie manquante!. Ce genre d'erreur a été très facilement corrigé lors de la mise en place de notre fichier.

Egalement nous avons trouvé deux fois les relevés d'une même décennie dans le même mois ou dans 2 mois différents. Par exemple à la station de Merignac, où les 2 types d'erreurs se retrouvent, :

-en février 1924, la 1ère décennie est identique à la 3ème ; erreurs facilement détectable ; il manque 2 jours à la 1ère décennie;

-en octobre et novembre 1949 les 1ères décennies sont identiques.

Les deux erreurs citées se retrouvent dans le fichier "critiqué" de la dite station. Nous citerons pour mémoire les relevés multipliés ou divisés par 10, erreur d'interprétation ou de perforation ; nous en avons détectés un certain nombre quant l'erreur était flagrante.

En conséquence, il s'avère que certaine année jugée comme fautive : par la suite ne le devra parfois qu'à une saisie de donnée mal effectuée. Il nous a été impossible de faire mieux faute de recours aux vrais originaux. En définitive nous n'avons pu corrigé que des erreurs flagrantes, n'ayant pas à notre disposition les originaux.

En résumé, ce fichier "original" n'a en fait que le nom, il demanderait à être vérifié et si possible saisi à nouveau d'après les originaux dont certains existent puisque nous en avons eu quelques uns en communication (copie ou photocopie) pour compléter des données manquantes ou corriger quelques grosses erreurs.

TABLEAU I

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DES STATIONS

N° CODE INSEE	STATION	LATITUDE NORD	LATITUDE + OUEST - EST	ALTITUDE h
<u>G E R S</u>				
320961	CAZAUBON	+ 435610	+ 00410	137
321071	CONDOM -P. & C	+ 4358	- 023	72
321191	EAUZE	+ 4352	- 006	155
322031	LAURAET	+ 4357	- 015	165
<u>G I R O N D E</u>				
330091	ARCACHON -FRONT-DE MER	+ 443950	+ 11010	5
330092	ARCACHON -LYCEE CLIMATIQUE	+ 443910	+ 11000	38
330093	LA TESTE-PIQUEY (ARCACHON)	+ 444340	+ 11220	30
330094	ARCACHON-COM. METEO.	+ 443940	+ 10900	4
330421	BELIN	+ 442930	+ 04720	50
330631	BORDEAUX - ROSA BONHEUR	+ 445050	+ 03520	13
330632	BORDEAUX - RUE LASEPPE	+ 445110	+ 03510	8
330761	BUDOS	+ 443140	+ 02330	24
330951	CAPTIEUX	+ 441820	+ 01710	95
331221	CESTAS	+ 444430	+ 04600	59
331671	FLOIRAC	+ 445000	+ 03130	73
332032	HOURTIN-PHARE	+ 450330	+ 10940	0
332142	LACANAU-MOUTCHIC	+ 450010	+ 10820	15
332311	MERIGNAC-III	+ 445000	+ 04200	46
333001	NAUJAC/MER-BARON	+ 451450	+ 10210	17
333142	PAUILLAC-CHATEAU LAFITTE	+ 451330	+ 04620	15
334171	STE. HELENE	+ 445750	+ 05310	40
334841	ST. SYMPHORIEN - D.F.C.I	+ 442540	+ 02930	58
334842	ST. SYMPHORIEN - JOUANHAUT-E.F	+ 442440	+ 03300	75
335041	SAUTERNES-CH. YQUEM	+ 443240	+ 01940	36
335221	TALENCE-JARDIN BOTANIQUE	+ 444830	+ 03530	14
335271	LE TEICH-NEZER	+ 443650	+ 10100	10
335291	LA TESTE-CAZAUX	+ 443200	+ 10940	23
335292	LA TESTE-CAP FERRET	+ 443840	+ 11450	9
330191	AUDENG	+ 444050	+ 10100	6
331191	CENON	+ 445120	+ 03140	66
332031	HOURTIN - GRD MONT D.F.C.I	+ 4513	+ 10750	17
333003	NAUJAC/MER ST-NICOLAS	+ 451750	+ 10920	10

N.B. Latitude 435610 veut dire 43 degrés 56 minutes 10 secondes
4358 " " 43 " 58 " "
Longitude 00410 " " 0 " 04 " 10 "
023 " " 0 " 23 " "

TABLEAU I (SUITE)

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DES STATIONS

N° CODE INSEE	STATION	LATITUDE NORD	LATITUDE + OUEST - EST	ALTITUDE M
<u>L A N D E S</u>				
400011	AIRE SUR ADOUR	+434230	+ 01530	79
400081	SEYRESSE-DAX	+434120	+ 10340	31
400082	DAX-P.&.C	+4342	+ 103	15
401341	LABOUREYRE	+4413	+ 055	86
401351	LABRIT	+440610	+ 03250	35
401681	MAGESCQ-HOU CIRQ	+434650	+ 11330	27
401682	MAGESCQ-BOURG	+434650	+ 11240	26
401841	MIMIZAN-LES TROUNQUES	+441240	+ 11350	5
401921	MONT-DE-MARSAN-S.M.H.A.	+435430	+ 03100	59
401922	MONT-DE-MARSAN-P.&.C	+4354	+ 030	35
402241	PEYREHORADE	+433220	+ 10700	7
402271	PISSOS	+4419	+ 047	56
402661	ST.JULIEN EN BORN-PHARE CONTIS	+440540	+ 11900	12
402791	ST.PAUL LES DAX	+434330	+ 10310	24
402821	ST.SEVER	+434540	+ 03410	100
402881	SARBAZAN	+440110	+ 01840	75
403041	SOORTS-HOSSEGOR-BOURG	+433930	+ 12540	6
403042	SOORTS-HOSSEGOR-E.F.	+434100	+ 12540	2
403131	TARTAS	+435030	+ 04810	18
<u>L O T E T G A R O N N E</u>				
471191	HOUEILLES-S.P.C.I.V.E.F.	+441140	- 00250	143
471192	HOUEILLES-P.&.C	+4412	- 002	140
471571	NARMADE	+4430	- 009	30
471951	NERAC	+441210	- 02020	47
472211	REAUP	+440530	- 01140	169
473102	TONNEINS-P.&.C.	+442250	- 019	39
473271	XAINTRAILLES	+441220	- 01530	195
<u>PYRENEES -ATLANTIQUES</u>				
641221	BIARRITZ-ANGLET	+432810	+ 13200	69

1.3 Fichier Critiqué

Le principe de cette critique est basée sur la pluie "théorique" :

La pluie "théorique" pour une station donnée est la somme pondérée des valeurs réelles de la pluie aux stations environnantes, les coefficients de pondération étant le rapport des normales de ces stations.

Pour critiquer, il suffit de calculer le rapport pluie réelle/pluie théorique, qui doit rester compris entre deux seuils bien déterminés à l'intérieur de la zone considérée, cette zone étant à l'extrême le département ; elle correspond à une période donnée qui fut à l'origine le mois puis qui devint l'épisode pluvieux.

Nous n'en critiquerons pas le principe, toute aide évitant les "corrections à vue" est la bienvenue, mais ferons quelques remarques sur sa méthodologie et ses limites. Dans la définition nous avons deux termes principaux :

- la valeur réelle de la pluie aux stations environnantes
- le rapport des normales de ces stations :

Pour le premier terme il n'est pas tenu compte de la validité des relevés des stations environnantes ; qu'ils soient bons ou à l'extrême fantaisistes, ils ont le même poids. C'est ainsi que les relevés d'Arcachon Front de Mer (33009) d'octobre 1961 jugés comme très douteux par le Centre Régional de Merignac ont servi à la critique de Arcachon lycée-climatique et à évaluer le total mensuel de cette station qui se révélera de ce fait trop fort (40%) par rapport aux autres stations voisines de meilleure tenue.

Pour le rapport des normales : quel est ce rapport ? sur quel période est-il établi, l'analyse des longues séries n'étant pas faite ?

D'autre part la limite de la critique étant le département une station se trouvant à la limite de deux départements se verra critiquée plutôt avec des stations du même département qui peuvent être plus éloignées qu'avec des stations plus proches mais situées dans le département voisin.

Nous pouvons constater dans le fichier critiqué une dissymétrie flagrante entre les périodes postérieure et antérieure à 1950.

Si la période récente a subi une critique assez poussée il n'en est pas de même pour la période ancienne où ont été principalement comblés les lacunes mensuelles et ventilés quelques totaux cumulés. Dans la période récente nous avons pu constaté que toute intervention ou correction conduit à une augmentation du total annuel généralement par le rajout assez fréquent de petites pluies journalières de 2 à 3 mm. Cette intervention conduit rarement à une baisse .

À l'extrême nous avons constaté, particulièrement pour les stations du Gers, la création de pluies de 0,1 mm justifiées seulement par les quelques dixièmes de mm d'une ondée relevée en un poste voisin.

En résumé, si ce fichier à l'avantage d'apporter quelques corrections valables au fichier original (ventilation des cumuls, décalages, etc...), il ne faut pas oublier qu'il est issu d'un fichier qui déjà a subi lui-même des manipulations, une certaine "critique" avant sa publication.

CHAPITRE 2

CRITIQUE ET HOMOGENEISATION

2.1 Constitution d'un fichier annuel de travail

À partir des fichiers original et critiqué ont été établis les fichiers mensuels et annuels correspondants. Les données mensuelles ont subi une première critique par confrontation avec les stations les plus proches. Cette critique est surtout basée sur la répartition mensuelle au cours de l'année.

Pour obtenir un fichier de travail couvrant la totalité des observations à notre disposition, les deux fichiers mensuels ne se recouvrant que partiellement, ont été fusionnés, le fichier critiqué venant compléter le fichier original.

Ce fichier "fusion" est ensuite complété en deux étapes : complément des mois à relevés journaliers partiels, puis complément des années à relevés partiels, si cela n'est déjà fait dans le fichier critiqué.

En recherchant ces compléments assez souvent publiés pour les années anciennes dans les Annales du Bureau Central Météorologique de France nous avons trouvé des séries de pluies annuelles intéressant certaines stations du département des Landes. Ces données ont été adjointes au fichier annuel. Au cours de cette constitution un ensemble annuel peut être jugé douteux ou faux : toute année jugée fautive est éliminée dans les opérations suivantes.

2.2 Utilisation de la méthode des doubles cumuls

Nous avons appliqué systématiquement la méthode des doubles cumuls pour la recherche d'homogénéisation des précipitations annuelles des Landes de Gascogne. L'hypothèse de base de la méthode est, qu'à l'échelle de la durée des observations climatologiques existantes, les variations climatiques (pseudo-périodiques), sont concomitantes dans les différents postes d'observation d'une même zone climatique d'assez grande superficie : le rapport des moyennes interannuelles établies sur une même durée de précipitations à deux postes reste constant aux fluctuations d'échantillonnage près, fluctuations qui sont d'autant plus petites que le coefficient de corrélation linéaire entre les postes est grand, c'est-à-dire qu'ils sont plus rapprochés. Pour déceler les erreurs dues à un changement d'exploitation éventuel du pluviomètre, et tester les corrections à apporter aux données, nous avons mis au point et utilisé la série des programmes PØN 102 -UNMASS, DBLMSS et UDMCOR.

-Le PØN 102 - UNMASS - permet le calcul des cumulés chronologiques ou de simple cumul des totaux annuels d'un poste pluviométrique, de leur moyenne, écart-type et coefficient de variation avec représentation graphique normée.

-Le PØH 102 DBLASS calcule les cumulés chronologiques des années communes ou double cumul d'un couple de station, le rapport de leur moyenne et des pluviosités annuelles normées avec représentation graphique.

Cette représentation graphique est basée sur le principe qu'en représentation orthogonale à échelle normée, la droite joignant l'origine au dernier point représentatif du cumul en simple cumul ou des cumuls en double cumul est la première bissectrice. De ce fait, la position relative d'un point par rapport à cette droite se trouve être la différence entre les coordonnées normées de ce point-là. Elle présente en outre l'avantage qu'en cas d'interversion d'un couple de station, cette représentation ne subit qu'une simple symétrie par rapport à cette droite.

-Le PØH 102 UDMCOR permet sans modification du support original de tester les corrections des erreurs systématiques aux postes non homogènes, erreurs décelées et déterminées grâce aux deux programmes précédents ; ce test consiste en un contrôle par simple et double cumul de ces postes entre eux et des postes de référence.

Les opérations et les résultats de cette étude sont consignés au tableau IV où pour chaque station l'on trouve :

-en 1ère ligne, les événements portés à notre connaissance concernant la station : ouverture (O), changements d'observateur (L), d'emplacement (P) et d'au moins d'un des éléments d'appareillage (A).

-en 2ème ligne, la structure de formation du fichier homogénéisé : établi à partir de relevés journaliers complets, incomplets, ou simplement d'après un total annuel.

-en 3ème ligne, une appréciation sur la valeur de l'année fautive (F) ou douteuse (?) ou plutôt très douteuse vu l'origine des données de bases ; sont signalées aussi les années éliminées car trop isolées (E).

-en 4ème ligne, la valeur des coefficients de correction systématique entre les années limites d'application.

En général nous nous sommes fixés pour but d'homogénéiser sur la période la plus récente sauf dans quelques cas particuliers comme nous le verrons ci-après.

2-3 Commentaires particuliers

Cazaubon 320961

La nouvelle station installée à la coopérative viticole Diaz le 15/12/69 avec 2 années d'observation ne peut servir de base d'homogénéisation, qui est reportée sur la période antérieure, les deux années étant ainsi éliminées.

Arcachon - Front de Mer 330091

La suite de relevés, éparés dans le temps avant 1948, n'a pas été prise en compte. Pour la période récente de 1948 à 1973 il est à noter le déplacement

de l'Aquarium vers l'ouest. Cette période semble déficitaire ; cela peut être dû à la présence de haies fréquemment signalée dans les compte rendus de visites

Budos 330761

Ce sont les périodes antérieure à 1965 qui ont servi de référence, ces périodes permettant d'obtenir une moyenne homogénéisée voisine de celle de Sauternes-Chateau Yquem ; la période récente observée par un "roulement" d'observateurs laisse quelque doute .

Naujac-sur-Mer-Baron 333001

Station très variable, a été déplacée fréquemment ; est probablement un amalgame de périodes différentes d'observation entre Bacon et le Bourg où se trouve depuis le 1/10/1969 la station.

Sainte-Hélène 334171

Station d'école tenue depuis 1934 par une suite d'instituteurs et leurs élèves assez fluctuant,...

Talence-Jardin Botanique 335221

A noter que la reprise en 1950 s'est faite avec le même appareil installé en 1895 et au même emplacement (pluviomètre Herve-Manzon), pluviographe depuis 1952.

Aire sur Adour- 40 0011

La période récente semble assez douteuse; nombreuses remarque dans les compte rendus de visite récentes.

Labouheyre-400801

Station donnant les plus mauvais double cumuls de l'étude, conservée à cause de sa position au centre du massif landais ; les corrections basées sur la période récente assez douteuse donnent une moyenne homogénéisée un peu faible ; si nous nous référons à la période ancienne elle serait supérieure de 10% environ.

Mont de Marsan - Smma - 40 1991

Les années 1950 et 1951 semble appartenir à Mont-de-Marsant-P. c.

Pissos-402271

La période récente étant douteuse nous avons pris la période ancienne en référence.

2.4. Extension et estimation des moyennes interannuelles

La répartition des stations en fonction de leur durée d'observations est la suivante :

plus de 80 ans	6 stations
de 60 à 79 ans	11 "
de 40 à 59 ans	8 "
de 20 à 39 ans	13 "
moins de 20 ans	22 "

La présence dans ce fichier de plusieurs stations de très longue durée pas trop mal réparties et dont les relevés couvrent presque totalement la période 1881-1970 nous a incité à faire l'extension et l'estimation des paramètres, moyennes et écarts-types, sur cette période de 90 ans.

Le travail a porté seulement sur 58 des 60 stations retenues, après élimination de Nagescq-Houcirq et de Sports-Mossegor E.F. deux stations d'à peine 10 ans et situées à proximité immédiate de deux autres stations de plus longue durée.

Ces extension et estimation des moyennes interannuelles ont été faites aussi par corrélations interpostes au moyen du programme PØH 113-EX. Ce programme corréle les stations secondaires avec toutes les stations primaires et fournit pour chaque station secondaire les résultats de la corrélation et l'extension sur la période désirée. Les renseignements sont pour chacune des corrélations :

- Le numéro du poste primaire, son altitude, sa distance
- Les paramètres de la corrélation :
- Le nombre d'années d'observation commune
- La moyenne, la variance, l'écart-type sur cette période pour chaque station
- Le coefficient de corrélation et la valeur du test des corrélations transformées de FISHER
- Les valeurs étendues sur la période 1881-1970 : moyenne, variance, écarts-types et coefficient de variation.

N'ont été retenus que les résultats provenant de la corrélation offrant le coefficient optimal compte tenu du régime de la station primaire et de la valeur du test de FISHER.

Les résultats de ces opérations font l'objet du tableau V, où pour chaque station, outre son altitude sont indiqués : -pour la période observée : le nombre d'année d'observation, la moyenne, l'écart-type;

Les valeurs étendues : moyenne interannuelle, écart-type et coefficient de variation;

a

A partir de ces valeurs étendues on tracé la carte des isohyètes interannuelles pour la période 1881-1970 (carte I, hors-texte)

Bien sûr le manque de station au centre du massif forestier landais et l'incertitude de la valeur de Labouheyre ne permette malheureusement pas de préciser

TABLEAU V

EXTENSION ET MOYENNE INTERANNUELLE DES PRECIPITATIONS

PERIODE 1881-1970

N°	STATION	VALEURS OBSERVEES				VALEURS ETENDUES		
N°	NOM	ALT. M	Nombre ans	MOY.	ECART TYPE	MOY.	ECART- TYPE	COEF. VARIATION
1320961	CAZAUBON	137	67	1835,6	1181,2	1827,9	1174,5	10,211
1321071	CONDON P&C	72	40	1686,7	1139,8	1691,2	1144,6	10,209
1322119	EAUZE	155	38	1761,7	1163,3	1764,6	1171,5	10,224
1322031	LAURAET	165	13	1768,5	1201,4	1765,6	1172,9	10,220
1330091	ARCACHON FRONT DE MER	5	8	1805,7	1119,6	1783,4	1146,5	10,187
1330092	ARCACHON LYCEE CLIM.	38	11	1977,7	1210,8	1910,9	1173,7	10,191
1330093	LA TESTE-PIQUEY (ARCA.)	30	24	1816,9	1163,6	1841,5	1164,9	10,196
1330094	ARCACHON COI-METEO	4	57	1886,1	1153,4	1881,0	1169,3	10,192
1330111	ARES	2	52	1857,0	1174,0	1851,9	1291,0	10,341
1330191	AUDENCE	6	24	1984,8	1218,8	1906,0	1209,9	10,206
1330421	BELIN	50	86	1973,6	1182,9	1970,5	1183,0	10,189
1330631	BORDEAUX ROSA-BONHEUR	13	68	1865,8	1165,2	1866,6	1164,6	10,190
1330632	BORDEAUX R. LASEPPE	8	13	1820,5	1202,2	1830,0	1157,1	10,189
1330761	BUDOS	24	83	1836,6	1152,8	1840,3	1157,6	10,188
1330951	CAPTIEUX	95	82	1858,6	1169,1	1858,8	1176,7	10,206
1331191	CENON	66	11	1907,8	1186,9	1851,7	1159,0	10,187
1331221	CESTAS	59	74	1964,4	1175,5	1964,7	1179,9	10,186
1331671	FLOIRAC	73	75	1820,9	1153,5	1828,6	1156,1	10,188
1332031	HOURTIN - GRD-MONT	17	38	1870,2	1154,0	1888,0	1171,5	10,193
1332032	HOURTIN PHARE	0	61	1811,4	1139,2	1806,7	1146,3	10,181
1332142	LACANAU MOUTCHIC	15	82	1951,3	1176,0	1951,4	1180,0	10,189
1332811	MERIGNAC	46	44	1923,6	1191,5	1912,6	1175,1	10,192
1333001	NAUJAC/MER-BARON	17	17	11025,9	1189,6	1997,4	1185,3	10,186
1333002	NAUJAC/MER ST NICOLAS	10	32	1811,9	1141,8	1819,3	1160,1	10,195
1333142	PAUILLAC-CMT LAFITTE	15	45	1880,3	1160,4	1866,7	1169,0	10,195
1334171	STE HELENE	40	52	1933,7	1186,6	1939,3	1185,7	10,198
1334841	ST SYMPHORIEN DFCI	58	22	1913,3	1209,4	1909,6	1181,7	10,200
1334842	ST SYMPHORIEN EF	75	11	11006,5	1183,5	1960,4	1179,7	10,187
1335041	SAUTERNES-CMT YQUEM	86	68	1832,6	1157,3	1838,4	1159,2	10,190
1335221	TALENCE-JRD-BOTA.	14	46	1865,8	1171,5	1872,3	1165,9	10,190
1335271	LETEICH-NEZER.	10	18	1925,5	1213,8	1921,4	1176,4	10,191
1335291	LA TESTE CAZAUX	23	60	1931,1	1169,9	1923,3	1177,7	10,192
1335292	LA TESTE CAP FERRET	9	22	1868,0	1170,3	1846,1	1161,7	10,191
1400011	AIRE/ADOUR	79	86	1852,9	1179,1	1850,0	1252,2	10,297
1400881	SEYRESSE-DAX	31	12	11266,1	1217,2	11176,3	1237,7	10,202
1400882	DAX P&C	15	38	11164,6	1233,7	11150,0	1233,4	10,203
1401341	LABOUHEYRE	86	54	1953,7	1208,5	1943,0	1192,5	10,204
1401351	LABRIT	85	20	1920,2	1210,3	1942,8	1193,6	10,205

