

Université Louis Pasteur

**U.F.R. DE GÉOGRAPHIE
STRASBOURG**

SEPTEMBRE 1995

**TENDANCE EVOLUTIVE
CLIMATIQUE DANS LE BASSIN
DE BARCELONNETTE**

**PAR : SOMMEN YAN
MÉMOIRE DE MAÎTRISE
GÉOGRAPHIE PHYSIQUE**

Université Louis Pasteur

**U.F.R. DE GÉOGRAPHIE
STRASBOURG**

SEPTEMBRE 1995

**TENDANCE EVOLUTIVE
CLIMATIQUE DANS LE BASSIN
DE BARCELONNETTE**

PAR : SOMMEN YAN

MÉMOIRE DE MAÎTRISE

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

JURY :

M.FLAGEOLLET

M.MAQUAIRE

Remerciements

Je tiens à remercier les personnes suivantes pour l'aide qu'elles m'ont apporté tout au long du mémoire :

- M. le professeur Flageollet
- M Weber dominique
- M.Martin brice
- M Risser dominique

Ainsi que péguy, jérôme, claire, guillaume et cyprien pour leur soutien moral et leur amitié.
Enfin, remercier tout particulièrement mes parents et mes grands-parents qui ont toujours eu confiance en moi.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DES DONNEES	3
1.1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN	4
1.2. PRESENTATION DES STATIONS D'OBSERVATION.....	8
<i>1.2.1. Barcelonnette</i>	8
<i>1.2.2. Jausiers</i>	9
<i>1.2.3. La ferme de la Rente</i>	9
1.3. LES DONNEES DISPONIBLES UTILISEES.....	11
<i>1.3.1. Les données Météo-France</i>	11
1.3.1.1. Les précipitations	11
1.3.1.2. Les températures	12
<i>1.3.2. Les données de la ferme de la Rente</i>	14
<i>1.3.3. Les données anciennes et les données bibliographiques</i>	14
1.3.3.1. Les données fournies par l'office national des forêts de Barcelonnette.....	14
1.3.3.2. Les données bibliographiques.	15
1.4. CRITIQUE DES DONNEES.....	17
<i>1.4.1. Relevés des erreurs grossières et des lacunes</i>	17
1.4.1.1. Le poste de Barcelonnette	17
1.4.1.2. Le poste de Jausiers.....	18
<i>1.4.2. La méthode des doubles cumuls</i>	18
<i>1.4.3. La méthode des écarts cumulés</i>	22

1.5. RECONSTITUTION DES DONNEES	24
1.5.1. Choix des paramètres.....	24
1.5.2. La régression linéaire simple	24
2. ANALYSE STATISTIQUE DES PRINCIPAUX PARAMETRES CLIMATIQUES.....	26
2.1. LES PRECIPITATIONS	27
2.1.1. Les valeurs annuelles de la pluviométrie	27
2.1.1.1. Evolution et tendance	27
2.1.1.1.1. Les moyennes «normales»	27
2.1.1.1.2. Les moyennes mobiles.	29
2.1.1.2. La variabilité inter-annuelle des précipitations.....	33
2.1.1.2.1. Les paramètres statistiques de dispersion	33
2.1.1.2.2. Les fréquences relatives et cumulées	34
2.1.1.2.3. Les fréquences au dépassement d'une pluie.....	34
2.1.2. Les pluies saisonnières et mensuelles	41
2.1.2.1. Les paramètres statistiques de référence.....	41
2.1.2.1.1. La pluviométrie mensuelle moyenne	41
2.1.2.1.2. Les coefficients pluviométriques	41
2.1.2.1.3. Le nombre de jours de pluie	42
2.1.2.2. La variabilité inter-mensuelle et intra-mensuelle.....	44
2.1.3. Les précipitations journalières - analyse des fréquences et des quantités.....	50
2.1.3.1. Etude corrélative entre le nombre de jours de pluie et la hauteur d'eau précipitée.	50
2.1.3.2. Les séquences de pluies consécutives	52
2.1.3.3. Les pluies exceptionnelles en 24 H.....	54
2.2. LES TEMPERATURES	55
2.2.1. Le régime des extrêmes thermiques	55
2.2.2. Le régime moyen.....	57
2.2.3. La variabilité des températures	58

3. EVOLUTION CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DE BARCELONNETTE	59
3.1. LES VENTS	60
3.1.1. <i>Les vents issus de la circulation générale.</i>	60
3.1.2. <i>Les brises locales</i>	61
3.2. LES PHENOMENES THERMO-PLUVIOMETRIQUES.....	62
3.2.1. <i>La notion d'aridité</i>	62
3.2.2. <i>Indications nivométriques</i>	64
3.3. ÉVOLUTION DES TEMPERATURES.....	66
3.3.1. <i>Confrontation des valeurs moyennes disponibles.</i>	66
3.3.2. <i>Les spécificités thermométriques et leurs conséquences.</i>	69
3.4. EVOLUTION ET CARACTERISATION DE LA PLUVIOMETRIE.....	70
3.4.1. <i>L'ubaye : zone d'anomalie pluviométrique ?</i>	70
3.4.2. <i>Esquisse d'un gradient pluviométrique</i>	71
3.4.3. <i>Evolution cyclique au long terme</i>	72
3.4.4. <i>Schéma pluviométrique mensuel depuis 40 ans.</i>	76
CONCLUSION GENERALE.....	77
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	78
INDEX DES TABLEAUX.....	80
INDEX DES FIGURES	81
ANNEXES.....	83
ANNEXE A.....	84
ANNEXE B.....	86
ANNEXE C.....	89
ANNEXE D.....	101
ANNEXE E.....	114

Introduction

Le climatologue s'attache à suivre deux procédés à utiliser conjointement.

La méthode séparative consiste pour un lieu déterminé à enregistrer et à analyser les caractéristiques du temps, que ce soit dans le but de calculer des moyennes portant sur de longues années d'observation ou pour suivre ses variations à différents pas de temps. C'est donc une méthode statique où l'on dépouille *a posteriori* des observations de toute nature. Cependant de cette façon, il n'est guère possible d'expliquer scientifiquement les caractères mêmes du climat, ni de suivre leur variabilité quotidienne.

La méthode synthétique ne vise pas à comptabiliser les éléments du temps, mais à dégager les caractéristiques atmosphériques qui justifient la distribution de ces éléments. Elle est plus complexe, impliquant une étude de toute la verticale de l'atmosphère, l'identification de la nature de l'air, la recherche de la succession des types de temps, faisant largement appel au domaine des connaissances et des méthodes des sciences physiques.

L'étude entreprise ici ne vise pas à connaître les types de temps, mais cherche essentiellement à connaître leurs résultats en ce qui concerne les eaux de flux qui ont été susceptibles de pénétrer dans le sol et de déclencher ou activer des mouvements de terrain par le passé, jusqu'à aujourd'hui. D'où le recours à la méthode séparative, utilisant les données anciennes

Les observations les plus anciennes consistent en relevés de précipitation ou de température faits par des observateurs. Les données les plus récentes sont issues d'un réseau de stations météorologiques permanentes autonomes. Pour être utilisables, les observations doivent être aussi exactes que possible et comparables les unes aux autres, donc synchrones et faites dans les mêmes conditions. Néanmoins on n'est pas à l'abri des erreurs; soient systématiques, relevant du fonctionnement des appareils eux-mêmes, soient liées aux conditions dans lesquelles sont faites ou relevées les observations.

Les données d'observation couvrant une courte période n'ont généralement que peu de valeur démonstrative. Il est nécessaire de disposer de séries prolongées. Non seulement pour connaître les traits moyens du climat, mais aussi pour apprécier les risques de renouvellement d'une situation donnée. Mais de telles séries sont exceptionnelles même dans les pays développés. Il est rare qu'elles ne soient pas coupées de lacunes, que les appareils n'aient été déplacés, ...

Les climatologues calculent à partir de séries suffisamment longues des moyennes permettant d'établir le profil idéal d'un climat, mais en fait, ce profil varie d'années en années et la moyenne n'a qu'une signification limitée.

Pour définir un climat, on doit donc s'appuyer sur les données moyennes ainsi que sur la connaissance des extrêmes. En outre il est bon de rechercher des mesures de la variabilité saisonnière ou instantanée du climat.

L'étude climatique du bassin de Barcelonnette entre dans le cadre d'un projet européen (T.E.S.L.E.C) traitant des risques géomorphologiques. Le site de

Barcelonnette intègre le programme de recherche du centre européen sur les risques géomorphologiques de l'université Louis Pasteur de Strasbourg.

L'analyse climatique entreprise vise à fournir une représentation synthétique de l'évolution du climat depuis 40 années et si possible de dégager une évolution plus longue compte tenu des moyens mis à disposition. Cette étude, qui se distingue par la faible étendue du site, s'appuie sur des données diverses qui seront à valider. Il s'ensuivra une analyse statistique détaillée de toutes les observations qui permettra en dernier lieu de dégager les constantes et les variables propres au site

1. PRESENTATION GENERALE DU SITE ET DES DONNEES

1.1. Caractéristiques physiques du bassin

- La vallée

Barcelonnette et Jausiers sont des postes climatologiques français installés dans la vallée de l'Ubaye (figure 2), dans le massif alpin du Sud. Celle-ci s'étend sur 80 kilomètres du massif du Monte Viso à la frontière franco-italienne jusqu'à sa confluence avec la Durance au lac de Serre-Ponçon.

L'étude climatologique proposée se concentre sur ce que l'on peut appeler la cuvette de Barcelonnette. Cette dernière représente une surface¹ de 250 km² environ d'orientation Est- Ouest. Cette cuvette appartient au domaine structural des Alpes Dauphinoises et s'inscrit dans la zone intra alpine des nappes du Briançonnais, de l'Embrunais, du Queyras et de l'Argentera-Mercantour. Le soubassement de la cuvette est occupé par une série sédimentaire marneuse considérée comme autochtone, allant du Trias à l'Eocène supérieur. Le bassin est encaissé de tous côtés par une série de massifs culminant à plus de 3000 mètres. Ceux-ci sont constitués d'unités charriées, de puissance et d'étendue variables constituant de simples écaillés ou des nappes (Flysch).

Au Nord et à l'Est, les reliefs monotones des massifs du Parpaillon et du Siguret font obstacle. La dissymétrie de pendage du Flysch à helminthoïdes présent dans la nappe du Parpaillon explique la dissymétrie du relief. Ainsi, le pendage nord-est du flysch se traduit-il par un dimorphisme des crêtes du massif du Parpaillon au nord de Barcelonnette, avec des falaises à contre-pendage et des pentes douces en surfaces structurales.

Au Sud, le massif de Restefond, constitué d'une mosaïque de terrains divers, présente un relief plus varié; vigoureux là où saillent les échines rocheuses des calcaires triasiques; tranquille lorsque le flysch couronne les terres noires.

A l'Ouest, le groupe des Séolanes puis le Morgon arrêtent la vue, l'Ubaye ne parvient à forcer le passage qu'au prix de gorges qui furent longtemps inaccessibles.

Une représentation en trois dimensions effectuée par le logiciel Mac Gridzo permet de visualiser la cuvette et les sites remarquables en vue d'ouest. (Figure 3)

D'après la courbe hypsométrique du bassin (figure 1), définie par d'une modélisation numérique à partir du logiciel Lamont²; 50 % des altitudes du bassin se situent en dessous de 1830 m, 40 % de la surface est inférieure à 1680 m et 30 % inférieure à 1510m. Par conséquent l'étude climatologique ne concerne qu'environ un tiers du bassin car les données météorologiques n'existent pas pour les altitudes supérieures à 1680m.

- La végétation

On observe dans la vallée, comme dans toutes les Alpes du Sud un relèvement en altitude des limites de végétation. La sécheresse endébarassant de bonne heure le sol de son manteau neigeux permet aux plantes de croître à des altitudes qui sont les plus élevées des Alpes françaises. Les arbres en forts bouquets atteignent 2300 mètres d'altitude en adret, 2100 mètres en ubac. Des individus isolés s'observent beaucoup plus haut. Il en est de même pour les alpages qui atteignent allègrement 2500 mètres d'altitude.

Le pin sylvestre colonise surtout les adrets aux moyennes altitudes. L'épicéa est assez rare ou se présente à l'ubac, mélangé aux mélèzes. Le sapin n'est pas commun; l'arbre par excellence est le

¹ surface obtenue par la modélisation numérique de terrain

² Logiciel utilisé par l'O.R.S.T.O.M

mélèze. En effet, il s'accommode de peu d'eau et de beaucoup de lumière. En altitude, le mélèze à l'adret est relayé par le pin de montagne et le pin cembro qui ne descend pas au-dessous de 1600 mètres d'altitude. Des petits peuplements de chêne blanc et de peuplier s'observent aux basses et moyennes latitudes.

Il faut mentionner à côté de cette végétation de montagne une flore typiquement méditerranéenne avec la lavande et de nombreuses autres espèces propres à la Provence.

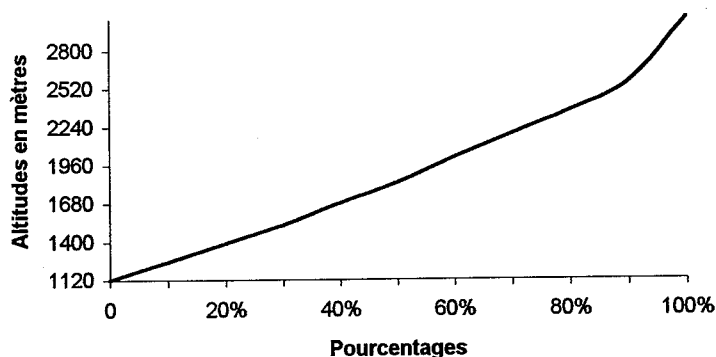


Figure 1 - courbe hypsométrique du bassin de Barcelonnette

La zone d'étude est plus réduite que la plupart des zones pour lesquelles on effectue une étude climatique. Les résultats qui sont proposés n'en seront donc que plus caractéristiques des stations étudiées. D'autre part, le bassin se situe dans une zone montagneuse, c'est à dire un milieu très sensible aux variations d'altitude, aux orientations des vallées et aux expositions des versants.

SITUATION DE L'UBAYE EN FRANCE

Fig.2

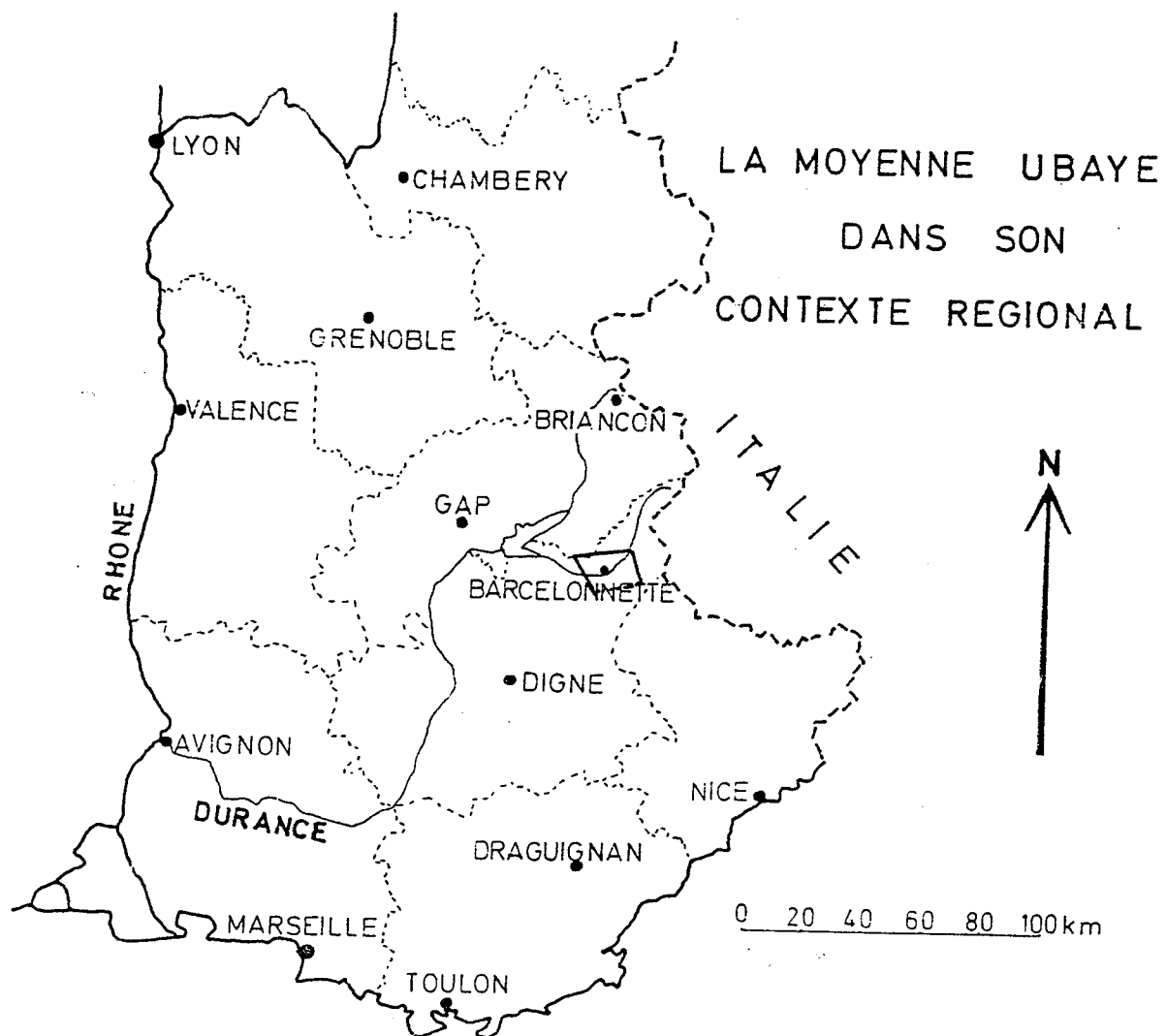
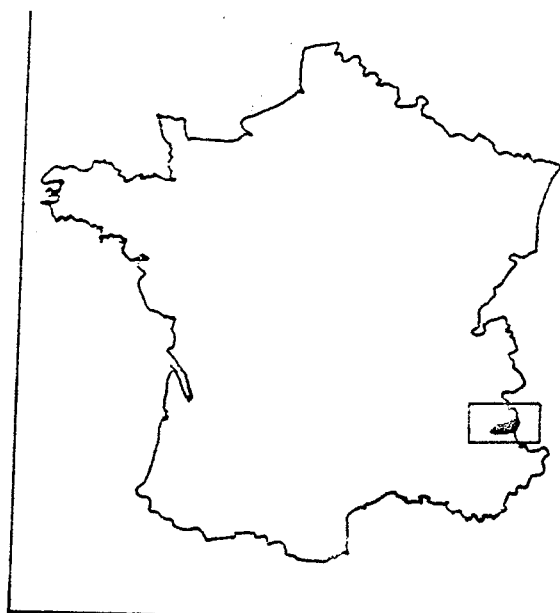
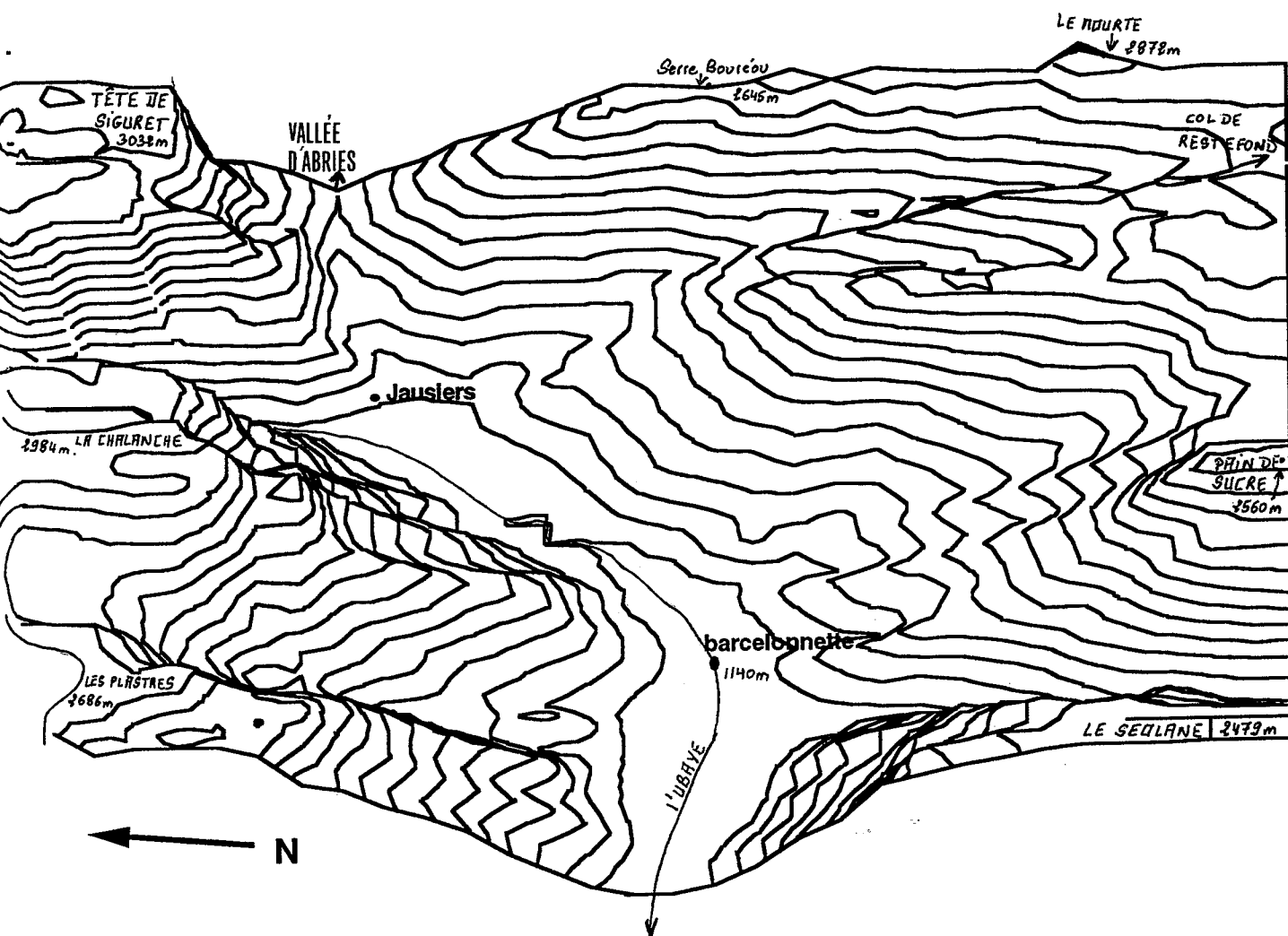


FIG.3 représentation en 3
dimensions du bassin
de barcelonnette

(vue d'ouest)
exagération verticale:0,30



carte établie
par
Sommen Yan

1.2. Présentation des stations d'observation

Trois stations météorologiques sont recensées dans le bassin. Cependant elles ne bénéficient pas toutes des mêmes possibilités, ni du même historique.

1.2.1. Barcelonnette

La station de Barcelonnette est à ce jour située dans la ville même, au lieu-dit « Le Verger » dans l'enceinte du terrain appartenant à l'office national des forêts et la direction des restaurations de terrains de montagne. Sa localisation précise est 44°23'3 de latitude nord pour 06°39'5 de longitude Est, à 1140 m d'altitude par rapport au niveau de la mer. Elle ne bénéficie d'aucune exposition particulière.

Le poste a été mis en place au 1^{er} janvier 1923 pour les précipitations et le 1^{er} janvier 1931 pour les températures. L'exploitation des données par Météo-France et les débuts informatiques remontent quant à eux au 1^{er} janvier 1954 pour les précipitations et au 1^{er} janvier 1961 pour les températures.

Tout au long de cette période, le poste a subi de nombreux changements de site :

- 1 - St-Pons (village) de 1923 au 30/06/65.
- 2 - Barcelonnette (quartier de la croisette), déplacement 1500m vers l'Est, du 01/07/65 au 22/06/71.
- 3 - St-Pons (aérodrome), déplacement 3000m vers l'Ouest, du 23/06/71 au 08/04/76.
- 4 - Barcelonnette (Le Chazelas), déplacement 2500m vers l'Est, du 09/04/76 au 31/12/82.
- 5 - Barcelonnette (Le Verger), déplacement 2000m vers l'Est depuis le 01/01/83.

Notons que la distance maximale entre les deux emplacements les plus éloignés (St-Pons aérodrome et Le Verger) est de 4500m. Certes à peu près à la même altitude mais en passant de l'ouest à l'est de la vallée d'Uvernet-Fours dont l'orientation est perpendiculaire à l'axe de la vallée de Barcelonnette et qui peut avoir une légère influence sur les précipitations originaires du sud.

En ce qui concerne les instruments de mesure, le pluviomètre était une association tôle emboutie (E.D.F) jusqu'au 07/08/79. Actuellement il s'agit d'un SPIEA normes OMM. On peut d'ailleurs remettre en question l'emplacement de celui-ci conformément aux règles d'installation d'un pluviomètre privilégiant un site bien dégagé.

En effet le pluviomètre du Verger est encadré à l'Ouest d'une rangée de petits sapins et au sud d'un arbre offrant un abri. Cette végétation peut avoir une influence sensible sur la captation des précipitations lors d'une perturbation avec des vents d'Ouest. Néanmoins les pertes probables ne semblent pas être à même de modifier les moyennes et la tendance pour la période (40 ans) sur laquelle s'axe notre étude car cet emplacement ne concerne qu'un quart des valeurs. L'emplacement du site semble plutôt répondre à une facilité d'utilisation et d'accessibilité pour les personnes effectuant les relevés.

L'abri de la station de Barcelonnette était du style anglais bois petit modèle (E.D.F) de 1961 au 30/11/81. A présent il est en plastique petit modèle aux normes OMM.

1.2.2. Jausiers

Le poste de Jausiers a pour coordonnées 44°24'3 de latitude Nord pour 06°45'7 de longitude Est.

Il ne se situe pas dans le village de Jausiers, mais à 1510m d'altitude sur le versant sud du bassin au hameau de Lans le Serret sur la route du col de Restefond, au sortir des vallées de Clanbuse et d'Abriès. Le pluviomètre est orienté vers le nord-ouest.

L'exploitation des données par Météo-France a débuté le 1^{er} janvier 1961 et, élément intéressant pour la fiabilité des mesures par rapport au poste de Barcelonnette, l'emplacement est inchangé depuis ses débuts exploitables et informatiques en 1961. Les données recueillies concernent uniquement les précipitations.

Le matériel est constitué d'un pluviomètre du style association tôle emboutie (E.D.F.).

1.2.3. La ferme de la Rente

La station d'enregistrement de la ferme de la Rente est sous la gestion du CEREG (université Louis-Pasteur de Strasbourg). Sa mise en service remonte au 1^{er} septembre 1994.