TABLEAU V

(suite)

N°	STATION NOM	VALEURS OBSERVEES				VALEURS ETENDUES		
		ALT.	Nbre ans	MOY.	ECART TYPE	MOY.	ECART TYPE	COEF. VARIATION
401682	MAGESQ-BOURG	26	18	1243,7	336,7	1276,2	255,4	0,200
401841	MILIZAN-LES TROUNQUES	5	17	964,8	203,1	949,5	183,3	0,193
401921	MONT DE MARSAN-SMA	59	21	900,2	204,8	933,7	192,8	0,207
401922	RET DE MARSAN P&C	35	66	939,1	188,5	942,5	139,5	0,201
402241	PEYREHORADE	7	39	1230,1	262,0	1223,2	338,7	0,277
402271	PISSOS	56	35	974,4	219,2	975,0	200,2	0,205
402661	ST JULIEN BORN-PH COEES	12	15	381,3	165,2	342,4	162,4	0,193
402791	ST PAUL LES DAX	24	23	1149,4	219,2	1184,4	250,2	0,211
402821	ST SEVER	100	79	941,1	188,1	941,9	191,8	0,204
402881	SARBAZAN	75	75	886,1	171,4	886,6	178,0	0,201
403041	SOORTS-MOSSEGOR-EG	6	15	1155,9	206,8	1126,5	229,6	0,204
403131	TARTAS	13	66	982,8	197,4	968,4	204,1	0,211
471191	HOUILLES-SPGIVEE	143	16	865,1	184,4	853,3	176,6	0,211
471192	HOUILLES-P&C	140	17	818,6	198,3	849,7	186,1	0,219
471571	MARMANDE	30	19	718,2	172,0	732,0	147,2	0,201
471951	NERAC	47	22	697,6	181,5	703,6	150,3	0,214
472211	REAUP	169	18	791,3	206,4	790,3	176,3	0,223
473102	TONNEINS	39	17	742,3	177,5	767,4	158,0	0,206
473271	KAINTRAILLES	195	18	778,0	194,2	777,0	165,5	0,213
641221	BLARRITZ ANIET	69	14	1473,7	222,1	1421,3	289,6	0,204

la remontée de l'isohyète 1000 vers le nord. Les valeurs et la répartition spatiale des hauteurs moyennes annuelles de précipitations, visibles sur la carte I, appellent en outre les commentaires suivants :

a- la pluviosité moyenne annuelle est de l'ordre de 810 à 840 mm en bord de mer.

b-Elle croit vers l'intérieur des terres jusqu'à un maximum s'inscrivant entre 950 et 980 mm environ. Cette zone orientée nord-sud en plein coeur de la forêt landaise s'élargit du nord au sud (elle atteint 40 km de large au niveau de Labouheyre) où elle se raccorde au secteur pluvieux dû à la proximité du relief des Pyrénées Occidentales (plus de 1300 mm au niveau de Biarritz). La limite occidentale de cette zone se situe en outre à une distance variant de 5 à 20 km du bord de mer.

c-La pluviosité décroît ensuite vers l'est assez régulièrement ; à 125 km de la cote, elle n'est plus que de 750 mm (Tonnéins, Nérac, Condom...). la diminution est plus rapide au nord, au niveau de Bordeaux, qu'au sud du massif, certainement aussi en partie à cause de l'influence des Pyrénées.

Sur le massif forestier dont la limite orientale approximative coïncide avec la ligne brisée Bordeaux-Bazas-Nérac-Mont de Marsan, la pluviosité moyenne annuelle ne descend pas en dessous de 800 mm.

Bien entendu, le fichier annuel homogénéisé des 58 stations permet-il de faire toute étude sur la variabilité interannuelle des précipitations, sujet hors du champ de la présente convention. Bien sûr également, on peut pour la même liste de stations disposer d'un fichier à base mensuelle permettant toute analyse sur la répartition mensuelle des précipitations dans l'année, sujet tout autant hors du champ de la convention.

CHAPITRE 3

ETUDE DES PLUIES JOURNALIERES

3.1 Fichier opérationnel journalier

La critique et l'homogénéisation des données ont été réalisées précédemment sur le fichier annuel de 58 stations. C'est à partir de l'information ainsi critiquée et concernant ces 58 stations homogénéisées que l'on doit tenter la constitution d'un fichier journalier, opérationnel pour l'analyse statistique des pluies. Ce fichier ne doit évidemment contenir que des données observées.

A partir de ce préalable, un certain nombre de critères ont été appliqués pour sélectionner les stations.

a- Une durée minimale de 25 ans a été jugée nécessaire; à lui seul ce critère élimine 27 stations sur les 58 précédentes.

b- Les données de qualité c'est-à-dire à la fois une période d'observations continue non hachée de trop d'arrêts ou de manques de relevés, des relevés non douteux, ce critère conduit à éliminer les stations qui dans le tableau IV présentent trop de lacunes, trop de constats "année fautive" ou "année incomplète" avec de nombreux changements de lecteurs et d'emplacements. Des 31 stations passées au crible du 1er critère, le second conseille d'en éliminer un certain nombre dont entre autres Condom P et C, Ste Hélène, Pissos, Nérac.

c- Des données assez homogènes c'est-à-dire qui ont subi peu de correction d'homogénéisation et de faible importance à moins qu'il s'agisse d'une erreur flagrante d'appareillage détectée (type 0,03 ou 1,27 par exemple) ; ce critère associé au précédent conduit à éliminer d'autres stations telles que Arès, Bordeaux Rosa-Bonheur, Cestas, Pauillac, La Teste Cazaux, Labouheyre.

d- Une localisation géographique correcte c'est-à-dire que les stations à retenir ne doivent être ni trop éloignées du massif forestier, but de l'étude, ni trop proches d'autres stations de qualité comparable. Ainsi est-on amené à écarter également les stations de Naujac, d'Hourtin et de Dax P et C. Ce critère conduit par contre à conserver Labrit et Biarritz bien qu'elles aient moins de 25 ans de relevés (Labrit renforce le maigre lot des stations sises au coeur de la forêt landaise et Biarritz donne le maximum régional).

Le résultat de cette sélection peut paraître sévère puisqu'il conduit à retenir seulement 16 stations sur les 60 prises en compte en début d'étude.

Il faut voir là le fait d'une part de la courte période d'observation continue, de nombreuses stations et la très mauvaise qualité de plusieurs autres. Mais la sévérité est justifiée, si l'on veut bien se rappeler que de nombreuses stations offrent des relevés cumulés sur plusieurs jours (pas tous détectés ni sûrement corrigés) et des absences de relevés de petites pluies. Aucune analyse statistique correcte ne peut être espérée de tels échantillons.

La liste des 16 stations sélectionnées est donnée dans le tableau VI avec les périodes d'observations complètes. On peut voir sur la carte, que compte tenu de la répartition des 60 stations initiales, celle de ces 16 stations est assez bien équilibrée.

On peut les répartir en 4 sous groupes :

- Celui des environs de Bordeaux avec 3 postes
- celui de la zone cotière avec 3 autres postes (Lacanau, Arcachon et Biarritz)
- celui du massif forestier proprement dit avec du nord au sud Budos, Belin Captieux, Labrit et Sarbazan.

- celui de la frange méridionale du massif avec d'est en ouest Cazaubon, Mt de Marsan, St Saver, St Paul les Dax, et Peyrehorade.

Pour les stations ainsi sélectionnées, les précipitations journalières observées ont été conservées telles quelles sauf pour les périodes durant lesquelles une erreur flagrante d'appareillage a été détectée et en conséquence corrigée. Pour certaines années pas trop incomplètes, les rares lacunes de quelques jours ont été comblées à l'aide des stations voisines, de sorte que les échantillons ne contiennent que des années à relevés complets.

3.2 Jours de pluie : quantité et répartition

L'étude statistique des précipitations journalières est principalement la recherche d'une loi de distribution permettant d'attribuer une fréquence ou période de retour à une hauteur de pluie donnée.

Mais cette étude doit être précédée d'une analyse non exhaustive certes mais suffisante pour situer les caractères régionaux des jours de pluie. Cette analyse doit s'efforcer de répondre à diverses questions telles que : quand pleut-il au cours de l'année, quelle est la part des fortes et celle des faibles pluies... etc...

On parvient à une telle analyse en considérant la quantité et les répartitions saisonnière et interannuelle des jours de pluie.

Le nombre de jours de pluie est une variable relevée de manière imprécise. On l'a vu : oubli de noter les très faibles pluies, cumul de faibles pluies... etc... sont des erreurs très fréquentes que la critique des données a pu déceler souvent et corriger parfois. Il ne faut donc pas être rigoriste sur les valeurs

numériques disponibles, mais simplement admettre que les tendances générales que l'on y discerne sont certainement vraies. Nous avons fait porter l'analyse sur un lot restreint de 3 stations, suffisant à notre avis pour illustrer le phénomène : Belin et Mont de Marsan situées au nord et au sud du coeur bien arrosé du massif forestier (960 et 940 mm respectivement en moyenne annuelle) considérées sur une période de 60 ans, auxquelles on a comparé Arcachon C.M sur le littoral, un peu moins arrosé (890 mm) et observé 55 ans (recouvrement presque total avec les 60 ans précédents).

On a retenu deux paramètres : le nombre de jours de pluie N (hauteur au moins égale à 0,1 mm) et le nombre de jours de pluie supérieure à 10 mm, N10.

Leurs répartitions interannuelles sont reportées sur le graphique 1 et les valeurs remarquables des échantillons sont mentionnées ci-après :

<u>Nombre N</u>	Moyenne	écart-type	Maximum	Minimum
Belin	139,8	18	192	103
Mt de Marsan	134,9	19,3	179	97
Arcachon C.M	137,3	19,8	186	84

Nombre N 10

Belin	29,4	7,45	46	12
Mt de Marsan	31,1	7,89	51	20
Arcachon C.M	26,0	5,46	40	14

Le nombre de jours de pluie N semble homogène aux trois stations, tant en quantité qu'en variabilité interannuelle: environ 135-140 jours en moyenne, les deux tiers des années se classant dans l'intervalle 110-160 jours.

Par contre en ce qui concerne les jours de pluie supérieure à 10 mm, alors que l'homogénéité subsiste entre Belin et Mont de Marsan (30 jours en moyenne, trois quarts des années entre 20 et 40 jours), Arcachon décroche un peu. Il y a relativement moins de fortes pluies sur le littoral que dans l'intérieur (26 contre 30 en moyenne) et leur nombre est plus régulier d'une année sur l'autre (trois quarts des années entre 20 et 35 jours). En moyenne 1 jour de pluie sur 5 reçoit plus de 10 mm.

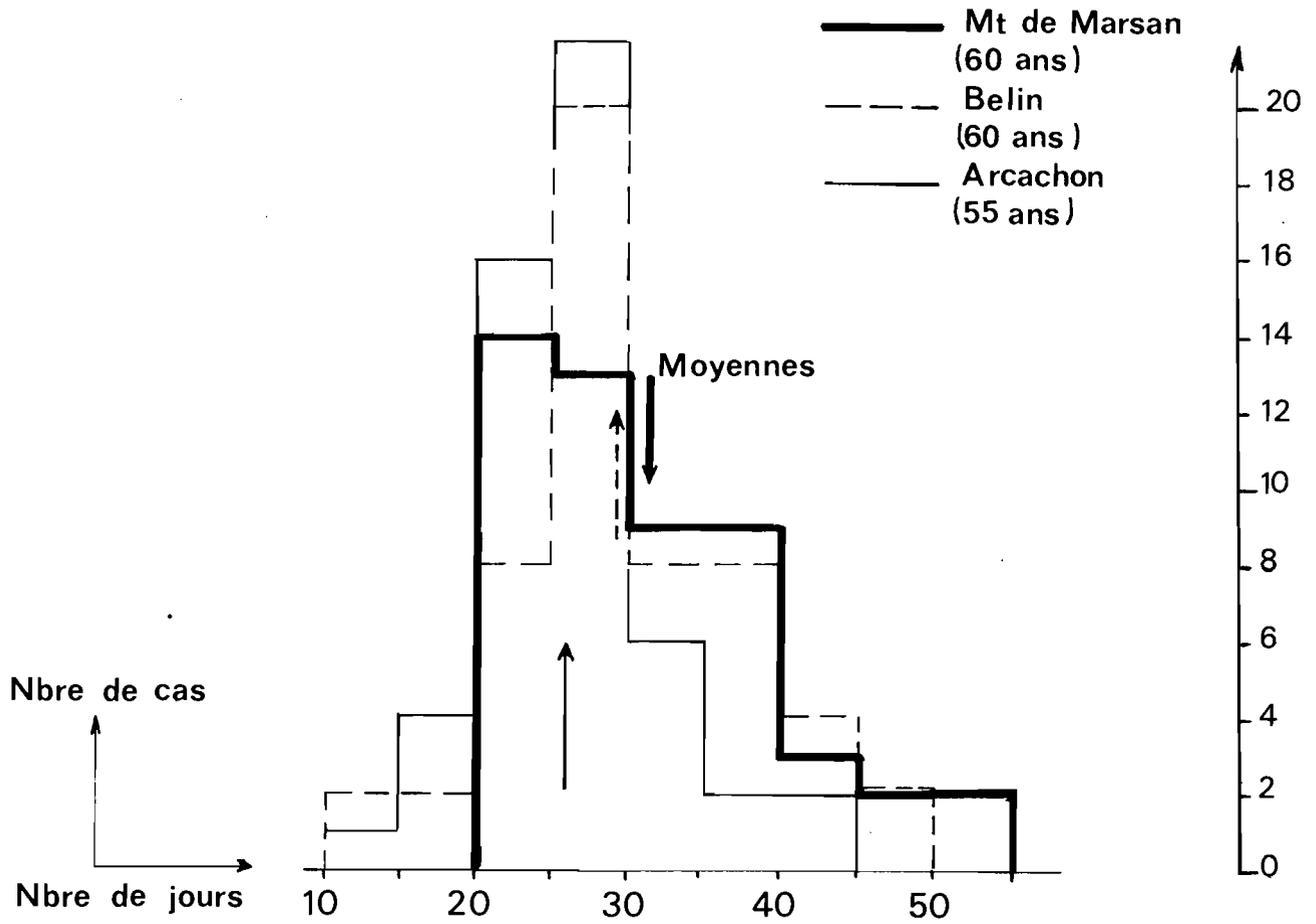
On a poursuivi l'analyse, au seul niveau de Belin et de Mont de Marsan, pour savoir si les pluies surviennent à une période privilégiée de l'année.

Une première série de résultats figure dans les tableaux VII et VIII. Elle appelle les commentaires suivants concernant le nombre N de jours de pluie :

-il pleut en moyenne 12 jours par mois, avec un maximum marqué en décembre, 13-15 jours, et un minimum aussi net de juillet à septembre, 8 à 9 jours.

-Cette moyenne n'a qu'une signification modérée car l'irrégularité interannuelle est grande (sauf décembre et avril-mai qui plus pluvieux sont un peu plus

NOMBRE ANNUEL DE JOURS
DE PLUIE SUPERIEURE A 10 mm



NOMBRE ANNUEL DE
JOURS DE PLUIE

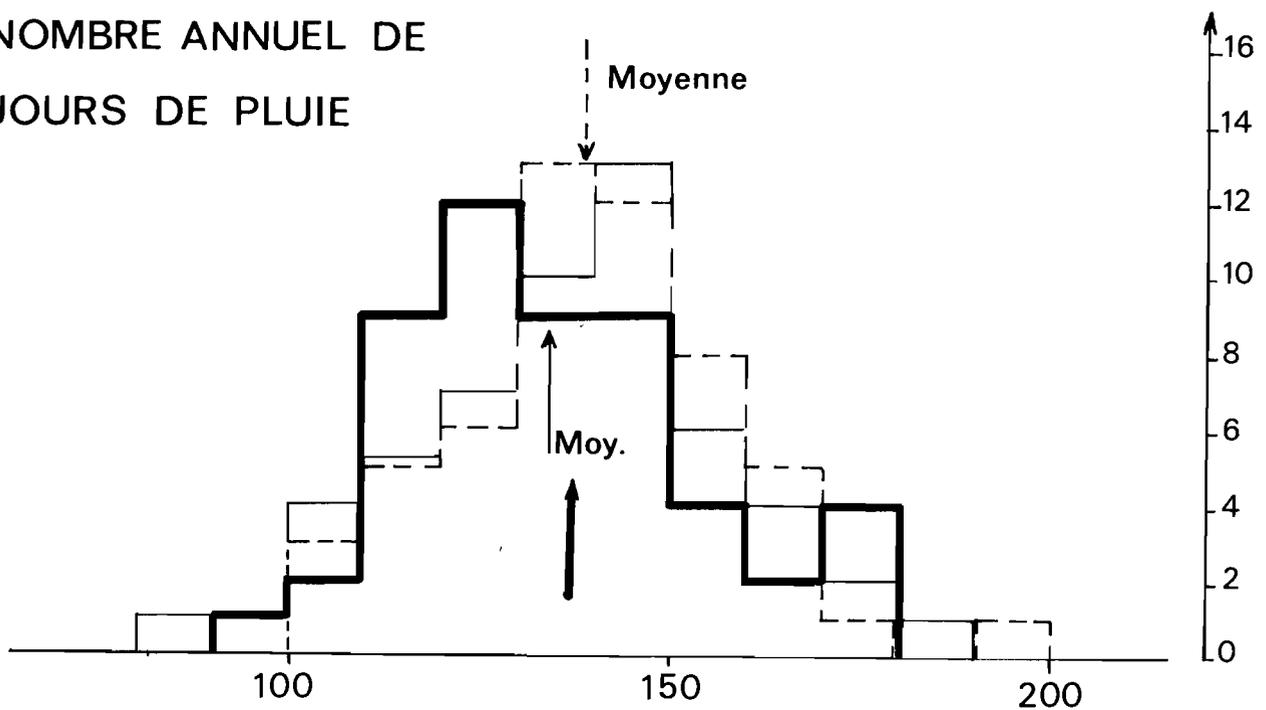


TABLEAU VI

FICHER OPERATIONNEL JOURNALIER CONSTITUTION

N°	STATION	PERIODES	NB. D'ANNEES
320961	CAZAUBON	1877-1930, 1950-1963	63
330094	ARCACHON C.M.	1885-1940,	56
330421	BELIN	1882-1973 (1947 exclu)	91
330761	BUDOS	1888-1973	86
330951	CAPTIEUX	1882-1892, 1894-1910	74
!	!	!1921-1932, 1935-1944,	!
!	!	!1948-1974	!
331671	FLOIRAC	1880-1944	65
332142	LACANAU-MOUTCHIC	1882-1944, 1947-1960	75
!	!	!1963-1972	!
332811	MERIGNAC	1924-1939, 1946-1973	44
335221	TALENCE	1896-1905, 1952-1973	31
401351	LABRIT	1950-1970	21
401922	Et DE MARSAN PetC	1881-1886, 1889-1949	66
402241	PEYREHORADE	1878-1971	93
402791	ST PAUL LES DAX	1928-1955 (1948 exclu)	28
402821	SAINT SEVER	1926-1973	48
402881	SARBAZAN	1930-1971	42
641221	BIARRITZ ANGLET	1956-1969	14
!	!	!	!
!	!	!	!

TABLEAU VII

REPARTITION MENSUELLE DES JOURS DE PLUIE A BELIN

Nombre N	Variable	JV.	FEV.	M.	AV.	M.	JN.	JT.	A.	ST.	O.	N.	D.
	Maximum	25	22	24	23	22	22	17	16	19	27	29	25
	Minimum	3	2	0	3	2	0	0	2	1	2	3	5
	Moyenne	12,9	11,3	12,1	12,7	11,9	10,2	9,0	8,4	9,1	12,4	13,5	14,4
	Ecart-type	5,4	5,7	5,8	4,5	4,1	4,6	4,0	3,7	3,9	5,3	5,2	4,4
	C. Var. %	42	50	48	35	34	45	44	44	43	43	38	33
Nombre N10	Maximum	10	8	8	5	6	6	6	9	7	10	18	9
	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moyenne	2,5	2,7	2,1	1,6	2,1	2,3	1,6	1,6	2,3	3,2	4,1	3,
	Ecart-type	2,4	2,0	1,7	1,3	1,5	1,6	1,4	1,7	1,8	2,3	3,2	2,
	C.Var. %	96	91	81	81	71	70	87	106	78	78	78	71

TABLEAU VIII

REPARTITION MENSUELLE DES JOURS DE PLUIE A MT DE MARSAN

Nombre N	Variable	JV.	FEV.	M.	AV.	M.	JN.	JT.	A.	S.	O.	N.	D.
	Maximum	24	22	23	24	21	20	25	20	15	22	23	23
	Minimum	2	2	3	3	5	3	1	2	2	3	3	5
	Moyenne	12	11,1	12	12,5	12,1	10,3	8,2	8,2	8,8	11,4	12,4	13,5
	Ecart-type	-	-	4,6	4,3	4,1	3,7	3,0	3,6	3,2	4,5	4,6	4,4
	C. Var. %	-	-	38	34	34	36	37	44	136	39	137	133
Nombre N10	Maximum	11	9	10	8	7	9	5	8	8	11	12	9
	Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Moyenne	2,6	2,6	2,8	2,5	2,6	2,5	1,8	2,0	2,3	3,0	3,3	3,4
	Ecart-type	2,3	2,3	2,2	1,9	1,7	1,9	1,5	1,7	2,0	2,6	2,7	2,4
	C.Var. %	89	89	79	76	66	76	83	85	187	87	182	171

réguliers ...) de sorte que l'on a des années avec de 20 à 25 jours de pluie par mois et d'autres avec 2 ou 3 seulement (15 à 20 d'une part et 0 à 2 d'autre part pour le trimestre estival).

- Pour une année quelconque, il n'y a donc pas de répartition mensuelle typique.

Les remarques relatives au nombre N10 de jours de pluie supérieure à 10 mm sont les mêmes et plus accentuées :

- 2 jours par mois en moyenne, un peu moins en été, plus de 3 en hiver d'octobre à décembre.

- Il est possible lors d'une année d'avoir un ou plusieurs mois quelconques sans pluie supérieure à 10 mm, au plus elle pourra en avoir de 5 à 10 ; le contraste été-hiver étant plus atténué, ici.

Si l'on cherche à préciser un peu plus cette analyse saisonnière de l'occurrence des jours de pluie supérieure à 10 mm, on arrive au graphique 2 montrant par mois ou groupe de mois analogues le nombre d'années ayant eu de 0 à n pluies de ce type. Les histogrammes se différencient par leur amplitude et par la fréquence du "cas 0", c'est-à-dire de ne pas avoir de pluie supérieure à 10 mm. On peut ainsi déceler deux groupements en saison froide et deux autres en saison chaude :

- L'amplitude est grande en saison froide (10 jours et plus), moindre en saison chaude (7 à 9 jours).

- La probabilité d'un mois sec est plus élevée en hiver (janvier-avril ou février-mars) qu'en automne (octobre-décembre ou janvier) ; elle est également supérieure en été vis-à-vis du printemps pluvieux (avril ou mai-juin).

En conclusion, on peut relever qu'automne et printemps sont des périodes régulièrement un peu plus pluvieuses que les autres d'une part, et que la probabilité d'avoir de nombreux jours de forte pluie est un peu plus élevée, en saison froide. Ces deux tendances ne nous paraissent pas assez tranchées pour justifier a priori une étude statistique saisonnière des hauteurs de pluie journalières.

Nous reviendrons, après l'étude statistique, sur les périodes d'occurrence des précipitations en fonction de l'importance de celles-ci.

Nous avons déjà utilisé jusqu'à maintenant, dans ce sous-chapitre 3.2, les expressions :

- faible pluie pour une chute inférieure à 10 mm
- forte pluie pour une chute supérieure à 10 mm.

Nous nous proposons d'utiliser deux autres degrés pour caractériser l'importance des hauteurs de pluie :

- très forte pluie pour une chute supérieure à 25 mm
- pluie exceptionnelle pour une chute supérieure à 50 mm.

Nous avons décompté les nombres de jours de pluie supérieure à ces 3 seuils (10, 25 et 50 mm) à toutes les stations et sur toute leur période d'observations utilisée.

On trouvera les résultats de ces décomptes groupés dans le tableau IX et exprimés en nombres moyens annuels N10, N25 et N50 respectivement. Y figurent également les rapports entre ces nombres.

Ces résultats ne sont peut-être pas parfaitement comparables entre eux puisque les périodes d'observations diffèrent entre les postes. Néanmoins des tendances se dessinent.

Tout d'abord, le nombre moyen annuel N10 de jours de pluie supérieure à 10 mm semble assez étroitement lié à la hauteur moyenne annuelle de précipitations.

On voit sur la figure 3 que cette liaison est pratiquement linéaire et les écarts inférieurs à $\pm 10\%$ (inférieurs même à $\pm 5\%$ pour 10 stations sur 12).

On peut esquisser à l'estime cette liaison et lui donner la formulation suivante :

$$N10 = 0,05 P_m - 17$$

qui est juste à moins de un jour près.

Ensuite, on remarque que les échantillons sont moins homogènes au niveau de N25 et de N50. Ceci est à la fois l'effet d'un nombre plus limité d'événements, et également peut-être celui d'une tendance plus accentuée à recevoir de très fortes pluies en certains sites.

La station de Peyrehorade est très caractéristique de cette tendance (forte pluviosité associée à la proximité des Pyrénées ?).

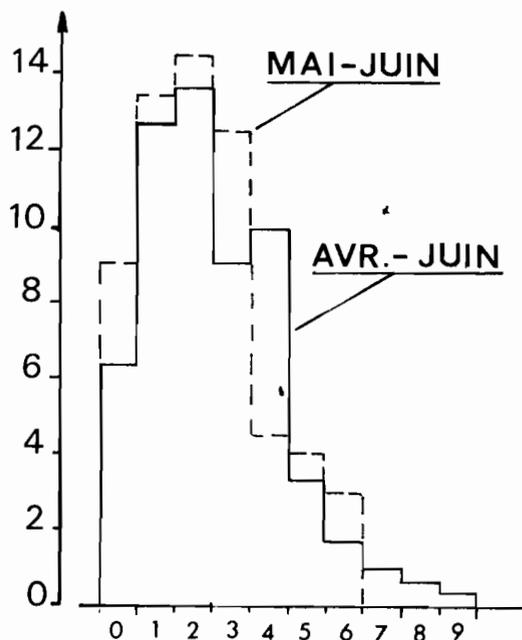
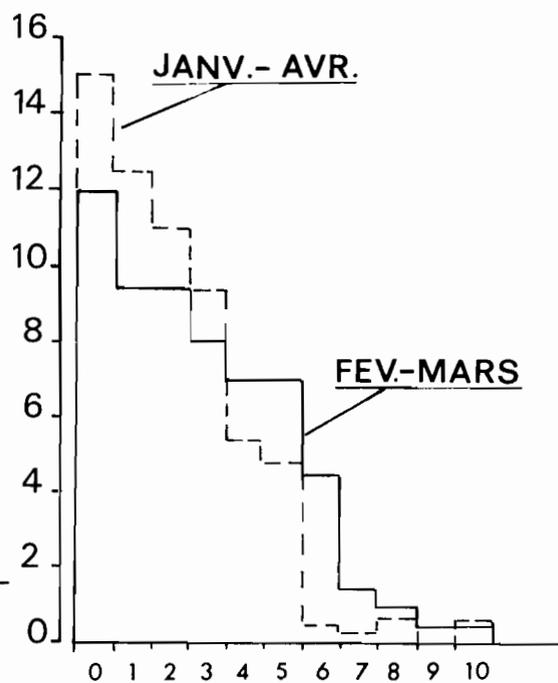
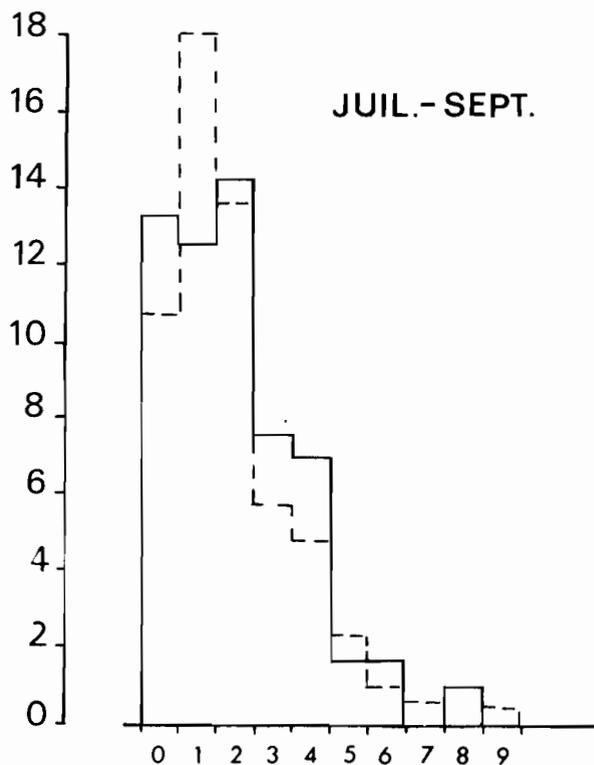
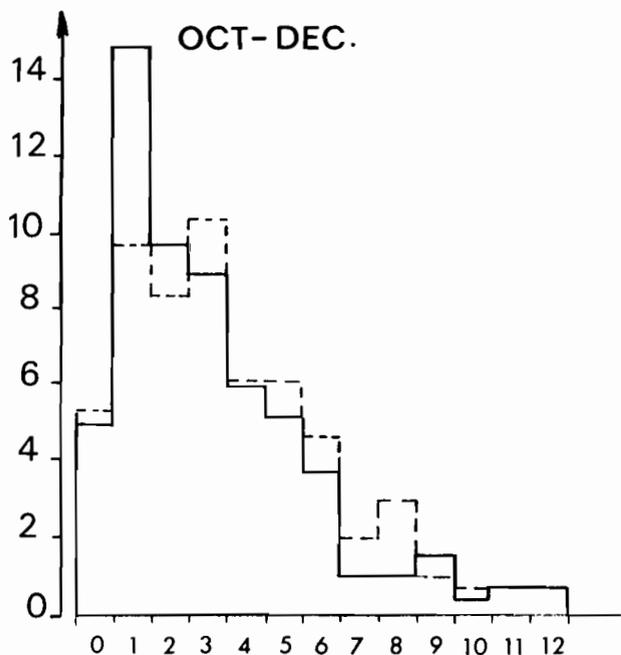
Si l'on veut chercher une autre liaison linéaire entre le nombre moyen annuel N25 de jours de pluie supérieure à 25 mm et la hauteur moyenne annuelle de précipitations, on trouve cette liaison, à la fois déjà un peu plus dispersée (3 stations sur 12 sont en dehors de l'intervalle $\pm 10\%$ autour de la droite médiane tracée à l'estime) et cessant d'être linéaire, pour croître plus vite, au dessus de 1000 mm.

Telles qu'elles sont, les deux droites de la figure 3 peuvent donner en fonction de la pluviosité moyenne annuelle une bonne estimation des nombres moyens annuels de fortes et de très fortes pluies.

REPARTITION STATISTIQUE MOYENNE DES JOURS DE PLUIE DE PLUS DE 10mm

— Mont de Marsan (60 ans)
- - - Belin (60 ans)

Nbre de cas
Nbre de jours



Gr. 3

VARIATION DU NOMBRE MOYEN ANNUEL DE
JOURS DE PLUIE SUPERIEURE A 10 et 25 mm
AVEC LA PLUVIOSITE

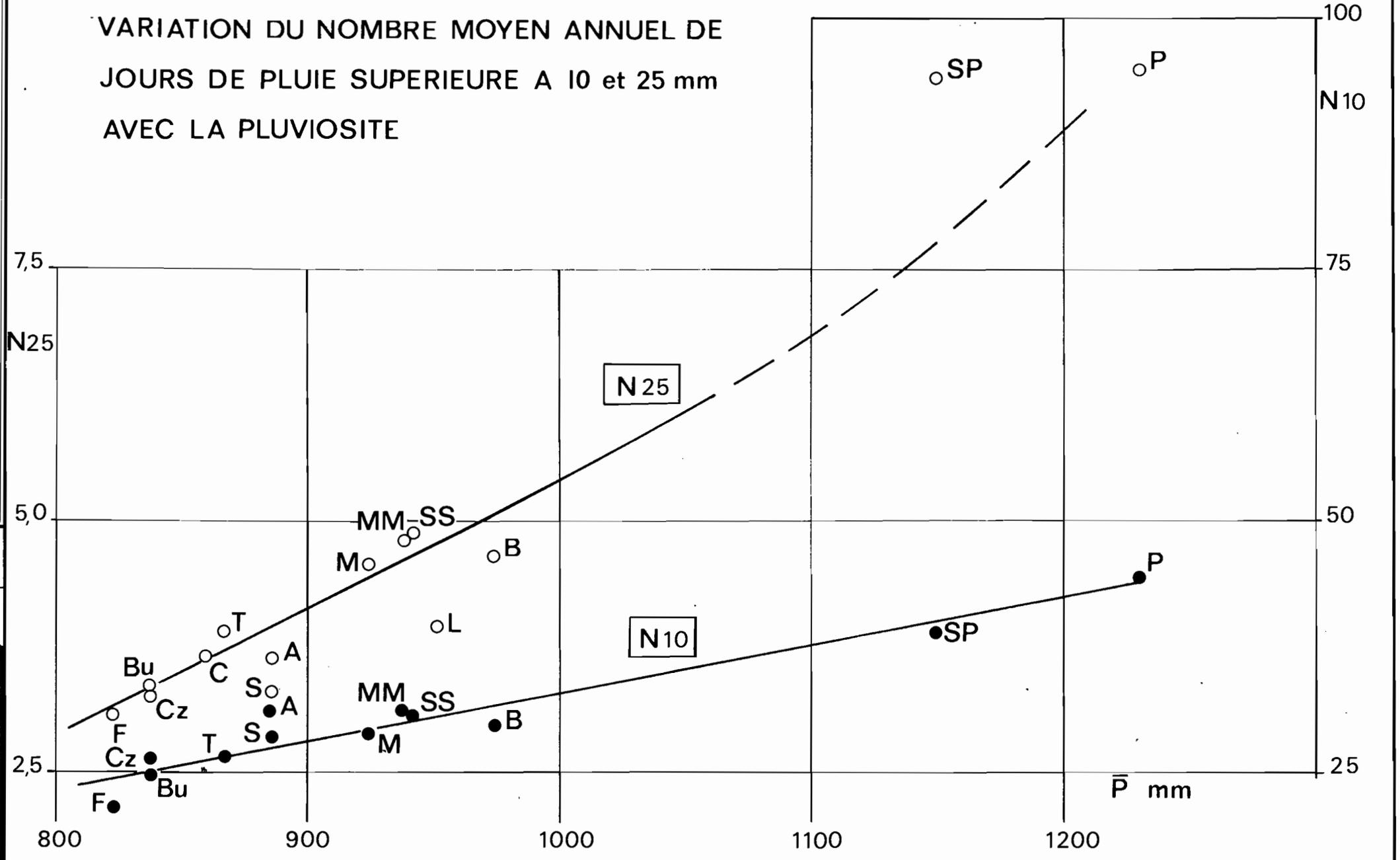


TABLEAU IX

NOMBRE MOYEN ANNUEL DE JOURS DE PLUIE

SUPERIEUR A DIVERS SEUILS

Station	Pm*	Période (ans)	N 10	N 25	N25/N10	N 50	N50/N25
FLOIRAC	821	65	21,1	2,62	0,124	0,15	0,06
MERIGNAC	924	44	29,3	4,57	0,156	0,09	0,02
TALENCE	866	31	26,5	3,90	0,147	0,19	0,05
LACANAU	951	75		3,96		0,27	0,07
ARCACHON	886	56	31,6	3,63	0,115	0,16	0,04
BELIN	974	91	29,7	4,63	0,157	0,24	0,05
BUDOS	837	86	24,9	3,34	0,134	0,19	0,06
CAPTIEUX	859	74		3,66		0,15	0,04
SARBAZAN	886	42	28,5	3,29	0,115	0,19	0,06
Mt de MARSAN	939	66	31,5	4,80	0,154	0,32	0,07
St SEVER	941	48	30,6	4,88	0,155	0,29	0,06
PEYREHORADE	1230	93	44,5	9,52	0,214	0,86	0,09
CAZAUBON	836	68	26,5	3,28	0,115	0,09	0,03
St PAUL	1150	28	38,6	9,43	0,244	0,39	0,04

* Pm hauteur moyenne annuelle de précipitations sur la période observée.

3.3. Statistique des hauteurs journalières.

On a procédé à cette analyse en trois stades : tout d'abord sur les échantillons ponctuels de pluies journalières, ensuite, et parce que ce premier stade n'aboutissait pas à un résultat parfait, sur les seules pluies exceptionnelles de toute la région, enfin en amalgamant les résultats de ces deux stades en une synthèse.

3.3.1. Statistique sur échantillons tronqués.

Le tableau X donne pour tous les échantillons le nombre de fois où ont été dépassés divers seuils de hauteurs de pluie. Pour chacun des seuils, on a en outre calculer la fréquence observée à l'aide de la formule $r - 0,5 / N$ dans laquelle r est le rang ou nombre de dépassements et N le nombre d'années, de sorte que la fréquence l corresponde à la récurrence annuelle. Ces valeurs ont servi au tracé des graphiques d'ajustements (n° 4 à 10) présentés plus loin.

Comme il est de coutume pour la variable "hauteur de pluie journalière, un jour quelconque", on a dû tronquer l'échantillon pour tenir compte des jours sans pluie d'une part et de la mauvaise observation des jours de faible pluie.