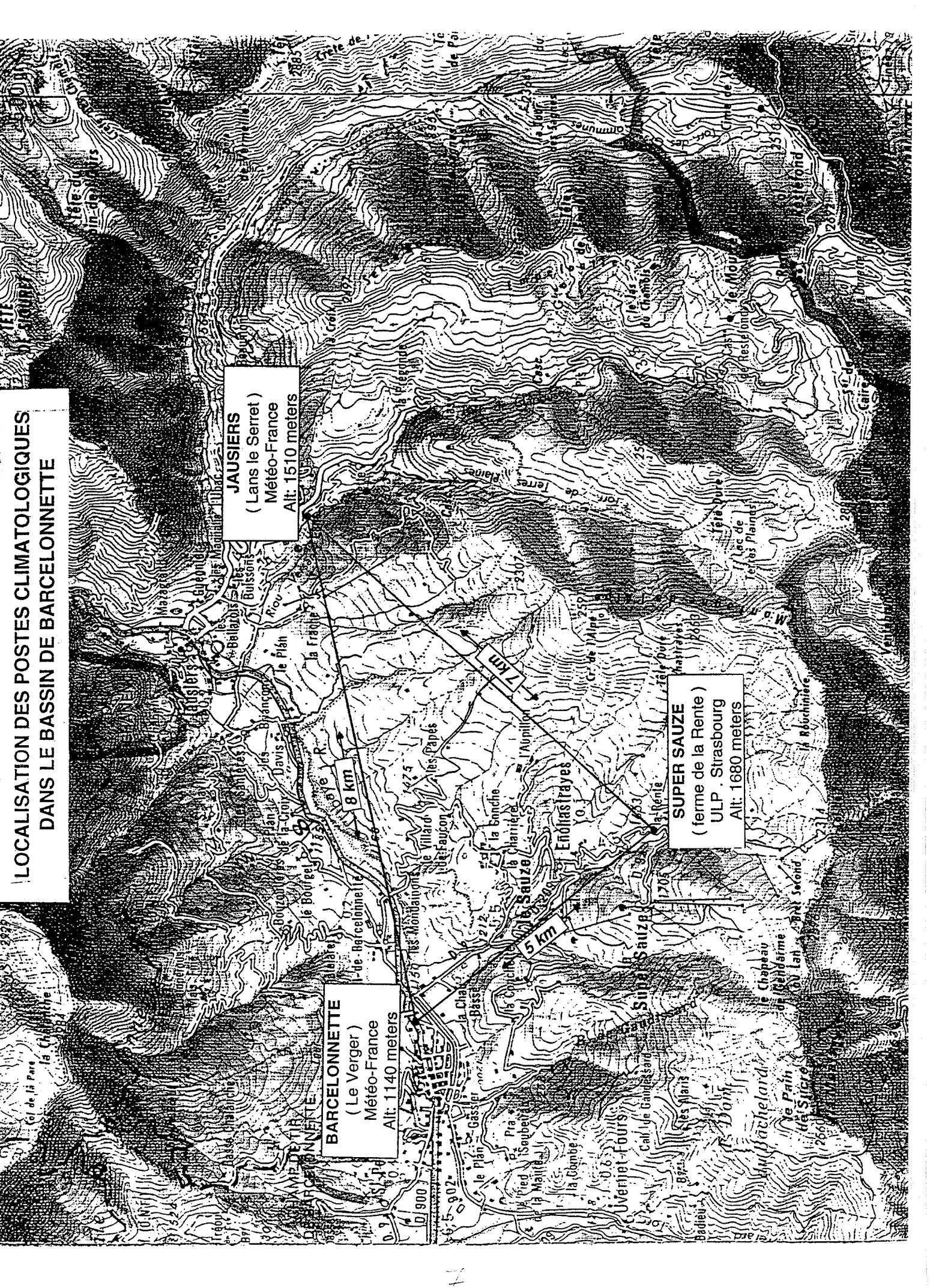
L'intérêt d'un tel site sur la commune d'Enchastrayes est son altitude. En effet, l'installation de ce poste à 1680 m d'altitude, sous l'impulsion de M. Flageollet et de M. Weber a pour objet d'apprécier les quantités et les intensités de pluies sur versant d'altitude dans l'objectif de les comparer à celles du fond de vallée et de les corrélérer à l'évolution des glissements de terrain. Le choix du site correspond à des obligations techniques (électricité et accessibilité) car les données sont recueillies par un pluviographe à augets basculeurs de type r05-3020 et relevées grâce à un enregistrement mécanique.

L'exploitation de ce site ne permet pas encore d'établir des calculs de tendance car l'historique n'est pas assez long, par conséquent les données fournies de septembre à novembre 1994 seront utilisées pour caractériser ce que peut être l'effet de la dénivellation.

La localisation des différents sites de collecte est représentée sur la carte (page 10).

On pourra remarquer que la densité des sites n'est pas très élevée et que l'historique n'est pas très étendu. Il serait certes plus intéressant de disposer d'autres sources mais aucun complément n'a pu être trouvé que ce soit dans l'espace (altitudes différentes) ou dans le temps (autres sites plus anciens ayant disparu). Il faut donc s'attacher au mieux à analyser les données à disposition.

LOCALISATION DES POSTES CLIMATOLOGIQUES
DANS LE BASSIN DE BARCELONNETTE



JAUSIERS
(Lans le Serret)
Météo-France
Alt: 1510 meters

BARCELONNETTE
(Le Verger)
Météo-France
Alt: 1140 meters

SUPER SAUZE
(ferme de la Rente)
ULP - Strasbourg
Alt: 1680 meters

1.3. Les données disponibles utilisées

La recherche des données est à l'heure actuelle facilitée par les moyens modernes de centralisation des données qui sont disponibles sur différents supports. Cependant, afin d'établir une tendance comprenant des données antérieures à l'informatisation, il convient d'effectuer des démarches auprès des organismes disposant de relevés anciens, ou encore de faire des recherches bibliographiques ciblées.

L'obtention de telles données n'est pas une chose facile car l'on est souvent confronté, soit à des problèmes de coût, soit aux problèmes liés aux effets du temps sur certains documents.

1.3.1. Les données Météo-France

L'exploitation des observations n'a pas bénéficié des mêmes traitements au courant du siècle. Les progrès informatiques permettent aujourd'hui une exploitation plus rapide et plus aisée qu'elle ne l'était avant l'informatisation. Météo-France et l'ULP disposent de ces moyens techniques et proposent ces produits sous différentes formes.

1.3.1.1. LES PRECIPITATIONS

Les relevés pluviométriques fournis par Météo-France concernent le poste de Barcelonnette (indicatif : 04019001) de janvier 1954 à décembre 1994 et le poste de Jausiers (indicatif : 04096001) de janvier 1961 à décembre 1994. Ces relevés se présentent sous différentes formes :

- Les relevés journaliers (support informatique)

La hauteur des précipitations du jour (J) est la hauteur des précipitations tombées entre le jour (J) à 6h TU1 et le jour (J+1) à 6h TU suivant les normes OMM². La mesure s'effectue par une lecture de la hauteur d'eau en dixièmes de mm. La précision de la mesure est d'environ 0,05mm

Les données se présentent sous la forme de 30 relevés quotidiens en dixième de mm précédés du mois, de l'année et de la station.

Exemples :

BARCELONNETTE,1954,01,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,112,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,102,0,0,0,22,0
JAUSIERS,1962,06,138,0,0,0,0,0,0,0,0,0,26,0,0,0,73,71,0,0,0,0,0,0,31,43,0,0,0,0,0,0,0,

Les relevés notés -999 et -1 sont des données manquantes.

¹ TU : Abréviation qui signifie «Temps Universel». L'expression est employée comme synonyme de l'expression « Temps moyen de Greenwich ».

² OMM : Organisation météorologique mondiale

- Les relevés décadaires et mensuels (support papier)

Météo-France a procédé au traitement informatique des données journalières. Pour chaque mois, on dispose de totaux décadaires, d'un total mensuel, de la hauteur maximale en 24h et la date correspondante, du nombre de jours sans données manquantes, du nombre de jours de neige, et enfin, du nombre de jours de pluie supérieure à 1mm.

Exemple : Jausiers

MOIS-ANNE	DECA.	DECA.2	DECA.3	TOTAL	MAXI 24h	DATE	NJ complets	NJ NEIGE	NJ > 1mm
mar-64	6,2	60,8	47,5	114,5	30,5	25-mar	31	13	14

Il existe également un code pour ces données écrites :

TR - signifie « traces », c'est à dire inférieur à 1 mm de pluie

Mq - signifie des « données manquantes ».

Les données entre crochets [] sont des valeurs mensuelles extrapolées par Météo-France, mais la méthode n'est pas spécifiée.

Les données précédées d'un E sont des valeurs pondérées reconstituées par Météo-France. Pour certaines stations, des données quotidiennes sont manquantes. Dans ce cas, on calcule les cumuls mensuels pondérés qui sont les cumuls mensuels multipliés par le rapport du nombre de jours du mois sur le nombre d'observations du mois. Dans le cas où le nombre d'observations d'un mois donné d'une année donnée est inférieur à 20, ce mois est considéré comme manquant.

Les données NJ > 1mm entre parenthèses (), sont des valeurs extrapolées.

- Les relevés annuels (support papier)

Le traitement effectué par Météo-France s'attache également à synthétiser les valeurs sous la forme d'un tableau récapitulatif pour la période étudiée pour chaque poste. On y dispose des totaux annuels, du maximum en 24h pour l'année et la date correspondante, du nombre de jours sans données manquantes et du nombre de jours de neige.

Les valeurs entre crochets [] sont des valeurs extrapolées à cause de données manquantes; Les données précédées d'un E sont des valeurs intégrant des valeurs reconstituées mais sans données manquantes.

1.3.1.2. LES TEMPERATURES

Les relevés de températures sont disponibles pour la station de Barcelonnette pour la période du 1er janvier 1961 au 31 décembre 1994. Ces données s'organisent de différentes façons.

- Les relevés journaliers (support informatique)

Les extrema des températures quotidiennes sous abri.

La température minimale quotidienne du jour (J) est la température minimale observée, entre 18h TU la veille (J-1) et 18h TU le jour (J). Elle se mesure à l'aide d'un thermomètre à minimum : un index, entraîné par la tension superficielle de la colonne de toluène à température décroissante, s'immobilise à température croissante. La température minimale se lit à l'extrémité supérieure de l'index.

La température maximale quotidienne du jour (J) est la température maximale observée sous abri, entre 06h TU le jour (J) et 06h TU le jour (J+1). Elle se mesure à l'aide d'un thermomètre à maximum : à température croissante, le mercure franchit un étranglement du capillaire situé à la partie supérieure du réservoir; à température décroissante, cet étranglement s'oppose au retour dans le réservoir.

Les données se présentent sous la forme de n valeurs minimales enregistrées chaque jour, suivies des n valeurs maximales enregistrées quotidiennement, et précédées du mois, de l'année et de la station en question.

Les températures s'expriment en dixièmes de degrés.

Exemple : BARCELONNETTE,1961,01,-14,-83,-40,-71,-130,-126,-45,-139,-117,-110,-32,-96,-80,-110,-77,-28,-25,-97,-129,-130,-112,-88,-64,-96,-39,-85,-100,-106,-71,-94,-36 // 26,40,26,32,0,-13,30,31,38,11,42,30,62,48,60,40,65,70,45,40,59,65,70,54,61,80,77,76,70,71,107

Les relevés notés **-999** expriment des valeurs manquantes.

- Les relevés décennaires et mensuels (support papier)

Un traitement informatique a également été effectué pour les températures à partir des données journalières des minima et des maxima. Les tableaux comprennent pour les minima et les maxima quotidiens; le mois et l'année, la moyenne pour les 3 décades du mois, la moyenne mensuelle, le maximum en 24h et la date correspondante, le minima en 24h et la date correspondante, enfin, le nombre de jours où la température est supérieure à 0°Celsius.

Exemple : Barcelonnette

MOIS-ANNEE	DECA.1	DECA.2	DECA.3	MOYENNE	MAXI 24h	DATE	MINI 24h	DATE	NJ > 0°
jan-73	-6,2	-7,3	-10,4	-8,1	0,0	15-jan	-15,5	25-jan	1

Les données entre crochets [] sont des valeurs extrapolées par Météo-France en tenant compte des données manquantes.

- Les relevés annuels (support papier)

Ces tableaux fournissent pour les minima et les maxima une synthèse pour la période 1961-1994. Ils se composent dans l'ordre, pour les minima : de l'année, du maximum en 24 h et sa date, du minimum en 24 h et la date correspondante, du nombre de jours dans l'année où la température est supérieure à 0°C et du nombre de jours où la température est supérieure à 15°C. Pour les maxima : De l'année, du maximum et du minimum avec leurs dates correspondantes, du nombre de jours avec une température supérieure à 25°C et du nombre de jours avec une température supérieure à 30°C.

1.3.2. Les données de la ferme de la Rente

Les pluies advenues depuis septembre 1994 et ce, jusqu'au mois de juillet 1995, sont enregistrées sur des bandes de papier d'une périodicité de deux mois environ. Après dépouillement, celles-ci sont enregistrées sur support informatique.

Le pluviographe à augets basculeurs permet de traiter directement l'épisode pluvieux. Les pluies sont donc relevées en fonction de leur date, de leur quantité et de leur durée, ce qui n'est pas effectué aux stations de Jausiers et Barcelonnette.

De légers problèmes techniques, liés à la jeunesse de la station, se sont déclarés. Par conséquent certaines valeurs journalières sont manquantes en janvier et février.

Météo-france considère comme station de référence, un poste fournissant des relevés depuis 30 ans au moins. Le site de la Rente ne répond certes pas encore à ce critère et n'aspire nullement pour l'instant à intégrer le réseau de stations de Météo-France. Il faut donc considérer les premières données à leur juste valeur en dépit de la rigueur technique des opérateurs, à savoir représentatives des 10 mois écoulés et non des valeurs moyennes de référence pour cette altitude,

1.3.3. Les données anciennes et les données bibliographiques

Par données anciennes, il faut comprendre les données antérieures à l'exploitation faite par Météo-France; à savoir 1954. Les données bibliographiques quant à elles regroupent sous ce terme toutes les valeurs brutes ou traitées susceptibles de fournir des éléments de comparaison avec les données Météo-France qui auront été traitées.

1.3.3.1. LES DONNEES FOURNIES PAR L'OFFICE NATIONAL DES FORETS DE BARCELONNETTE.

Elles concernent les relevés quotidiens de Janvier 1931 à décembre 1938.

Ces données gracieusement fournies par l'ONF comportent des manques pour de nombreux mois en 1931, ainsi que le mois de mars 1935. Néanmoins, après dépouillement de ces relevés quotidiens, on peut disposer d'une série de 1932 à 1938, c'est à dire 7 ans mais elle reste difficilement exploitable statistiquement.

Les recherches entreprises pour trouver des données journalières encore plus anciennes ou entre 1939 et 1953, se sont avérées infructueuses. La seconde guerre mondiale entre 1939 et 1945, puis la période de reconstruction d'après guerre ont sûrement conditionné le peu d'intérêt pour la remise en service du poste de Barcelonnette ou du moins le relevé en continu de données de précipitation et de température.

Les données antérieures à 1931 devraient quant à elles exister, puisque des auteurs comme Bénévent ou Péguy les ont utilisés. Cependant, comme ils le font savoir, «les lacunes y sont importantes et les utiliser demandent parfois des extrapolations très hardies».

Les recherches entreprises auprès des archives départementales de Digne ne permettent pas de retrouver ces données brutes.

1.3.3.2. LES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES.

Les données bibliographiques recueillies sont rarement des valeurs brutes, mais des données traitées par les différents auteurs conformément à des critères de validité exigeants.

Citons d'abord Bénévent E. qui le premier s'est penché sur le climat des Alpes Françaises et notamment celui des Alpes du sud. Son étude n'est pas spécifique à l'Ubaye où d'ailleurs seule la station de Barcelonnette fournit des données brutes exploitables ne nécessitant pas trop d'extrapolation.

Les données thermométriques traitées par Bénévent s'attachent à la période 1878-1916 pour les moyennes mensuelles à Barcelonnette; ainsi qu'à la décennie 1878-1888 pour le nombre moyen mensuel de jours de gel (température moyenne de la journée $< 0^{\circ}\text{C}$).

L'étude des précipitations dans l'ouvrage de M Bénévent repose sur les moyennes trentenaires de la période 1881-1910. Les données pluviométriques à disposition sont, une moyenne pour la période à Barcelonnette, la pluie moyenne mensuelle et les coefficients pluviométriques mensuels (formule d'Angot).

Ch.P.Peguy dans son ouvrage « Haute Durance et Ubaye » en 1947 reprend les données traitées par Bénévent auxquelles il ajoute ses propres données trentenaires.

Il propose une étude de la variabilité mensuelle des températures pour la période 1898-1913, fournissant la valeur moyenne la plus élevée et la valeur moyenne la plus basse de la période considérée ainsi que la différence entre les deux.

Pour les précipitations, il s'est efforcé de restituer par le calcul, les moyennes probables des années 1911-1913 et 1915-1941 (l'année 1914 étant incomplète), pour obtenir une moyenne trentenaire faisant suite à celle de Bénévent.

Les données disponibles sont donc, une moyenne annuelle 1911-1941, les moyennes mensuelles entre 1898 et 1913 et les moyennes mensuelles pour les périodes 1921-1930 et 1931-1942 à Barcelonnette, les coefficients pluviométriques relatifs (Angot) pour les mêmes durées, la variabilité des précipitations mensuelles (moyennes, maxima et minima) pour la période 1898-1913 et 1920-1942 et la fréquence relative de celles-ci.

Raoul Blanchard dans « Les Alpes occidentales » tome V, 2d livre; propose une moyenne annuelle des précipitations sur 16 ans (1932-1947).

Claude Meyzenq en 1984 dans sa thèse « Hautes Alpes, Ubaye, Haut Drac, Préalpes dromoises », utilise les amplitudes thermiques moyennes à St-Pons de Barcelonnette pour la période 1946-1975.

Toutes ces données bibliographiques sont déjà statistiquement traitées et offre ainsi des éléments de comparaison avec les données actuelles (1954-1994). Le recoupement de toutes ces valeurs, dans la mesure du possible, permet de définir plus précisément les éléments de stabilité du climat ou ses variations au courant du dernier siècle dans le bassin de Barcelonnette mais avec certaines réserves.

Les données bibliographiques sont reprises à titre indicatif dans des tableaux ci-dessous regroupant les principales valeurs selon leur auteur. Certaines de ces valeurs seront utilisées ultérieurement dans les paragraphes 3.3 et 3.4.

Températures moyennes mensuelles à Barcelonnette (Bénévent)

Barcelonnette (1878-1916)	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Températures en $^{\circ}\text{C}$	-3,4	-1,4	2,3	7,2	11	14,4	16,5	16	12,1	6,9	2	-2,1	6,8

Nombre moyen de jours de gel à Barcelonnette (Bénévent)

Barcelonnette (1878-1888)	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
nombre de jours	29	27,2	25,8	13,3	3,5	0,5	0,2	0	0,1	15,2	25,5	29,7	170

Amplitude thermique moyenne à St-Pons de Barcelonnette (Meyzenq)

St-Pons (1946-1975)	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Amplitude en °C	13,4	14,6	14,7	14,7	16,2	16,2	17,9	16,8	15,6	13,8	11,7	11,6	14,8

Précipitations moyennes annuelles à Barcelonnette.

Bénévent (1881-1910)	701 mm
Péguy (1911-1941)	756 mm
Péguy (1932-1941)	802 mm
Blanchard (1932-1947)	756 mm

Pluie moyenne mensuelle

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Tot
Bénévent (1881-1910)	30	33	50	61	63	53	48	57	71	104	76	54	
Péguy (1898-1913)	39	44	63	50	65	68	47	51	61	100	87	54	
Péguy (1921-1930)	27,2	53,1	56,9	69,7	81,4	46,2	53,2	50	46,3	113	97,6	48,5	
Péguy (1931-1942)	53	41	62	78	72	72	58	48	86	68	95	64	

1.4. Critique des données

Les relevés quotidiens de précipitation et de température fournis par Météo-France ne sont malheureusement pas complets. Ceux-ci sont effectués par des opérateurs locaux qui sont tous soumis aux erreurs humaines ainsi qu'aux défauts techniques. Il convient donc, avant toute analyse, de valider les données recueillies à l'aide de différentes méthodes.

1.4.1. Relevés des erreurs grossières et des lacunes

Une première lecture permet de relever les données d'apparence douteuse ainsi que l'étendue des valeurs manquantes.

1.4.1.1. LE POSTE DE BARCELONNETTE

Les nombreux changements d'emplacement témoignent de la difficulté à opérer un lever quotidien de ces informations durant une période très longue. Ce travail demande un encadrement et une maintenance soutenue pour disposer de valeurs continues et fiables dans le temps. Les différents changements de site témoignent de cette difficulté. Plusieurs impératifs sont à prendre en compte. D'une part la localisation du site dans un lieu assez éloigné de la végétation pouvant modifier la réception des précipitations, d'autre part, un site où le préposé au relevé peut accéder sans peine et rapidement. Le site doit également être protégé de toutes malveillances et dégradations volontaires ou non (Animaux, Touristes,...).

Les déménagements du poste de Barcelonnette en 5 lieux différents semblent toutefois plus précisément liés à des problèmes de maintenance. En effet, ils correspondent pour la plupart, à un changement ou au manque d'un opérateur.

Les problèmes interviennent ainsi pour de nombreuses années. Météo-France a procédé à quelques extrapolations, mais elles ne sont pas effectuées pour toutes les années incomplètes.

Les données dont nous disposons se décomposent donc ainsi :

Les précipitations

- 23 années complètes¹ : 1954 à 1970, 1983, 1984, 1986, 1991 à 1994.
- 9 années complètes (extrapolation de certaines valeurs quotidiennes) : 1971, 1973 à 1975, 1979, 1980, 1985, 1987, 1990.
- 7 années incomplètes (manque certains mois complets) : 1972, 1976 à 1978, 1981, 1988, 1989.
- 1 année sans données : 1982

¹ Par « années complètes » il faut comprendre que tous les totaux mensuels sont disponibles au moins.

Les températures

- 19 années complètes : 1961 à 1970, 1979 et 1980, 1983 à 1985, 1988 et 1989, 1993 et 1994.
- 8 années complètes (extrapolation de certaines valeurs quotidiennes et décadaires) : 1971, 1974 et 1975, 1986 et 1987, 1990 à 1992.
- 6 années incomplètes (manque certains mois complets) : 1972 et 1973, 1976 à 1978, 1981.
- 1 année sans données : 1982.

Le fichier journalier ne contient aucune valeur aberrante pouvant être liée à une erreur de retranscription. Cependant la feuille synthétisant les précipitations annuelles de la période n'est pas correcte. Les totaux annuels des années incomplètes où manquent certains mois (1972, 1976, 1977, 1978, 1981, 1988, 1989); ne sont en fait que des totaux partiels comptabilisant uniquement les mois enregistrés. Ainsi les 430,2 mm de 1976 correspondent aux mois de janvier à août seulement. Il en est de même pour les 404,4 mm en 1981.

1.4.1.2. LE POSTE DE JAUSIERS

Au regard du poste de Barcelonnette, celui de Jausiers s'avère beaucoup plus fiable. D'une part, car il n'a pas changé de site depuis sa mise en exploitation; d'autre part, parce que toutes les années de 1961 à 1994 sont complètes au pas de temps mensuel. Seules quelques valeurs quotidiennes manquent, mais elles ont toutes été extrapolées par la météo nationale.

Les données pluviométriques se décomposent comme suit :

- 19 années complètes : 1963 à 1965, 1967 et 1968, 1970, 1972, 1976 et 1977, 1980 et 1981, 1983 et 1984, 1986, 1989 à 1994.
- 14 années complètes (extrapolation de certaines valeurs quotidiennes et décadaires) : 1961, 1962, 1966, 1969, 1971, 1973 à 1975, 1978 et 1979, 1982, 1985, 1987 et 1988.

1.4.2. La méthode des doubles cumuls

Il s'agit de comparer les totaux annuels cumulés de deux postes voisins sur leur période commune d'existence. La méthode est utilisée sous la forme mise au point par l'ORSTOM (cahiers de l'ORSTOM série hydrologie, méthode Brunet-Moret).

La méthode consiste en premier lieu à reporter graphiquement le cumul dans le temps des valeurs d'une série à contrôler en fonction du cumul dans la même chronologie de la série témoin (Lavabre, J 1983). Dans le cas de deux séries homogènes, ces points sont plus ou moins alignés, par contre un changement de pente à partir d'une certaine valeur de i indique une hétérogénéité et une cassure dans la droite indique une valeur aberrante.

Considérons X les précipitations annuelles cumulées de Jausiers de 1961 à 1994 (sauf 1982) comme la série témoin et Y les précipitations annuelles cumulées de Barcelonnette pour la même période comme la série à tester. Le poste de Jausiers est considéré comme le poste le plus sûr, donc sert de station homogène de référence.

L'année 1982 est exclue car les données sont manquantes pour l'année entière à Barcelonnette.

Bien que les deux postes soient situés dans une zone montagneuse, ils se trouvent dans la même région climatique. Il existe donc une liaison positive entre les totaux pluviométriques annuels.

La droite des doubles-cumuls est représentée sur la figure 4

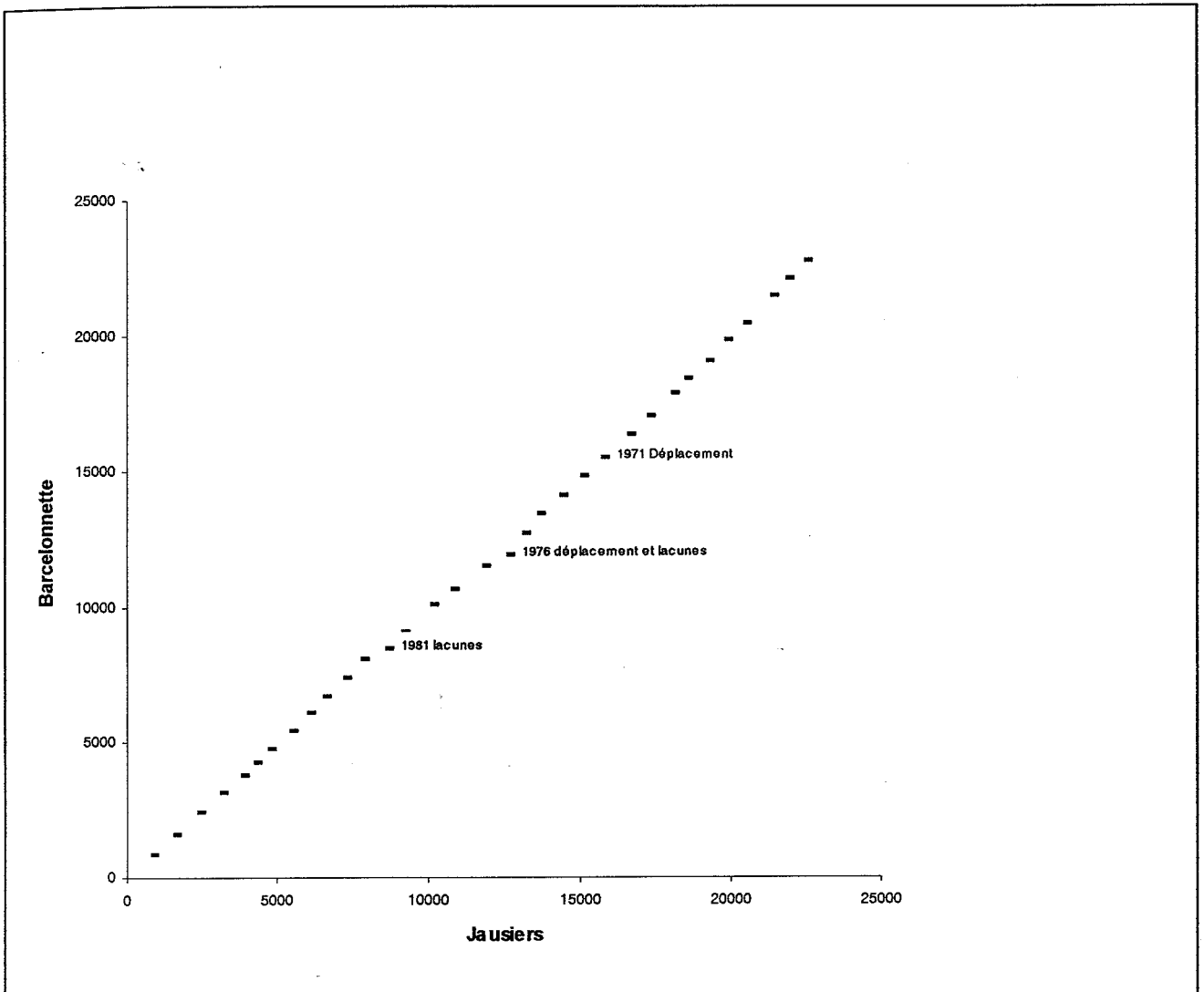


Figure 4 - cumul des précipitations des stations de Barcelonnette et Jausiers pour la période 1961-1994 (sauf 1982)

Pour plus de renseignement sur l'homogénéité de la station de Barcelonnette, il faut procéder à certains calculs sur les cumuls entre les deux stations. (méthode appliquée par Météo-France)

On calcule d'abord un rapport R_i permettant de détecter les années « douteuses » puisque ces valeurs doivent être proches de zéro. En effet $R_i = (X_i/Y_i) * (\text{moyenne } Y / \text{moyenne } X)$. X_i et Y_i sont les valeurs annuelles des précipitations.