La troncature a été essayée pour divers seuils : 5, 10, 15, 20 et 25 mm. Celle qui connaît le meilleur ajustement sur les très fortes pluies a été adoptée.

Quatre lois de distribution tronquées ont été essayées : gamma incomplète - ou de Pearson III -, gaussio-logarithmique - ou de Galton -, exponentielle généralisée de type Goodrich et de type Fréchet.

Les paramètres ont tous été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance (1).

Il est tout de suite apparu que la loi Gamma incomplète ne s'appliquait pas aux précipitations journalières de l'Aquitaine, le calcul des paramètres n'ayant été possible que pour 3 stations (Mérignac, Labrit et St Paul lès Dax) sur seize.

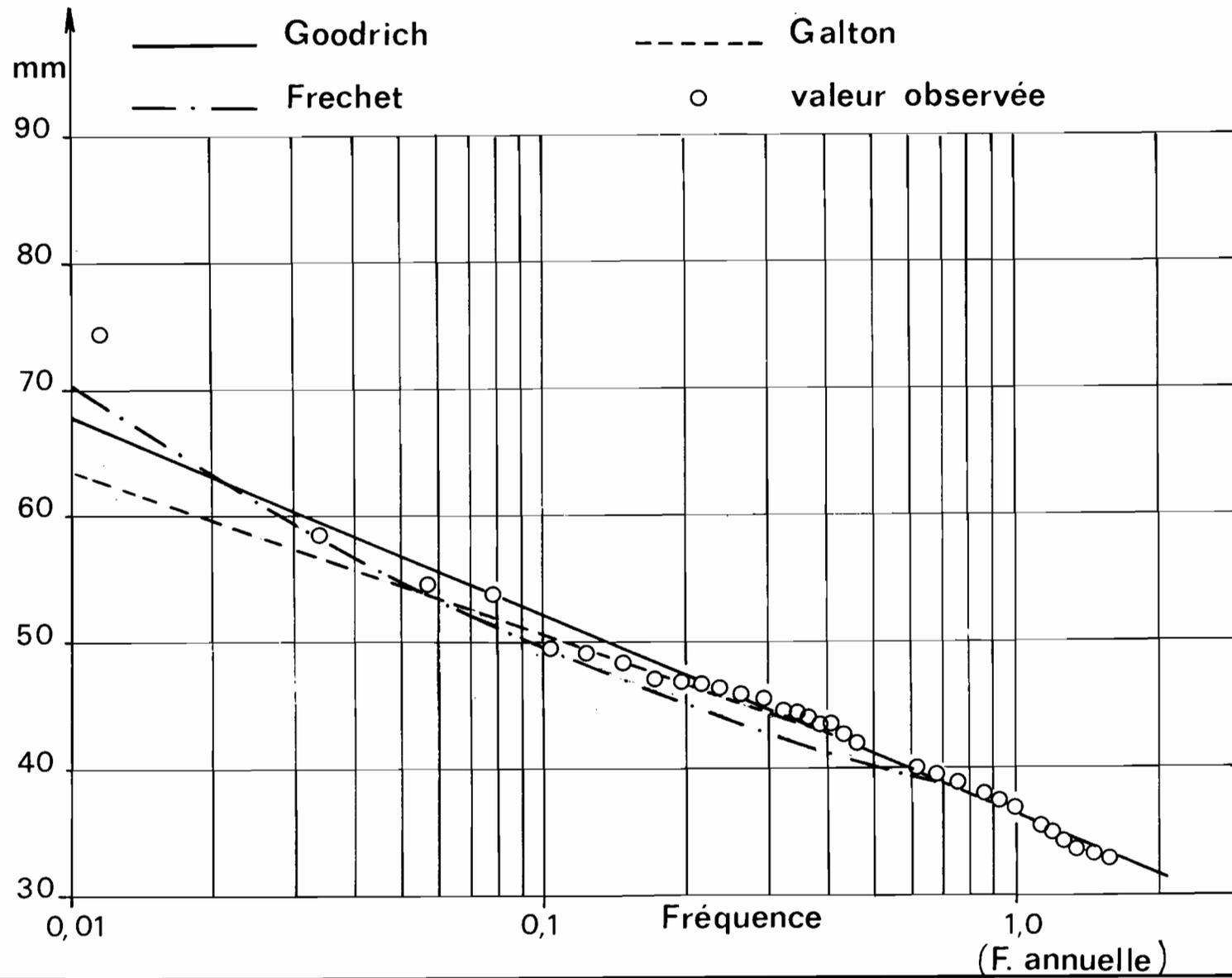
Le choix entre les 3 autres lois de distribution est malaisé car aucune ne présente nettement de bonne adéquation sur l'ensemble de l'échantillon. En outre, aucun test ne peut valablement nous aider dans ce choix : ni celui du X^2 de Pearson trop peu efficace pour rendre compte de l'adéquation des valeurs extrêmes (ici les très fortes pluies, qui sont celles qui retiennent notre attention), ni celui des recouvrements entre échantillon et loi étant donné que celui-ci a des effectifs de classe très différents (très forte densité de pluies dans la gamme basse). On doit donc procéder plus empiriquement.

(1) Brunet-Moret Y - 1969 - "Etude de quelques lois statistiques utilisées en hydrologie" - Cah. ORSTOM, Sér. Hydrologie, Vol. VI n°3.

PRECIPITATIONS JOURNALIERES à MERIGNAC-MN

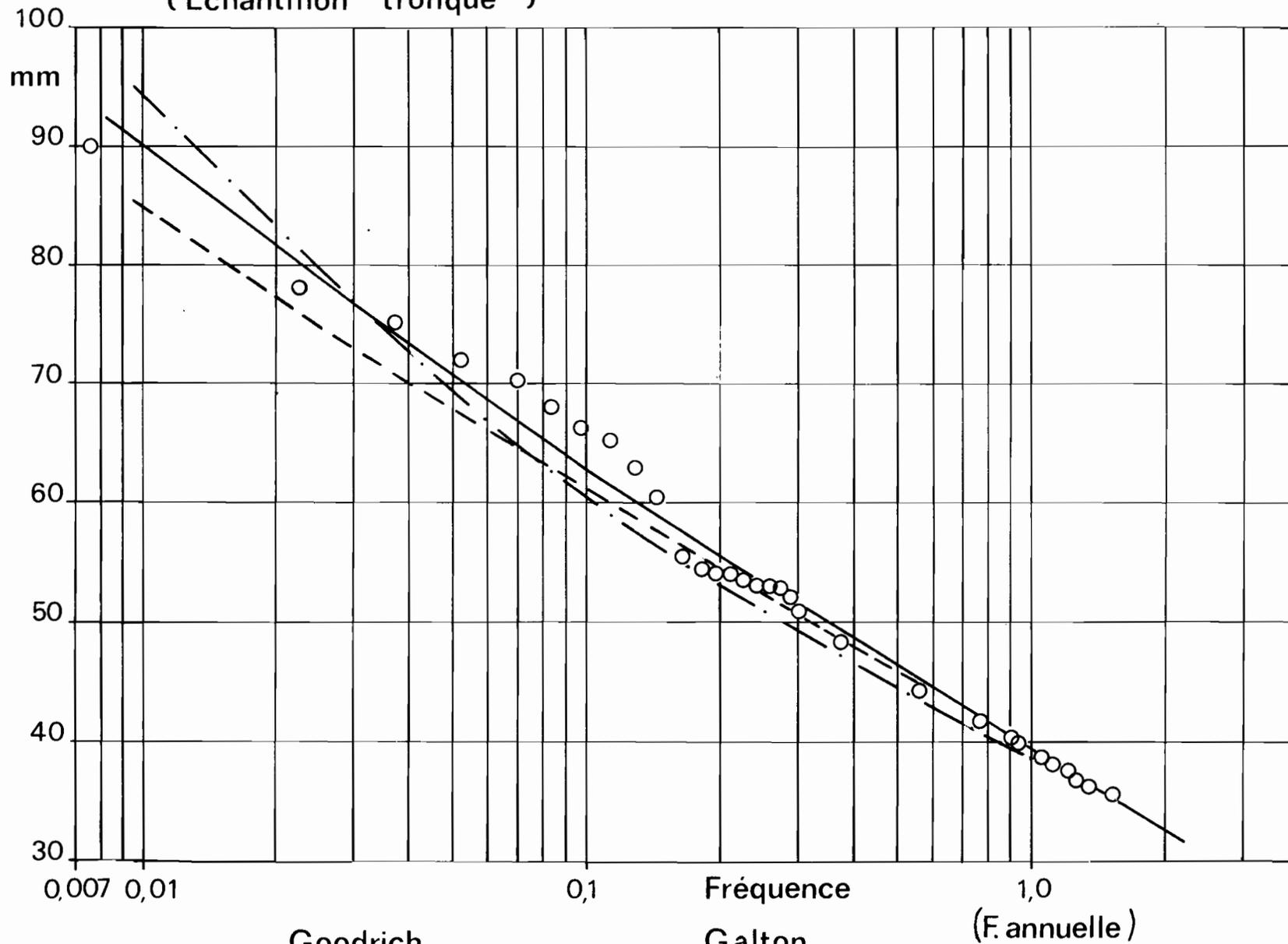
Gr. 4

(Echantillon tronqué)



PRECIPITATIONS JOURNALIERES à MONT DE MARSAN (P.C.)
(Echantillon tronqué)

Gr_6



—— Goodrich

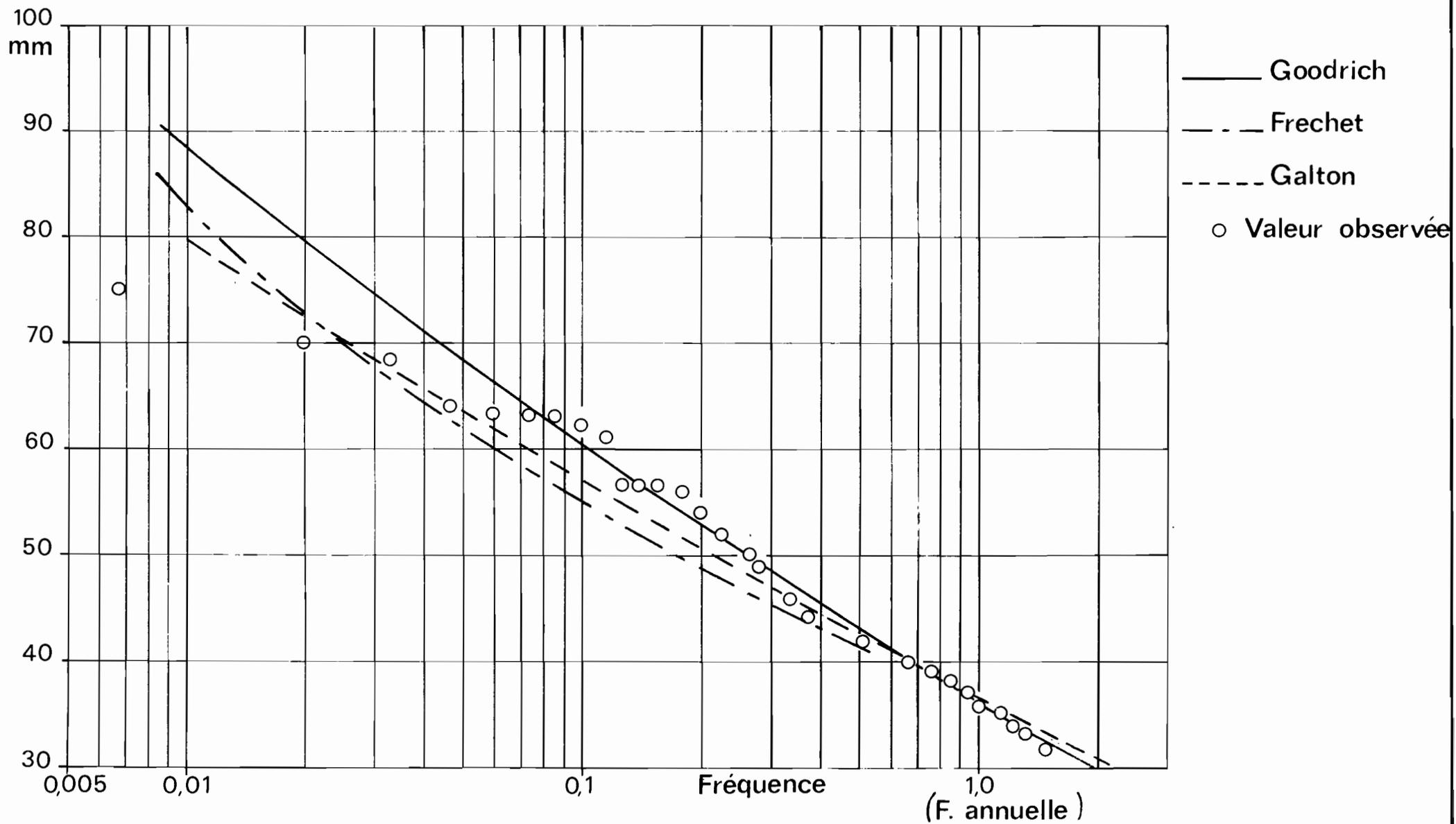
---- Galton

- . - Frechet

○ valeur observée

PRECIPITATIONS JOURNALIERES à LACANAU-MOUTCHIC (Echantillon tronqué)

Gr.7



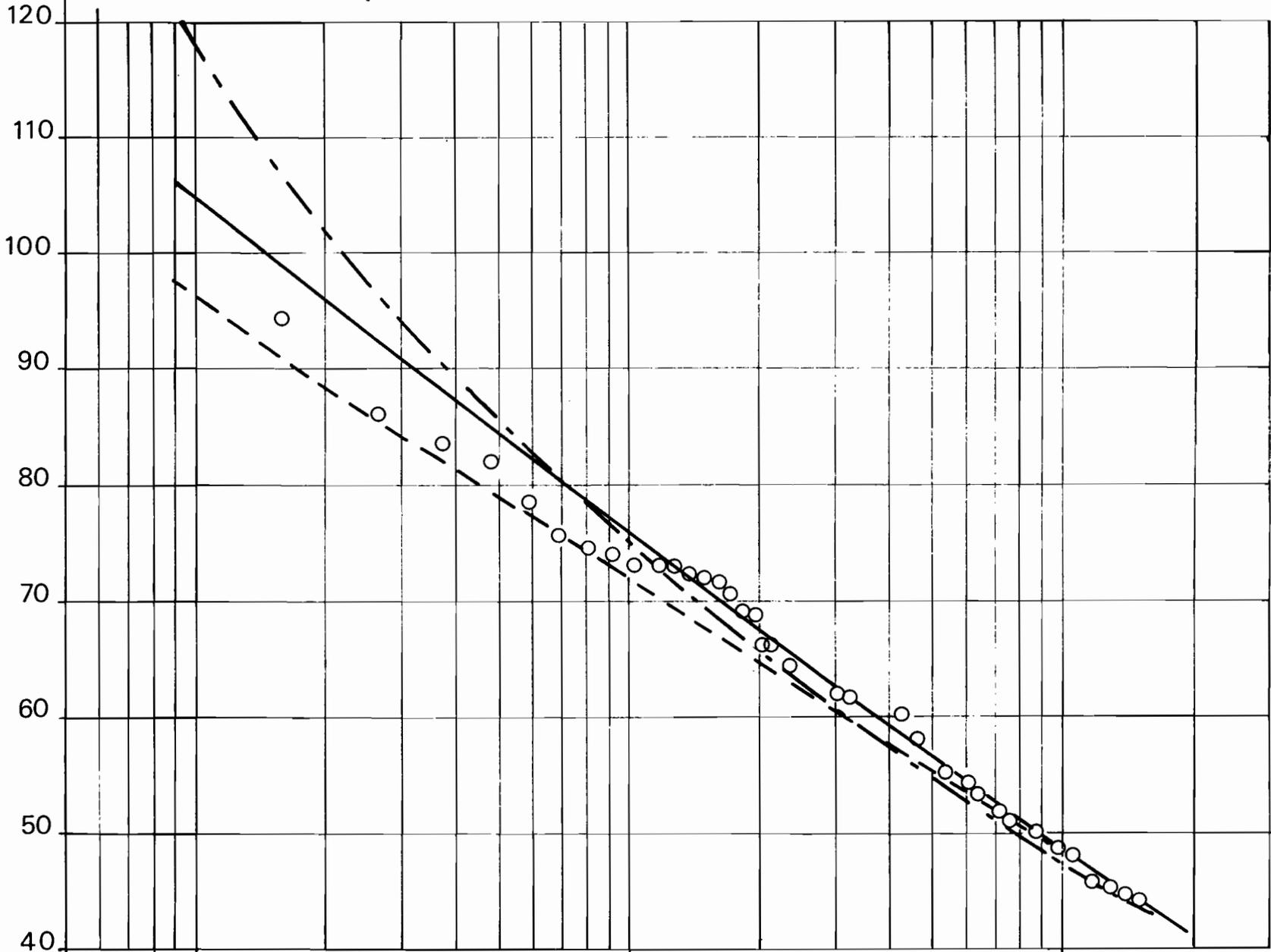
130

mm

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES à PEYREHORADE

Gr-8

(Echantillon tronqué)



- Goodrich
- · - Frechet
- - - Galton
- Valeur observée

0,005

0,001

0,1 Fréquence

(F. annuelle)

1,0

40

50

60

70

80

90

100

110

120

D C T M

date des.

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES à SARBAZAN

Gr. 9

(Echantillon tronqué)

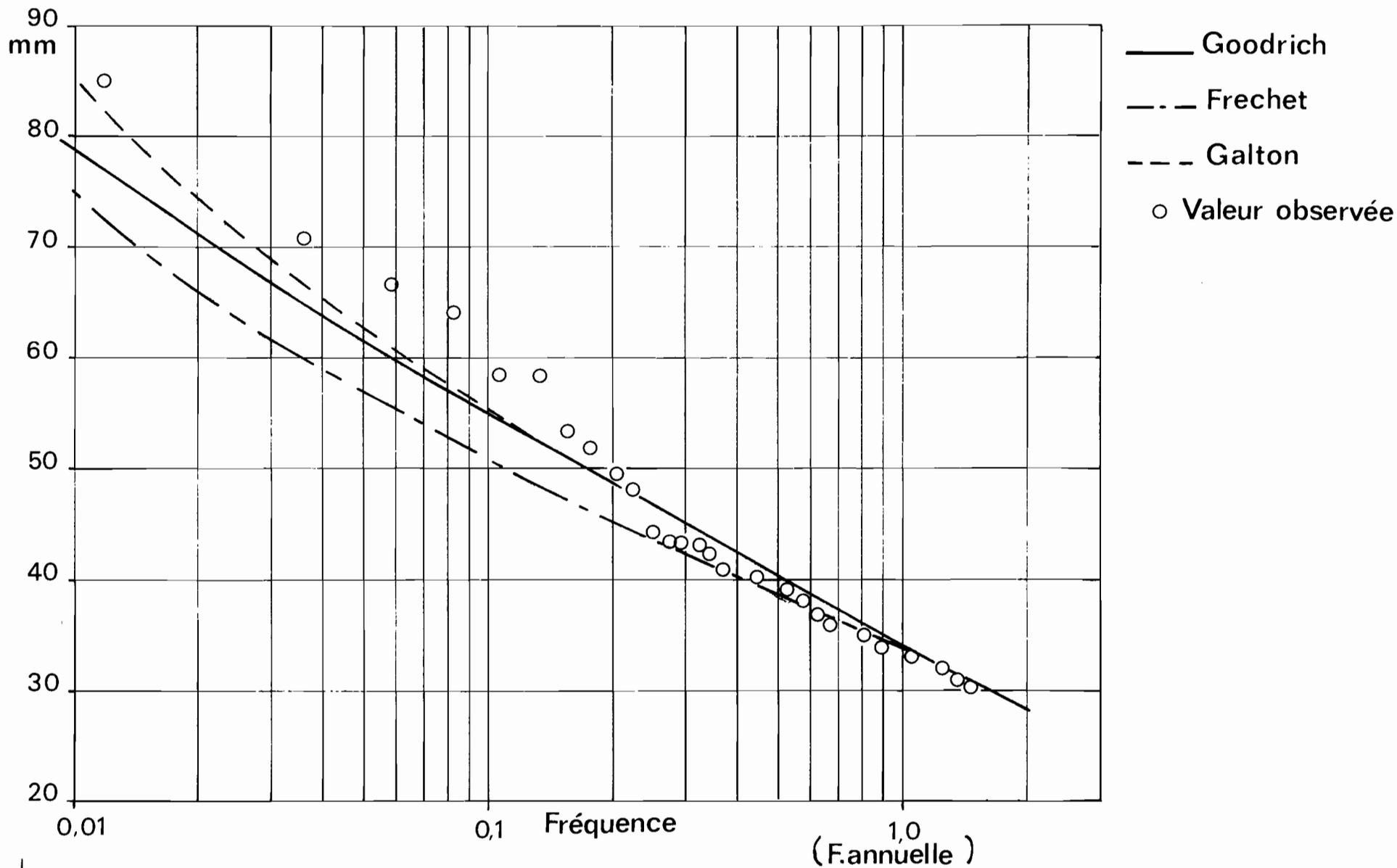


TABLEAU X

STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES

DISTRIBUTION DES ECHANTILLONS

CAZAUBON		ARGACHON C. N.		BELIN		BUDOS		CAPTIEUX	
S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
89	1	90	1	95	1	106	1	97	1
87	2	77	2	69	2	80	2	71	2
63	3	69	3	67	3	70	3	69	3
59	4	68	4	65	4	68	4	67	4
54	5	62	5	62	5	66	5	64	5
50	6	56	6	56	6	64	6	62	6
49	9	50	9	55	10	63	7	56	7
48	12	48	12	53	13	60	8	54	9
46	15	46	14	52	15	58	9	52	11
43	19	42	17	50	22	56	10	48	13
42	28	41	20	48	30	54	11	46	17
41	30	40	27	46	39	52	14	44	21
40	34	39	30	44	43	50	16	42	28
39	38	38	33	42	55	48	21	40	37
38	42	37	36	40	65	46	25	39	38
37	47	36	44	39	72	44	30	38	45
36	56	35	54	38	81	42	34	37	51
35	59	34	62	37	94	40	44	36	59
34	70	33	69	36	108	39	49	35	63
33	77	32	81	35	122	38	52	34	72
32	89			34	130	37	61	33	87
31	103					36	67	32	99
						35	76		
						34	80		
						33	99		
						32	110		
						31	> 130		

S Seuil de hauteur de pluie, en mm.

M Nombre de dépassements observés du seuil.

- . adéquation correcte de Galton et de Fréchet
Belin (graph. 10)
- . adéquation correcte de Galton St Paul
- . inadéquation des 3 lois Biarritz

Quelles conclusions tirer de ces deux tentatives ?

- a - il n'y a pas généralement correspondance entre le type de comportement vis-à-vis des lois et la proximité géographique des stations
- b - le bilan global des comportements montre une moins bonne aptitude de la loi de Fréchet vis-à-vis des deux autres et une tendance pour celle de Galton à parfois sous-estimer les très fortes pluies
- c - on met résolument de côté la station de Biarritz où semblent se conjuguer une trop courte période (14 ans), une pluviosité supérieure au reste de la région (plus de 1400 mm) et une propension à recevoir de très fortes pluies (effets conjugués du littoral et des Pyrénées ?) pour rendre impossible toute adéquation à une loi unimodale classique.

Ces conclusions sont-elles suffisantes pour décider de choisir une seule loi pour toute la région, et laquelle ?

On notera qu'en dehors de St Paul (28 ans seulement de relevés) et de Belin, les treize postes restants admettent Goodrich et Galton. On notera également qu'il faut accorder plus de poids à l'échelle régionale aux stations observées sur les plus longues périodes continues. Seules Belin, Budos et Peyrehorade dépassent nettement les autres selon ce critère (plus de 85 ans continus). Malheureusement leur type de comportement n'est pas le même.

On a alors décidé d'étudier la meilleure adéquation régionale aux très fortes pluies. Ce qui revient à adopter la méthode des stations-années, réunissant toutes les stations ensemble c'est-à-dire faisant l'hypothèse que ces très fortes pluies sont indépendantes (ne se produisent qu'en un lieu, un jour donné).

Cette hypothèse se vérifie dans la majorité des cas (48 pluies indépendantes sur 58 pluies supérieures à 60 mm), ce qui rend tolérable l'application de la méthode des stations-années.

L'examen des graphiques 4 à 10 sur les ajustements statistiques montre que les précipitations sont beaucoup plus intenses à Peyrehorade qu'ailleurs dans la région, ce qui recoupe les constatations faites au 3-2. On met donc ce poste à part provisoirement.

Il reste 14 stations totalisant 795 stations-années.

Le décompte des dépassements théoriques et estimés de diverses hauteurs de pluie correspondantes à des fréquences remarquables aboutit au résultat suivant :

Probabilités	Nombre d' dépassements			
	théorique	estimés selon		
		Goodrich	Galton	Fréchet
annuelle	795	730	713	770
1 fois en 2 ans	397,5	356	375	446
1 fois en 5 ans	159	139	157	200
1 fois en 10 ans	79,5	72	82	106
1 fois en 20 ans	39,75	40	54	62
1 fois en 50 ans	15,9	15	21	25
1 fois en 100 ans	7,95	11	12	13

Ce tableau nous montre que :

- a - la loi de Fréchet sous-estime fortement les hauteurs de pluie dès la récurrence de 2 ans
- b - la loi de Galton qui surestime les hauteurs de pluie annuelle et de 2 ans, fournit une estimation correcte pour les récurrences de 5 et 10 ans puis sous-estime les hauteurs pour les récurrences plus élevées
- c - la loi de Goodrich qui surestime les hauteurs de pluie pour les récurrences 1, 2 et 5 ans, donne une estimation correcte pour celles de 10, 20 et 50 ans, ne sous-estime que la hauteur centennale.

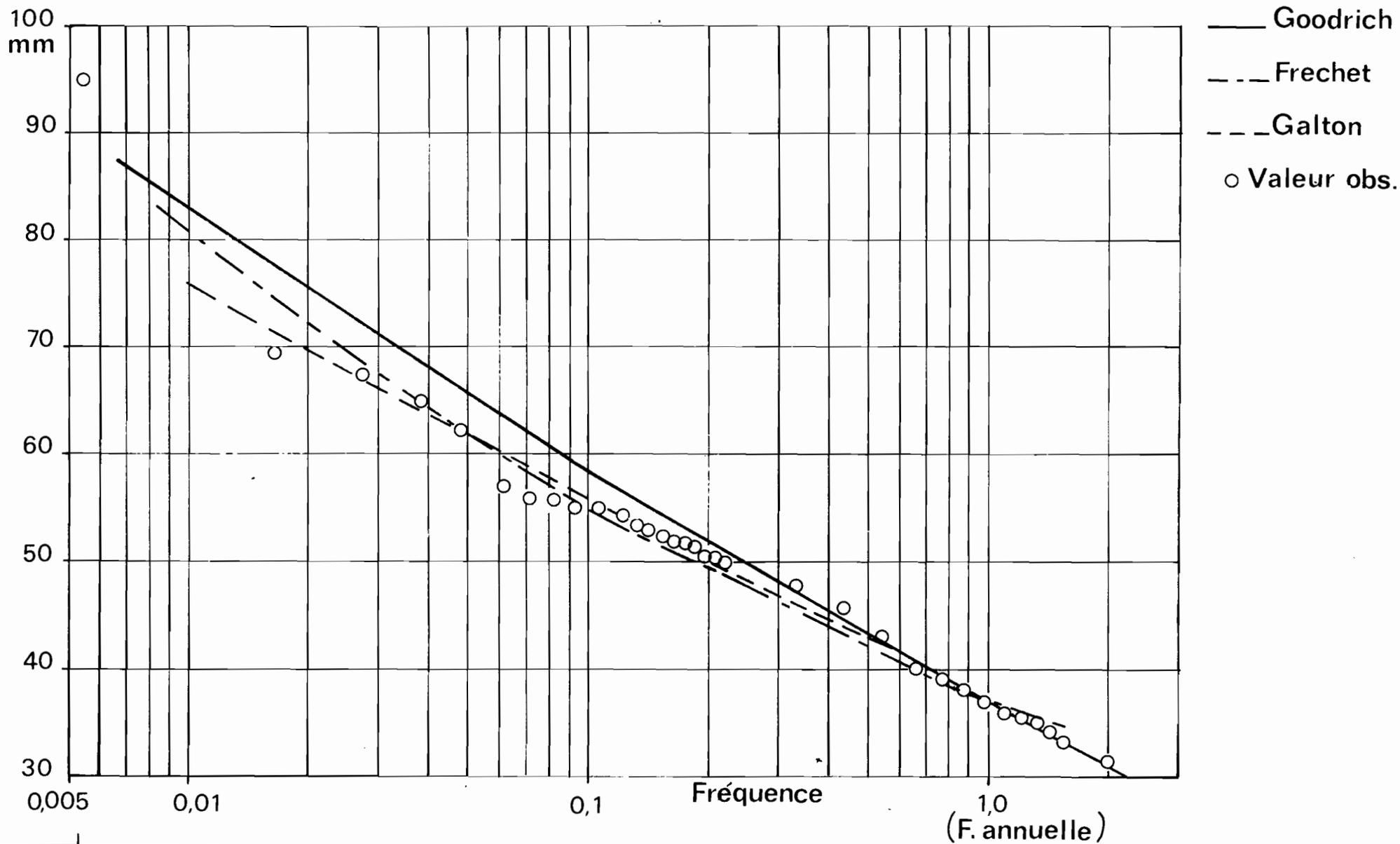
En définitive, il nous paraît souhaitable de retenir la loi de Goodrich comme la plus adéquate pour représenter les hauteurs journalières de fortes et très fortes pluies dans la région Aquitaine.

L'examen particulier de la station de Peyrehorade conduit à considérer comme le montrait son comportement statistique (graph. 8) que peut-être la loi de Galton (inadéquate pour les récurrences de 1 et plusieurs fois par an) serait meilleure que celle de Goodrich pour les récurrences rares, cette dernière loi sous-estimant un peu pour 50 et 100 ans. Par souci d'homogénéité régionale, nous adopterons aussi Goodrich, sachant que la précision sera moindre.

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES à BELIN

Gr.10

(Echantillon tronqué)



Quoiqu'il en soit, l'estimation de la hauteur centennale sera de toute manière imprécise, en toutes stations.

On retiendra également de tout ceci que malgré la longueur remarquable de certains échantillons, il n'a pas été possible d'obtenir de bonne adéquation à une loi unimodale classique. Ce qui laisserait craindre une certaine hétérogénéité intrinsèque aux échantillons, question qui sera reprise plus loin (cf. 3.4.).

On trouvera dans le tableau XI les valeurs de hauteurs journalières pour diverses récurrences remarquables, déduites de l'ajustement à la loi de Goodrich tronquée pour chacune des 15 stations étudiées (Biarritz exclus).

A titre d'information, on a vérifié que l'écart enregistré entre ces valeurs et celles déduites de la loi s'ajustant le mieux à chaque station prise séparément, lorsqu'il s'agit donc de Galton ou de Fréchet, était négligeable. On trouve en effet que ledit écart reste inférieur à + 5% de l'estimation selon Goodrich pour les récurrences depuis 5 fois par an jusqu'à une fois en 10 ans. Pour les récurrences de 20 à 100 ans, cet écart est positif et sa valeur maximale varie de 7 à 10% (sauf pour Floirac où il est presque double).

Cet écart entre estimations selon diverses lois est certainement inférieur à l'intervalle de confiance propre à chaque valeur remarquable estimée. On peut donc le considérer comme négligeable, ce qui confirme le choix régional de la loi de Goodrich.

3.3.2. Statistique des valeurs extrêmes.

Avant de conclure définitivement cette étude, et compte tenu des difficultés rencontrées dans la recherche d'une bonne adéquation, on a décidé de vérifier les résultats obtenus sur échantillons tronqués d'après Goodrich, en analysant séparément les valeurs extrêmes.

On va considérer successivement les hauteurs maximales annuelles à chaque poste puis l'ensemble des plus fortes pluies indépendantes dans la région.

Les échantillons de maximums annuels sont plus sensibles que les échantillons complets (même tronqués) aux lacunes d'observations pluriannuelles, ce qui nous conduit à écarter les stations de Lacanau, Talence, Captieux et Cazaubon.

Ces échantillons doivent en outre être assez grands pour donner des résultats pas trop imprécis.

On a "mis la barre" à 40 ans, ce qui élimine St Paul, Labrit et Biarritz.

Il reste par conséquent 9 stations auxquelles l'analyse statistique est possible correctement : Merignac, Floirac, Arcachon, Budos, Belin, Sarbazan, Mt de Marsan, St Sever et Peyrehorade.

On trouve ces 9 échantillons dans le tableau XII - Un examen préalable permet de faire une remarque sur la probabilité d'occurrence des très fortes pluies. Leur nombre moyen annuel, on l'a vu (Cf. tableau IX) est compris entre 2,6 et 9,8. Néanmoins il est possible certaines années que ne se produisent pas de très fortes pluies - supérieures à 25 mm. Cette probabilité est d'environ 4%, sauf au sud de la région (Mont-de-Marsan, St Sever et Peyrehorade) où elle pourrait bien être nulle ou presque.

On a tenté d'ajuster aux échantillons précédents les lois de Gumbel, de Galton, de Pearson III et de Goodrich.

Le résultat est beaucoup plus net que pour les échantillons tronqués.

Si l'on met Peyrehorade à part, comme précédemment, la loi de Galton semble à première vue (examen du graphique portant valeurs observées et lois) s'ajuster nettement mieux en 6 sur 8 des stations.

La loi de Pearson III serait meilleure à Sarbazan et celle de Gumbel à Méridnac ; mais l'inadéquation de la loi de Galton n'est pas rédhibitoire en ces 2 stations de moins de 45 ans de relevés chacune.

On vérifie par le test des dépassements comptabilisés en toutes les stations que la loi de Galton fournit nettement une meilleure adéquation.

Décompte des dépassements						
Probabilité	Nombre observé	Galton	Pearson III	Goodrich	Gumbel	
1 fois en 2 ans	248,5	240	240	240	208	
1 fois en 5 ans	99,4	99	91	83	104	
1 fois en 10 ans	49,7	49	46	44	53	
1 fois en 20 ans	24,85	26	28	27	36	
1 fois en 50 ans	9,94	10	12	13	16	
1 fois en 100 ans	4,97	4	6	8	10	

N.B. Il y a un total de 497 stations-années.

En ce qui concerne Peyrehorade, les 4 lois précédentes donnent des résultats voisins, peu différenciés et tendant tous à surestimer un peu les valeurs estimées pour les récurrences de 5 à 50 ans. On adoptera donc également par homogénéité la loi de Galton.

TABLEAU XI

PRECIPITATIONS JOURNALIERES REMARQUABLE D'APRES
LA LOI DE GOODRICH TRONQUÉE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
!CAZAUBON	! 827,9!68!	! 829,8!10!	! 21,7!28,	! 6!34,	! 1!39,	! 7!47,	! 5!53,	! 5!59,	! 8!68,	! 2!74,	! 0!		
!ARCACHON-CM	! 910,9!56!	! 892,7!20!	! 22,0!28,	! 7!34,	! 3!40,	! 3!48,	! 9!55,	! 8!63,	! 1!73,	! 3!81,	! 5!		
!BELIN	! 970,5!91!	! 959,6!10!	! 23,8!31,	! 3!37,	! 4!43,	! 6!52,	! 3!59,	! 0!66,	! 0!75,	! 5!82,	! 8!		
!BUDOS	! 840,3!86!	! 840,6!10!	! 21,4!28,	! 8!34,	! 9!41,	! 5!50,	! 9!58,	! 5!66,	! 6!77,	! 7!86,	! 7!		
!CAPTIEUX	! 858,8!74!	! 865,9!10!	! 22,0!29,	! 0!34,	! 8!40,	! 8!49,	! 1!55,	! 6!62,	! 4!71,	! 6!78,	! 8!		
!FLOIRAC	! 823,6!65!	! 796,7!10!	! 19,4!26,	! 3!32,	! 2!38,	! 8!48,	! 5!56,	! 6!65,	! 4!78,	! 1!88,	! 5!		
!LACANAU-Mont	! 951,4!75!	! 927,1!10!	! 22,5!30,	! 1!36,	! 3!43,	! 1!52,	! 6!60,	! 2!68,	! 2!79,	! 3!88,	! 2!		
!MERIGNAC	! 912,6!44!	! 922,3!20!	! 24,1!31,	! 2!36,	! 4!41,	! 4!47,	! 7!52,	! 4!57,	! 0!63,	! 0!67,	! 5!		
!TALENCE	! 872,3!31!	! 851,8!10!	! 22,5!29,	! 6!35,	! 2!40,	! 8!48,	! 4!54,	! 3!60,	! 2!68,	! 2!74,	! 3!		
!LABRIT	! 942,8!21!	! 916,0!20!	! 23,9!31,	! 0!36,	! 3!41,	! 5!48,	! 3!53,	! 3!58,	! 3!65,	! 0!69,	! 9!		
!Mt de MARSAN PC	! 942,5!66!	! 939,9!20!	! 24,6!32,	! 6!39,	! 2!46,	! 0!55,	! 4!63,	! 0!70,	! 8!81,	! 4!89,	! 7!		
!PEYREHORADE	! 1223,2!93!	! 1221,3!10!	! 31,3!41,	! 2!48,	! 9!56,	! 8!67,	! 6!76,	! 0!84,	! 6!96,	! 2!105,	! 1!		
!St PAUL lès DAX	! 1184,4!28!	! 1149,4!20!	! 29,6!37,	! 1!42,	! 8!48,	! 5!56,	! 0!61,	! 7!67,	! 5!75,	! 1!80,	! 8!		
!St SEVER	! 941,9!48!	! 902,9!10!	! 24,8!32,	! 9!39,	! 3!45,	! 8!54,	! 7!61,	! 6!68,	! 6!78,	! 1!85,	! 4!		
!SARBAZAN	! 886,6!42!	! 853,7!10!	! 21,7!28,	! 6!34,	! 3!40,	! 2!48,	! 5!55,	! 0!61,	! 8!71,	! 2!78,	! 4!		
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

Colonne	1	Nom de la station
	2	Moyenne annuelle, en mm, estimée sur la période 1881-1970
	3	Nombre d'années utilisées pour l'ajustement des précipitations journalières
	4	Moyenne annuelle, en mm, calculée sur le nombre d'années utilisées
	5	Seuil de troncature en millimètre
	6	Précipitations journalières, calculée, de fréquence
	7	" " " 5 fois par an
	8	" " " 2 fois par an
	9	" " " 1 fois par an
	10	" " " 1 fois en 2 ans
	11	" " " 1 fois en 5 ans
	12	" " " 1 fois en 10 ans
	13	" " " 1 fois en 20 ans
	14	" " " 1 fois en 50 ans
		1 fois en 100 ans

TABLEAU XII

ETAT DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES MAXIMALES ANNUELLES