Ensuite, il faut calculer une valeur P qui est la pondération de chaque valeur témoin par sa moyenne à laquelle on soustrait la pondération de chaque valeur testée par sa moyenne. C_x et C_y sont les valeurs cumulées.

$$\text{Aussi } P = (C_x / \text{moyenne } X) - (C_y / \text{moyenne } Y).$$

Pour être homogène, un poste doit au sens des doubles -cumuls, avoir des valeurs de P comprises entre -0,6 et 0,6.

		barcelonnette	Jausiers	Cx	Cy	Ri	P
0	1994	857,8	845,7	845,7	857,8	1,00	0,00
1	1993	724,4	757	1602,7	1582,2	1,06	0,05
2	1992	821,5	792,5	2395,2	2403,7	0,97	0,02
3	1991	718,8	750,5	3145,7	3122,5	1,06	0,08
4	1990	628,9	702,9	3848,6	3751,4	1,13	0,20
5	1989	475,9	424,5	4273,1	4227,3	0,90	0,13
6	1988	497,1	472,5	4745,6	4724,4	0,96	0,10
7	1987	688,9	709,7	5455,3	5413,3	1,04	0,14
8	1986	670,5	597,4	6052,7	6083,8	0,90	0,05
9	1985	596,3	530	6582,7	6680,1	0,90	-0,04
10	1984	710,6	654,6	7237,3	7390,7	0,93	-0,11
11	1983	678,7	585,4	7822,7	8069,4	0,87	-0,24
12	1981	404,4	794,8	8617,5	8473,8	1,99	0,34
13	1980	601,4	535,1	9152,6	9075,2	0,90	0,25
14	1979	994,9	959	10111,6	10070,1	0,97	0,22
15	1978	563,5	681,2	10792,8	10633,6	1,22	0,40
16	1977	847,1	1027,4	11820,2	11480,7	1,23	0,67
17	1976	430,2	800	12620,2	11910,9	1,88	1,22
18	1975	794,5	538,7	13158,9	12705,4	0,69	0,86
19	1974	716	483,4	13642,3	13421,4	0,68	0,53
20	1973	666,9	733,1	14375,4	14088,3	1,11	0,64
21	1972	724,4	684,7	15060,1	14812,7	0,96	0,59
22	1971	676,5	683,7	15743,8	15489,2	1,02	0,61
23	1970	855,2	869,2	16613	16344,4	1,03	0,65
24	1969	658,3	633,2	17246,2	17002,7	0,97	0,62
25	1968	850,8	797,6	18043,8	17853,5	0,95	0,55
26	1967	544,5	454,8	18498,6	18398	0,84	0,43
27	1966	658,8	715,8	19214,4	19056,8	1,10	0,52
28	1965	763	638,5	19852,9	19819,8	0,85	0,35
29	1964	608,4	613,1	20466	20428,2	1,02	0,37
30	1963	1027,6	929	21395	21455,8	0,91	0,24
31	1962	636,5	502,1	21897,1	22092,3	0,80	0,05
32	1961	642,4	599,2	22496,3	22734,7	0,94	0,00

Tableau 1 - indices d'homogénéité de la station de Barcelonnette

Légende.

- colonne 1 : Le numéro d'ordre de l'année.

- colonne 2 : L'année.

- colonne 3 et 4 : les valeurs de précipitations annuelles en mm/an pour les deux stations.

- colonne 5 : Les cumuls des totaux annuels du vecteur témoin, Cx

- colonne 6 : Les cumuls des totaux annuels du vecteur test, Cy

- colonne 7 et 8 : Les valeurs sans dimensions Ri et P.

Les valeurs Ri et P sont représentées sur la figure 5

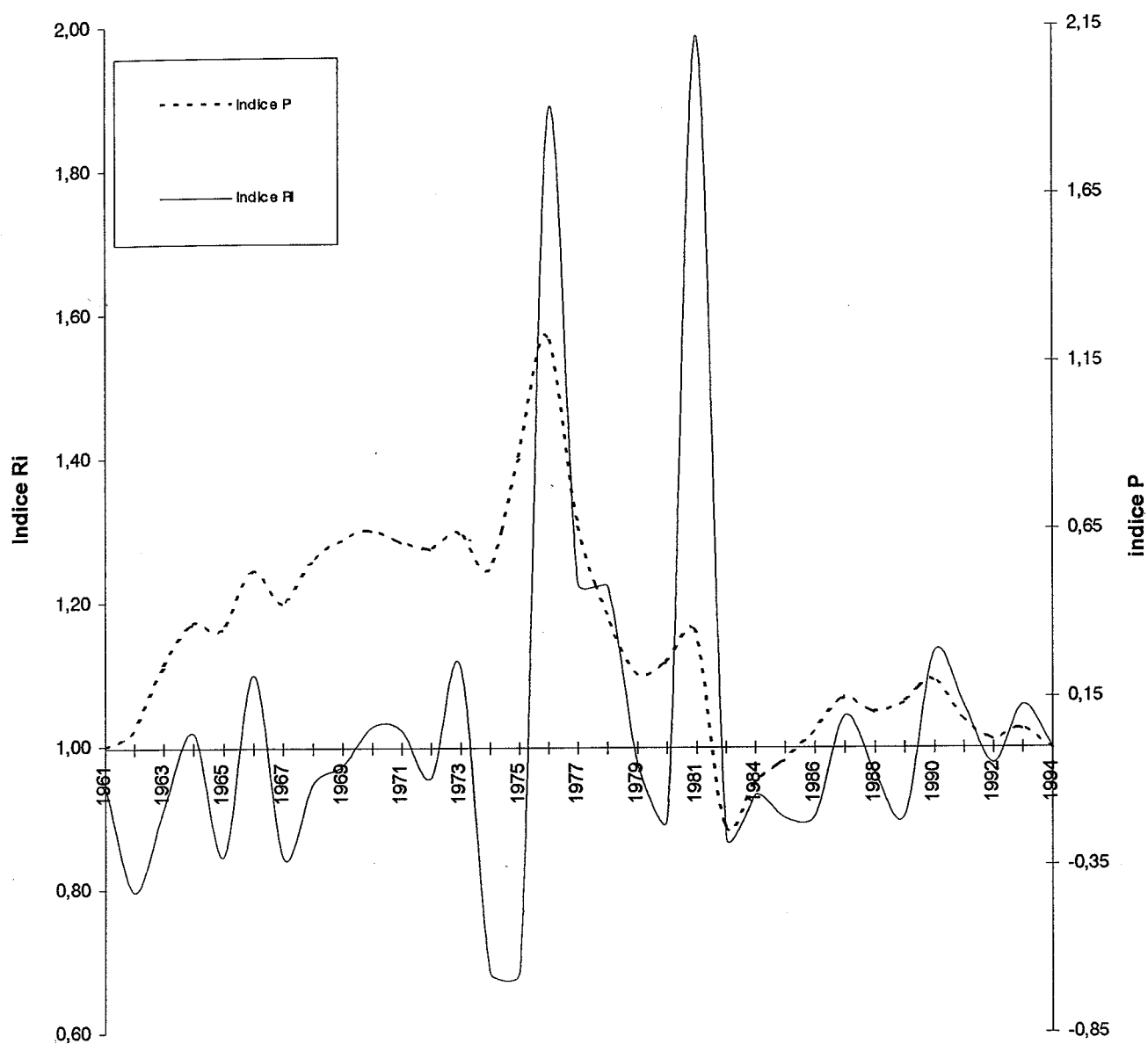


Figure 5 - Indices d'homogénéité Ri et P

Commentaire des figures 4 et 5

La courbe des doubles-cumuls ainsi que les valeurs Ri et P font apparaître des ruptures dans la série. La première en 1971 marque une légère rupture de la droite des doubles-cumuls à cause d'un changement d'emplacement. La seconde en 1976 est plus marquée avec un Ri de 1,88 et une valeur P de 1,22. Elle correspond à l'absence des 4 derniers mois de l'année. Le phénomène se reproduit en 1981 pour les mêmes raisons.

La série de Barcelonnette ne peut donc pas être considérée comme homogène en considérant les valeurs P qui ne sont pas toujours comprises entre -0,6 et 0,6.

1.4.3. La méthode des écarts cumulés

Cette méthode consiste à reporter graphiquement, non plus les cumuls des valeurs, mais ceux des résidus de la corrélation entre la série à contrôler et la série témoin.

Les résidus e_i de la corrélation ont pour propriété que leur somme est égale à 0.

Le cheminement chronologique de cette somme, bien qu'aléatoire, est d'autant moins probable qu'il s'éloigne de l'axe central. Plus les résidus chemineront proche de l'axe central, plus la série sera homogène. Les valeurs éloignées impliquent soit une surestimation, soit une sous-estimation par le modèle qui en fait est le reflet de la réalité des valeurs de la série.

On procède donc au calcul des résidus :

Années	Barcelonnette en mm/an	Jausiers en mm/an	Résidus	Résidus en mm
1961	642,4	599,2	0,0	-0,3
1962	636,5	502,1	0,4	-49,4
1963	1027,6	929,0	1,7	-198,4
1964	608,4	613,1	-0,4	41,6
1965	763,0	638,5	0,9	-98,6
1966	658,8	715,8	-0,4	49,5
1967	544,5	454,8	-0,1	15,8
1968	850,8	797,6	0,8	-96,1
1969	658,3	633,2	0,0	3,1
1970	855,2	869,2	0,5	-59,9
1971	676,5	683,7	-0,1	13,6
1972	724,4	684,7	0,3	-33,8
1973	666,9	733,1	-0,5	51,2
1974	716,0	483,4	1,2	-139,5
1975	794,5	538,7	1,6	-186,7
1976	430,2	800,0	-2,9	325,8
1977	847,1	1027,4	-0,3	37,9
1978	563,5	681,2	-1,1	125,1
1979	994,9	959,0	1,3	-148,7
1980	601,4	535,1	0,0	4,4
1981	404,4	794,8	-3,1	348,7
1983	678,7	585,4	0,4	-44,4
1984	710,6	654,6	0,3	-37,0
1985	596,3	530,0	-0,1	6,6
1986	670,5	597,4	0,3	-29,4
1987	688,9	709,7	-0,1	15,9
1988	497,1	472,5	-0,6	73,2
1989	475,9	424,5	-0,6	67,2
1990	628,9	702,9	-0,6	72,0
1991	718,8	750,5	-0,1	9,1
1992	821,5	792,5	0,6	-69,7
1993	724,4	757,0	-0,1	7,2
1994	857,8	845,7	0,7	-75,9

Tableau 2 - Résidus de la station de Barcelonnette

Le coefficient de corrélation correspondant aux valeurs annuelles des précipitations est de 0,59. La médiocrité de cette valeur est un premier élément qui démontre l'hétérogénéité des valeurs de la station de Barcelonnette.

Le graphique des résidus (qui sont transformés en mm de pluie), nous renseigne plus à ce sujet :

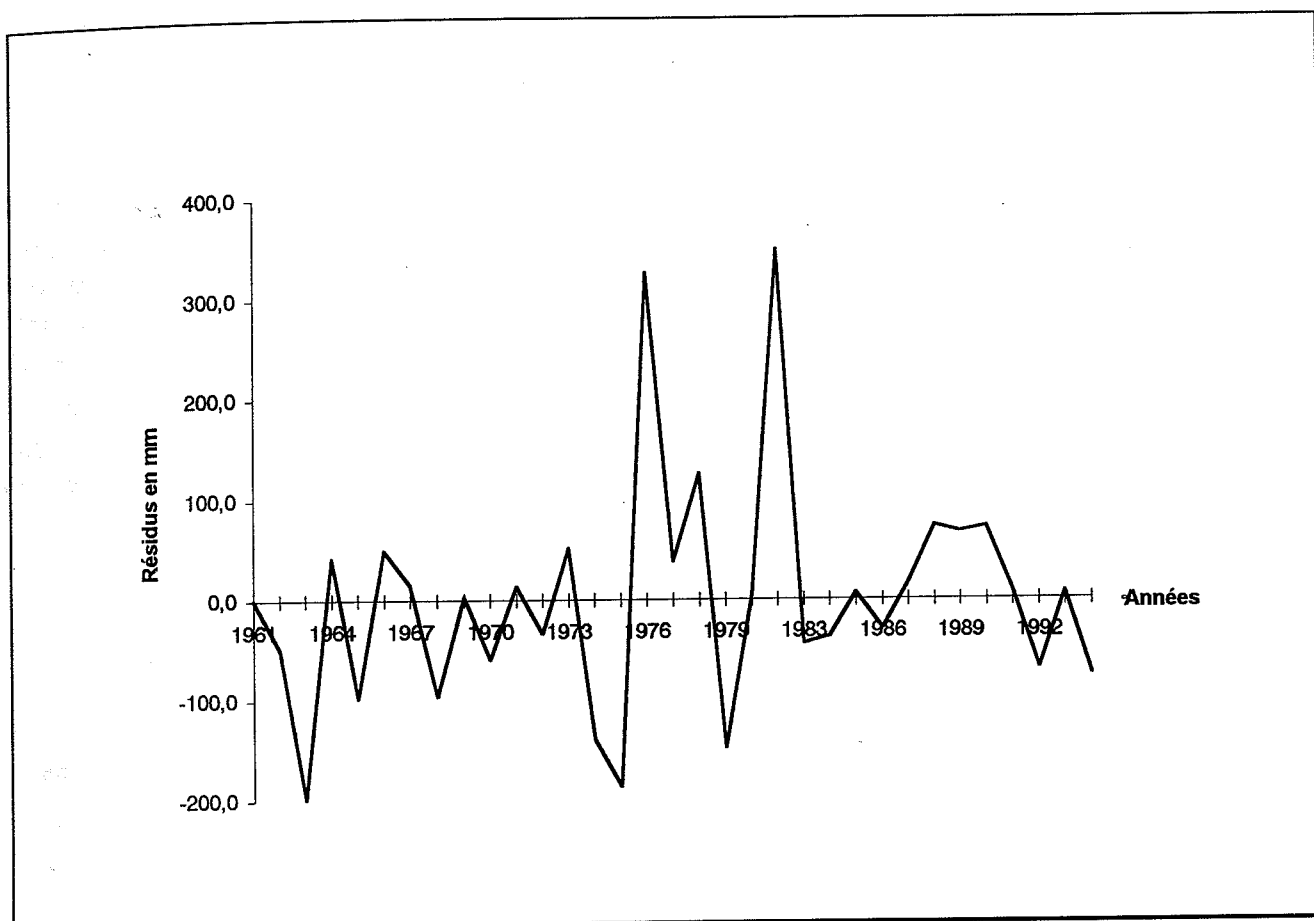


Figure 6 - Contrôle de la série de Barcelonnette par celle de Jausiers pour la période 1961-1994 (sauf 1982) par la méthode des écarts cumulés.

Les résidus de 1976, 1978 et 1981 sont fortement sous-estimés par le modèle. Ces années provoquent une nette rupture d'homogénéité dans la série de Barcelonnette.

La méthode confirme les conclusions proposées par la méthode des doubles-cumuls, à savoir que les valeurs annuelles de précipitations dont les valeurs mensuelles sont manquantes rendent très hétérogène la série de Barcelonnette. Il paraît donc nécessaire de retrouver des valeurs plus complètes et donc plus cohérentes pour obtenir une meilleure corrélation entre les valeurs annuelles des deux postes pour la période 1961-1994.

1.5. Reconstitution des données

1.5.1. Choix des paramètres

La reconstitution des données s'appuie sur la méthode de la corrélation linéaire simple. Celle-ci s'applique aux valeurs mensuelles des précipitations car le coefficient de corrélation annuel 0,59 n'est pas satisfaisant et le traitement des valeurs journalières ou décadaires s'avère trop long. De plus, la reconstitution de valeurs mensuelles a un intérêt pour l'étude des fréquences des précipitations qui sera effectuée plus loin.

Pour chaque mois de la période considérée, on effectue donc une régression linéaire qui tient uniquement compte des valeurs disponibles pour les deux stations d'où une légère variation du nombre d'années prises en compte pour chaque mois.

1.5.2. La régression linéaire simple

Sans revenir sur la méthode et les calculs à effectuer, il semble néanmoins utile de préciser les éléments statistiques importants qui confère une certaine validité à la méthode :

Le coefficient de variation qui est le rapport entre l'écart type et la moyenne, exprime l'étendue des valeurs de la série.

Le coefficient de corrélation est un nombre sans dimension qui reflète la validité de la corrélation. Un coefficient proche de 1 ou proche de -1 exprime une forte corrélation entre les valeurs mensuelles des deux stations.

L'équation de régression de la forme $Y = Ax + B$, où A et B sont des constantes définies par la régression, x la valeur de Jausiers et Y la valeur reconstituée de Barcelonnette.

Les coefficients de corrélation sont tous supérieurs à celui obtenu pour les valeurs annuelles. Cependant ils ne sont pas tous très significatifs. Les coefficients supérieurs à 0,9 concernent les mois de janvier, mars, septembre, octobre, novembre et décembre, à savoir des mois de saison froide avec des précipitations uniformes dans l'espace induites par un type de temps perturbé d'ouest.

Les mois de saison chaude ont un coefficient plus faible résultant de précipitations à caractère orageux beaucoup plus localisées notamment de juin à août. Le faible coefficient de février (0,78) peut quant à lui résulter de la faiblesse des précipitations moyennes de ce mois pour toute la période.

Ces explications ne sont certes que des hypothèses pouvant rendre compte des variations des coefficients de corrélation et il est certains que des séries plus longues permettent de mieux affiner les équations de régression. Les résultats de la reconstitution des mois manquants sont considérés comme « valides » dans la mesure où aucune autre station n'est disponible dans le bassin pour corréler au mieux les données.

Ces valeurs reconstituées sont donc intégrées aux valeurs de Météo-France et de nouveaux totaux annuels et mensuels sont calculés (annexes A et B). De plus, elles se signalent dans les tableaux en

caractère gras. Les interprétations statistiques qui en résulteront devront tenir compte de la faiblesse de certains degrés de liaison pour certains mois.

mois	nombre d'années utilisées	stations	moyenne en mm	écart type en mm	coefficient de variation %	coefficient de corrélation	droite de régression
J	31	B	53,19	46,72	87,8	0,95	$y=1,03x+5,62$
		J	46,02	42,89	93,2		
F	32	B	45,11	32,08	71,1	0,78	$y=0,88x+6,31$
		J	43,93	28,31	64,4		
M	29	B	56,3	38,27	68	0,91	$y=0,88x+9,04$
		J	53,74	39,71	73,9		
A	31	B	59,73	37,72	63,2	0,84	$y=0,77x+10,70$
		J	63,43	41,14	64,9		
M	32	B	61,61	32,49	52,7	0,82	$y=0,86x+8,36$
		J	62,21	31,29	50,3		
J	32	B	68,13	30,13	44,2	0,79	$y=1,04x+3,96$
		J	61,5	22,9	37,2		
JT	32	B	45,44	30,5	67,1	0,84	$y=0,98x+3,73$
		J	42,56	26,1	61,3		
A	32	B	50,45	23,99	47,6	0,78	$y=0,82x+10,62$
		J	48,31	22,81	47,2		
S	30	B	62,42	43,07	69	0,9	$y=1,04x+6,34$
		J	53,91	37,31	69,2		
O	30	B	85,69	69,2	80,8	0,98	$y=1,01x+4,85$
		J	79,75	67,05	84,1		
N	30	B	75,12	60,46	80,5	0,96	$y=1,11x+0,3$
		J	67,48	52,12	77,2		
D	30	B	46,1	30,74	66,7	0,92	$y=0,99x+4,01$
		J	42,46	28,43	67		

Tableau 3 - Corrélation de la pluviométrie mensuelle des stations de Barcelonnette et Jausiers pour la période 1961-1993

Conclusion.

Nous disposons maintenant de tous les éléments qualitatifs et quantitatifs concernant le bassin. L'énumération de toutes les caractéristiques des stations ainsi que l'exposition de la configuration des données a pour intérêt de confronter le lecteur aux particularités du site et à la réalité de saisie des données qui ne sont pas exploitables sans une prise en compte critique.

Les données brutes disponibles n'évoquent pas en soit les caractéristiques climatiques définissant le bassin. C'est pourquoi il s'agit dans un second temps d'effectuer une exploitation statistique des données quantitatives révisées afin d'en souligner les spécificités non sans avoir au préalable défini les outils statistiques employés.

2. ANALYSE STATISTIQUE DES PRINCIPAUX PARAMETRES CLIMATIQUES

2.1. Les précipitations

L'analyse des précipitations s'opère à différents pas de temps car dans le détail, les quantités annuelles, mensuelles et journalières de pluie n'ont pas la même périodicité, ni les mêmes effets.

2.1.1. Les valeurs annuelles de la pluviométrie

2.1.1.1. EVOLUTION ET TENDANCE

Les valeurs annuelles retranscrivent des oscillations caractérisées par des valeurs moyennes selon le nombre d'années pris en compte d'où l'on retire une tendance linéaire moyenne.

2.1.1.1.1. Les moyennes «normales»

La moyenne constitue la moyenne arithmétique des N valeurs de cumuls avec N supérieur ou égal à 25 ans. Elle constitue un support de comparaison pour différentes périodes de t années. Pour chaque mois et pour l'année, les valeurs moyennes sont calculées en fonction de normales de 30 ans ainsi que pour les périodes 1954-1994 et 1961-1994 à Barcelonnette et la période 1961-1994 à Jausiers (tableau 4).

Les valeurs annuelles des précipitations sont répertoriées dans un tableau en annexe A.

Le calcul des moyennes sur une normale de 30 ans a pour objet de respecter les consignes de l'OMM et d'effectuer des comparaisons à proportions égales. Les moyennes calculées pour les périodes 1954-1994 et 1961-1994 serviront quant à elles pour les études de fréquences qui suivront car elles permettent d'intégrer un maximum d'années.

Période	Moyenne
Barcelonnette	
1954-1983	751,7
1955-1984	757,6
1956-1985	750,0
1957-1986	751,5
1958-1987	751,4
1959-1988	741,1
1960-1989	728,6
1961-1990	713,8
1962-1991	716,3
1963-1992	722,5
1964-1993	712,4
1965-1994	720,7
coefficient de variation	2,3
1954-1994	730,3
1961-1994	721,6
Jausiers	
1961-1990	663,9
1962-1991	669,0
1963-1992	678,6
1964-1993	672,9
1965-1994	680,7
Coefficient de variation	0,9
1961-1994	678,3

Tableau 4 - Moyennes annuelles des précipitations à Barcelonnette et Jausiers (en mm)

Les 12 «normales¹» dont on dispose pour la station de Barcelonnette constituent également des moyennes mobiles sur 30 ans.

Les moyennes annuelles s'échelonnent entre 712,4 mm et 757,6 mm pour Barcelonnette tandis que les moyennes de Jausiers sont plus basses (entre 663,9 et 680,7 mm). Le phénomène est intéressant car le poste de Barcelonnette se situe 370 mètres plus bas que Jausiers; hors, en règle générale, les précipitations augmentent avec l'altitude du fait d'une moins grande capacité de rétention de la vapeur d'eau. Il est par conséquent envisageable de considérer que le poste de Jausiers bénéficie d'un phénomène d'abri par rapport à Barcelonnette. Du moins il s'agit de voir si cette anomalie est propre au secteur étudié ou s'il se manifeste à une plus grande ampleur. Nous reviendrons donc sur ce point dans la 3^{ème} partie.

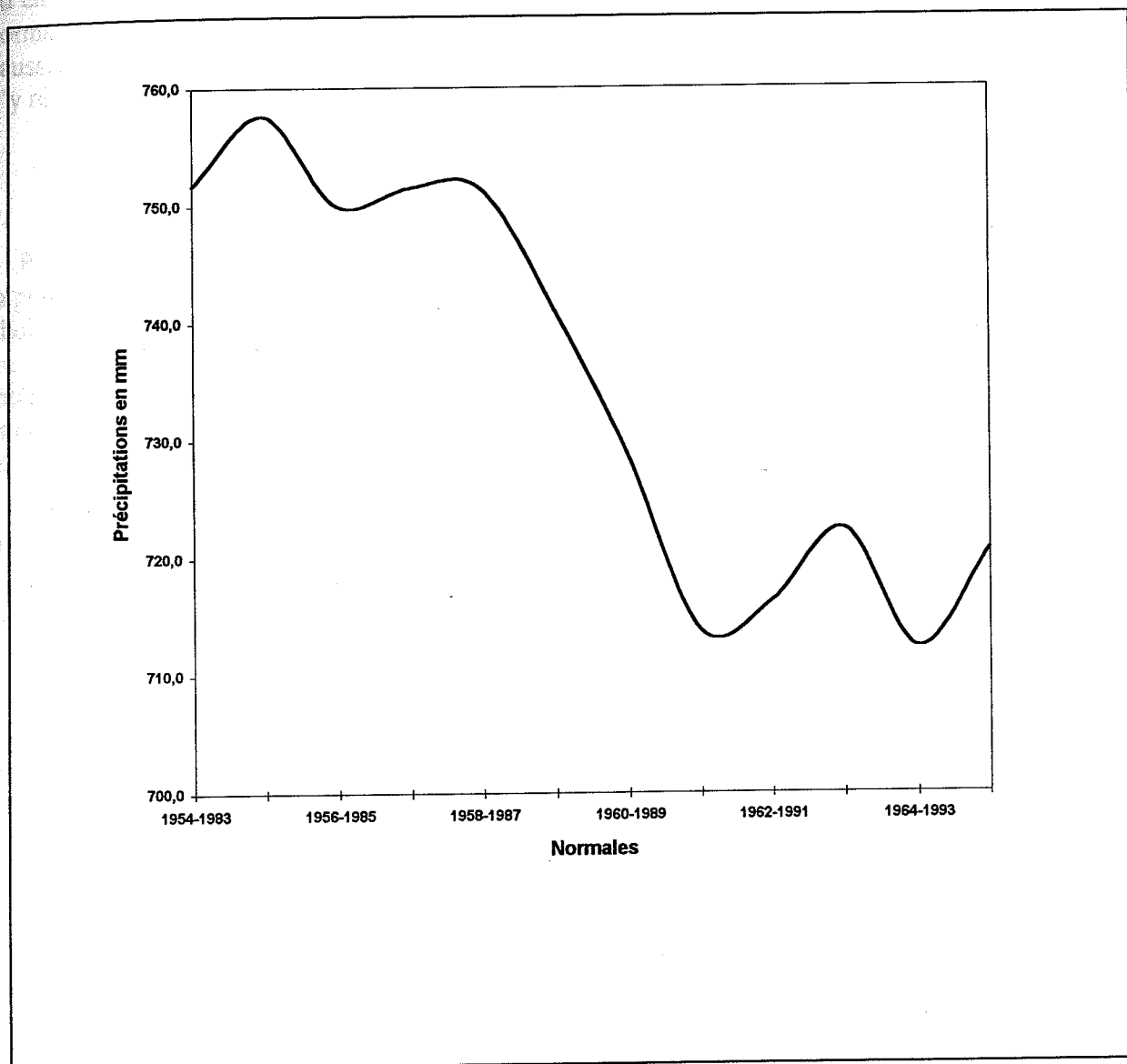


Figure 7 - Variation des normales pour le poste de Barcelonnette

¹ normale : moyenne sur 30 ans.

Les climatologues de Météo-France publient des moyennes sur 30 ans. L'intérêt d'en disposer, est qu'elles annulent en grande partie les variations annuelles extrêmes. Par conséquent on en retire une tendance spécifique qui permet de constater (figure 5) à Barcelonnette un net abaissement des normales les plus récentes. Cette baisse se déclenche pour la normale 1958-1987, ce qui implique la disparition progressive de valeurs annuelles élevées à partir de 1958 et l'entrée dans ces normales de valeurs annuelles récentes (après 1987) plus faibles.

Certes la variabilité inter-annuelle provoque encore une alternance d'années humides et d'années sèches, mais cet affaiblissement des moyennes sur 30 ans est significative d'une tendance globale à la baisse des précipitations depuis une quarantaine d'années environ.