Année	Reyrehorac	Mérignac	Floirac	Arcachon	Budos	Belin	Sarbazan	Mit Marsan	St Sever
1878	41								
79	73								
880	55		33						
81	46		29					55,4	
82	66		34			50		53	
83	49		25			46		53	
84	86		32			31		26,2	
85	50		42	37		53		90	
86	61		33	32		43		54	
87	44		44	38		31		-	
88	60		32	33	47	37		-	
89	32		31	35	26	56		37,1	
890	34		33	48	39	48		36,4	
91	43		27	49	41	41		34,9	
92	73		29	38	33	37		70,3	
93	35		35	40	31	36		36,8	
94	49,2		35	26	25	27		36,2	
95	32,4		32	40	25	27		44,2	
96	94		63	37	40	43		75,1	
97	65		32	68	41	47		42,2	
98	45,2		53	34	27	34		32,8	
99	42,8		26	28	29	32		50,2	
1900	78,4		27	35	49	35		38,1	
01	68		41	31	48	46		40,2	
02	62,4		39	50	53	28		54,2	
03	63,6		34	39	31	28		32,6	
04	61,6		29	36	34	26		47,5	
05	53,6		55	46	48	43		31,3	
06	61,4		31	40	63	33		48	
07	32,6		27	39	32	34		-	
08	73		41	35	36	57		43,3	
09	33		28	69	29	39		35,1	
910	63		29	35	61	44		42,1	
11	66		32	77	51	37		34,1	
12	82,3		59	28	49	54		38,5	
13	43,6		56	40	52	69		60,2	
14	34		20	36	24	33		46,5	
15	72,2		37	37	40	49		65,2	
16	45,6		27	31	42	49		44,8	
17	56,8		27	36	31	44		35,1	
18	42,4		28	30	55	40		28,2	
19	62,5		67	47	80	42		54,3	
920	45		46	51	35	48		40,3	
21	48		41	21	29	24		41,3	
22	42,5		32	62	41	43		30,6	
23	48,2		32	21	53	56		47,3	
24	54,6	41,0	24	41	46	30		37,2	
25	43,8	53,5	37	28	35	40		27,8	

TABLEAU XII (suite)

ETAT DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES MAXIMALES ANNUELLES

Année	Reynac	de Mèrignac	Floirac	Arcachon	Budos	Belin	Sarbazan	Mt Marsan	St Sever
1926	32,3	30,6	35	30	31	36		37,3	48,5
27	72,3	39,3	31	35	33	47		51,8	56,2
28	42,5	46,1	28	23	34	28		46,8	38,2
29	40,5	30,5	29	56	32	32		41,6	28,4
930	50,3	35,8	57	35	53	46	33,2	36,7	50,5
31	50,3	40,2	48	49	36	41	48,3	78	44,2
32	42,3	47,2	44	40	32	47	-	38,5	31,4
33	54,8	37,2	44	31	51	49	31,3	41,8	34,5
34	60,5	35,3	33	28	37	47	42,4	38	49,5
35	54,3	31,3	30	26	32	52	33,3	66,3	43,4
36	45,6	74	27	24	25	33	41	46	48,3
37	61,0	47	29	90	41	65	38,3	34,6	52,2
38	34,5	40,2	41	41	44	47	36,1	43	31,5
39	68,6	26,0	48	28	31	40	58,2	37,8	44,5
940	58,5		30	42	27	35	32,3	53,3	50,6
41	83,4		65		68	95	71,2	62,8	61,2
42	35,3		25		29	43	35	29,3	26,9
43	45		40		39	50	67,2	72,4	74,2
44	35,8		44		42	37	28	43,7	34
45	40				31,8	30,5	28	33,6	46
46	48,5	33,4			28	37	28,1	45	36,5
47	74,5	47			39,7	-	24,1	39,3	31,7
48	34	30,8			31,8	32,2	52,3	36,8	28,7
49	71,8	37,6			35,0	43,7	49,2	68,0	75,6
950	36,3	25,9			31,6	35,6	26,3		32,8
51	35,5	42			106,5	33,6	26,1		40,6
52	48	44,8			33,6	45,9	39,1		51,7
53	-	28,3			34	33,1	32,1		38,3
54	48	29,5			23,1	24,6	29,2		36,6
55	54,0	49,1			44,5	32,7	44,1		49,8
56	30	41,3			34,5	38,8	40,0		25,6
57	48	30,9			21	33,1	23,2		47,6
58	44,5	43,6			33,6	38,1	23,2		36,4
59	59,2	54,4			39,3	62,3	85,4		139,6
960	61	38,4			48,5	67,5	43		60,1
61	58,7	27,8			26,8	30,4	32,6		46,5
62	50,5	49,4			31,5	27,9	26,6		31,5
63	75,2	42,4			40	39,9	53,6		38,7
64	60,2	36,7			58,3	50,6	33,7		33,7
65	74	28,9			35	37,1	35,3		49,5
66	34,5	48,1			32,5	50,2	27,1		54
67	61,6	32,5			28,7	41,7	25,0		31,3
68	50	35,9			31,3	39,0	30,1		49,2
69	136,9	58,2			36	36,6	38,3		58,8
970	35,5	26,1			37,5	30,4	43,4		31,6
71	40	29,3			35,5	50,4	43,2		35
72	-	43,9			28,4	33,3			33,3
73	-	30,0			35	42,8			39,2

Le tableau suivant donne les valeurs remarquables pour diverses fréquences selon la loi de Galton pour chacune des 9 stations considérées.

Récurrences (ans)	Valeurs d'après Galton et les maximums annuels					
	2	5	10	20	50	100
Mérignac	36,9	46,1	52,7	59,3	68,3	75,4
Floirac	34,2	43,5	50,1	56,7	65,7	72,8
Arcachon	36,6	47,9	55,9	63,8	74,5	83
Budos	36	46,6	54,1	61,9	72,4	80,8
Belin	39,3	49,1	55,6	62	70,3	76,6
Sarbazan	34,5	46,5	56,4	67,2	83,4	97,1
Mont de Marsan	42,4	54,2	62,6	71	82,5	91,6
St Sever	40,6	54,1	64,6	75,9	92,1	105,5
Peyrehorade	50	65	76	86	101	112

On donne à titre d'illustration les figures n° 11 à 14 représentant l'ajustement de Galton aux séries de maximums annuels à Belin, Budos, Arcachon et Mont de Marsan.

Enfin, comme annoncé, on a appliqué la méthode des stations-années à l'ensemble des informations régionales en classant les plus fortes précipitations indépendantes par ordre décroissant, c'est-à-dire que l'on a retenu seulement pour un jour de forte pluie donné le lieu ayant reçu le total le plus élevé. Le tableau XIII présente les 40 plus fortes valeurs de ce classement, pour une période globale de 795 stations-années.

On a préféré, vu les résultats précédemment acquis, faire un classement similaire à part pour les stations de Biarritz et Peyrehorade (tableau XIV).

On peut noter que pour l'ensemble régional récapitulé dans le tableau XIII, un ajustement sur une loi de Fréchet semble adéquat. Mais compte tenu du poids de l'échantillon, il a été jugé suffisant d'extraire les valeurs remarquables directement du classement des observations :

Récurrence	20 ans	63 mm.
Récurrence	50 ans	72-74 mm.
Récurrence	100 ans	80-82 mm.

Du tableau XIV, on peut seulement extraire la valeur de 86 mm pour la récurrence de 20 ans. Pour les périodes plus rares, ni le classement ni l'essai d'ajustement de loi ne permettent un choix précis. On se contentera ici des résultats acquis par ailleurs pour Peyrehorade.

3.3.3. Essai de synthèse régionale.

Les résultats obtenus tout au long de cette statistique des hauteurs journalières sont cohérents entre eux.

Pour les récurrences supérieures à 20 ans, les valeurs remarquables d'après la loi de Goodrich ajustée aux échantillons tronqués sont comparables à celles fournies par la loi de Galton appliquée aux maximums annuels.

Pour les récurrences inférieures, comme le laissait prévoir le décompte des dépassements, la loi de Goodrich surestime un peu les valeurs ; aussi est-il souhaitable de tenir compte des résultats issus de la statistique des valeurs extrêmes selon Galton, même si pour cette gamme de pluie - moins de 50 mm - les échantillons de maximums annuels représentent une perte d'information notable.

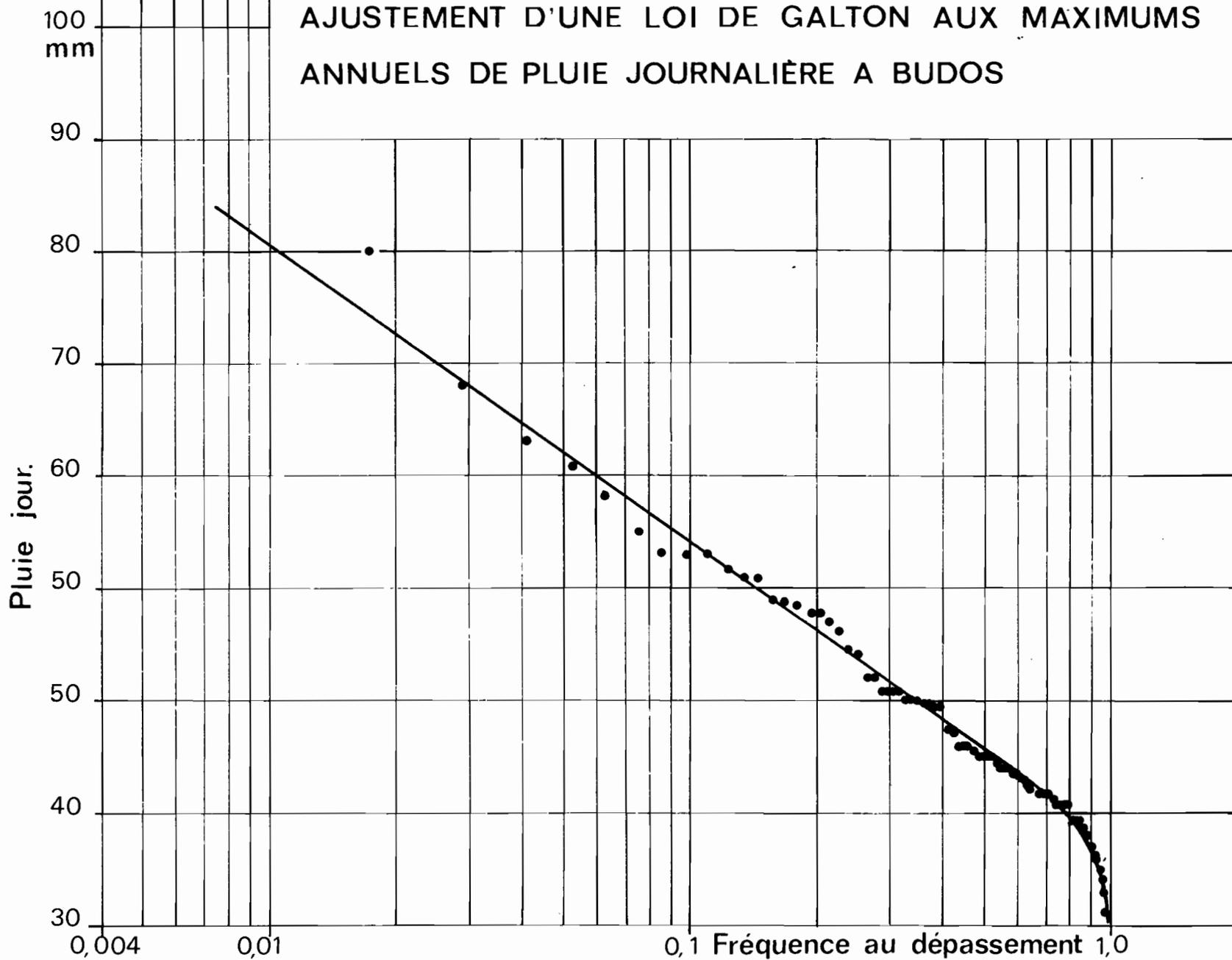
Si l'on regarde maintenant la dispersion régionale des résultats, on peut considérer qu'elle est faible, en dehors du cas déjà cité de Peyrehorade caractéristique du piémont pyrénéen recevant plus de 1200 mm de pluie annuelle, en moyenne.

En regardant de plus près les résultats obtenus aux 14 autres stations, on décèle une tendance vers des valeurs plus élevées à Saint-Sever et Mont de Marsan. Faut-il voir là une zone de transition entre la forêt landaise proprement dite et le piémont pyrénéen ? Dans ce cas, et en toute logique la station de St Paul lès Dax située à la même latitude et nettement plus arrosée (1150 mm contre 940 mm) devrait être regroupée avec les deux autres stations. On n'y observe pourtant pas la même tendance, tout au moins pour les récurrences de 10 ans et plus. On supposera que ceci tient à la petitesse de sa série (28 ans).

La synthèse régionale la plus simple consiste donc à proposer des valeurs remarquables moyennes applicables à toute la région landaise, aux deux exceptions précédentes près.

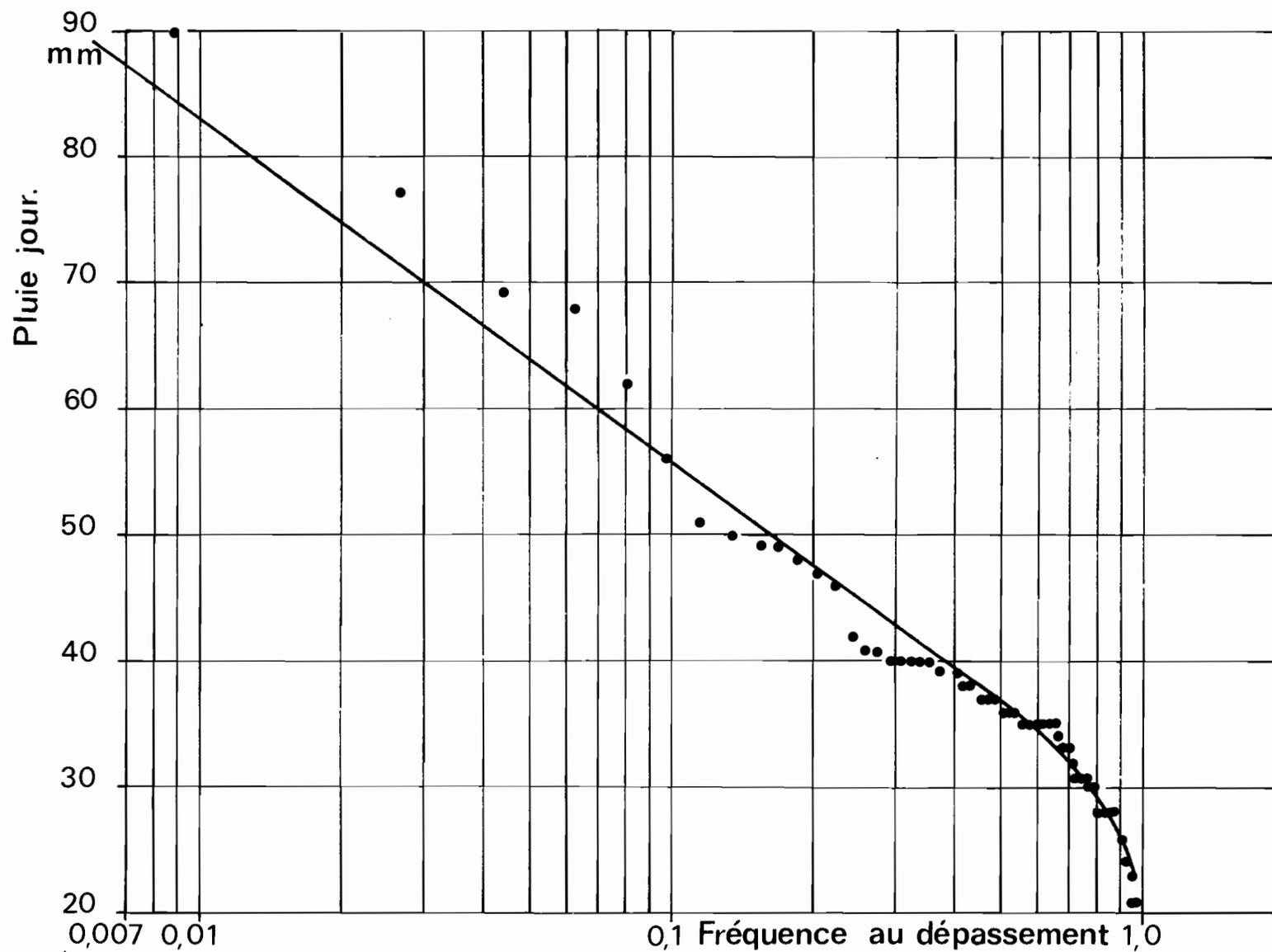
En faisant les moyennes des estimations obtenues d'après les 3 approches statistiques tentées (loi de Goodrich sur les échantillons tronqués, loi de Galton sur les maximums annuels, série des plus fortes pluies indépendantes), on obtient les résultats suivants.

AJUSTEMENT D'UNE LOI DE GALTON AUX MAXIMUMS ANNUELS DE PLUIE JOURNALIÈRE A BUDOS



0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

date des.

AJUSTEMENT D'UNE LOI DE GALTON AUX MAXIMUMS ANNUELS
DE PLUIE JOURNALIERE A ARCACHON

AJUSTEMENT D'UNE LOI DE GALTON AUX MAXIMUMS ANNUELS DE PLUIE
JOURNALIERE A MONT DE MARSAN

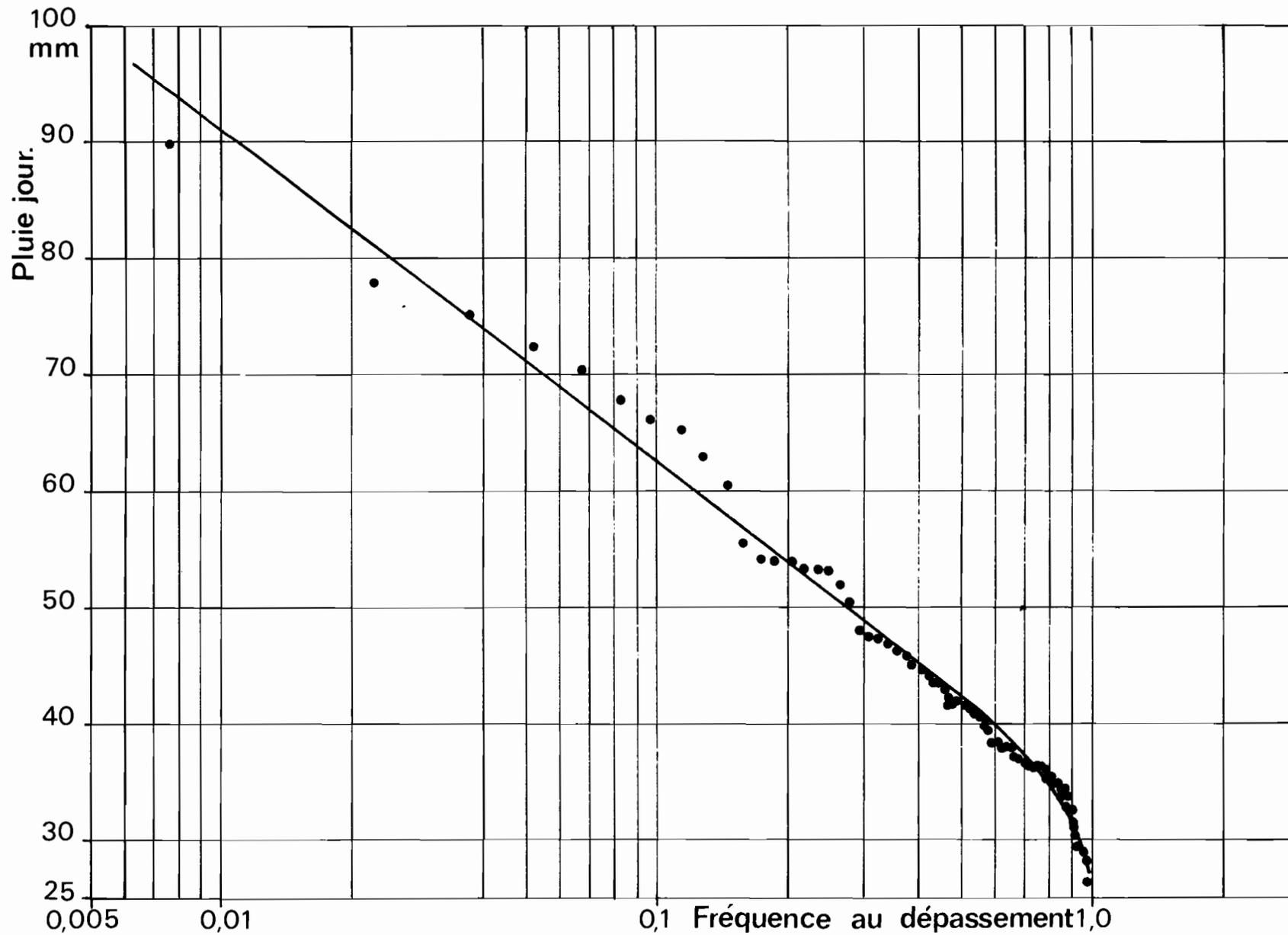


TABLEAU XIII

LISTE DES 40 PLUS FORTES PRÉCIPITATIONS

JOURNALIÈRES INDEPENDANTES (795 STATIONS-ANNEES)

N°	Date	Lieu	Hauteur (mm)	2 ^e lieu	Hauteur de 2 ^e rang (mm)
1	24. 9.959	St. Sever	136,9	Cazaubon	89,8 (1)
2	31. 7.951	Budos	106,5	Captieux	43,4
3	13. 9.944	Captieux	97,0	Mt. Marsan	5,2
4	28. 9.941	Belin	95,0	St. Paul	72
5	28. 4.885	Mt. Marsan	90,0	Belin	53
6	1.12.937	Arcachon	90,0	Sarbazan	25
7	5. 6.883	Cazaubon	87,0	Mt. Marsan	53
8	13. 9.969	Talence	82,0	Lacanau	63,5 (1)
9	1.10.919	Budos	80,0	Floirac	67,0
10	10. 9.931	Mt. Marsan	78,0	Sarbazan	37,4
11	23. 8.911	Arcachon	77,0	Mt. Marsan	34,1
12	23.11.949	St. Sever	75,6	Mt. Marsan	68,0
13	11. 7.896	Mt. Marsan	75,1	Captieux	46,0
14	30. 9.899	Lacanau	75,0	Talence	28,0
15	25.10.943	St. Sever	74,2	Mt. Marsan	72,4
16	21. 1.936	Mérignac	74,0	Belin	10,0
17	2. 8.941	Sarbazan	71,2	Captieux	34,0
18	24. 8.892	Mt. Marsan	70,3	Cazaubon	49,0
19	1. 8.968	Lacanau	70,2	Labrit	45,2
20	14. 7.923	Budos	70,0	Belin	56,0

(1) Sont exclus de cette liste les relevés effectués à Biarritz et Peyrehorade, même s'il y eut de fortes pluies les mêmes jours (Cf. tableau XIV).

TABLEAU XIII (suite)

N°	Date	Lieu	Hauteur (mm)
21	26. 4.888	Captieux	69,0
21	15. 7.897	Arcachon	69,0
21	16. 6.913	Budos	69,0
24	15. 7.897	Arcachon	68,0
25	17. 9.960	Belin	67,5
26	30. 8.885	Captieux	67,0
27	28. 2.935	Mt. Marsan	66,3
28	28. 9.919	Budos	66,0
29	25. 9.915	Mt. Marsan	65,2
30	6.12.937	Belin	65,0
30	12. 7.941	Floirac	65,0
32	24. 7.894	Captieux	64,0
32	15. 9.901	Lacanau	64,0
32	5. 6.951	Budos	64,0
35	2. 8.878	Cazaubon	63,0
35	4.10.893	Lacanau	63,0
35	16. 6.896	Floirac	63,0
35	14.12.906	Budos	63,0
35	26. 9.932	Lacanau	63,0
35	6. 8.934	St. Paul	63,0

N.B. La station ayant reçu le plus d'eau après celle ayant reçu le maximum observé n'est indiquée que pour les 20 plus forts événements (supérieure à 70 mm).

TABLEAU XIV

LISTE DES 10 PLUS FORTES PRECIPITATIONS

INDEPENDANTES A BIARRITZ ET PEYREHORADE (107 st-années)

N°	Date	Lieu	Hauteur (mm)	Hauteur au 2 ^e lieu (mm)
1	5. 3.963	Biarritz	185,7	75,2
2	24. 9.959	"	152,6	51,0 (1)
3	14. 9.969	Peyrehorade	136,9	120,4
4	20.10.896	"	94,0	N. obs.
5	3. 6.884	"	86,0	"
5	12. 1.958	"	86,0	10,1
7	28. 9.941	"	83,4	N. obs. (1)
8	2. 9.965	Biarritz	82,8	23,0
9	23.10.912	Peyrehorade	82,3	N. obs.
10	19.10.961	Biarritz	80,8	38,0

(1) Date à laquelle s'est produite également une précipitation supérieure à 63 mm en un autre lieu du massif forestier landais (Cf. Tableau XIII).

Récurrences (ans)	Valeurs remarquables moyennes régionales (mm)							
	1	2	5	10	20	50	100	
D'après Goodrich (échantillons tronqués)	35	41	50	56	64	72	81	
D'après Galton (max. annuels)		36	47	54	62	72	81	
Stations-années (indépendantes)					63	73	81	
Moyenne régionale	31	37	48	55	63	72	81	
Frange méridionale (Mt. Marsan, St. Sever)	36	42	53	60	70	80	(90)	
Piémont pyrénéen (Peyrehorade)	45	52	67	76	86	97	(108)	

Bien évidemment, les valeurs proposées pour les deux zones méridionales sont beaucoup moins précises pour les récurrences de 50 ans et de 100 ans.

Si l'on regarde simplement la forêt landaise proprement dite, toutes les valeurs remarquables aux diverses stations sont incluses dans l'intervalle de précision $\pm 10\%$ autour de la moyenne régionale proposée, à l'exception pour les récurrences de 100 et de 50 ans des stations qui avaient de moins bonnes adéquations avec les lois retenues, Goodrich (cas de Floirac) et Galton (cas de Sarbazan) pour lesquelles le dit intervalle peut alors s'approcher de $\pm 20\%$.

Dispersion d'échantillonnage ou particularité locale sont peut-être à incriminer, mais ceci est secondaire au plan régional.

Si l'on ne veut pas se contenter des moyennes régionales pour les valeurs remarquables, on peut essayer de mettre en évidence l'influence sur celles-ci de la hauteur moyenne annuelle de précipitations comme on l'avait décelé sur les nombres de jours de fortes et très fortes pluies N10 et N25. Cette influence est concrétisée sur la figure 15 par deux relations linéaires tracées à l'estime pour les récurrences de 1 et de 10 ans*. En simplifiant un peu, ces deux relations s'écrivent :

$$P_1 = 0,03 P_m + 9 \quad (\text{mm})$$

$$P_{10} = 0,03 P_m + 30 \quad (\text{mm})$$

* Les valeurs utilisées ici sont tirées des ajustements de la loi de Goodrich aux échantillons tronqués, donc sont un peu surestimés (ce qui affecte le terme constant des équations).

L'influence décelée n'est cependant pas très nette. La pente de 3 % conduit seulement à un gradient de 6 mm sur l'intervalle 800 - 1000 mm, propre à la forêt landaise.

On peut faire deux remarques complémentaires :

a) au niveau des pluies fréquentes, récurrence de 1 an par exemple, la relation linéaire semble s'appliquer à toute la région, zones méridionales inclus.

b) la probabilité des pluies moins fréquentes semble la même dans toute la forêt landaise (la pente est toujours de 3% pour la récurrence 10 ans) mais elle augmente nettement pour Peyrehorade.

En définitive, on admettra qu'il y a peut-être une influence de la hauteur annuelle de précipitations sur les hauteurs journalières mais qu'elle n'est pas significative au point de ne pas lui préférer au plan de la synthèse les moyennes régionales définies précédemment.

3.4. Période d'occurrence des très fortes pluies.

On était resté à l'issue du sous-chapitre 3.2. sur l'idée que les fortes pluies, c'est-à-dire celles de plus de 10 mm, ne présentaient pas un caractère saisonnier bien net.

La statistique des hauteurs journalières, quant à elle, a été laborieuse. Des échantillons de 80 ans et plus, donc très longs relativement à ce que l'on rencontre couramment en hydro-pluviométrie, se sont révélés très difficiles à bien ajuster sur une loi unimodale. La succession des valeurs observées telle qu'on peut la voir sur les graphiques 4 à 14 est plus tourmentée que régulière. Ne faut-il pas voir là l'effet d'une hétérogénéité interne propre aux échantillons ? Et ne pourrait-on pas en chercher une cause du côté de la répartition saisonnière des très fortes pluies ?

On a alors commencé par l'étude de la période d'occurrence des très fortes pluies, en travaillant sur le nombre moyen d'occurrence N25 pour chacun des douze mois de l'année. On a utilisé pour ce faire les mêmes échantillons que pour l'étude des fortes pluies N10, à savoir ceux de Belin, Budos, Mont-de Marsan et Arcachon sur une période continue de 60 ans à peu près équivalente aux 4 stations (Cf. 3.2.).

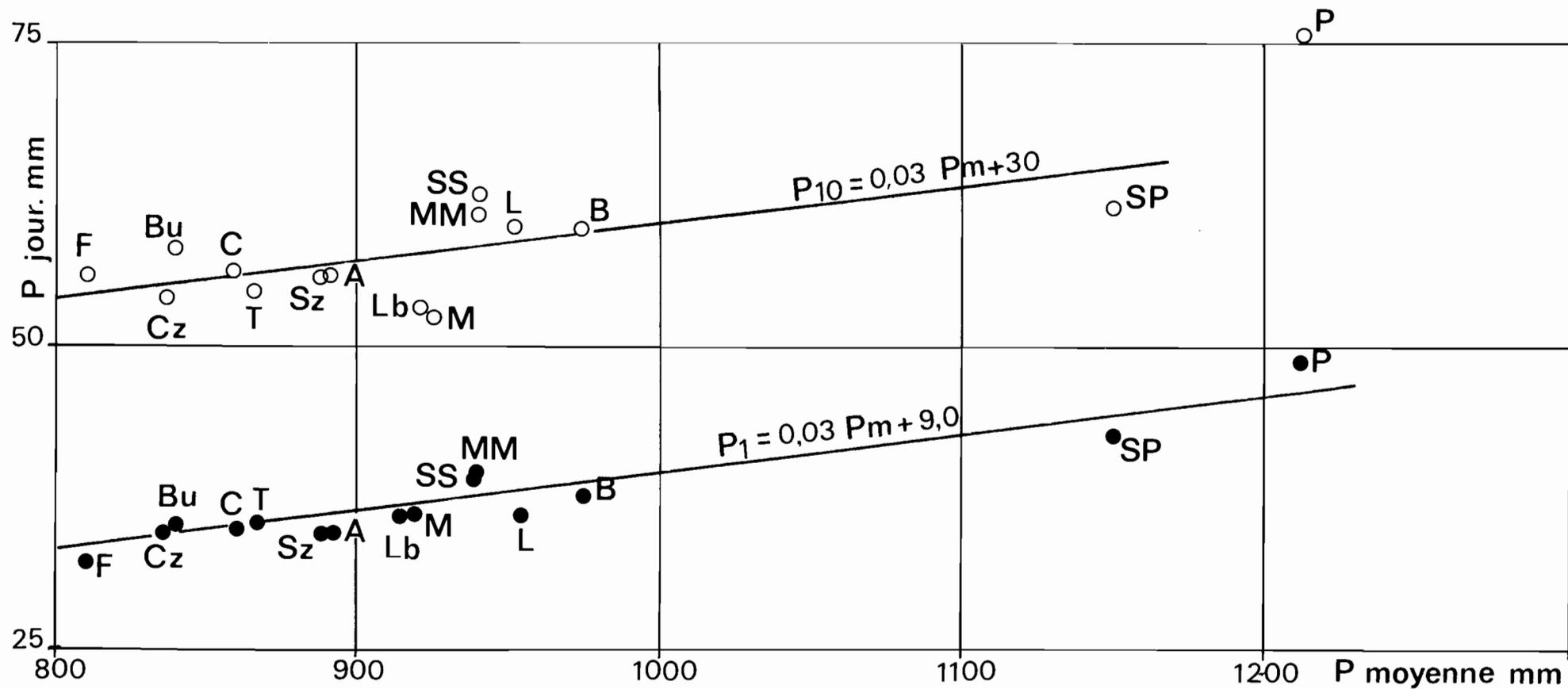
Le tableau XV donne les nombres d'occurrence mensuelle rencontrés sur la période considérée.

A première vue, une dispersion non négligeable de l'échantillonnage gêne la perception d'une éventuelle tendance saisonnière. A Belin par exemple, la répartition intermensuelle est beaucoup plus irrégulière qu'aux 3 autres postes. On mettra ce "bruit" sur le compte de la faiblesse des séries mensuelles (de 10 à 20 valeurs environ).

RELATIONS ENTRE LES PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES DE RÉCURRENCE
1 ET 10 ANS ET LA MOYENNE ANNUELLE DES PRÉCIPITATIONS

○ P récurrence 10 ans

● " " 1 an



Pour mettre en évidence, la tendance saisonnière il faut calculer le pourcentage d'occurrence mensuelle par rapport au total annuel et tenter des regroupements de mois voisins à comportements analogues.

On arrive ainsi à l'illustration - figure 16 - d'une tendance saisonnière très marquée sur le littoral et s'atténuant régulièrement vers l'intérieur du continent.

Le trimestre d'automne - septembre à novembre - est nettement privilégié par l'occurrence des très fortes pluies sur le littoral : 17% en moyenne chaque mois contre moins de 8% à tous les autres mois.

Belin fait figure de transition avec Budos et Mont de Marsan (on est passé de 35 à 65-70 km de la mer) où la moyenne dégagée montre une tendance saisonnière atténuée : 10% pour chaque mois d'automne-hiver, de septembre à janvier, contre 6 à 8% pour les 7 autres mois.

On a ensuite cherché à voir comment évoluait la tendance saisonnière à influence maritime ainsi dégagée lorsque l'on ne considérait que les pluies exceptionnelles, supérieures à 50 mm.

Les échantillons deviennent là beaucoup trop faibles pour qu'une statistique d'effectifs mensuels ou plurimensuels soit vraiment significative.

Le tableau XVI donne les occurrences observées aux 4 stations précédentes ainsi qu'à Lacanau, 2ème station du littoral, observée également sur une période comparable.

Les résultats ont été groupés d'une part entre Lacanau et Arcachon, d'autre part entre les 3 stations de l'intérieur, les comportements se différenciant nettement.

On a adjoint au tableau l'occurrence mensuelle des 40 plus fortes pluies indépendantes régionales (Cf. tableau XIII), supérieures à 63 mm.

Quelles remarques tirer de l'examen des données réunies dans le tableau XVI ?

a - La tendance saisonnière observée sur le littoral s'exacerbe fortement au profit de septembre et d'octobre à un moindre degré (75% de chance en moyenne pour qu'une pluie exceptionnelle survienne durant ces 2 mois).

b - Dans l'intérieur il y a une légère modification de la tendance saisonnière atténuée dans le sens d'une part d'une accentuation au profit ici aussi de septembre surtout et d'octobre (40% de chance d'occurrence en moyenne pour une pluie exceptionnelle durant ces 2 mois), et d'autre part avec une seconde pointe en juin-juillet (30% de chance d'occurrence).

c - la fin de l'automne et l'hiver reçoivent beaucoup de très fortes pluies mais peu de pluies exceptionnelles (plus de 25 mm, mais moins de 50 mm).

d - Enfin si l'on regarde le bilan régional dressé lui sur 795 stations-années, contre seulement 294 pour les 5 stations considérées jusqu'alors et sur période homogène, force est de constater que les évolutions de la tendance signalées aux points précédents sont beaucoup moins nettes.

D'une part sur le littoral, la probabilité d'occurrence reste concentrée certes mais sur 4 mois, juillet et août rejoignant septembre et octobre.

D'autre part dans l'intérieur, le même effet tend à privilégier globalement la période juin-octobre (2/3 de chances d'occurrence).

Il est bon de noter ici que l'on a laissé de côté dans toute cette étude les 2 stations du piémont pyrénéen, pour lesquelles les tendances saisonnières précédentes sont peut-être différentes.

En conclusion de cette étude d'occurrence des précipitations, on peut dire qu'en montant l'échelle des hauteurs de précipitations, on voit :

- apparaître une tendance saisonnière privilégiant l'automne (littoral) et aussi l'hiver (intérieur) au niveau des très fortes pluies, supérieures à 25 mm.
- se maintenir avec concentration sur septembre la tendance précédente pour les pluies exceptionnelles, mais également se manifester à ce niveau une probabilité non négligeable d'occurrence estivale.

Derrière ces résultats et ce caractère saisonnier évolutif de l'occurrence des précipitations, il faut certainement voir l'effet de la combinaison de familles de précipitations différentes : les violents orages localisés de l'été, les longues pluies frontales dépressionnaires de la saison moins chaude... et leurs mélanges.

L'existence de ces différentes familles est indéniable et c'est sûrement en elle qu'il faut chercher la cause de l'hétérogénéité intrinsèque des échantillons de hauteurs journalières de précipitations si difficiles malgré leur longueur à bien ajuster sur des lois unimodales.

Nous pensons que le découpage de ces échantillons en sous-échantillons mensuels, tel qu'il est couramment pratiqué pour des besoins hydrologiques (estimation de crue ...) n'aurait introduit qu'une hétérogénéité supplémentaire, celle des pourcentages différents d'événements de chaque famille, chaque mois.

Le recours au type de temps régnant le jour de la précipitation pourrait peut-être aider la subdivision en familles homogènes. Encore faudrait-il disposer de cette information et avoir bien définies les dites familles, ce qui ne semble pas à notre portée actuellement.

L'étude des séquences pluvieuses de n jours pourra peut-être faciliter l'approche de ce problème.