Les normales obtenues pour la station de Jausiers sont moins nombreuses car elles ne débutent qu'en 1961. Une représentation graphique s'avère donc peu représentative. Cependant les 5 normales dont nous disposons suivent à l'inverse de celles de Barcelonnette, une légère tendance à la hausse. Faut-il y voir un rapprochement entre les pluviométries moyennes des deux stations ?... Afin d'y répondre, il est préférable de réduire les périodes constituant les moyennes.

2.1.1.1.2. Les moyennes mobiles.

Pour définir plus précisément la tendance à l'accroissement ou à la baisse des précipitations pour la période considérée on procède à l'élaboration de moyennes mobiles sur un nombre t d'années. Le choix de ce nombre t à prendre en compte se porte sur des moyennes de 3, 5 et 10 ans afin d'obtenir un panel de représentations à différents pas de temps (figures 6 et 7). Chacune de celles-ci a un intérêt. Les moyennes sur 3 ans établissent une tendance qui met encore en valeur la variabilité annuelle des précipitations à l'inverse de celles sur 10 ans qui négligent toutes ces variations. Les moyennes sur 5 ans² seront mises en relation avec celles de Ch.P. Péguy dans le chapitre 3.

A la représentation des moyennes mobiles est associée la représentation des droites de régression, obtenues par la méthode des moindres carrés, exprimant la tendance.

Le tracé des courbes des figures 6 et 7 permet de constater; d'une part, un abaissement notable de la pluviométrie schématisé sur les figures par les droites de régression, d'autre part l'existence de cycles de 10 à 15 ans environ, représentatifs d'années humides ou d'années sèches.

La tendance à la baisse est beaucoup moins marquée à Jausiers qu'elle ne l'est pour Barcelonnette. Pour expliquer ce phénomène il faut peut-être revenir sur les différents changements d'emplacement qu'a subit le poste de Barcelonnette qui depuis 1983 est au lieu dit Le verger, site pour le moins «bien protégé» par un encadrement végétal inapproprié.

Faut-il alors considérer une baisse véritable des précipitations annuelles à Barcelonnette ou mettre cette évolution sur le compte de la localisation qui prévaut depuis 1983?... La tendance générale à la chute de la pluviométrie semble trop importante pour provenir uniquement du changement d'emplacement mais nul doute qu'il y a participé. Dans quelles proportions ?..., il est difficile de le définir. De plus, le poste de Jausiers enregistre également la même tendance bien que plus réduite, ce qui conforte l'idée de baisse sensible mais généralisée.

On peut également prendre note de la pluviosité à Jausiers qui reste pendant toute la période en dessous de celle de Barcelonnette avec des périodes où les moyennes mobiles sont très en-deçà (1972-1974 à 1975-1977) et des périodes d'équilibre (1988 à 1994). Les moyennes mobiles sur 3 ans de Jausiers qui sont nettement inférieures à celles de Barcelonnette pour les mêmes périodes s'expliquent par l'activité orageuse d'été qui est plus intense certaines années à Barcelonnette (ex : 1975 - 23,4 mm en juillet à Jausiers pour 97,2 mm à Barcelonnette).

² Les moyennes sur 5 ans sont aussi appelées moyennes lustrales.

Des cycles de périodes plus ou moins sèches ou humides apparaissent sur les graphiques. S'ils sont difficilement discernables dans le détail, il apparaît néanmoins que leur périodicité est presque régulière (10 à 15 ans). Par années humides il faut comprendre que la majorité des années d'une période de 3 ou 10 ans a une valeur annuelle supérieure à la moyenne 1961-1994. Ainsi un cycle est une période où plusieurs moyennes mobiles sont supérieures ou inférieures à la moyenne 1961-1994.

Comme on peut le constater, une moyenne n'est qu'une valeur statistique de comparaison. Elle représente même une année exceptionnelle rarement atteinte. Les valeurs annuelles s'établissent autour de cette moyenne avec plus ou moins de variations. Cet écartement à la moyenne et les extrêmes, sont très significatifs et permettent une quantification des limites pluviométriques d'un climat donné, ils méritent donc de s'y attarder dans un second temps.

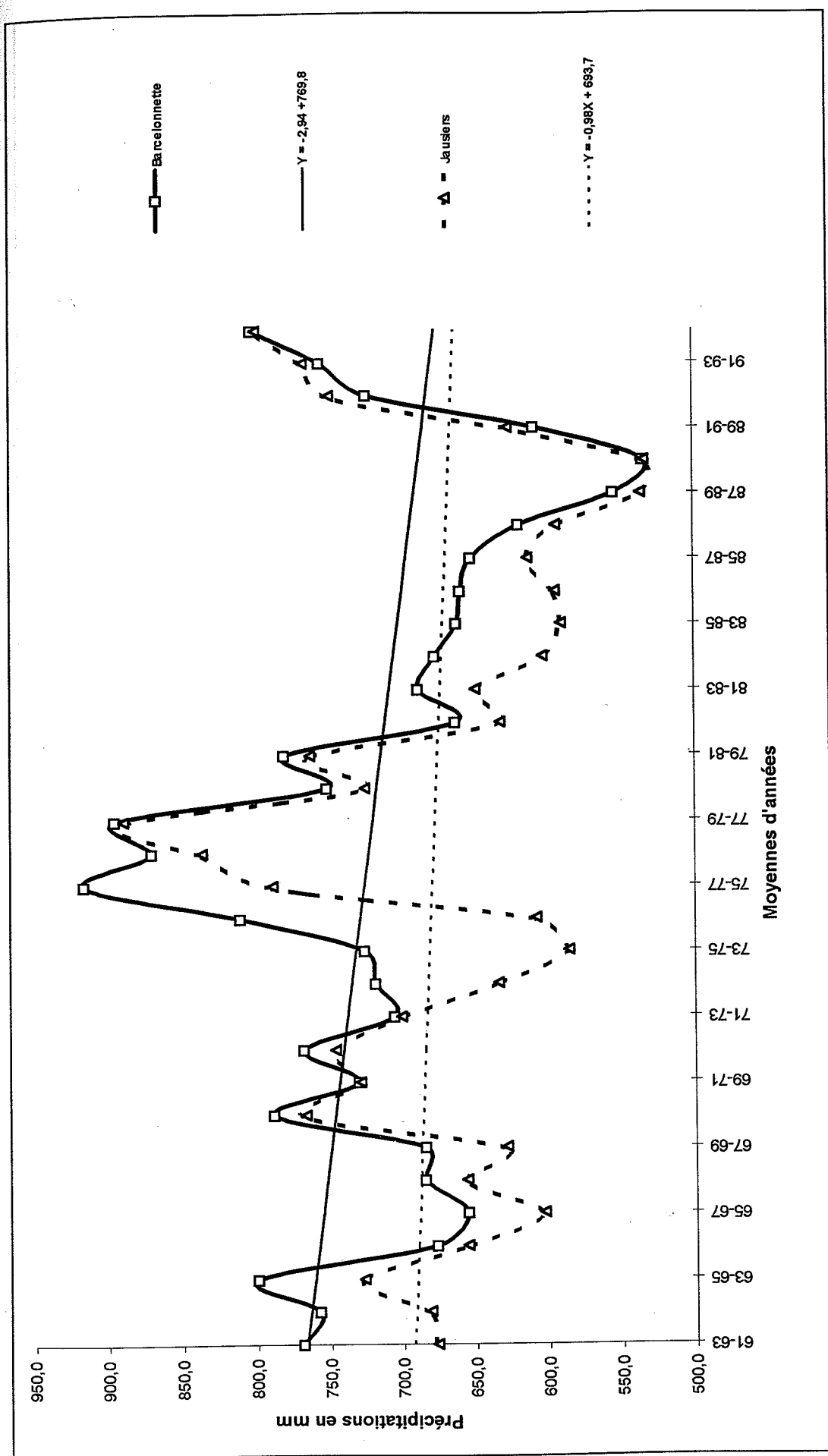


Figure 8 - Moyennes mobiles sur 3 ans - Barcelonnette et Jausiers entre 1961 et 1994

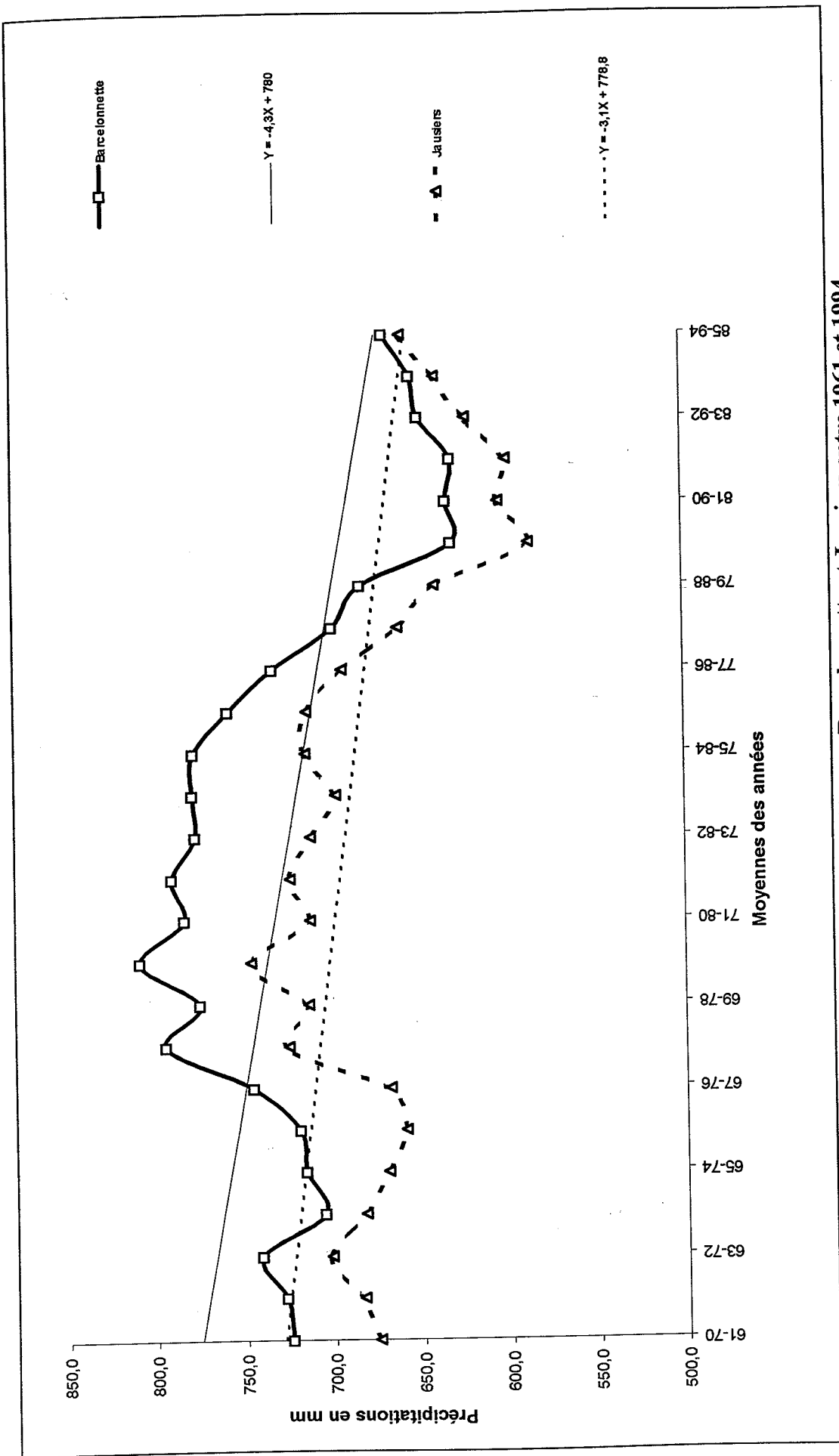


Figure 9 - Moyennes mobiles sur 10 ans - Barcelonnette et Jausiers entre 1961 et 1994

2.1.1.2. LA VARIABILITE INTER-ANNUELLE DES PRECIPITATIONS

Pour chaque mois, les valeurs dont on dispose, sont caractérisées par une limite supérieure et une limite inférieure propres à la période entre lesquelles les hauteurs se répartissent plus ou moins de façon homogène.

Les caractéristiques de cette variabilité leur confèrent une spécificité que l'on se propose d'étudier.

2.1.1.2.1. Les paramètres statistiques de dispersion

Les paramètres statistiques (tableau 5) expriment la dispersion des valeurs autour de la moyenne et leur fréquence pour la période considérée.

Les paramètres sont les suivants : La moyenne arithmétique, l'écart type, l'écart moyen¹ et le coefficient de variation mesurent la dispersion d'un ensemble de données; le degré d'asymétrie d'une distribution indique le décalage positif ou négatif par rapport à la moyenne; le kurtosis caractérise la forme du pic ($k > 0$) ou l'aplatissement ($k < 0$) relatif d'une distribution comparée à une distribution normale.

Les centiles indiquent les fréquences au dépassement d'une hauteur de pluie pour un nombre N d'années prédéfini et exclusif. Le quintile inférieur renvoie la valeur dépassée 4 années sur 5; la médiane correspond à la valeur dépassée une année sur deux; le quintile supérieur est atteint une année sur cinq; le centile 0,9 renvoie la valeur atteinte par une année sur dix; une année sur 20 pour le centile 0,95 et une année sur 50 pour le 0,98.

Les fréquences théoriques obtenues par les centiles sont relatives à une période donnée et peuvent être améliorés en accumulant les années. On peut néanmoins admettre des durées de retour de 50 ans tout en ne disposant que de 40 années de données au mieux, bien que ceci ne soit pas logique au sens mathématique et probabiliste.

Paramètres	Jausiers	Barcelonnette
Moyenne	678,3	730,3
Ecart type	146,6	141,1
Ecart moyen	119,0	112,7
Coefficient de variation	0,22	0,19
Asymétrie	0,37	0,67
Kurtosis	-0,30	0,16
Minimum	424,5	475,9
Quintile inférieur	537,3	628,9
Médiane	682,5	690,6
Quintile supérieur	795,9	849,7
Décile 0,9	862,2	920,9
Centile 0,95	939,5	1027,6
Centile 0,98	982,3	1040,8
Maximum	1027,4	1074,8

Tableau 5- Paramètres statistiques de dispersion des deux stations

¹ L'écart moyen renvoie la moyenne des écarts absolus des observations par rapport à leur moyenne.

L'écartement à la moyenne est légèrement supérieur pour les valeurs de Jausiers, mais pour les deux postes ce sont les valeurs supérieures à la moyenne qui prévalent dans le cumul des données. Les deux distributions semblent assez proches d'une distribution normale en cloche.

On constate qu'une année sur deux, la valeur atteinte à Barcelonnette et à Jausiers est quasiment la même (médiane : 682,5 et 690,6 mm); à l'inverse, la valeur atteinte 1 année sur 20 à Barcelonnette (1027,6 mm) ne l'est qu'au plus 1 année sur 100 à Jausiers.

Les paramètres statistiques ne sont en fait que des moyens pratiques de comparaison. Les chiffres sans dimensions sont difficilement interprétables sans une représentation graphique fréquentielle des valeurs annuelles.

2.1.1.2.2. Les fréquences relatives et cumulées

Lorsque l'on détermine un intervalle de confiance² pour les 41 valeurs de Barcelonnette et les 34 valeurs de Jausiers (figures 9 et 10), on se rend compte que même à 99% de validité, toutes les valeurs ne sont pas comprises dans l'intervalle ce qui dénote une forte variabilité entre les extrema.

Il s'agit alors de représenter graphiquement ces écarts pour chacun des deux postes et ce grâce aux fréquences relatives (en pourcentage autour de la moyenne) de ces précipitations annuelles (figures 11 et 12).

La représentation en diagramme de fréquence nécessite une préparation des données en classes selon la méthode de discrétisation la plus représentative. Les classes sont d'égale amplitude et représentent chacune 10% de la moyenne arithmétique. Le diagramme de Jausiers dispose d'une classe supplémentaire (50-60%) induite par son écart type supérieur à celui de Barcelonnette. Aux fréquences relatives se surimpose la fréquence cumulée qui donne une médiane graphique (50% des effectifs) nettement inférieure à la moyenne pour le poste de Barcelonnette.

En conclusion on peut avancer que les années où il pleut moins que la moyenne sont majoritaires, cependant les très fortes valeurs compensent cette différence dans la moyenne.

2.1.1.2.3. Les fréquences au dépassement d'une pluie

Les quantiles établis pour la période donnent déjà une idée sur les hauteurs et leur durée de retour mais ceux-ci sont évolutifs au fur et à mesure que l'on insère de nouvelles années. En effet, les fréquences données par les quantiles sont uniquement valables pour la période traitée. La possibilité de disposer de séries très longues est appréciable dans l'objectif d'un ajustement par une loi théorique. Ce dernier a pour but de déterminer les fréquences de retour en fonction de la hauteur d'eau donnée.

L'ajustement s'effectue conformément à la loi de Gauss car la distribution des valeurs de Barcelonnette et Jausiers s'y prête. La loi d'ajustement représentée sur les figures 12 et 13 s'adapte bien pour les valeurs faibles et les valeurs moyennes mais a tendance à sous-estimer les valeurs dont la fréquence est inférieure à 0,1.

Les fréquences (théorique et réelles) au dépassement sont données par la figure 8

² L'intervalle de confiance est une plage située de part et d'autre de la moyenne d'un échantillon. A niveau de confiance donné, on peut déterminer les extrêmes théoriques en fonction de l'écart type et des n valeurs. Ainsi la moyenne est égale à plus ou moins : $[1,96 * (\text{écart type} / \text{Racine } n)]$

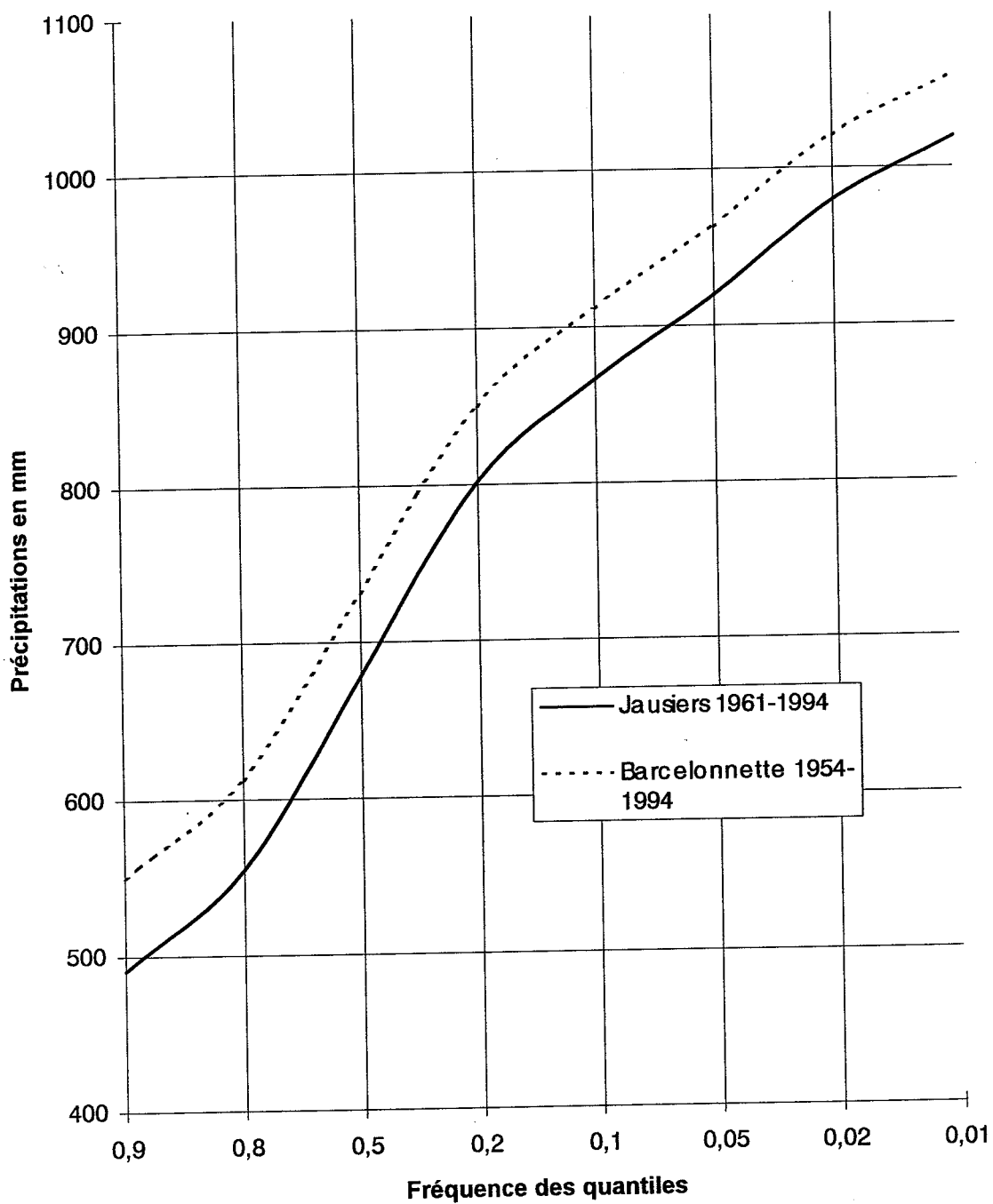


Figure 10 -Fréquence au dépassement d'une pluie annuelle à Barcelonnette et Jausiers

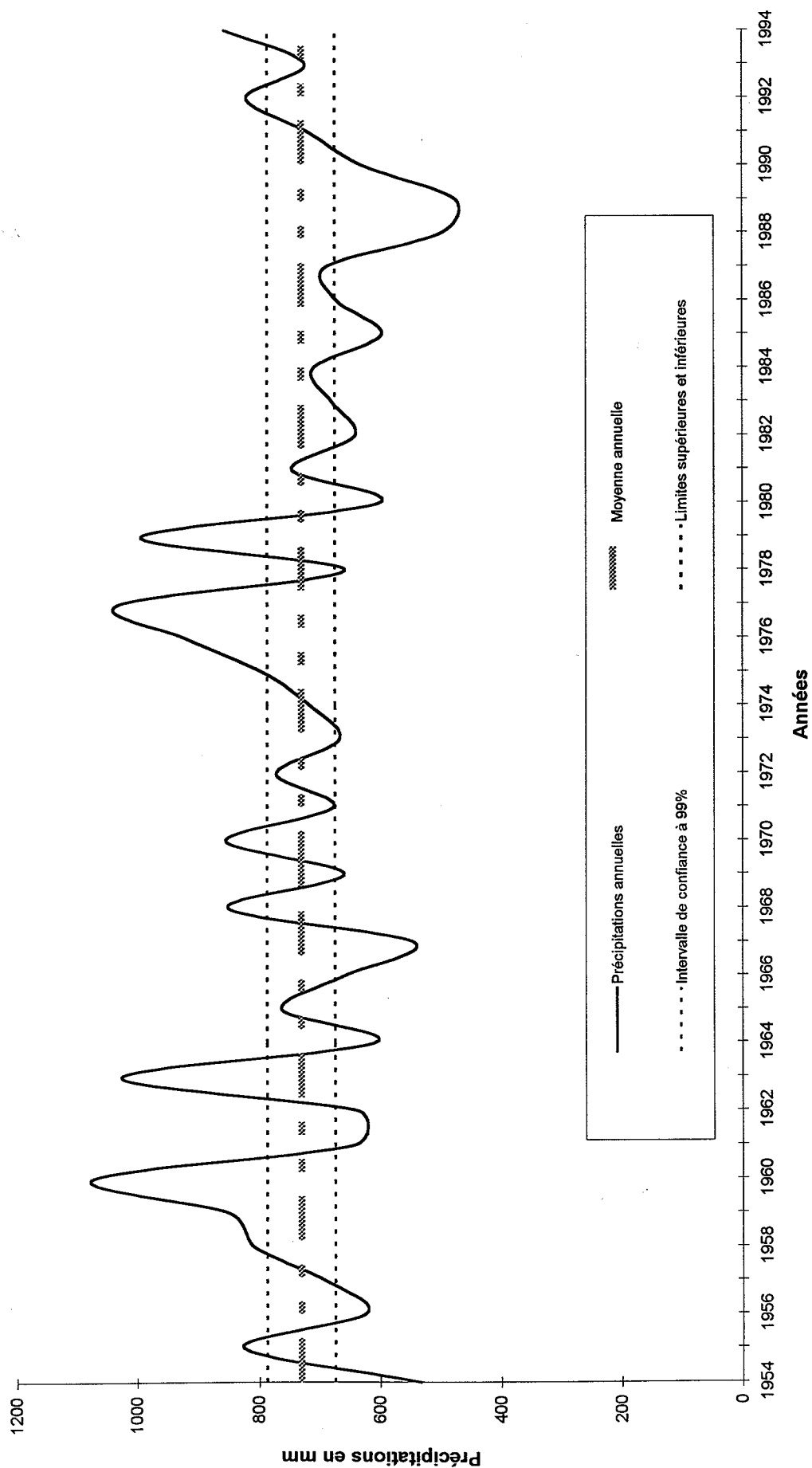


Figure 11 -Variation annuelle des précipitations à Barcelonnette entre 1954 et 1994.