INFLUENCE DE LA SAISON ET DE LA DISTANCE A LA MER
SUR L'OCCURENCE MOYENNE DES PLUIES SUPERIEURES A

25 mm

- Arcachon, Lacanau (bord de mer)
- . - Belin (35 km de la mer)
- - - Budos, Mt de Marsan (65-70 km de la mer)

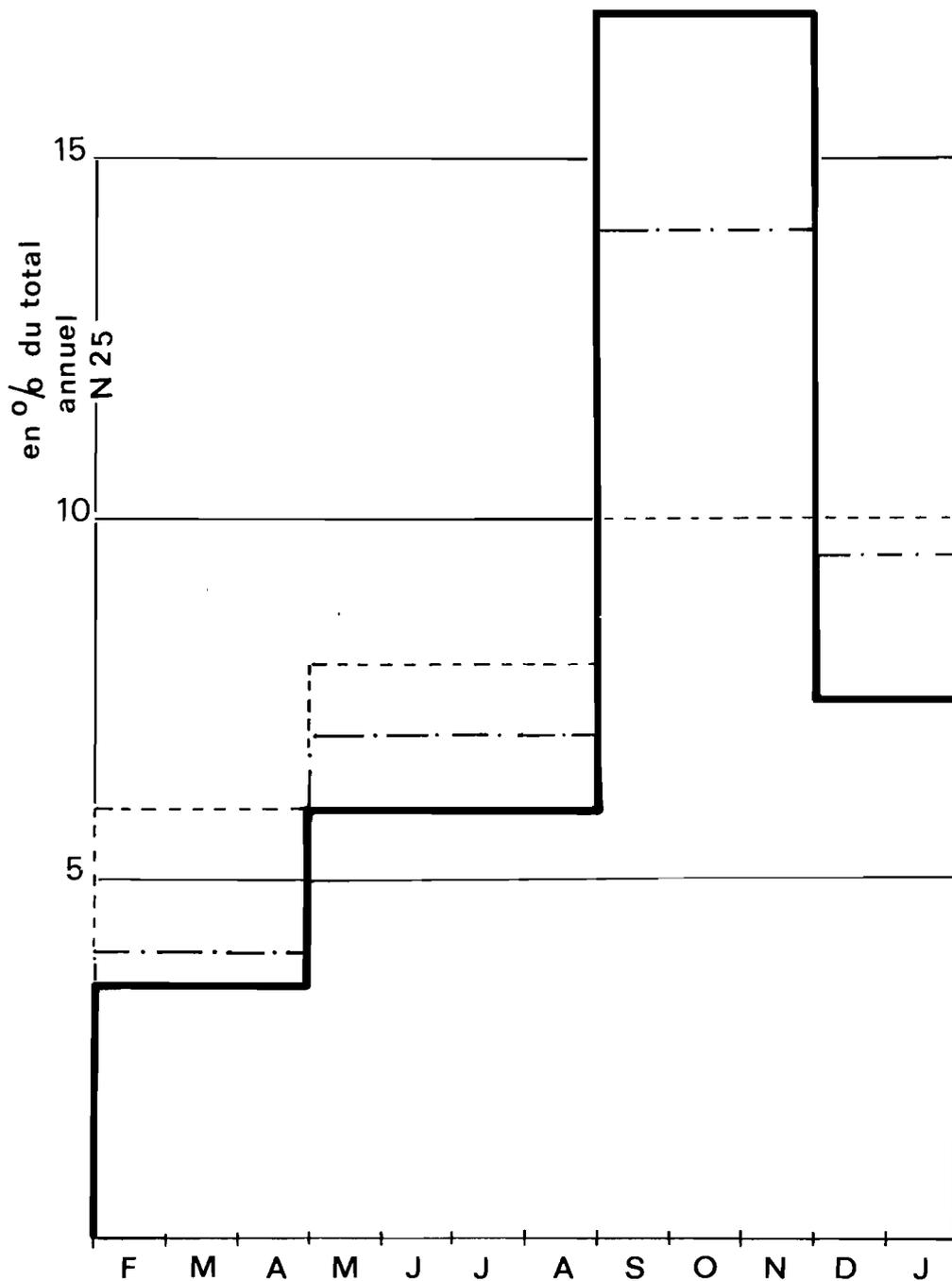


TABLEAU XV

OCCURRENCES MENSUELLES DES TRES FORTES PLUIES (N25)

Mois	Arcachon		Belin		Budos		Mt de Marsan	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Févr.	7	3,5)	11	4,3)	12	5,8)	19	6,8)
Mars	7	3,5) 3,3	16	6,3) 4	10	4,8) 6	20	7,2) 6
Avril	4	2)	4	1,5)	10	4,8)	15	5,4)
Mai	12	6)	12	4,6)	19	9,3)	19	6,8)
Juin	13	6,4)	30	11,5)	13	6,3)	24	8,6)
Juillet	9	4,5) 6	13	5) 7	13	6,3) 8	29	10,4) 8
Août	15	7,4)	16	6,3)	20	9,7)	19	6,8)
Sept.	33	16,3)	28	10,8)	21	10,2)	24	8,6)
Oct.	40	19,7) 17	46	17,7) 14	21	10,2) 10	27	9,8) 10
Nov.	31	15,3)	34	13,1)	24	11,7)	27	9,8)
Déc.	17	8,4)	26	10)	22	10,7)	30	10,8)
Janv.	14	7) 7,5	23	8,9) 9	21	10,2) 10	25	9) 10
Total T	203							

N Nombre mensuel de très fortes pluies

% N/T

TABLEAU XVI

OCCURRENCES MENSUELLES DES PLUIES EXCEPTIONNELLES (N50)

Mois	Arcachon + Lacanau N	Belin + Budos + M. de Marsan N	Région (toutes stations)	
			Côte	Intérieur
Janvier				1
Février		1		1
Mars		1		
Avril				2
Mai		3		
Juin		6		4
Juillet	1	5	2	5
Août	2	2	2	5
Sept.	9	10	3	8
Oct.	5	4	1	2
Nov.	2			1
Déc.	1	4	1	2
Total	20	36	9	31

3.5. Extension géographique des pluies exceptionnelles.

Il reste un dernier aspect des précipitations journalières à voir avant de conclure définitivement ce rapport, c'est celui de l'extension géographique de celles-ci.

Ce point ne peut être examiné que très succinctement étant donné la densité somme toute faible des stations pluviométriques dans la région, ou tout au moins de celles qui ont été retenues dans l'étude (seize).

Ces 16 stations sont en effet (cf. carte I) assez inégalement réparties dans la région :

- . 3 sont à environ 10 km les unes des autres dans la zone de Bordeaux
- . 4 sont à quelques 20-30 km les unes des autres (Sarbazan, Cazaubon, Labrit et Mt. de Marsan)
- . chaque station est à plus de 100 km de plusieurs autres (maximum de 169 km entre Lacanau et Biarritz)

Aucune étude systématique n'est donc possible avec un tel ensemble.

On s'est contenté de relever les hauteurs de précipitations observées en tous les postes lors des 40 plus fortes précipitations, dont les maximums ponctuels indépendants figurent dans les tableaux XIII et XIV.

Ceci n'a d'ailleurs pas été sans difficulté. Des décalages de 24 heures apparaissent parfois dont il n'est pas aisé de dire s'ils sont valables ou non, surtout lorsque le jour considéré pour le maximum se situe au milieu d'une séquence pluvieuse.

Sans vouloir prétendre avoir saisi toutes les variations possibles de la répartition géographique des hauteurs de pluie journalière autour du maximum ponctuel, on a relevé divers comportements qu'il a paru intéressant de signaler.

Les hauteurs relevées au cours de ces événements typiques ont été réunies dans le tableau XVII où elles figurent en face des distances à vol d'oiseau séparant les lieux d'observation de celui où s'est produit le maximum.

Le plus fort maximum ponctuel connu (Biarritz exclus) survenu à St. Sever le 24 septembre 1959 correspond à une précipitation journalière dont on note deux caractéristiques.

- a - les hauteurs décroissent proportionnellement à la distance du maximum, cette décroissance étant minimale dans la direction N-NW
- b - un second foyer intense s'est manifesté à Biarritz le même jour et son influence ne paraît pas interférer.

On a observé des comportements analogues aussi bien lors de la pluie exceptionnelle du 28 septembre 1941 (maximum à Belin de 95 mm) également en automne, que pendant celle du 1er décembre 1937 (max. à Arcachon de 90 mm), à la nuance près que la décroissance est un peu plus rapide (priviliégiant l'axe S-SE dans le premier cas, le quadrant est dans le second).

A l'opposé, les événements des 31 juillet 1951 et 13 septembre 1944 montrent un caractère nettement plus orageux avec très rapide décroissance avec l'éloignement du foyer. Un second foyer modeste (à St. Sever) est encore visible dans le premier de ces événements.

En conclusion, on peut dégager les éléments suivants :

- a - confirmation d'une influence pyrénéenne nette jusqu'à Peyrehorade, parfois ressentie jusqu'à Mt. de Marsan, susceptible d'engendrer un foyer indépendant de celui de la zone landaise proprement dite
- b - un axe privilégié de décroissance minimale apparaît lors de chaque événement, sans que sa direction puisse être nettement prévue
- c - la décroissance avec la distance au foyer représente des hauteurs de 60 à 80% du maximum à 50 km de celui-ci, et de 40 à 60% à 100 km pour les événements sans caractère orageux dominant (?) ; pour ceux-ci la même décroissance aboutit à moins de 20% du maximum à 50 km et à environ zéro à 100 km.

Ces décroissances semblent être telles que le logarithme de la hauteur de pluie varie linéairement avec la distance (forme $P = a e^{-kD}$).

Les dates auxquelles se sont produit ces événements exceptionnels à comportements typiques sont telles (cas du mois de septembre) qu'elles confirment l'imbrication des familles de précipitations, avec ou non caractère orageux dominant, dans une même période calendaire (cf. conclusion du 3.4.).

4. Conclusion.

La présente étude, malgré la faiblesse relative du fichier opérationnel journalier qu'il a été possible de constituer, fournit une vision déjà satisfaisante du régime des précipitations dans le massif forestier landais, à l'échelle journalière.

Cette étude sera avantageusement complétée et étoffée par celle des séquences pluvieuses de n jours. Pour celle-ci le même fichier opérationnel devra être utilisé. On écartera néanmoins dès le départ Biarritz qui est caractéristique d'un régime pluvial bien différent. Et l'on privilégiera les stations de longue durée et de peu de lacunes, à savoir : Arcachon (plutôt que Lacanau), Mérignac ou Floirac (plutôt que Talence), Belin et Budos (plutôt que Captieux et Labrit), Sarbazan (plutôt que Cazaubon), Mt. de Marsan, St. Sever et Peyrehorade (plutôt que St. Paul).

TABLEAU XVII

EXTENSION GEOGRAPHIQUE DE QUELQUES PLUIES EXCEPTIONNELLES

Date 24 Septembre 1959			Date 1er Décembre 1937		
Lieu	Pmm	Dkm	Lieu	Pmm	Dkm
St. Sever	139,6	0	Arcachon	90	0
Sarbazan	85,4	35	Mérignac	13,5	42
Labrit	40,2	37	Belin	17	36
Cazaubon	89,8	44	Budos	10	63
Peyrehorade	51	50	Sarbazan	25	98
Belin	62,3	81	Date 31 Juillet 1951		
Biarritz	152,6	82	Budos	106,5	0
Budos	30,6	85	Captieux	43,4	26
Talence	30,7	116	Belin	18,3	31
Mérignac	35	118	Mérignac	2,3	42
Date 28 Septembre 1941			Labrit	19,9	48
Belin	95	0	Sarbazan	6,2	56
Budos	68	31	Cazaubon	0	70
Floirac	42	43	St. Sever	28,2	85
Captieux	71	44	St. Paul	14	102
Sarbazan	64,3	63	Date 13 Septembre 1944		
Lacanau	68	64	Captieux	97	0
Mt. de Marsan	62,8	68	Budos	2	26
St. Sever	61,2	81	Sarbazan	0	31
St. Paul	72	85	Mt. de Marsan	5,2	47
Peyrehorade	83,4	107	Floirac	5	60

D distance à vol d'oiseau au maximum ponctuel.

ANNEXE I

ETUDE DES PRECIPITATIONS DES LANDES

LISTE PRIMITIVE DE STATIONS

NOM DE LA STATION	IDENTIFICATION COMPLEMENTAIRE	CODE HYDROLOGIQUE
BORDEAUX	FLOIRAC	O-972/4
BORDEAUX	RUE ROSA-BONHEUR	O-972/5
BORDEAUX	AERODROME DE MERIGNAC	O-972/7
BORDEAUX	RUE LA SEPPE	O-972/8
BUDOS		O-959/1
CRPTIEUX		O-955/0
CESTAS		O-971/0
SAINTE-SYMPHORIEN	JOUANHAUT	O-958/0
SAUTERNES		O-959/0
TALENCE	JARDIN BOTANIQUE	O-971/4
ARCACHON	COMMISSION METEOROLOGIQUE	S-304/2
ARCACHON	FRONT DE MER	S-304/3
BELIN		S-223/0
BELIN	D.F.C.I.	S-223/1
HOURTIN	PHARE	S-121/0
LACANAU	LE MOUTCHIC	S-131/4
NAUJAC-SUR-MER	LE BARON	S-100/4
NAUJAC-SUR-MER	BOURG	S-100/5
PAUILLAC	CHATEAU LAFITTE	S-110/2
LE TEICH		S-300/0
LA TESTE	PIQUEY	S-140/0
LA TESTE	CAP FERRET, SEMAPHORE	S-140/2
LA TESTE	CAZAUX	S-301/1
LA TESTE	LA SALIE	S-304/0
VENDAYS-MONTALIVET		S-100/3
MAGESCQ	HOUCIRQ	S-420/0
MAGESCQ	BOURG	S-421/0
MIMIZAN	LES TROUNQUES	S-322/0
PISSOS		S-204/0
ST-JULIEN EN BORNE	PHARE DE CONTIS	S-405/0
SOORTS-HOSSEGOR	EAUX ET FORETS	S-432/0
SOORTS-HOSSEGOR	PHARMACIE BOURG	S-432/2

ETUDE DES PRECIPITATIONS DES LANDES

LISTE PRIMITIVE DE STATIONS

(SUITE)

NOM DE LA STATION	IDENTIFICATION COMPLEMENTAIRE	CODE HYDROLOGIQUE
ST-MARTIN-DE-HIMX		Q-354/0
ST-MARTIN-DE-HIMX		Q-354/1
SAINT SEVER		Q-124/0
SEYRESSE		Q-346/0
TARTAS		Q-266/0
HERAC	QUAI LUSIGNAN	Q-669/2
REAUP		Q-679/5
XAINTRAILLES		Q-692/0
HOUEILLES	PONTS-ET-CHAUSSEES	Q-910/1
HOUEILLES	S.P.C.I.V., EAUX ET FORETS	Q-910/2
MARMADE	PONTS ET CHAUSSEES	Q-906/1
TONNEINS	PONTS ET CHAUSSEES, COULON	Q-900/1
GAZAUBON		Q-224/2
CONDOM	PONTS ET CHAUSSEES	Q-666/0
CONDOM	ECLUSE DE PEROUTHOU	Q-666/1
EAUZE		Q-671/1
LAURAET		Q-678/0
LAURE SUR ADOUR		Q-110/0
PEYREHORADE		Q-745/0
LABOUHEYRE		S-320/0
BIARRITZ	SOCOA-CIBOURE	S-500/1
SARBAZAN		Q-229/0
MONT DE MARSAN	S.M.M.A	Q-245/0
MONT DE MARSAN	PONTS ET CHAUSSEES	Q-245/1
LABRIT		Q-251/0
DAX		Q-312/1

ANNEXE II

FORMATS ET CODES DU BUREAU DE L'EAU - M.N.

I - FICHER ORIGINAL

A FORMAT DES CARTES PLUVIOMETRIQUES

1 - GNERIQUE

- a) ANNEE (sur 3 chiffres)
- b) MOIS
- c) DEPARTEMENT
- e) STATION

Col. 2 à 13
" 2 à 4
" 5 et 6
" 3 et 9
" 10 et 13

2 - CODE CORRECTION

Espaces

Col. 14 et 15

3 - DONNEES DECADEAIRES

Col. 16 à 70
avec un pas de 5

- a) donnée (en 1/10 mm) : 4 premières colonnes
- b) code : 5 ème colonne

Codes précipitations utilisés

- 1 sec (aucune précipitation)
- 2 traces (plus petit que 0,1 mm)
- 3 pluie
- 4 orage
- 5 neige (si 00005 = trace de neige)
- 6 grêle
- 7 nature inconnue
- 8 cumul de plusieurs jours
- u donnée manquante (espace)

Exemple de cumul sur 3 jours

```
uuuuu | uuuuu | 103150
 1 j | 2 j | 3 j
```

II- FICHER CRITIQUE

FORMAT DES CARTES PLUVIOMETRIQUES

1 - GENERIQUE

Col. 2 à 13
" 2 à 4
" 5 et 6
" 8 et 9
" 10 à 13

- a) ANNEE (sur 3 chiffres)
- b) MOIS
- c) DEPARTEMENT
- e) STATION

2 - CODE CORRECTION

Espace s'il n'y a pas de correction apportée au fichier original

Col. 14 et 15

3 - DOONNEES DECADAIRES

Col. 16 à 70
avec un pas de 5

- a) donnée (en 1/10 mm) : 4 premières colonnes
- b) code : 5 ème colonne

- . D,C,X,V,F,A,R,B,T,N,P, si la donnée associée est corrigée
- . 1,2,.....9, espace si la donnée associée est celle du fichier original

4 - TOTAL MENSUEL

Col. 71 à 75

5 - TOTAL MENSUEL ESTIME

Dans le cas particulier où le total mensuel du fichier original ne peut être modifié (valeurs jugées trop faibles ou trop fortes sur l'ensemble du mois)

Col. 76 à 80

B-CODE

1-TOTAL MENSUEL ESTIME

a) les données journalières n'existent pas ou ont été supprimées.

Col. 14 et 15

- Station inexploitable

96 .total mensuel calculé retenu
97 .total mensuel estimé (ou inchangé)

-Observations manquantes pendant tout le mois

98 .total mensuel calculé retenu
99 .total mensuel estimé

b) Les données journalières et le total mensuel du fichier original sont conservées.

- total mensuel fichier original jugé trop faible mais conservé

91 .total mensuel estimé
-total mensuel fichier original jugé trop fort mais conservé

92 .total mensuel estimé

2-DONNEES JOURNALIERES ESTIMEES

-Données corrigées traces
cumuls
décalages, etc...
93 .Total mensuel inchangé ou modifié par décalage

-Données corrigées
94 .total mensuel calculé retenu

-Données corrigées
95 .total mensuel estimé
90 -Correction après vérification des feuilles d'observation (différente
entre publication et observation)

H.B. - Dans le cas de l'utilisation des codes 96 - 97 - 98 et 99, lorsque le total mensuel ne peut pas être estimé, il est inscrit dans les colonnes 71 à 75 -99999-

CARTE DES COURBES ISOHYETES INTERANNUELLES

1881-1970

GERES

- 32 0961 Cazaubon
- 32 10 71 Condom P & C
- 32 21 19 Eauze
- 32 2031 Lauraet

GIRONDE

- 33 0091 Arcachon Front de mer
- 33 00 92 Arcachon Lycée climatique
- 33 00 93 La Teste Piquey (Arcachon)
- 33 00 94 Arcachon com. météo
- 33 0111 Ares D.F.C.I.
- 33 0191 Audenge
- 33 0421 Belin
- 33 0631 Bordeaux Rosa Bonheur
- 33 0632 Bordeaux rue Laseppe
- 33 0761 Budos
- 33 0951 Captieux
- 33 1191 Cenon
- 33 12 21 Cestas
- 33 16 71 Floirac
- 33 2031 Hourtin gd mont D.F.C.I.
- 33 2032 Hourtin phare
- 33 2142 Lacanau Moutchic
- 33 2811 Merignac MN
- 33 3001 Naujac s/mer baron
- 33 3003 Naujac s/mer St Nicolas
- 33 3142 Pauillac Chateau Laffite
- 33 4171 Ste Helene
- 33 4841 St Symphorien D.F.C.I.
- 33 4842 St Symphorien Jouanhaut
- 33 5041 Sauternes Ch. Yquem E.F.
- 33 52 21 Talence jardin botanique
- 33 52 71 Le Teich Nezer
- 33 52 91 La Teste Cazaux
- 33 52 92 La Teste Cap Ferret

LANDES

- 40 0011 Aire s/A dour
- 40 0881 Seyresse Dax
- 40 0882 Dax Pet C
- 40 1341 Labouheyre
- 40 1351 Labrit
- 40 1681 Magescq Houcirq
- 40 1682 Magescq bourg
- 40 1841 Mimizan les Trounques
- 40 1921 Mont de Marsan S.M.M.A.
- 40 1922 Mont de Marsan P et C
- 40 2241 Peyrehorade
- 40 22 71 Pissos
- 40 2661 St Julien en Born phare contis
- 40 2791 St Paul les Dax
- 40 2821 St Sever
- 40 2881 Sarbazan
- 40 3041 Soorts Hossegor bourg
- 40 3042 Soorts Hossegor E.F.
- 40 3131 Tartas

LOT ET GARONNE

- 47 1191 Houilles S.P.C.I.V.E.F.
- 47 1192 Houilles P & C
- 47 1571 Marmande
- 47 1951 Nerac
- 47 2211 Reaup
- 47 3102 Tonneins P & C
- 47 3271 Xaintraillies

PYRENEES-ATLANTIQUES

- 64 12 21 Biarritz Anglet

LEGENDE

-  32 09 61 Station pluviométrique utilisée dans l'étude avec son numéro de code
-  939 mm Hauteur moyenne interannuelle de 1881 à 1970
-  Limite approximative du massif forestier landais