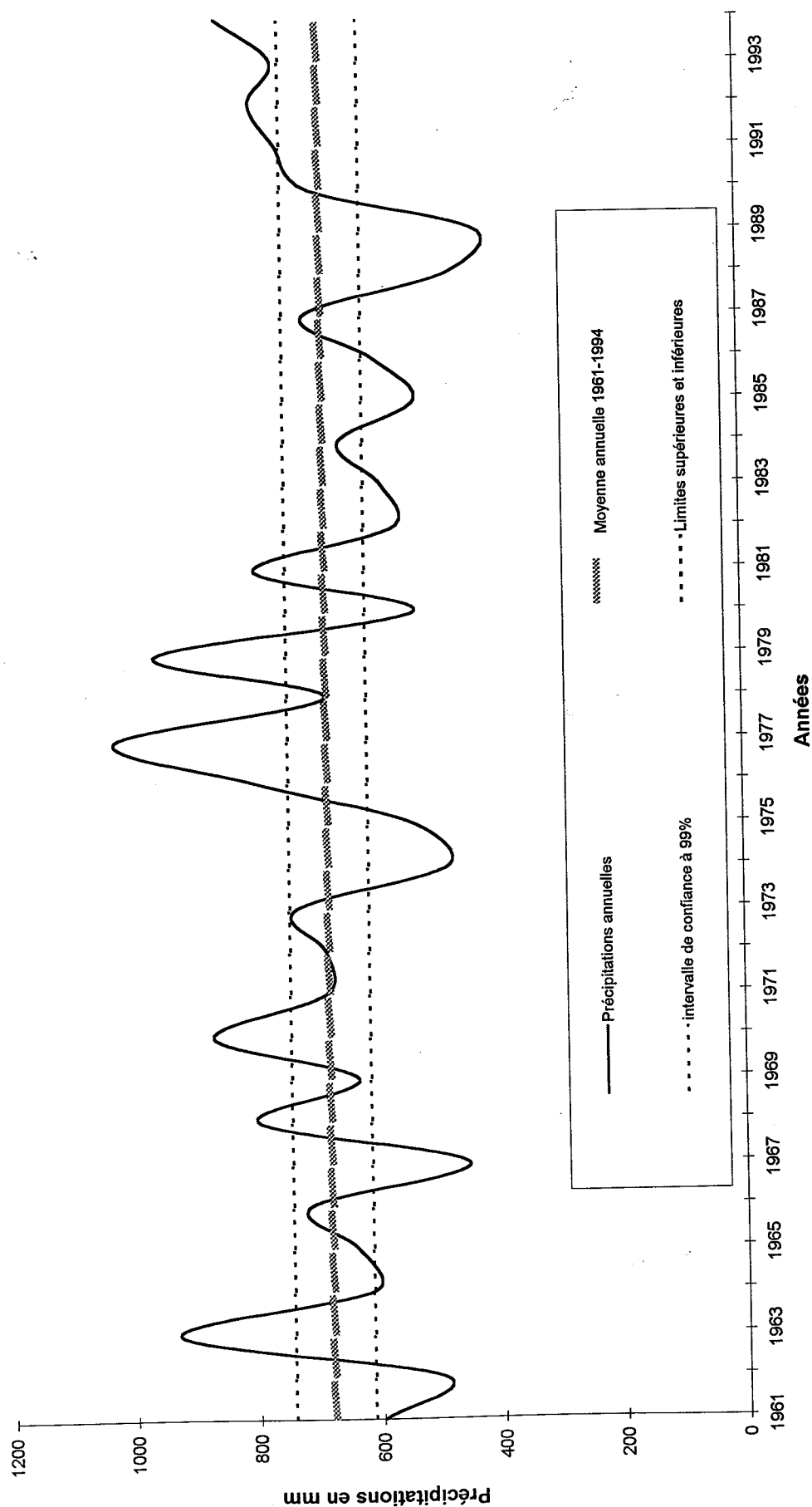


Figure 12 - Variation annuelle des précipitations à Jausiers entre 1961 et 1994

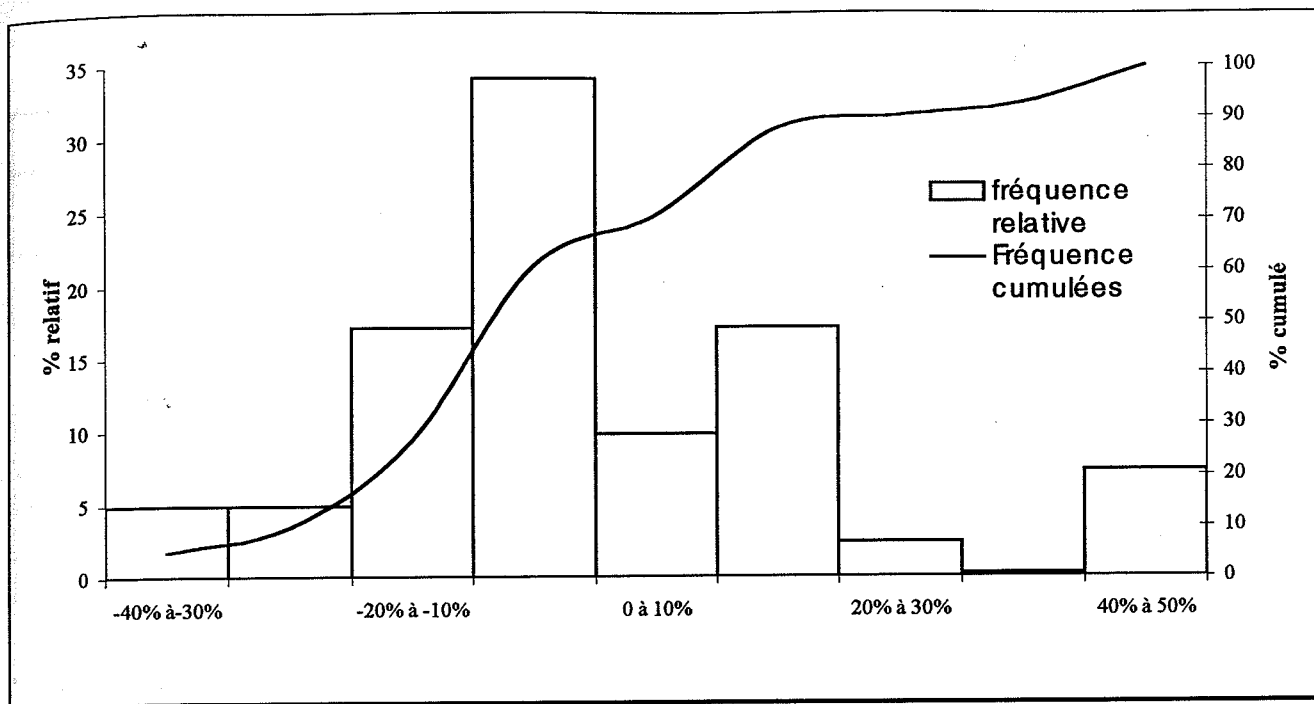


Figure 13 - Fréquences relatives et cumulées de la pluie annuelle de la station de Barcelonnnette entre 1954 et 1994.

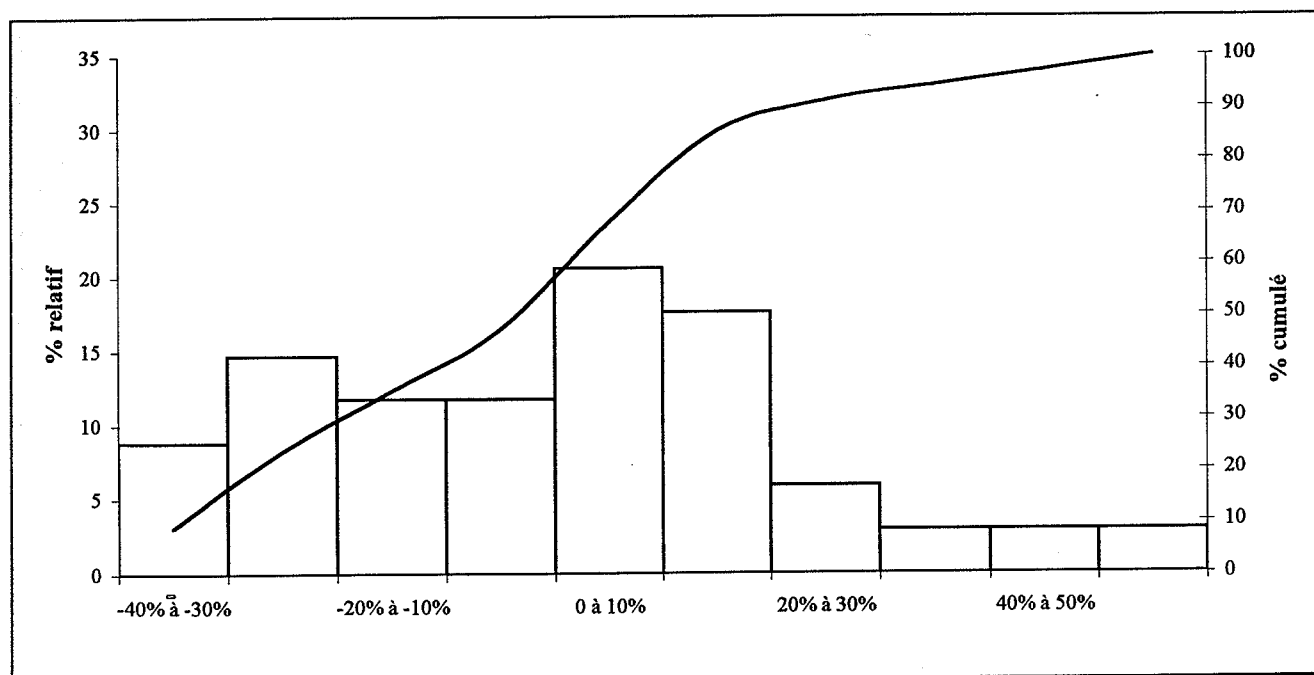


Figure 14 - Fréquences relatives et cumulées de la pluie annuelle de la station de Jausiers entre 1961 et 1994

Figure 15

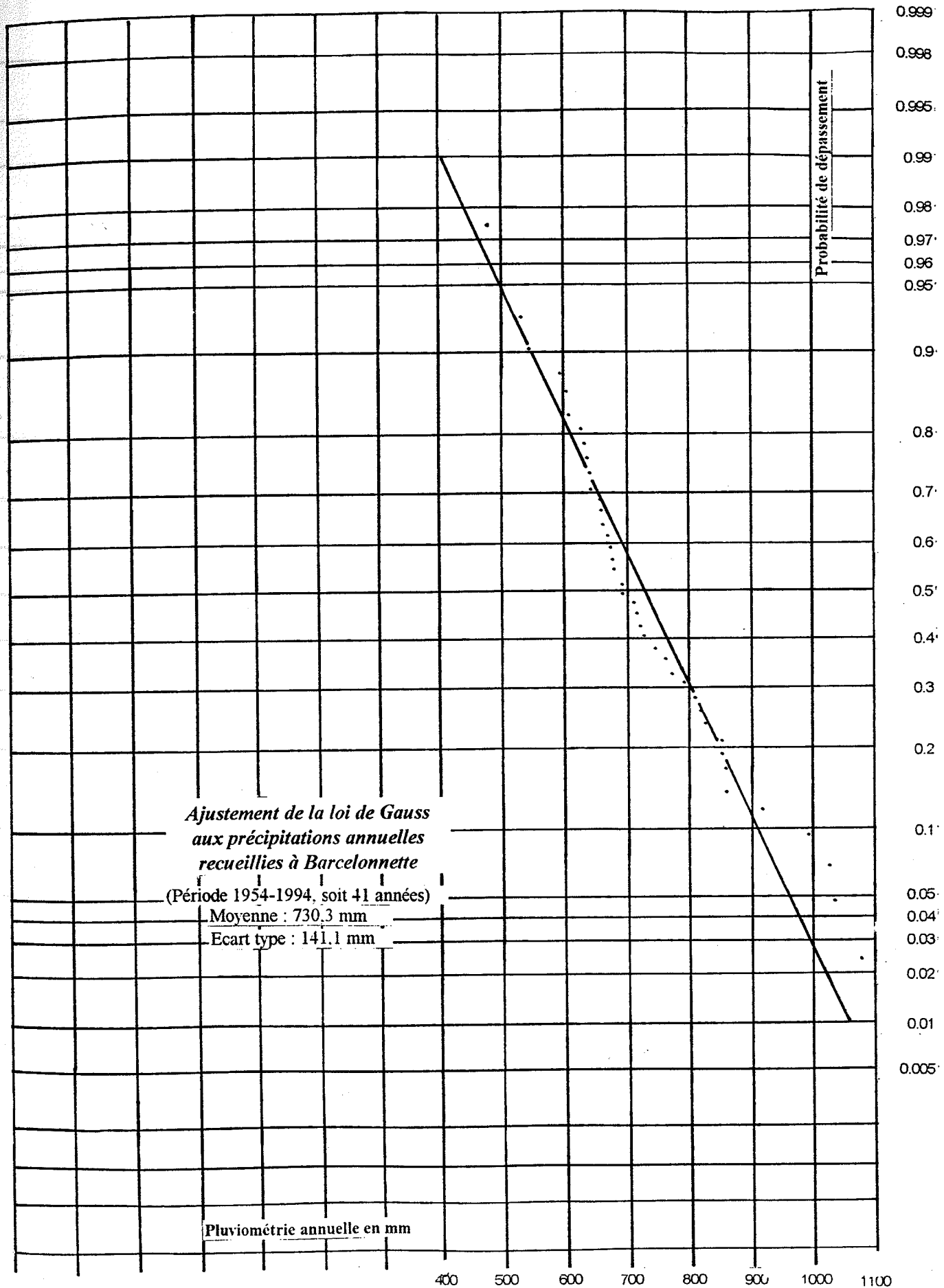
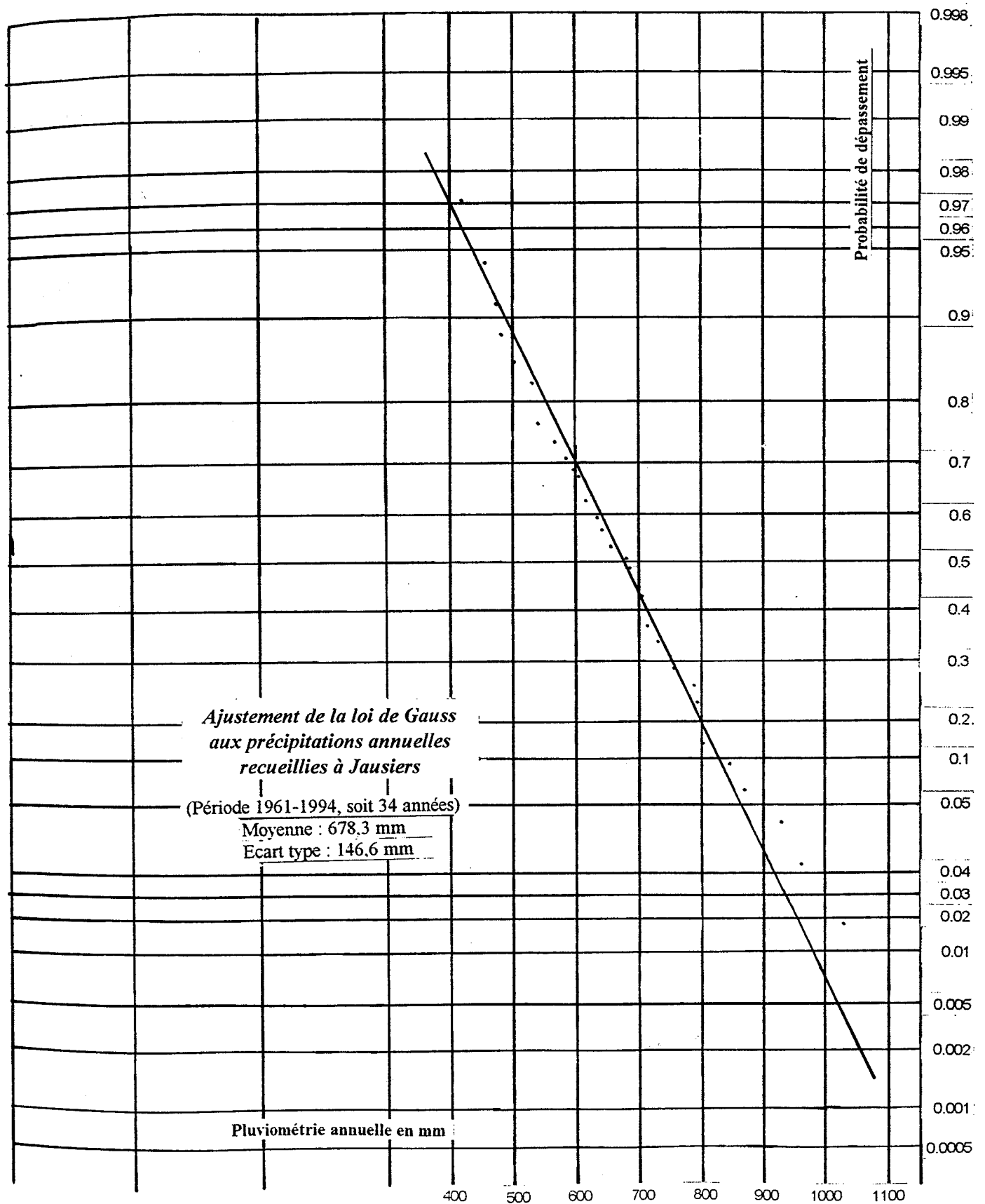


Figure 16



2.1.2. Les pluies saisonnières et mensuelles

2.1.2.1. LES PARAMETRES STATISTIQUES DE REFERENCE

Ils représentent des valeurs exprimant des normales saisonnières ou mensuelles couramment utilisées pour effectuer des comparaisons.

2.1.2.1.1. La pluviométrie mensuelle moyenne

Les moyennes arithmétiques mensuelles sont calculées pour plusieurs «normales», respectivement pour le poste de Barcelonnette et pour celui de Jausiers, dans le tableau 6.

Les données mensuelles brutes sont données dans l'annexe B.

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Barcelonnette 1961 - 1994	55,4	44,8	53,6	58,0	60,7	67,9	45,1	49,7	70,8	85,3	77,2	53,0
Jausiers 1961 - 1994	48,9	43,6	51,0	60,9	62,1	61,6	42,4	47,3	62,2	79,0	69,7	49,6

Tableau 6 - hauteurs mensuelles moyennes précipitées

Les mois quantitativement les plus pluvieux sont en moyenne Octobre et Novembre. A l'inverse les mois les plus secs sont juillet à Jausiers et février à Barcelonnette

2.1.2.1.2. Les coefficients pluviométriques

Ceux-ci ont pour objet d'exprimer si les précipitations du mois sont inférieures, égales ou supérieures à ce qu'elles seraient dans l'hypothèse de précipitations réparties uniformément sur tous les jours de l'année (un mois relativement sec étant celui dont le coefficient sera inférieur à l'unité).

Cette répartition saisonnière est obtenue par les formules d'Angot qui sont :

$$q = p / (0,085P) \text{ pour un mois de 31 jours}$$

$$q' = p' / (0,082P) \text{ pour un mois de 30 jours}$$

$$q'' = p'' / (0,077P) \text{ pour un mois de 28 jours}$$

p, p', p'' sont les précipitations du mois et P les précipitations annuelles

L'intérêt des coefficients relatifs est double : D'une part, éliminer les perturbations créées par l'inégale longueur des mois. D'autre part permettre de comparer deux stations dont les totaux annuels sont très différents.

Les coefficients sont ici calculés pour les stations de Barcelonnette et Jausiers entre 1961 et 1994 en fonction des moyennes annuelles et mensuelles de la dite période.(tableau 7)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Barcelonnette	0,90	0,81	0,88	0,98	0,99	1,15	0,74	0,81	1,20	1,39	1,30	0,86
Jausiers	0,85	0,84	0,88	1,09	1,08	1,11	0,74	0,82	1,12	1,37	1,25	0,86

Tableau 7 - Coefficients pluviométriques relatifs (1961-1994)

Les mois les plus pluvieux sont septembre, octobre et novembre pour les deux postes. Les mois de juillet, août et février sont les plus secs avec un mois de février à Barcelonnette (moyenne 44,8 pour 28 jours) qui est en réalité plus pluvieux que juillet (moyenne 45,1 pour 31 jours), ce fait étant exprimé par les coefficients relatifs qui sont de 0,81 pour février et 0,74 pour juillet. Une différence notable est à remarquer concernant les coefficients d'avril et mai à Jausiers qui sont nettement plus arrosés qu'à Barcelonnette, un phénomène qui peut être lié à la différence d'altitude et de localisation entre les deux postes.

Le problème essentiel soulevé par les régimes qu'expriment ces coefficients est de déterminer comment les influences méditerranéennes et continentales se combinent dans le détail. Qu'elle place occupe le régime pluviométrique du bassin de Barcelonnette entre ces deux influences ?...

Une méthode imaginée voici plus de 70 ans par E. Bénévent consiste à classer les régimes pluviométriques d'après l'ordre de la pluviosité décroissante des saisons¹

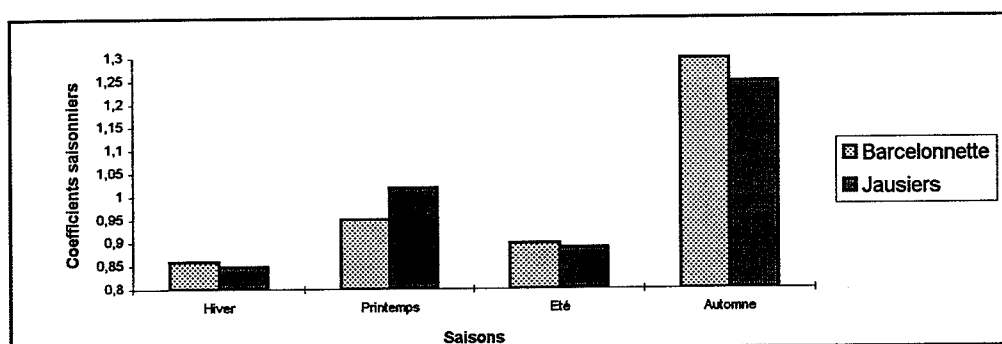


Figure 17 - coefficients pluviométriques saisonniers

Conformément à la méthode évoquée précédemment, «on constate qu'entre le régime continental où l'été se trouve être la saison la plus humide (indicatif saisonnier : EAPH) et le régime méditerranéen où l'été est devenu au contraire la saison sèche par excellence (APHE), s'intercalent des régimes de transition, encore voisins du régime continental si l'été n'occupe que le second rang (AEPH), proche du régime méditerranéen s'il est relégué au troisième rang (APEH). Cette méthode, qui a pour elle le mérite d'être d'une grande simplicité, a permis à Bénévent de distinguer quatre grands types de régimes pluviométriques dans les Alpes françaises, soit du nord au sud un régime continental, un régime de transition à tendance continentale, un régime de transition à tendance méditerranéenne et, pour finir, les nuances d'altitude du régime méditerranéen proprement dit»²

Selon cette hiérarchie le bassin de Barcelonnette appartiendrait à un régime de transition à tendance méditerranéenne (APEH-figure 15)

2.1.2.1.3. Le nombre de jours de pluie

Comptabiliser le nombre de jours de pluies dans un mois ou une année nécessite l'établissement d'un ou plusieurs seuils, c'est à dire, savoir à partir de quelle hauteur une pluie va être comptabilisée. Cette opération dépend bien sûr du but que l'on se fixe.

L'étude des jours de pluie répond à un double intérêt. D'une part une approche quantitative de ce nombre pour la période 1961-1994 sur les deux stations avec un seuil de 1mm de pluie, d'autre part

¹ Cette méthode de «l'indicatif saisonnier», a été utilisée dans leur thèses par H. Onde et P. Veyret et surtout pour la France entière par Musset : *La distribution des pluies en France selon les saisons. Annales de Géographie*, 1943, pp 264-283.

² Ch. P. Péguy, « Haute Durance et Ubaye », 1947, p.200

une approche qualitative des jours de pluies en fonction de différentes hauteurs au pas de temps mensuel.

Les jours de pluie comptabilisés ne sont pas forcément des jours de pluies consécutifs.

Le seuil minimum de 1 mm est adopté car il représente une pluie significative pour le milieu naturel. Dans les tableaux 8 et 9 sont donc proposés le nombre moyen mensuel de jours de pluie pour la période 1961-1994 auquel on associe l'écart type (écartement moyen par rapport à la moyenne), les minima et les maxima mensuels, le quintile supérieur (valeur dépassée par 20 % des mesures disponibles.), la médiane (valeur dépassée par 50 % des mesures), le quintile inférieur (valeur dépassée par 80 % des mesures) et le nombre d'années intégrées dans la moyenne.

Barcelonnette	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
moyenne	6,0	5,2	5,9	7,0	8,5	9,0	5,9	5,8	6,0	6,5	6,7	5,5	77,6
écart type	3,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	2,7	3,7	4,5	3,5	3,7	13,1
max	14	12	12	16	17	19	14	13	15	16	15	15	111
min	0	0	0	1	4	4	1	2	1	0	1	2	50
quintile supérieur	8,8	8,6	9,2	8	11	11	8,6	8	9	9	9	6	88
médiane	6	5	5,5	7	8	8	6	5	5	5	6	4	78
quintile inférieur	2,2	3	3	5	5,4	6	3	3	2	3	3	3	66,8
nombre d'années	32	33	30	32	33	33	33	33	31	31	31	31	28

Tableau 8 - Nombre de jours de pluie > 1 mm à Barcelonnette entre 1961 et 1994

Jausiers	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
moyenne	5,6	5,8	5,8	6,5	8,1	8,2	5,7	5,9	5,6	6,7	6,1	5,9	76,1
écart type	3,5	3,0	3,4	3,1	3,0	3,0	2,4	2,3	3,1	4,6	3,5	3,9	10,9
maximum	15	13	14	16	14	19	10	13	14	17	13	16	99,0
minimum	0	0	0	1	2	4	1	2	1	0	1	1	53,0
quintile supérieur	8,0	8,0	8,4	9,0	11,0	10,0	8,0	7,4	8,0	11,4	8,0	7,4	86,0
médiane	6,0	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,5	5,0	73,0
quintile inférieur	2,0	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,6	4,0	3,0	3,0	2,6	2,6	65,6
nombre d'années	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34

Tableau 9 - Nombre de jours de pluie > 1 mm à jausiers entre 1961 et 1994

Il pleut plus de 1 mm environ 30 % des jours de mai et juin, ce qui représente pour les deux stations, les mois disposant du nombre de jours de pluie le plus fréquent. Le fait est confirmé par les maxima de 19 jours en Juin et les quintiles qui sont partout supérieurs aux autres mois excepté le quintile supérieur du mois d'octobre à jausiers.

S'il pleut souvent en mai et en juin, la variabilité du nombre de jours n'est cependant pas aussi forte qu'au mois d'octobre. Ce dernier en effet, présente un écart type de 4,5 qui contraste nettement avec les autres mois et surtout ceux d'été avec 2,7 et 2,3 pour le mois d'Août. Le mois d'octobre se caractérise comme un mois très sensible aux variations car il peut y pleuvoir de nombreux jours (max : 16-17, quintiles élevés), comme aucun (min : 0); les mois de mai et juin semblent plus réguliers quant aux jours de précipitations.

2.1.2.2. La variabilité inter-mensuelle et intra-mensuelle

Comme il a été dit précédemment, les moyennes ne sont que des références statistiques de comparaison qui en leur valeur propre ne sont que rarement approchées dans une étude pluviométrique car chaque année ainsi que chaque mois de chaque année, elles s'établissent dans une étendue plus ou moins grande de valeurs. L'étude de cette disparité mensuelle est nécessaire car elle permet l'établissement de limites empiriques et une meilleure caractérisation des spécificités propres à chaque mois ou chaque saison.

C'est l'observation de valeurs anormalement écartées d'une année à l'autre qui fait prendre conscience de cette variabilité. Nombreux sont les exemples qui offrent de telles anomalies. On note la série d'octobre 1969 à 1972 pour le poste de Barcelonnette

octobre 1969 0 mm	octobre 1970 93,2 mm	octobre 1971 9,4 mm	octobre 1972 153,7 mm
-------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------

Ou encore la série de Décembre 1979 à 1981 pour le poste de Jausiers :

décembre 1979 95,9 mm	décembre 1980 3,8 mm	décembre 1981 202,4 mm
-----------------------------	----------------------------	------------------------------

Si l'on dépasse le cadre de l'instabilité entre deux années consécutives, on peut se faire une première opinion sur la variabilité d'ensemble des précipitations (tableau 10) dont le principe est emprunté à Angot.

<i>Barcelonnette</i>	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Moyenne 1961 - 1994 (M)	55	45	53,6	58,0	60,7	67,9	45,1	49,7	70,8	85,3	77,2	53,0	721,6
Maximum (Ma)	174,6	115,0	140	159,7	151,8	137,2	<i>104,5</i>	116,1	234,1	260	277	204,4	1032,3
Minimum (Mi)	0,5	0	0	5,5	17,9	21,3	3,4	9,6	2,1	0	1,4	4,7	475,9
Rapport $\frac{Ma}{Mi}$	349,2	<i>infini</i>	<i>infini</i>	29,0	8,5	6,4	30,7	12,1	111,5	<i>infini</i>	197,9	43,5	2,2
Ecart extrême absolu (Ma - Mi)	174,1	115	140	154,2	133,9	115,9	<i>101,1</i>	106,5	232	260	275,6	199,7	556,4
écart extrême relatif $\frac{(Ma-Mi)}{M}$	3,1	2,6	2,6	2,7	2,2	<i>1,7</i>	2,2	2,1	3,3	3,0	3,6	3,8	0,8
<i>Jausiers</i>	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Moyenne 1961 - 1994 (M)	48,9	43,6	51,0	60,9	62,1	61,6	42,4	47,3	62,2	79,0	69,7	49,6	678,3
Maximum (Ma)	193,2	103,7	154,8	153,6	135,2	129,2	<i>95,4</i>	110,4	227,2	246,9	235,5	202,4	1027,4
Minimum (Mi)	0	0	0	2,6	18,0	11,6	1,4	7,4	1,3	0	2,0	3,2	424,5
Rapport $\frac{Ma}{Mi}$	<i>infini</i>	<i>infini</i>	<i>infini</i>	59,1	7,5	11,1	68,1	14,9	174,8	<i>infini</i>	117,8	63,3	2,4
Ecart extrême absolu (Ma - Mi)	193,2	103,7	154,8	151,0	117,2	117,6	94,0	103,0	225,9	246,9	233,5	199,2	602,9
écart extrême relatif $\frac{(Ma-Mi)}{M}$	3,9	2,4	3,0	2,5	<i>1,9</i>	<i>1,9</i>	2,2	2,2	3,6	3,1	3,3	4,0	0,9

Tableau 10 - Variabilité des précipitations mensuelles à Barcelonnette et Jausiers

En caractères gras sont donnés les maxima de chaque ligne et en italique, les minimas

On remarque, quel que soit le poste, que tous les mois sont susceptibles de fortes précipitations (supérieures à 100 mm), comme de sécheresse prolongée.

Seuls les mois de mai et juin semblent relativement constants. En effet, depuis 30 ans il pleut au moins chaque année 18 mm au mois de mai et au moins 20 mm au mois de Juin. De plus l'écart extrême relatif des deux mois est le moins élevé (proche de 2) contrairement à la forte variabilité du mois de décembre avec pour écart extrême relatif 3,8 et 4.

L'étude des écarts extrêmes et des écarts relatifs est instructive quant aux hauteurs maximales et minimales pouvant être atteintes chaque mois. Cependant, d'une part elles se restreignent à la période d'étude et peuvent donc évoluer selon que la période d'étude augmente, d'autre part elle n'apportent que peu d'information sur la structure de la distribution elle-même c'est à dire la fréquence et la période de retour de chaque hauteur mensuelle.

Le travail d'analyste consiste maintenant selon la méthode appliquée par CH.P.Péguy à «compter le nombre d'années pour lesquelles les totaux d'un mois déterminé sont compris entre les limites données, puis de déterminer la fréquence au dépassement de ces hauteurs mensuelles durant la même période »;

Dans les tableaux 11 et 12 (fréquence brute des précipitations), on a choisi des limites caractéristiques distantes de 10 mm en 10 mm de précipitations. Les fréquences sont exprimées en pourcentage : 15 % des années à Barcelonnette ont ainsi, d'après le tableau 12, un mois de janvier recevant moins de 10 mm de pluie, 6 % un mois de janvier recevant entre 10 et 20 mm, etc...

Si l'on soumet à un tel classement non plus les chiffres bruts des totaux mensuels, mais le rapport de chaque total mensuel avec la moyenne du mois considéré, on obtient deux tableaux de la fréquence relative des précipitations mensuelles (tableaux 13 et 14). On construit assez facilement de tels tableaux en choisissant comme limites caractéristiques en vue du classement non plus des valeurs constantes en mm, mais des pourcentages de précipitations par rapport à la moyenne qui déterminent des écart relatifs caractéristiques : La probabilité des pluies d'octobre comprises entre 20 et 30 % de la moyenne est de 0,15.

On complète les tableaux par deux colonnes rappelant les écarts moyens absolus et relatifs de chaque mois, l'écart moyen relatif étant le quotient de l'écart moyen absolu par la moyenne, le tout exprimé en mm. Dire par exemple que l'écart absolu du mois de mars à Jausiers a été de plus ou moins 31 mm équivaut à dire que les précipitations observées pendant les 34 mois de mars de la période considérée se sont écartés en moyenne de 32 mm, de la moyenne de ce mois, à savoir 51 mm.

Le cumul des fréquences des différents tableaux permet ainsi de déterminer des fréquences au dépassement d'une part pour une hauteur donnée en mm, d'autre part en pourcentage à une moyenne mensuelle spécifiée, cependant ce ne sont pas ces dernières qui seront utilisées car elles ne permettent pas d'obtenir pour tous les mois des durées de retour fixes. Les fréquences au dépassement seront calculés grâce au calcul des quantiles qui fixent des limites de fréquence par rapport à la période d'étude (tableau 15).

Des diagrammes mensuels de fréquence sont également réalisables. Les pluies y sont classées en fonction de limites caractéristiques et du nombre d'années d'apparition. Le diagramme de septembre est représenté ci-après par la figure 16. Les autres diagrammes sont disponibles à titre d'information en annexe C.

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
janvier	15	6	18	12	6	9	6	9	3	6	0	0	3	0	0	0	3	6	0	0	0
février	15	6	18	9	18	12	0	3	9	9	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mars	9	9	12	6	18	18	6	0	3	3	3	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0
avril	6	9	6	12	15	9	21	3	6	6	0	0	0	3	0	6	0	0	0	0	0
mai	0	6	18	6	9	15	15	9	6	6	3	3	3	3	0	0	3	0	0	0	0
juin	0	0	9	9	18	6	15	6	21	6	0	3	3	3	6	0	0	0	0	0	0
juillet	9	18	21	3	6	9	12	9	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
août	3	3	6	26	24	15	9	3	0	6	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
septembre	6	6	15	9	6	3	12	12	3	6	0	3	3	12	0	0	3	0	0	0	3
octobre	12	9	6	6	3	6	6	12	3	3	0	0	12	0	3	3	3	6	3	0	6
novembre	6	6	12	15	9	3	6	3	0	9	6	3	3	6	6	3	3	0	0	3	0
décembre	9	15	12	12	6	18	6	3	3	0	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tableau 11 - Fréquence brute des précipitations mensuelles (Barcelonnette 1961-1994)

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
janvier	15	9	1	21	6	12	9	12	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	3	0
février	12	9	1	24	6	9	12	3	9	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mars	15	9	1	12	6	12	12	0	3	9	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0
avril	9	6	12	6	21	6	3	3	9	3	6	6	3	6	0	0	6	0	0	0	0
mai	0	3	12	18	9	9	18	3	9	6	0	12	0	3	0	0	0	0	0	0	0
juin	0	3	1	0	15	15	18	18	12	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
juillet	12	15	15	6	12	15	12	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
août	6	6	6	26	12	18	12	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
septembre	6	15	6	9	12	3	15	6	6	9	3	0	3	3	3	3	0	0	0	0	3
octobre	12	12	6	6	9	9	0	0	6	6	6	3	9	3	3	3	3	0	3	0	6
novembre	9	15	6	6	12	6	0	6	9	6	0	6	6	6	9	3	0	0	0	0	3
décembre	15	12	6	15	3	24	6	6	6	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tableau 12 - Fréquence brute des précipitations mensuelles (Jausiers 1961-1994)

mois	moyenne	Ecart relatif																				Ecart absolu	moyen	Ecart relatif
		-90	-70	-50	-30	-10	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290			
J	55,4	9	9	15	18	6	9	6	9	6	3	0	3	0	0	3	6	0	0	0	0	1	37	67
F	44,8	12	6	9	15	6	18	9	3	3	3	6	9	0	3	0	0	0	0	0	0	25	56	
M	53,6	9	9	6	12	15	21	6	0	3	3	6	9	0	3	0	0	0	0	0	0	29	54	
A	58,0	3	9	6	21	9	15	18	6	6	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	28	48	
M	60,7	0	3	21	12	15	15	12	6	6	6	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	25	41	
J	67,9	0	0	12	24	18	12	21	9	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	35	
Jt	45,1	6	9	12	21	3	6	9	6	15	3	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	26	58	
A	49,7	0	6	3	12	35	18	6	9	0	6	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	18	36	
S	70,8	6	9	18	9	12	15	3	6	3	9	6	0	3	0	0	0	0	3	0	0	40	56	
O	85,3	6	21	9	6	15	9	0	9	6	3	6	6	3	0	0	3	0	0	0	0	55	64	
N	77,2	6	6	24	12	9	3	9	6	6	9	6	0	3	0	0	0	0	0	3	0	49	63	
D	53,0	6	6	15	18	9	12	12	3	3	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	3	30	57	

Tableau 13 - Fréquence relative des précipitations mensuelles à Barcelonnette (1961-1994)

mois	moyenne	Ecart relatif																				Ecart absolu	Ecart moyen	relatif
		-90	-70	-50	-30	-10	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270	290			
J	48,9	12	6	12	18	9	9	15	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	0	0	3	32	65	
F	43,6	6	9	9	24	3	9	12	0	15	3	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24	55	
M	51	9	9	9	15	9	15	9	3	3	3	9	3	3	0	0	3	0	0	0	0	31	61	
A	60,9	6	6	15	12	21	0	12	3	9	3	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	34	56	
M	62,1	0	3	15	18	12	21	3	12	3	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	25	40	
J	61,6	0	3	0	24	18	18	21	12	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	29	
Jt	42,4	3	9	15	15	0	12	18	9	6	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	22	52	
A	47,3	0	6	9	6	26	9	21	9	9	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	18	38	
S	62,2	3	18	9	15	6	15	6	9	6	3	3	6	0	0	0	0	0	0	3	0	36	58	
O	79	9	18	12	9	3	9	6	6	9	6	6	0	3	3	0	0	3	0	0	0	54	68	
N	69,7	3	21	6	15	9	3	12	6	3	18	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	43	62	
D	49,6	15	6	6	12	9	18	12	9	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	3	28	56	

Tableau 14 - Fréquence relative des précipitations mensuelles à Barcelonnette (1961-1994)

A partie de l'analyse des classes modales des fréquences relatives, on constate que la classe (-10 à +10 % de la moyenne) n'est représentée que 2 mois sur 12 à Jausiers et à Barcelonnette. Le mois d'avril à Jausiers n'a pas eu durant 34 ans de précipitations comprises entre -10 et 10 % de la moyenne. A l'inverse le mois de novembre à Barcelonnette atteint 1 année sur 4 des précipitations comprises entre -50 et -70 % de la moyenne du mois. On comprend mieux dès lors le peu de crédit qu'apporte les moyennes sur les hauteurs les plus fréquentes.

Mois	J A N		F E V		M A R		A V R		M A I		J U N	
Sations (B-Barcelonnette / J-Jausiers)	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J
F = 0,9 (pluie dépassée 9 années sur 10)	8	6	5	10	12	7	16	15	27	27	33	33
F = 0,8 (pluie dépassée 4 années sur 5)	20	16	18	20	24	19	31	26	29	35	43	43
F = 0,5 (pluie dépassée 1 année sur 2)	42	39	42	41	48	46	53	48	56	59	62	62
F = 0,2 (pluie dépassée 1 année sur 5)	82	65	78	70	89	86	75	97	82	86	87	87
F = 0,1 (pluie dépassée 1 année sur 10)	117	112	92	83	113	104	96	121	103	111	108	108
F = 0,05 (pluie dépassée 1 année sur 20)	168	131	99	90	114	117	142	133	116	118	128	128
F = 0,02 (pluie dépassée 1 année sur 50)	174	161	105	96	123	132	157	153	135	125	135	135

Mois	J U I		A O U		S E P		O C T		N O V		D E C	
Sations (B-Barcelonnette / J-Jausiers)	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J	B	J
F = 0,9 (pluie dépassée 9 années sur 10)	11	11	28	19	19	13	10	10	20	10	16	4
F = 0,8 (pluie dépassée 4 années sur 5)	15	19	36	32	25	19	22	14	25	20	19	16
F = 0,5 (pluie dépassée 1 année sur 2)	41	46	43	44	63	57	72	75	59	59	44	48
F = 0,2 (pluie dépassée 1 année sur 5)	70	86	64	64	120	94	146	129	126	119	79	71
F = 0,1 (pluie dépassée 1 année sur 10)	91	104	85	74	134	119	179	164	146	131	108	97
F = 0,05 (pluie dépassée 1 année sur 20)	95	117	97	83	146	136	191	193	166	138	111	108
F = 0,02 (pluie dépassée 1 année sur 50)	100	132	108	96	190	171	221	223	217	178	143	140

Tableau 15 - Fréquences mensuelles au dépassement d'une pluie à Barcelonnette et jausiers pour la période 1961-1994 (en mm)

Tous les mois, sauf juin et juillet à Jausiers , les précipitations caractéristiques probables c'est à dire, celles dépassée une année sur deux (F = 0,5), sont inférieures à la moyenne. Cela signifie que les moyennes peuvent être artificiellement gonflées par des valeurs extrêmes. C'est le cas par exemple des 202 mm recueillies à Jausiers en décembre 1981, valeur qui peut majorer de 4 mm une moyenne de 34 années mais valeur qui ne correspond pas à la structure climatique normale de décembre.

La synthèse des différents tableaux proposés permet d'aboutir à une caractérisation de certains mois:

Septembre, octobre et novembre sont des mois très variables capables d'engendrer des précipitations très élevées comme une sécheresse. Cependant les pluies atteintes 1 année sur deux sont presque toutes supérieures à la moyenne des autres mois, ce qui confirme tout de même le caractère très humide de ce trimestre.

Mai et juin , disposent d'une variabilité relativement faible exprimée par les écarts relatifs moyens. Ces mois sont homogènes car ils garantissent durant toutes la période étudiée des précipitations supérieures à 27 mm en mai et 33 mm en juin au moins 9 années sur 10, cependant les maxima mensuels ne sont quant à eux pas très élevés. Cette seconde période humide est la garantie d'un printemps arrosé dans le bassin mais sans exagérations.

Juillet et Août sont des mois d'été secs. La variabilité des précipitations est plus faible au mois d'août qu'elle ne l'est en juillet ce qui augure de précipitations orageuses plus fréquentes et plus fortes ce dernier mois. Ce facteur d'instabilité peut être lié aux différences de températures entre les deux mois. Néanmoins les totaux du mois d'août dépassent 9 fois sur 10, les 28 mm à Barcelonnette et 19 mm à Jausiers. Une distinction plus précise demande une analyse de la fréquence des maxima quotidiens.

Le mois de Février se distingue également par sa relative sécheresse, rivalisant avec les mois d'été. Il se distingue à l'inverse de ces derniers par une variabilité plus grande.

Les mois d'hiver¹ sont en général, ceux qui tendent le plus vers des totaux inférieurs à 30 mm (40 % des années), ce qui préfigure de la relative sécheresse hivernale.

La physionomie pluviométrique mensuelle permet de donner une empreinte mensuelle ou saisonnière. Ces caractéristiques mensuelles et saisonnières incorporent un schéma climatique plus général lié à la localisation du bassin qui est soumis à différentes influences méditerranéennes et continentales.

Il reste maintenant à définir le caractère même des épisodes pluvieux quotidiens au sein de chaque mois, ainsi que la durée des séquences de pluie car n'est-il pas vrai qu'il peut pleuvoir uniquement 30 mm en un jour un certain mois, alors que 1 mm de pluie peut tomber chaque jour d'un mois de 30 jours. Les conséquences pour des pluies extrêmes ne seront pas les mêmes.

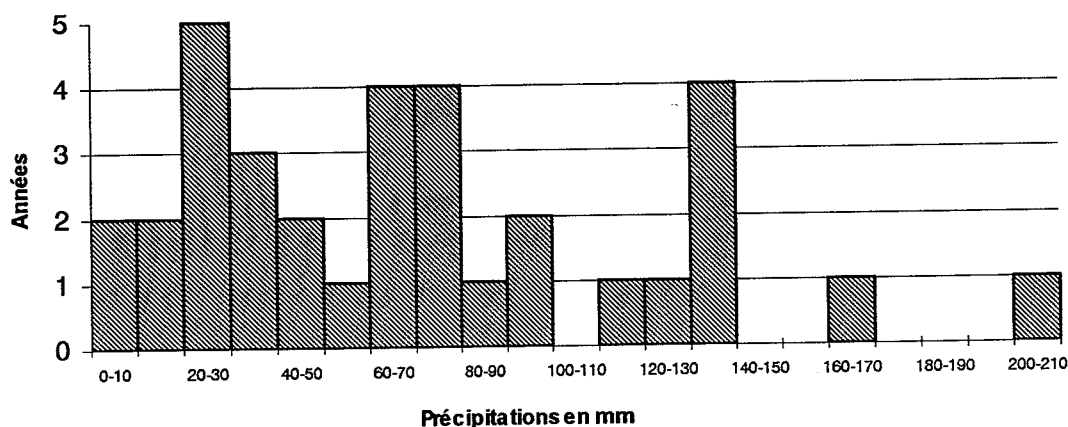


Figure 18 - Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de septembre à Barcelonnette (1961-1994)

¹ Décembre, janvier, février.

2.1.3. Les précipitations journalières - analyse des fréquences et des quantités

2.1.3.1. ETUDE CORRELATIVE ENTRE LE NOMBRE DE JOURS DE PLUIE ET LA HAUTEUR D'EAU PRECIPITEE.

Il peut pleuvoir plus en 1 ou 2 jours un certain mois qu'en 15 ou 18 jours un autre mois. C'est pourquoi une étude du nombre de jours de pluies en fonction des hauteurs d'eau précipitées est effectuée.

Chaque mois, durant la période à Barcelonnette, on a relevé les jours de pluie ainsi que la hauteur de ce jour. Ces données sont cumulées et synthétisées dans le tableau 16.

Hauteur en mm	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
1 mm	8,61	6,92	7,24	8,58	10,6	11,5	7,67	7,83	7,54	8,06	8,32	7,12	100
5 mm	7,96	7,42	7,78	8,19	9,25	10,5	6,95	8,07	8,07	10	8,78	6,95	
10 mm	8,6	7,23	6,81	8,18	7,76	9,43	6,5	7,13	9,33	12,1	10,1	6,92	
20 mm	7,49	6,05	6,63	7,2	6,34	8,65	4,61	6,92	11	16,7	13,5	4,9	
30 mm	5,76	4,32	6,47	4,32	2,16	6,47	5,76	6,47	16,5	22,3	15,1	4,32	
40 mm	6,45	6,45	4,84	4,84	1,61	4,84	3,23	3,23	14,5	29	16,1	4,84	
N	39	39	37	39	39	40	40	40	38	38	38	38	

Tableau 16 - Variabilité mensuelle du nombre de jours de pluie à hauteurs données à Barcelonnette entre 1954 et 1994

Le tableau 16 exprime le % de jours de pluie d'un mois donné à hauteur donnée en fonction du nombre total de jours de pluie à la même hauteur et pour tout les mois durant la période considérée.

N est le nombre d'années prises en compte dans le cumul. Le total de chaque ligne correspond donc à 100 % ;

On constate une forte variabilité mensuelle, notamment pour les fortes hauteurs de pluie. Ainsi les mois de septembre, octobre et novembre se détachent-ils par une augmentation progressive et de plus en plus marquée du nombre de jours de pluies à hauteurs élevées par rapport aux autres mois.

Au contraire des mois de mai et juin dont le nombre de jours de pluie, supérieur aux autres mois au seuil de 1 mm, ne cesse de décroître vers les fortes hauteurs. Le mois de juin se maintient mieux que le mois de mai car il bénéficie de précipitations orageuses plus denses.

L'impact saisonnier de certains mois est nettement visible pour les hauteurs maximales, ainsi se produit-il près de 60 % des précipitations > 40 mm entre septembre et novembre. La variabilité saisonnière¹ du nombre de jours de pluie à hauteur donnée est exprimée par la figure 17 qui met nettement en évidence ce trimestre d'automne.

¹ Hiver = Décembre, Janvier, Février, etc ...

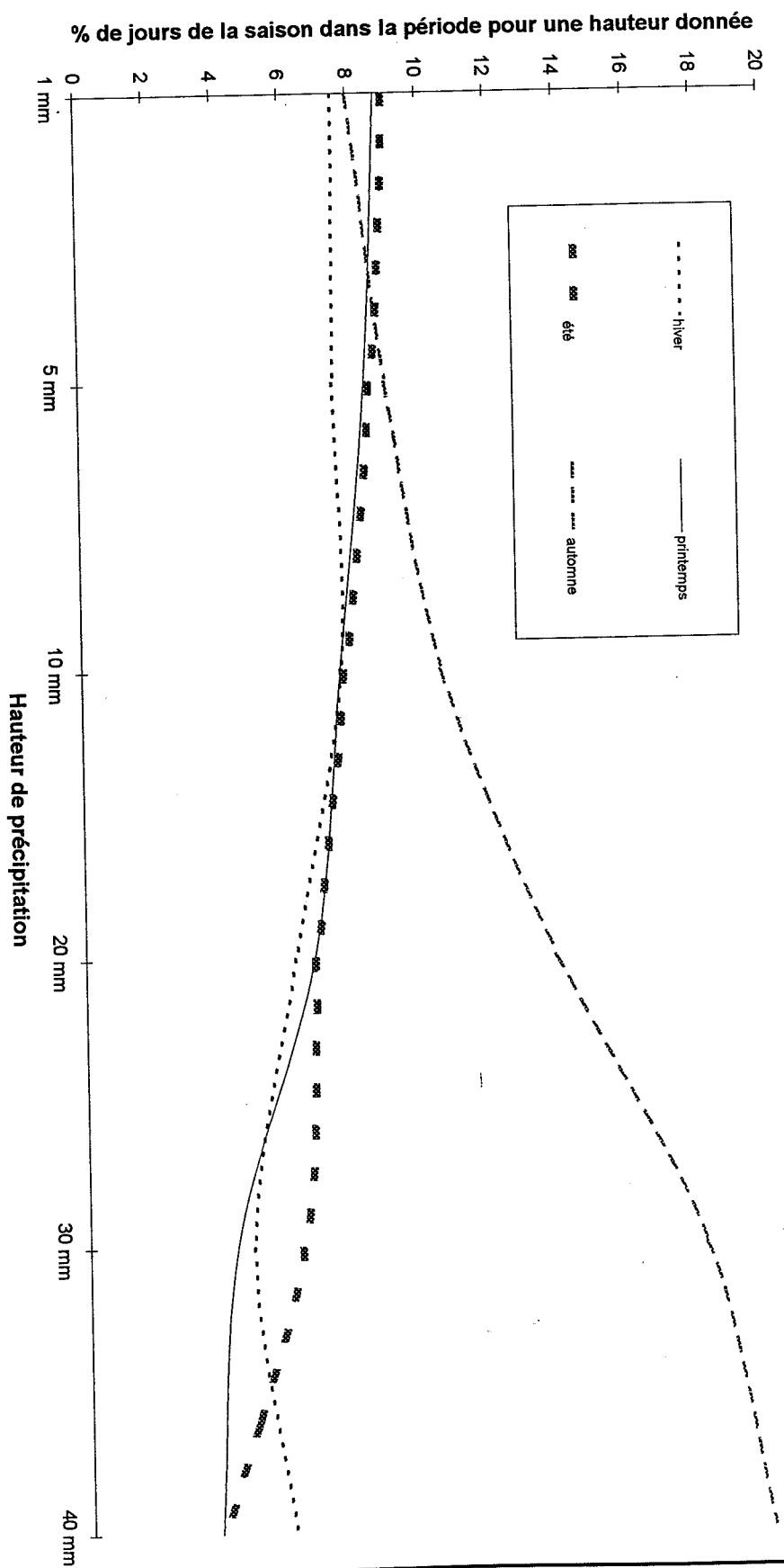


Figure 19 - Variation saisonnière moyenne du nombre de jours de pluie à hauteurs données à Barcelonnette entre 1954 et 1994

2.1.3.2. LES SEQUENCES DE PLUIES CONSECUTIVES

Le relevé des séquences de pluie consécutives est effectué pour la station de Barcelonnette entre 1954 et 1994. Cet exercice long et fastidieux consiste à comptabiliser les série de jours où les précipitations ont dépassé un certains seuil et de cumuler la hauteur de ces n jours jusqu'à ce le jour n+1 soit inférieur au seuil prédéfini.

Le choix de ce seuil n'est pas aisé; il dépend en grande partie de la valeur qualitative que l'on attribue à une hauteur de pluie. En effet, le fait de recueillir 1 mm de pluie n'implique pas forcément que l'on se trouve dans un type de temps cyclonique, cependant 1mm de pluie est tout de même une hauteur significative d'une averse. Il serait plus judicieux de relever les séries de jours ayant dépassé 10 mm afin de prétendre à caractériser le passage d'une perturbation active; mais il faut également tenir compte du fait que l'intensité d'une perturbation de plusieurs jours évolue. Elle peut par exemple engendrer 30mm le premier jour, 6 mm le second et enfin 12mm le troisième jour.

Le but n'étant pas réellement de caractériser les types de temps, les seuils de 1 mm et 10 mm seront tous deux utilisés pour en faire une comparaison.

Les résultats sont donnés par les tableau 17 et 18. On y retrouve le nombre mensuel de séquences de n jours de pluie et les hauteurs maximales pour chaque séquence de chaque mois.

Les valeurs à coté du nom des mois indique le nombre d'années N pour lesquels la démarche a été possible.

n jours consécutifs	Janvier N = 39	Février N = 39	Mars N = 37	Avril N = 39	Mai N = 39	Juin N = 40	Juillet N = 40	Aout N = 40	Septembre N = 38	Octobre N = 38	Novembre N = 38	Décembre N = 38
1	70	65	81	100	102	133	111	108	94	71	70	76
2	35	27	28	28	58	40	31	42	37	37	36	28
3	12	13	15	22	14	18	10	9	11	12	15	10
4	9	6	5	8	6	10	7	3	7	5	9	7
5	4	5	3	2	4	7	1	2	1	4	4	3
6	3	1	1	-	1	1	-	-	1	2	1	1
7	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-
8	1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	1

Tableau 17 - Nombre de jours de pluie consécutifs au seuil de 1 mm à Barcelonnette entre 1954 et 1994

n jours consécutifs	Janvier N = 39	Février N = 39	Mars N = 37	Avril N = 39	Mai N = 39	Juin N = 40	Juillet N = 40	Aout N = 40	Septembre N = 38	Octobre N = 38	Novembre N = 38	Décembre N = 38
1	56	41	45	47	48	71	50	44	51	59	59	39
2	6	13	8	11	13	10	5	10	16	18	8	8
3	2	1	-	3	-	-	1	1	2	2	4	1
4	3	-	1	-	-	-	-	-	-	2	1	2
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Tableau 18 - Nombre de jours de pluie consécutifs au seuil de 10 mm à Barcelonnette entre 1954 et 1994

L'analyse de ces séquences permet d'affirmer que durant les 40 dernières années, les précipitations supérieures à 1 mm ne durent pas plus de 8 jours, et pas plus de 4 jours pour des pluies de 10 mm et plus (sauf octobre avec une série de 7 jours et novembre avec une série de 5 jours).

Les précipitations supérieures à 10 mm ne durent pas plus de 2 jours en mai et juin, ce qui confirme le fait que la pluviométrie de ces 2 mois comporte de nombreux jours de pluie mais de faible intensité et d'une durée limitée.

Les pluies consécutives supérieures à 10 mm de plus de 2 jours sont par contre plus nombreuses en automne.

Essayons maintenant de caractériser plus précisément l'intensité de ces séquences de pluies consécutives.

Le tableau 19 représente les intensités mensuelles maximales (en mm/jours) relevées pour chaque séquence de pluie consécutives (première valeur notée en exposant); ainsi que les intensités médianes c'est à dire la valeur atteint 1 fois sur deux pour n jours consécutifs (seconde valeur notée en caractère gras).

n jours consécutifs	Janvier N = 39	Février N = 39	Mars N = 37	Avril N = 39	Mai N = 39	Juin N = 40
1	29,3/ 4,3	48/ 5,2	31,2/ 5,5	48,5/ 4,3	32,5/ 4,3	39/ 5,2
2	18,5/ 7,1	25,6/ 8,4	24,5/ 6,5	19,5/ 6,3	35,3/ 6,4	33,8/ 6,9
3	27,1/ 9,4	16/ 10,9	16,2/ 7,4	21/ 9,4	15,5/ 4,7	23,9/ 7
4	24,8/ 16	17,3/ 8,9	27,5/ 14	19,4/ 10,5	14,1/ 5,8	17,2/ 6,1
5	19,8/ 14,7	10,2/ 7,4	23,6/ 10,3	15,8/ 14,6	8,2/ 6,6	7,7/ 4,2
6	17/ 10,4	9,3/ 9,3	4,5/ 4,5	-	4,3/ 4,3	6,0/ 6,0
7	17,2/ 17,2	-	-	-	-	10,1/ 10,1
8	17,7/ 17,7	-	-	-	5,6/ 5	-

n jours consécutifs	Juillet N = 40	Aout N = 40	Septembre N = 38	Octobre N = 38	Novembre N = 38	Décembre N = 38
1	41,0/ 5,0	32/ 5,9	73/ 5,6	52,7/ 7,3	48,2/ 5	34,5/ 4
2	32,5/ 6,8	25,8/ 9,4	25,7/ 8,1	45,5/ 9,8	18/ 7,8	61,4/ 7,5
3	22,6/ 4,6	29,5/ 8,6	32,2/ 9	28,2/ 16	30,4/ 11,8	17,0/ 9,5
4	13,2/ 7,1	11,3/ 6	25,7/ 11,6	24,5/ 18	24,7/ 11,2	9,3/ 7,6
5	5,6/ 5,6	8,1/ 6,4	16,3/ 16,3	21,2/ 10,4	12,1/ 6,5	20,3/ 16,1
6	-	-	15,4/ 15,4	18,6/ 18,3	16,0/ 16,0	5,9/ 5,9
7	-	-	-	29,5/ 29,5	24,4/ 24,4	-
8	-	-	-	10,7/ 10,7	-	13,6/ 13,6

Tableau 19 - Intensité médianes et maximales relevés pour n jours de pluie consécutifs à Barcelonnette entre 1954 et 1994

2.1.3.3. LES PLUIES EXCEPTIONNELLES EN 24 H

Chaque mois de chaque année, sont relevés les hauteurs maximales de pluie en 24 h . Cette journée peut être ou non intégrée à une séquence de pluie de plusieurs jours.

Le but de cette démarche est de définir l'intensité maximale d'une pluie de 24 h, car nous ne disposons pas du détail de chaque averse qui permettrait une étude plus approfondie de l'intensité moyenne des averses et notamment des averses orageuses et automnales qui peuvent être très intenses.

Le tableau 20 représente une étude de la fréquence de ces maxima mensuels pour le poste de Jausiers car la station de Barcelonnette présente trop de lacunes que l'on ne peut pas extrapoler.

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Quintile inférieur	9,2	9,1	8,6	9,9	10,6	11,7	8,1	9,7	9,8	8,4	9,5	9,2
médiane	15,0	15,6	16,9	18,2	16,5	19,9	14,2	13,8	24,6	20,9	24,0	16,0
Quintile supérieur	25,8	20,9	28,9	32,8	25,4	25,9	22,4	26,7	34,2	43,2	37,6	24,2
maximum	80,6	47,5	48,8	49,5	44,3	40,5	35,7	34,8	52,4	78,2	56,5	42,1
minimum	0,0	0,0	0,0	1,2	7,6	4,7	1,4	3,0	1,3	0,0	1,2	2,0

Tableau 20 - Fréquences des maxima mensuels à Jausiers entre 1961 et 1994

On constate que les maxima mensuels en 24 h sont très variables. Cependant ce sont les mois de septembre, octobre et novembre dont les maxima sont les plus fréquemment élevés (1 fois sur supérieur à 34,2 mm.

Les maxima maximorum sont les plus faibles en juillet et Aout, ce qui n'est pas représentatif des épisodes orageux dont l'intensité réelle ne se conçoit qu'à l'échelle de l'averse.

Les 80,6 mm précipités en janvier représentent un évènement très peu fréquent et non représentatif des maxima médians de janvier qui correspond à une durée de retour estimée à 1 siècle.

2.2. Les Températures

L'analyse statistique des températures doit tenir compte du fait que les maxima et les minima diurnes sont les seules réalités qui soient mesurés par les thermomètres. Ce sont ces derniers qui caractérisent le régime thermique d'un climat. Les moyennes qui en dérivent ne sont que des paramètres de comparaison tout comme pour l'analyse pluviométrique.

De même, on notera que les températures, qui sont nettement moins variables d'un jour à l'autre, dispose cependant d'une variabilité sensible sur une longue période.

2.2.1. Le régime des extrêmes thermiques

Les extréma thermiques définissent des limites thermométriques. Deux fichiers de données sont donc pris en considération et exploités statistiquement afin de caractériser les spécificités thermiques mensuelles.

Barcelonnette	Altitude 1140 m	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
TEMPERATURE MINIMALE	Moyenne	-8,7	-7,1	-3,9	-0,4	3,2	6,0	8,1	7,7	5,3	1,1	-3,4	-7,0	0,2
	Maximum	-3,7	-3	-1,6	1,7	5,9	8,1	10,8	9,4	7,2	3,9	0,7	-3,6	2,0
	Quintile supérieur	-6,9	-4,8	-2,3	0,9	4,3	7,1	8,7	8,66	6,3	2,7	-1,9	-4,9	0,5
	Médiane	-8,3	-6,5	-4,1	-0,3	3,15	6	7,9	7,6	5,4	1,7	-3,6	-7	0,1
	Quintile inférieur	-10,5	-10,4	-4,9	-2,1	2,2	5,0	7,4	7,1	3,9	-0,2	-4,9	-8,8	-0,5
	Minimum	-13,6	-12,6	-7,8	-2,9	1,1	3,6	6,6	6,3	2,6	-4,4	-7,7	-11	-1,1
	Nombre d'années	32	32	29	31	32	33	33	33	31	31	31	31	27
TEMPERATURE MAXIMALE	Moyenne	5,3	6,9	10,3	13,4	17,9	21,5	25,1	24,6	20,9	15,3	9,3	5,9	14,7
	Maximum	10,2	10,6	16,4	16,3	22,6	24,4	28,8	28,1	25,2	18,3	12,6	8,6	16,6
	Quintile supérieur	6,4	8,9	12,0	14,7	19,7	22,9	26,7	26,1	22,5	17,5	10,8	7,5	15,2
	Médiane	5,3	7,0	10,0	13,6	18,1	21,6	24,8	24,7	20,6	15,7	9,3	6,2	14,4
	Quintile inférieur	3,9	4,7	8,0	12	16,1	20,1	23,7	23,1	19,6	13,8	7,4	4,5	14,1
	Minimum	0,3	2,6	5,5	9,8	12,6	18,6	22,4	20,9	17,1	7,2	5,3	2,3	13,6
	Nombre d'années	32	32	29	31	32	33	33	33	31	31	31	31	27
AMPLITUDE DIURNE	Moyenne	14,0	14,0	14,2	13,9	14,7	15,4	17,0	16,9	15,6	14,2	12,7	12,9	14,6
	Maximum	18,5	16,5	19,6	16,9	17,9	17,8	20,0	19,5	20,5	19,3	19,5	17,5	16,7
	Quintile supérieur	15,8	15,9	15,6	14,6	16,5	16,6	18,5	17,9	17,4	17,0	14,0	14,4	15,0
	Médiane	14,0	14,3	14,0	13,9	14,8	15,4	16,8	16,9	15,8	14,0	12,3	12,7	14,5
	Quintile inférieur	12,1	12,1	12,6	12,6	13,0	14,7	15,7	16,0	13,9	12,0	11,4	11,2	13,9
	Minimum	9,6	10,7	10,8	10,2	10,4	11,5	14,7	13,9	10,9	7,7	8,3	9,6	13,5
	Nombre d'années	32	32	29	31	32	33	33	33	31	31	31	31	27
NOMBRE DE JOURS AVEC	Température maximale < 0°C	3,1	1,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	2	7,1
	Température minimale < -5°C	23,4	17,9	11,7	2,8	0,2	0	0	0	0	1,9	10,1	21	89
	Température minimale < -10°C	11,7	7,8	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2,5	8,9	33,8
	Température maximale > 10°C	3,9	6,8	16,3	24,1	29,9	29,9	31	31	29,8	27,4	14,2	5	249,3
	Température maximale > 20°C	0	0	0,7	2,4	10,3	19,8	28,2	27,6	18,9	5,1	0,2	0	113,2
	Température maximale > 30°C	0	0	0	0	0	0,4	1,7	1,8	0,2	0	0	0	4,1
	Nombre d'années	32	32	29	31	32	33	33	33	31	31	31	31	27
NOMBRE DE JOURS DE GEL (T < 0°C)	Moyenne	29,94	26,9	26,9	16,5	4,8	1,1	0	0,1	2	13,3	24,1	29,17	174,8
	Maximum	31	29	31	26	12	5	0	2	8	27	30	31	232
	Quintile supérieur	31	28	29,6	21	8	3	0	0	4,2	18	27	31	200,8
	Médiane	31	28	28	17,5	4	0	0	0	1	11	24	30	174,5
	Quintile inférieur	29	25	25	11	2	0	0	0	0	7	22	28	149
	Minimum	26	22	21	6	0	0	0	0	0	5	17	23	120
	Nombre d'années	32	32	28	30	31	33	31	33	30	31	31	29	371

Tableau 21- Régime thermique des extréma à Barcelonnette entre 1961 et 1994

Dans le tableau 21 qui précède sont exposés des paramètres statistiques de dispersion et de fréquence dont la signification à déjà été définie, concernant les températures maximales quotidiennes et les températures minimales quotidiennes, ainsi que l'amplitude diurne représentant la différence entre les extremas.

Différentes opérations plus spécifiques sont effectuées sur les valeurs extrêmes:

On calcule ainsi le nombre moyen de jours avec gelée sous abri (température minimale inférieure ou égale à 0° celsius), le nombre moyen de jours sans dégel (température maximale inférieure ou égale à 0° celsius); car la persistance du gel est un facteur favorable de fragilisation des roches.

Le nombre moyen de jours avec $T_n < -5^{\circ}\text{C}$ et $T_n < -10^{\circ}\text{C}$ et le nombre moyen de jours avec $T_x > +10^{\circ}\text{C}$, $T_x > 20^{\circ}\text{C}$ et $T_x > 30^{\circ}\text{C}$ sont également relevés à titre plus indicatif. Notons cependant que des températures élevées favorisent l'évaporation.

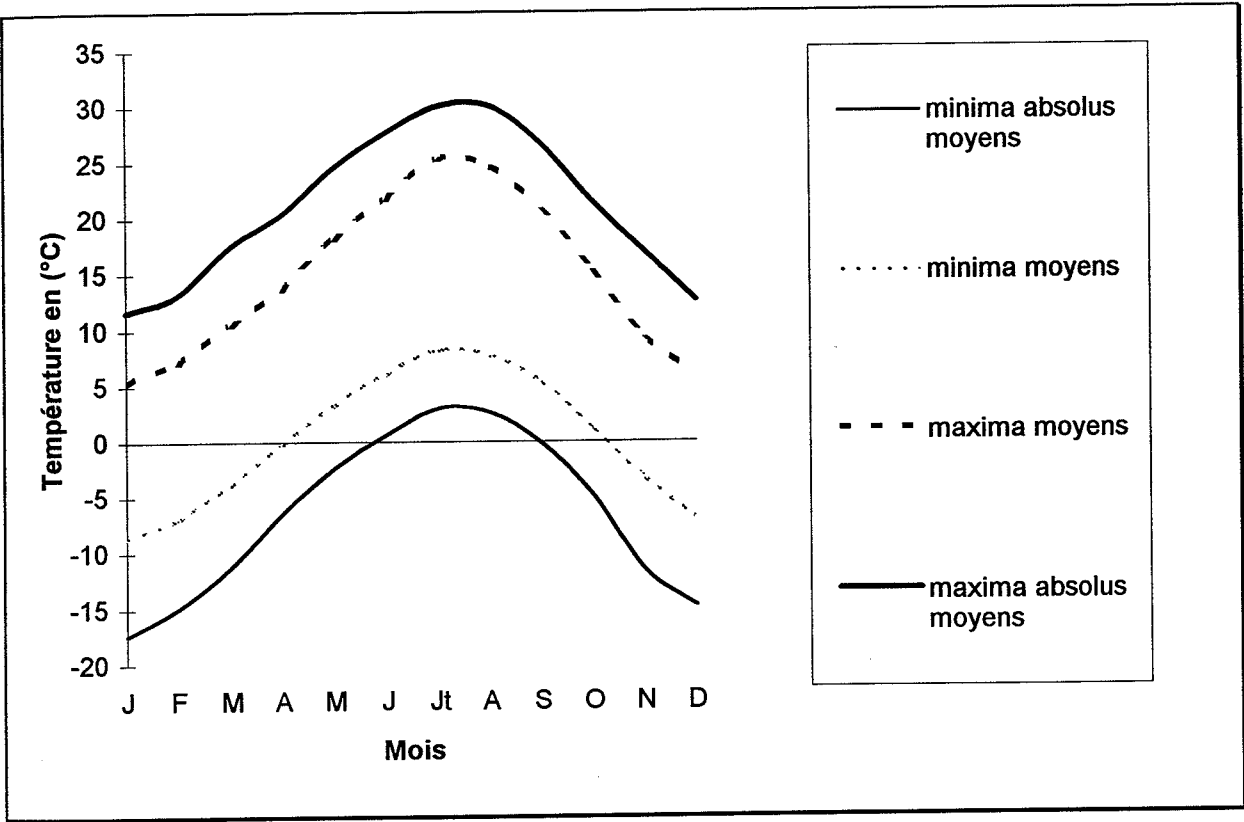


Figure 20 - Régimes des extrêmes thermiques

La figure 18 indique pour Barcelonnette (1961-1994), comment varient chaque mois les extrêmes diurnes. Les deux traits pointillés figurent les maxima et les minima moyens, leur écart se trouvant exprimer l'amplitude diurne moyenne. Les traits pleins représentent les

maxima et minima absolus moyens¹, l'écart entre ces traits pointillés et les traits pleins voisins trahissant l'instabilité² des maxima et des minima.

Le régime des extrêmes thermiques pour instructif qu'il soit, est complété à son tour par un dépouillement statistique de grands froids et des grandes chaleurs. Les premiers se signalent par des minima inférieurs à - 10° C (34 par an en moyenne à Barcelonnette).

Les jours sans dégel, sont au nombre de 7; quant au jours de gel caractérisant des froids pouvant être beaucoup moins rigoureux, ils s'établissent aux environ de 175 par an, c'est à dire presque la moitié de l'année.

De tels chiffres ne paraissent pas surprenant pour un poste dont le minima moyen est inférieur à - 7° C pour les trois mois d'hiver³, d'autant plus que la plus grande partie du bassin (90 %) se situe à une altitude supérieure à celle de Barcelonnette.

Les jours très chauds, quant à eux, on peut les caractériser par des maxima supérieurs à 30° et des minimas supérieurs à 0° durant la moitié de l'année. A Barcelonnette, le thermomètre dépasse 30° C deux jours par an chaque année en juillet et en Aout; un jour,un an sur deux en juin et un jour, un an sur cinq en septembre.

2.2.2. Le régime moyen

C'est d'après les maxima et les minima que l'on doit se résigner à calculer les moyennes diurnes. Elles correspondent à la moyenne arithmétique entre les deux valeurs extrêmes journalières.(tableau 22)

L'intêret de telles moyennes réside dans leur normalisation; c'est à dire leur propention à être confrontées à d'autres moyennes calculées selon le même principe, mais elles ne feront rien apparaitre de plus qu'on n'ait pu observer déjà sur les régimes extrêmes.

Barcelonnette 1961-1994	Altitude : 1140 m	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
TEMPERATURE MOYENNE	Moyenne	-1,7	-0,1	3,1	6,5	10,5	13,8	16,6	16,2	13,1	8,3	3,1	-0,4	7,5
	Maximum	1,6	3,5	7,4	9,0	13,7	15,8	18,9	18,5	16,2	13,0	7,0	6,0	9,0
	Quintile supérieur	-0,2	1,8	4,7	7,8	11,5	15,1	17,3	17,2	14,1	9,6	4,5	1,1	8,0
	Médiane	-1,6	0,3	3,1	6,4	10,6	13,6	16,3	16,3	13,1	8,8	2,9	-0,7	7,3
	Quintile inférieur	-3,3	-2,6	1,5	5,6	8,9	12,6	15,8	15,1	11,9	7,4	1,6	-1,7	6,9
	Minimum	-5,7	-4,0	-1,2	4,5	7,4	11,5	14,5	13,8	10,7	1,4	-0,4	-4,4	6,7
	Nombre d'années	32	32	29	31	32	33	33	33	31	31	31	31	27

Tableau 22 - Régime thermique moyen

Le régime thermique de Barcelonnette a une nette tendance continentale avec une amplitude vraie annuelle supérieure de 18°3C. Trait continental encore qu'une moyenne

¹ Moyenne des maximas (et minima) absolus des mois de janvier 1961, janvier 1962, janvier 1963, etc...

² Une forte instabilité mensuelle exprime que le mois considéré voit voisiner des jours très chauds et des jours très froids. Une forte variabilité signifie que d'une année à l'autre ce mois est susceptible d'être tantôt froid, tantôt chaud. Il importe de bien distinguer ces deux mécanismes très différents de la dispersion des mesures diurnes par rapport aux moyennes mensuelles.

³ Décembre, Janvier et Février

d'octobre (8°3) plus basse que celle d'avril (6°5). Enfin, le refroidissement moyen d'automne est plus rapide que le réchauffement du printemps.

2.2.3. La variabilité des températures

Il convient de signaler en dernier lieu les variations importantes que la température est susceptible de subir d'une année à l'autre. Le tableau 23 indique les moyennes mensuelles et les moyennes annuelles les plus fortes et les plus faibles observées au cours de la période considérée. Leur différence exprime la variabilité.

On note que ce sont les mois de saison froide (automne et hiver) qui offrent la plus forte variabilité. Les mois d'octobre et de décembre sont les plus variables

Barcelonnette 1961-1994	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
Moyenne la plus élevée	1,6	3,5	7,4	9,0	13,7	15,8	18,9	18,5	16,2	13,0	7,0	6,0	9
Moyenne la plus basse	-5,7	-4,0	-1,2	4,5	7,4	11,5	14,5	13,8	10,7	1,4	-0,4	-4,4	6,7
variabilité	7,3	7,5	8,5	4,6	6,3	4,4	4,4	4,7	5,6	11,6	7,4	10,4	2,3

Tableau 23 - Variabilité thermique mensuelle

Il est normal que l'écart entre les moyennes annuelles extrêmes soit beaucoup plus faible qu'entre les moyennes mensuelles. Cela signifie qu'on peut difficilement parler «d'années chaudes» ou «d'années froides». Le plus souvent les anomalies de température ne s'établissent guère que sur une ou deux saisons avant de s'inverser : a un été chaud succèdera plus normalement un hiver froid qu'un hiver tiède. On comprend que par le jeu de ces compensations la variabilité annuelle reste très inférieure à la variabilité mensuelle.

Conclusion

Les statistiques permettent d'obtenir une quantité d'informations très importantes. Le but n'est pas de vouloir expliquer tous ces résultats, mais de dégager des valeurs significatives permettant de caractériser le climat sous ses différents aspects. L'analyse statistique n'est d'ailleurs pas une fin en soi puisqu'elle permet une corrélation entre les facteurs, ainsi qu'une comparaison avec d'autres valeurs plus anciennes ou en dehors du secteur d'étude.

3. EVOLUTION CLIMATIQUE DANS LE **BASSIN DE BARCELONNETTE**

3.1. Les vents

Les vents font partie du système de prévision du temps et expriment, par la diversité de leurs noms suivant l'endroit, des mécanismes reflétant un climat. On ne s'attardera cependant pas à en faire une analyse détaillée dans le bassin de Barcelonnette car aucune mesure ne s'y rapporte, mais simplement une énumération des types de circulation dominant dans la région.

La circulation au sol est sensiblement modifiée par rapport à la circulation en altitude à cause de la configuration et de l'orientation des reliefs. Ces vents sont assez nombreux, certains sont déterminés par la circulation synoptique dont ils sont issus même s'ils sont déformés par les reliefs, d'autres sont engendrés par le relief.

3.1.1. Les vents issus de la circulation générale.

• La Bise

La bise qui s'écoule du Nord au Sud, ne prend des proportions considérables que dans les Alpes du sud. Elle est souhaitée car c'est le messenger du beau temps. Le temps perturbé en toute saison se rétablit dans les Alpes du Sud avec elle. Mais ce vent est redouté, la température s'abaisse rapidement de plusieurs degrés, il est d'autre part particulièrement desséchant.

Le bassin de Barcelonnette, étant orienté Est-Ouest et protégé au nord par une longue ligne de crête, bénéficie d'une bonne protection contre cet écoulement.

• Le Vent

Le vent, ou vent du midi, ou vent du sud est le messenger de la pluie dans l'ensemble des Alpes. Comme la bise annonce le rétablissement du beau temps, le vent du Sud précède la pluie dans près de 75 % des cas. Dans le sillon de Gap - La Batie Neuve il provient du Sud-Ouest.

Dans la partie septentrionale des Alpes, le vent du Sud et du Sud-Ouest annonce une dépression centrée sur l'Atlantique Nord, et sur l'Europe Nord-occidentale, qui se déplace vers l'est. Il a cependant une vigueur moindre et une plus grande irrégularité. Le vent du sud précède alors cette dépression de quelques heures, ainsi que le passage des fronts qui amènent la pluie. Au sud de Sisteron, le Vent obéit à une zone dépressionnaire sur la Méditerranée occidentale et sur le Golfe du Lion, et annonce également la pluie. Par contre si les régimes venteux du Sud de la Provence, et du Nord du Dauphiné et de la Savoie sont simples et obéissent à un seul régime dominant, les Alpes du Sud ont des régimes complexes. Les dépressions du nord de l'Europe les concernent, bien que très fortement atténuées. Les dépressions méditerranéennes peuvent avoir une influence au Nord de la Durance. Ainsi ces deux régimes risquent d'amener la pluie dans une région (donc la moyenne Ubaye) qui est marginale par rapport aux deux systèmes dépressionnaires, ce qui veut dire que tout est possible dans ce domaine. Ce trait accuse la forte variabilité climatique observée pour le bassin de Barcelonnette.

Il faut toutefois relativiser cette dernière affirmation car le vent du Sud peut également ne pas être annonciateur de pluie. E.Bénévent a calculé que, par vent du sud, Genève connaissait 24 % de jours de Beau temps, Lyon 22 % et Gap 31%. Le Vent et la Bise, antagonistes en tout points, partagent leur influence sur la partie occidentale des Alpes. La Bise occupe l'hiver (conforte le minimum

secondaire d'hiver) alors que le Vent préfère les saisons intermédiaires et notamment l'automne (conforte le maximum pluviométrique d'automne relevé dans le bassin de Barcelonnette).

Dans la partie orientale sud de la Chaîne des Alpes si la composante Nord existe encore, la composante Sud, ou Vent a une influence plus réduite. Le mauvais temps vient de l'Est par l'Italie et par la Lombarde.

• La Lombarde

La Lombarde souffle depuis l'Italie vers les hautes vallées des Alpes internes, et notamment dans le Briançonnais, le Queyras et l'Ubaye. Dans le détail, la Lombarde prend toutes sortes de directions en suivant la configuration du relief de telle sorte qu'elle semble très différente selon les lieux. Elle obéit à un régime dépressionnaire d'Ouest ou un régime perturbé centré sur la Méditerranée. Elle prend alors une direction générale de nord-est.

C'est un vent modéré, parfois assez fort, qui peut occasionner ou annoncer d'importantes précipitations, plus particulièrement dans les hautes vallées.

• La Traverse

La Traverse est un vent d'Ouest ou de Nord-Ouest semblant défier tous les obstacles montagnards. Dans les Alpes du Sud on ne lui attribue pas de vertu particulière hormis un signe d'instabilité atmosphérique.

Les vents dominants et majeurs sont donc très importants pour la compréhension climatique d'une région. A ceux-ci s'ajoute un système de circulation plus local.

3.1.2. Les brises locales.

Les brises ont été abondamment décrites en montagne : Brise de versant qui descend dans la vallée par écoulement catabatique en nuit et en fin de nuit, et brise de vallée qui s'inverse en fin de matinée et pendant la journée. Mais pour se réaliser pleinement, la brise de montagne demande des vallées pour se canaliser. Cette simple remarque indique la localisation préférentielle dans les Alpes internes du sud et en Ubaye pour ce qui nous concerne.

La brise de vallée est la plus active durant les saisons où la végétation a le plus besoin d'eau du printemps au début de l'automne. Ce courant montant qui représente le plus fort coefficient d'évaporation se manifeste à 10 h au Lauzet 20 km en amont de Barcelonnette et à 12 h à Jausiers. Les versants sont époussetés et asséchés par cette brise montante.

La fréquence de la brise de vallée est donc liée à la température et à l'ensoleillement qui permettent un réchauffement plus ou moins rapide des versants.

La brise de vallée participe donc en liaison avec les contraintes thermométriques, à l'assèchement climatique d'une vallée. Cette aridité relative est retranscrite par la mise en relation des paramètres thermométriques et pluviométriques.

3.2. Les phénomènes thermo-pluviométriques

La pluie et la température, bien qu'ayant des effets distincts sur le milieu physique, ont néanmoins des effets qui se combinent car ils sont ressentis en même temps. C'est en associant leurs effets que l'on peut préciser les capacités d'évaporation et l'aridité des étés ou déterminer, l'hiver, les conditions des précipitations solides.

3.2.1. La notion d'aridité.

Une expression empirique extrêmement simple de cette notion a été établie par De Martonne. Elle se calcule par les formules $H = P / (t + 10)$ pour l'indice annuel, $H' = 12 P' / (t' + 10)$ pour les indices mensuels¹.

L'expression de cette formule révèle un indice d'humidité, puisque que les valeurs croissent avec l'augmentation des précipitations. De même, à pluviosité égale, l'augmentation de la température entraîne une baisse des valeurs obtenues. L'aridité se conçoit comme une notion qui tient compte de la capacité d'évaporation, elle même fortement liée à la température. Ainsi un mois avec des précipitations d'environ 50 mm sera présumé humide avec une température moyenne mensuelle de 0°C et plutôt aride si la température moyenne mensuelle dépasse 25°C dans le sens où les précipitations tombées sont plus ou moins intégrées dans le bilan hydrique des sols.

A l'échelle mondiale, les climats arides ont un indice inférieur à 20, les climats humides un indice supérieur à 60.

Dans la figure 19 sont présentées sous la forme d'histogrammes, les valeurs obtenues par Ch.P. Péguy pour la station de Barcelonnette pour la période 1911-1941, ainsi que les valeurs obtenues pour la même station entre 1961 et 1994. Les températures moyennes mensuelles 1961-1994 sont figurées par la courbe en tirets.

Un fait se dégage des deux périodes avec une remarquable netteté : La sécheresse relative des mois de juillet et Août caractéristique d'un été méditerranéen est amplifiée par la brise de vallée à cette période de l'année comme il a été vu dans la section 3.1.

Une autre constatation est le renversement de l'indice d'aridité des mois de janvier et octobre. En effet, durant la période 1911-1941 janvier avait un indice de 55 et octobre était un mois très humide avec un indice de 82. Concernant la période 1961-1994, les indices des deux mois se sont intervertis avec 80 pour janvier et 56 pour le mois d'octobre. Quelles conclusions peut-on en tirer ?...

Tout d'abord il ne faut pas oublier que ces deux périodes ne sont pas accolées dans le temps, c'est à dire que les données concernant la période 1942-1960 ne sont pas connues, donc il faut relativiser les hypothèses qui suivent.

¹ P = précipitations annuelles; P' = précipitations mensuelles; t = température moyenne annuelle; t' = température moyenne mensuelle.

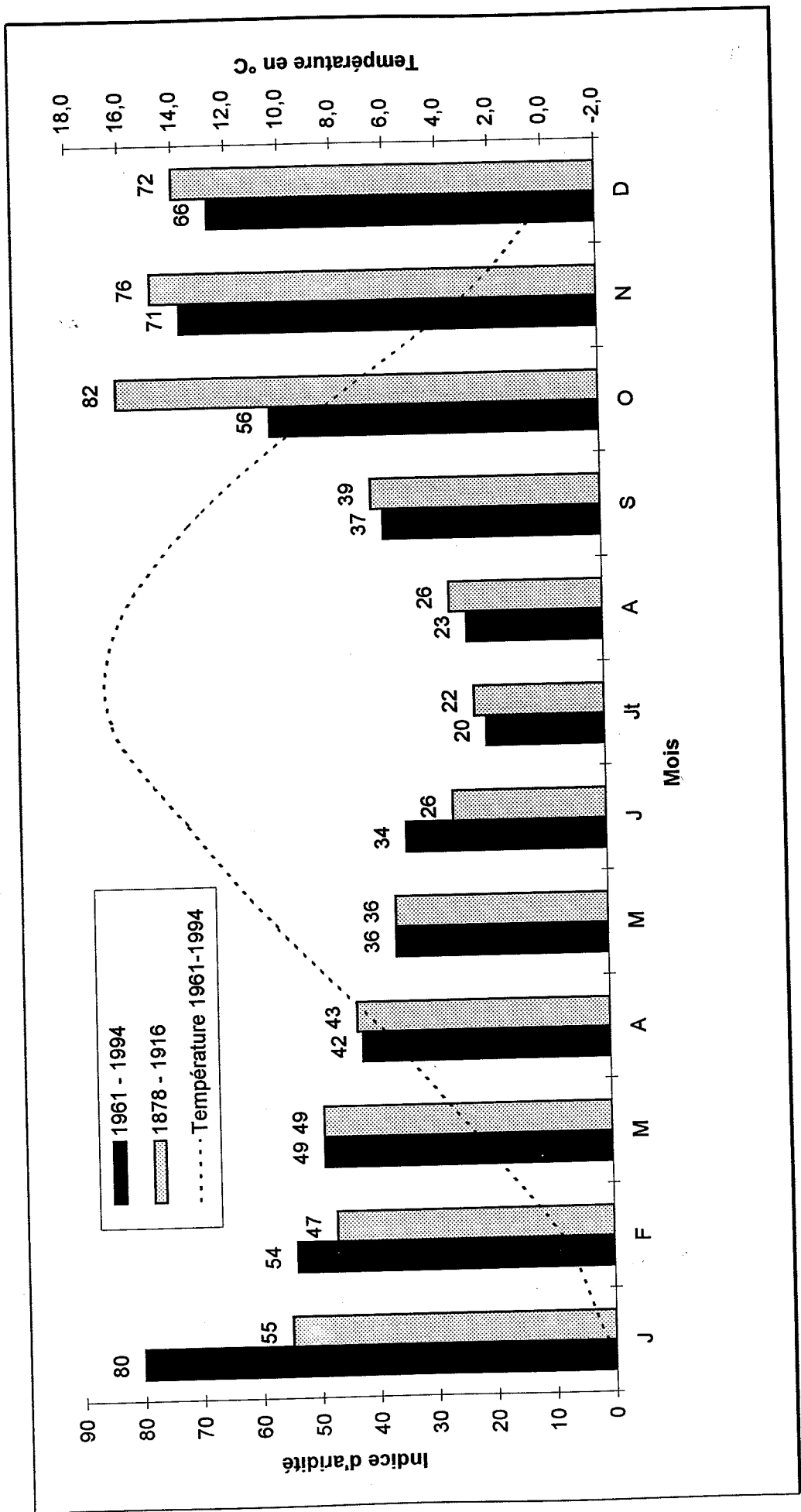


Figure 21 -Indices d'aridité mensuels

Cette inversion de tendance pour les deux mois peut impliquer un refroidissement moyen du mois de janvier et un réchauffement du mois d'octobre, c'est à dire une réduction de la capacité d'évaporation du mois de janvier et une augmentation de celle d'octobre.

Ce fait est confirmé par les moyennes mensuelles d'octobre avec une augmentation moyenne de $1^{\circ}4$ entre les deux périodes, mais ne l'est pas pour les moyenne de janvier. Il faut donc également envisager une modification de la pluviométrie de ces deux mois. Cependant un problème survient une nouvelle fois, à savoir que nous ne disposons pas des moyennes mensuelles de pluie pour la période 1911-1941 mais seulement celles données par CH.P. Péguy entre 1921-1930 et 1931-1942. Toutefois on constate que les précipitations moyennes de janvier entre 1961-1994 (55,4 mm) sont supérieures aux deux moyennes fournies par Péguy (27.2 et 53 mm), tandis que celle d'octobre (tableau 7, partie 2.2.1.1 - 85,3 mm) est inférieure à la moyenne des deux autres périodes (90.5 mm).

Sans vouloir préjuger des paramètres climatiques ayant entraîné ces modifications d'indice, il paraît néanmoins évident que les précipitations recueillies ces deux mois pour les deux périodes n'ont plus le même effet sur le sol. Ainsi on peut supposer que dans la dernière période, les pluies d'octobre, bien qu'elles soient toujours importantes en quantité, n'ont plus le même impact sur le bilan hydrique du sol en terme de pluies effectives.

3.2.2. Indications nivométriques

Les seules données dont nous disposons pour la période récente sont les jours mensuels de neige pour les stations de Barcelonnette et Jausiers avec toutefois une lacune de 7 années incomplètes ou manquantes à Barcelonnette. Le calcul du nombre moyen de jours de neige (figure 20) tient uniquement compte des années complètes ($N = 26$ ans).

On constate que la station de Jausiers bénéficie d'un nombre de jours de neige supérieur à celui de Barcelonnette, du fait de son altitude. On suppose par ailleurs, que les hauteurs de neige suivent la même tendance. La période neigeuse s'échelonne d'octobre à avril.

La moyenne Ubaye peut être considérée comme la zone la moins enneigée des vallées des Alpes françaises selon Péguy. A altitude égale, Le Lauzet (1070 m) est trois fois moins enneigé que Bourg Saint-Maurice.

Concernant l'évolution de l'enneigement au courant du siècle, aucune donnée ancienne ne permet de l'établir. Comme la pluie dont elle procède, la neige est sujette à une grande variabilité annuelle. Les dirigeants de la station de ski de la Frache au-dessus du village de Jausiers le conçoivent bien aujourd'hui. En effet, quelques pistes et téléskis ont été construits et ouverts au public dans une période neigeuse à la fin des années 80, mais depuis deux ans, ces mêmes dirigeants constatent une réduction de la période neigeuse et des quantités tombées, qui mettent en difficulté l'exploitation de la station.

Toutefois, l'enneigement croît avec l'altitude, dans la plus grande partie du bassin, car rappelons-le, seuls 30 % de la surface du bassin se situe au-dessous de 1510 m (lieu-dit : Lans le Serret, poste de Jausiers).

L'influence climatique de la neige, si elle a des implications pour les activités humaines, se ressent également sur le milieu naturel car elle modifie la diffusion et la pénétration de l'eau dans le sol. Le stock d'eau retenu sous cette forme dans le bassin de Barcelonnette semble peu évoluer durant le siècle. Les moyennes et l'augmentation des températures printanières ne semblent pas être suffisamment marquées pour entraîner une fonte rapide du manteau neigeux.

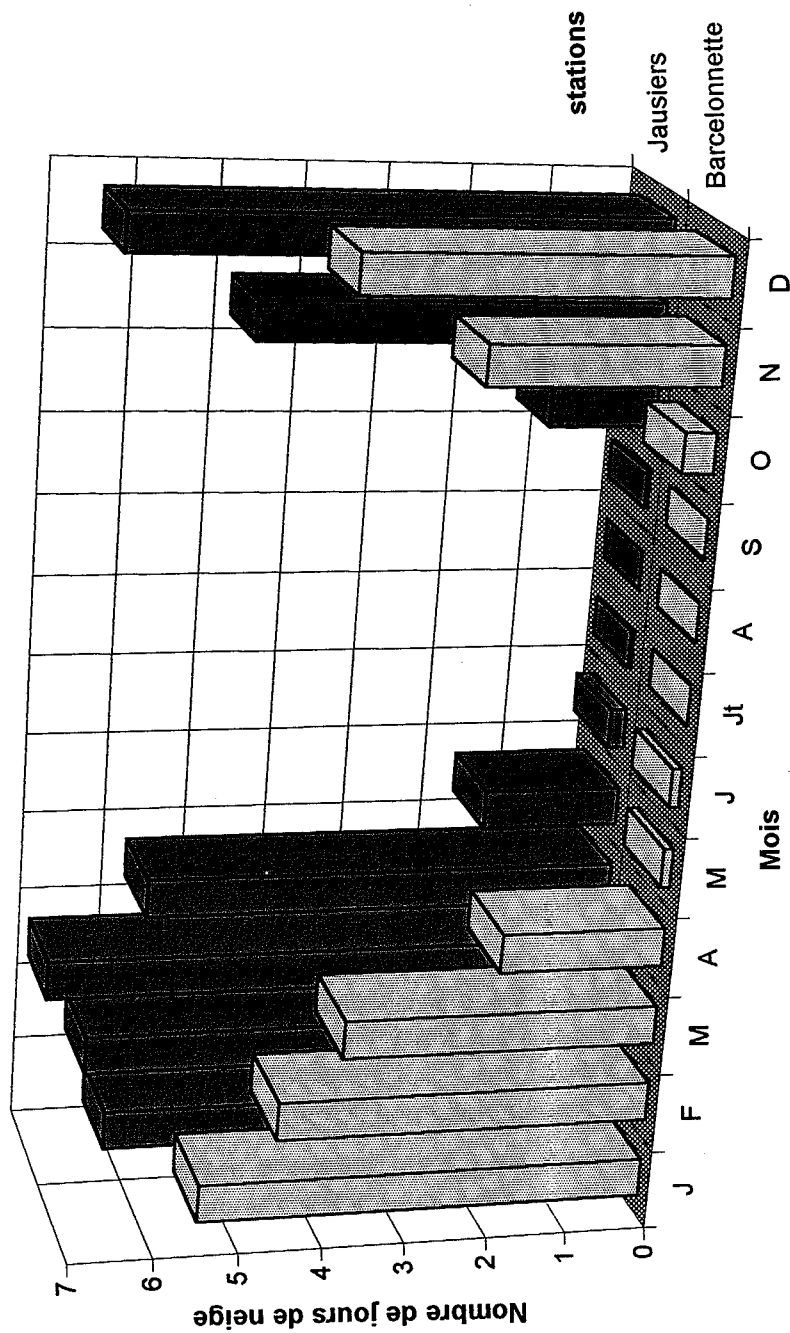


Figure 22 -Moyennes mensuelles du nombre de jours de neige entre 1961 et 1994.

(Sauf 7 années, N = 26)

3.3. Évolution des températures

Les variations de la température sont en général moins sensibles au long terme que ne peuvent l'être les précipitations. Établir une tendance pour le dernier siècle s'avère très difficile car nous ne disposons pas d'une longue série de valeurs brutes, ni de données bibliographiques anciennes facilement exploitables.

Les arguments qui définiront l'évolution des températures doivent être considérés pour ce qu'ils sont, c'est à dire des valeurs statistiques représentant des périodes disjointes, entre lesquelles une évolution différente, bien que limitée, a pu se produire.

Si l'on s'intéresse à l'évolution globale de la température du globe, les spécialistes témoignent d'une légère tendance à la hausse de celles-ci. Ils bénéficient pour appuyer leur hypothèse, d'un formidable réseau de stations climatologiques. Qu'elles conclusions peut-on alors retirer d'une étude portant sur une station de mesure présentant de nombreuses lacunes et qui plus est se situant dans une zone montagneuse peu étendue ?...

3.3.1. Confrontation des valeurs moyennes disponibles.

Les données thermométriques anciennes concernent les moyennes mensuelles de la période 1878-1916 et le nombre moyen de jours de gel entre 1878 et 1888 calculés par Bénévent, ainsi que l'amplitude thermique mensuelle moyenne entre 1946 et 1975 calculés par Meyzenq.

Ces valeurs sont des données statistiques traitées que l'on peut confronter aux valeurs obtenues pour la période 1954-1994 à Barcelonnette.

Cette comparaison consiste à représenter graphiquement (figures 21 et 22) la différence entre les données anciennes et les valeurs les plus récentes.

Dans le détail on peut constater que les moyennes mensuelles du printemps sont inférieures à celles obtenues à la fin du 19^{ème} siècle. L'amplitude moyenne des mois de saison froide est plus forte pour les 20 dernières années. Ces variations des amplitudes et des moyennes sont inévitables sur de longues périodes. Ces constatations n'apportent donc rien d'intéressant concernant une tendance moyenne puisqu'elles ne reposent sur aucune donnée brute assez longue.

L'intérêt n'est pas d'expliquer ces légères modifications et d'en trouver les causes mais bien de définir une constante climatique. En effet, malgré l'écart temporel qui existe entre ces moyennes et le nombre différent d'années pris en compte, la physionomie mensuelle reste quasiment la même ce qui permet de confirmer les caractéristiques thermométriques du climat.

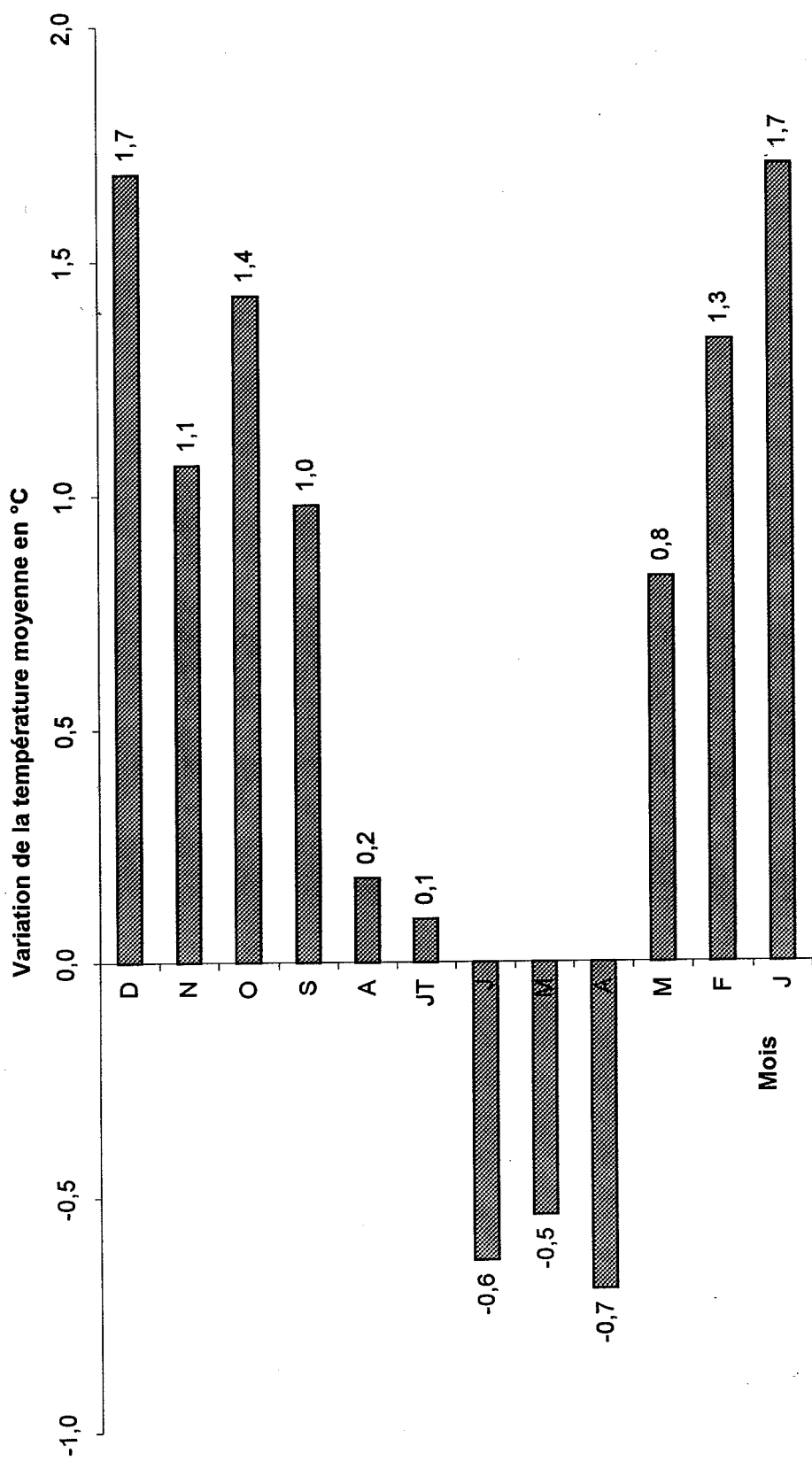


Figure 23 - Différence entre les températures moyennes mensuelles de la période 1878-1916 et celles de la période 1961-1994 à Barcelonnette.

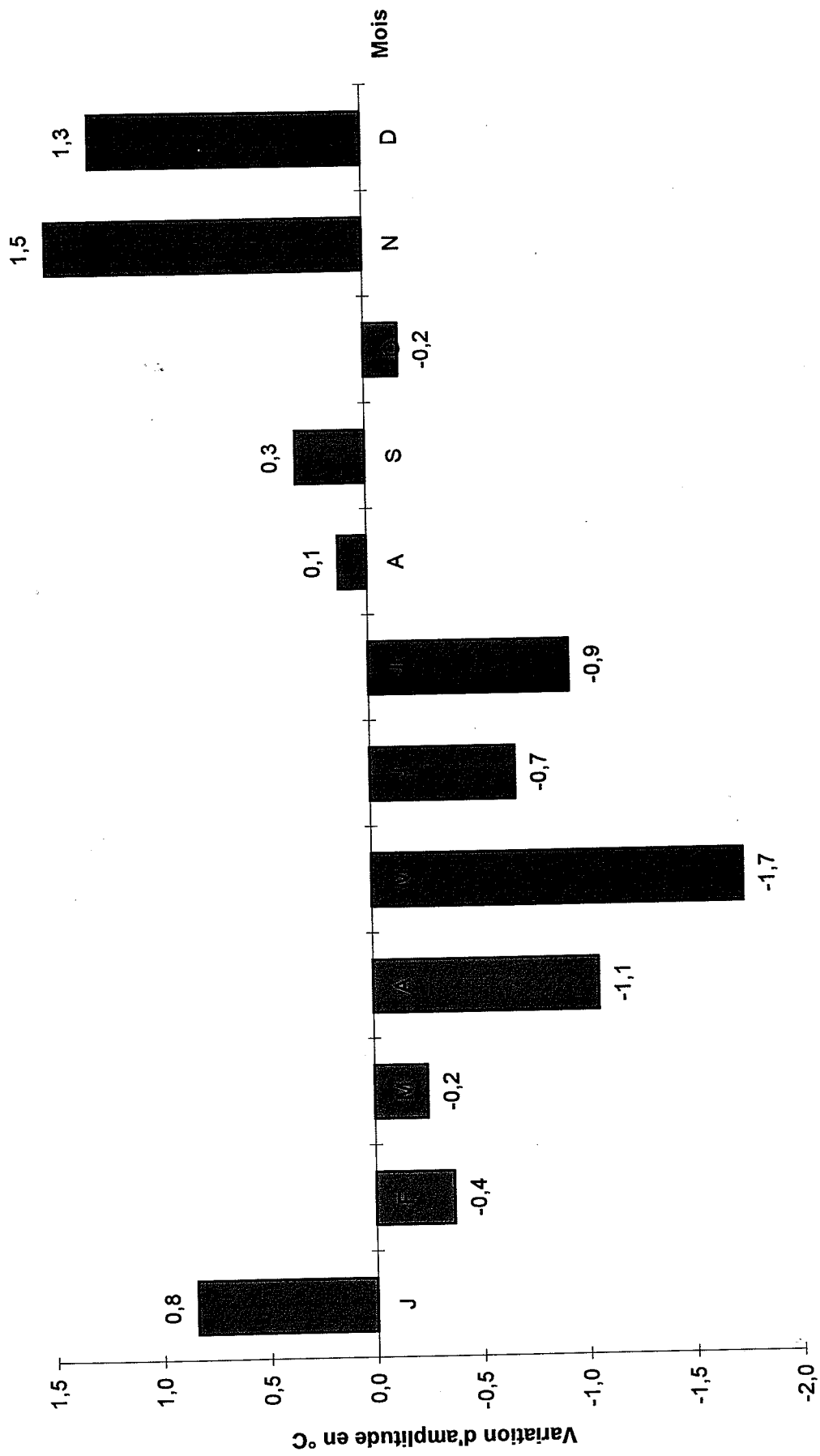


Figure 24 - Différence entre les amplitudes moyennes de la période 1946-1975 et celles de la période 1976-1994 à Barcelonnette;

3.3.2. Les spécificités thermométriques et leurs conséquences.

Dans l'hypothèse d'une évolution très lente de ces températures au cours du siècle et hormis la variabilité annuelle, on aboutit à la constatation que les températures mensuelles restent comprises dans des limites thermométriques représentatives d'un climat régional lié à la situation géographique de la vallée.

Ce régime thermique peut se définir ainsi :

Barcelonnette, avec une température moyenne annuelle de 7°C, a un climat de montagne. La température moyenne de janvier est négative, celle de Juillet dépasse 16°. Les températures minimales montrent un hiver relativement modéré (-8°7 en janvier); Les maximales, avec 25° en juillet reflètent un été agréable. L'amplitude moyenne des températures varie de 12°7 en novembre à 17° en juillet. Les variations ne sont pas considérables dans le détail, mais des différences plus fortes s'observent à des pas de temps plus réduits.

Les températures moyennes mensuelles sont négatives de décembre à février. Les minimums sont négatifs durant 6 mois. Les maximums moyens, eux, sont positifs toute l'année. L'alternance gel-dégel peut donc être journalière pendant 6 mois à Barcelonnette. On y compte, en moyenne, 175 jours de gelée par an.

Il serait intéressant de connaître les effets de la température aux altitudes supérieures du bassin car le froid conditionne la durée de rétention du manteau neigeux et la gélifraction alors que la chaleur favorise l'évaporation. Ces facteurs sont prédisposants à la protection du sol, l'effet de l'érosion et la disponibilité en eau. Si l'on tient compte d'un gradient vertical moyen de variation de la température de 0,6° pour 100 mètres comme le propose M Légier, on aboutit à 6 mois de gel par an à 2300 m et surtout à une alternance gel-dégel intervenant presque toute l'année.

Définir une tendance thermique globale pour le siècle dans une zone aussi réduite n'est pas chose aisée. Une telle opération demande bien plus de données que nous n'en disposons. Quelques constatations spécifiques sont effectivement réalisables pour certains mois mais elles ne sont qu'hypothèses et demandent une vérification.

Le régime thermique du bassin quant à lui est aisément identifiable. Sa physionomie se vérifie pour différentes périodes et les variations extrêmes qui peuvent advenir, même si elles accélèrent ou freinent momentanément les processus naturels, se compensent au long terme. Le phénomène de cycle et de tendance est plus perceptible pour les précipitations, d'autant plus que les valeurs disponibles pour le siècle permettent une analyse plus complète.

3.4. Évolution et caractérisation de la pluviométrie

La pluviométrie se distingue par ses aspects spatiaux et temporels. L'échelle spatiale se décompose en un axe horizontal définissant le caractère climatique local et un deuxième axe vertical représentant un gradient en fonction de l'altitude. L'échelle temporelle quant à elle se divise en un axe horizontal représentant une évolution sur le long terme intégrant tous les paramètres pluviométriques afin de définir un cycle, auquel s'ajoute un axe vertical tenant compte des variations plus courtes qualifiant une année, un mois ou une journée.

3.4.1. L'ubaye : zone d'anomalie pluviométrique ?...

Un principe simple veut que les précipitations augmentent avec l'altitude¹. Hors on constate que l'Ubaye est un pôle de sécheresse dans les Alpes du sud.

Au début du siècle, CH.P. Péguy établissait ce principe d'après ses données et celles établies par Bénévent. «S'il est bien téméraire de prétendre cartographier les nuances infinies que doit revêtir la pluviosité tout au long d'un versant alpin et se résigner à ne jamais connaître avec certitude quels seront les points les plus arrosés et les moins arrosés d'un bassin de haute montagne. Néanmoins, une indication s'impose avec trop d'évidence pour être trompeuse : Le bassin supérieur de la Durance correspond dans l'ensemble à une zone de pluviosité anormalement faible».

Au Nord-Ouest, au-delà de la Durance, les précipitations sont denses et constituées de pluies océaniques et d'averses méditerranéennes. Vers le Sud, l'augmentation est due à la proximité de la Méditerranée et au barrage formé par les chaînes montagneuses du Pelat et des Trois Evechés.

Le long de l'Ubaye, les précipitations semblent décroître à mesure que l'on se déplace vers l'intérieure de la chaîne. Des comparaisons sont établies (tableau 25) pour plusieurs stations de l'Ubaye à différentes périodes.

Le Lauzet (1070 m) se situe à la confluence entre la Durance et l'Ubaye au lac de Serre-Ponçon, 20 km en aval de Barcelonnette. La Condamine (1325 m) à 5 km en amont de Jausiers est situé dans une vallée encaissée et se dissocie de la cuvette de Barcelonnette par le rétrécissement du Pas de Grégoire. La station de St -Paul-Maljasset à 1903 m d'altitude se localise dans le bassin de réception de l'Ubaye à près de 20 km de Jausiers. Enfin, le poste d'Uvernet- Fours (1660 m) n'est pas situé dans le bassin même de l'Ubaye mais est inclut dans la comparaison car il ne se situe pas loin de Barcelonnette à vol d'oiseau (6 km au sud par-delà le chapeau de gendarme).

On constate facilement qu'en remontant le bassin, les précipitations baissent relativement par rapport à l'altitude croissante.

¹ Pour un volume donné, l'humidité absolue ne peut pas croître indéfiniment. Elle ne peut pas théoriquement dépasser une certaine valeur-plafond appelée tension critique. On dit alors que l'air est saturé. A partir de ce seuil, l'eau passe à l'état liquide; la vapeur d'eau se condense sous forme de fines gouttelettes, celles-la même qui apparaissent quand se forment les nuages. La valeur de l'humidité saturante n'est pas fixe et dépend de la température : faible pour de l'air froid, elle s'élève de plus en plus rapidement au fur et à mesure que la température augmente. Ainsi la décroissance des températures en altitude s'accompagne d'une diminution du degré hygrométrique et donc de la capacité de retention de la vapeur d'eau.

Le Lauzet	1070 m	939 mm (1934-1942)	-
Barcelonnette	1140 m	802 mm (1931-1942)	717 mm (1961-1992)
La condamine	1325 m	778 mm (1934-1942)	661 mm (1961-1992)
Jausiers	1510 m	-	671 mm (1961-1992)
St - Paul Maljasset	1903 m	-	876 mm (1961-1992)
Uvernet-Fours (hors bassin)	1660 m	1008 mm (1934-1942)	961 mm (1961-1992)

*présentation
ordre alphabétique
ou plutôt altitude*

Tableau 24- Totaux pluviométriques annuels de quelques stations de l'Ubaye

Cette anomalie pluviométrique est surtout sensible lorsque l'on prend en compte toute la vallée de l'Ubaye. L'effet de l'altitude et de l'exposition des stations d'observation se ressent également mais reste plus limité à la forme et l'orientation des versants.

3.4.2. Esquisse d'un gradient pluviométrique

Établir un gradient pluviométrique moyen dans la vallée de l'Ubaye et plus précisément dans la cuvette de Barcelonnette relève d'une difficulté prononcée car de nombreux paramètres entrent en ligne de compte.

Il est plus raisonnable d'estimer le gradient d'un point par rapport à un autre point du bassin ce qui permet d'intégrer les effets liés à l'exposition (adrets et ubacs), à la déclivité (différence d'altitude) et à l'orientation (versant exposé au vent ou sous le vent), ainsi qu'au type de temps arrivant sur le versant.

Une telle approche nécessite des moyens. Il faut disposer d'une station d'observation à chaque point et entretenir une série de données suffisamment longues et précises pour légitimer une telle analyse. A terme on peut même définir plusieurs gradients en fonction de l'origine des précipitations.

A l'heure actuelle de trois stations d'observations sont exploitées dans la cuvette de Barcelonnette. Les données de la ferme de la Rente sont encore peu nombreuses, néanmoins on peut établir un gradient relatif à l'automne 94 incluant les mois de septembre, octobre et novembre.

En effet, nous disposons de toutes les valeurs quotidiennes des trois postes (annexe E) Il est donc possible d'établir un gradient pour différentes probabilités entre Barcelonnette et la Rente, Jausiers et la Rente, Barcelonnette et Jausiers. Pour cela on ne considère représentatives que les précipitations supérieures à 1 mm pour une ou les deux stations.

En fin de compte, on disposera de probabilité de gradients pluviométriques représentatifs de pluies d'automne supérieures à 1 mm. Ainsi on peut estimer avec une plus forte probabilité, les précipitations reçues par un point x par rapport à Barcelonnette, Jausiers ou la Rente, répondant aux mêmes caractéristiques de versant. Les gradients peuvent alors être affinés au fil des saisons automnales qui suivront.

Considérons les deux stations de Barcelonnette et de la Rente séparées de 2 km et de 540 m d'altitude. Le poste de Barcelonnette en fond de vallée n'a pas d'exposition particulière. Le pluviomètre de la Rente situé sur le versant sud du bassin est exposé au Nord. Si l'on établit un gradient d'automne pour des pluies supérieures à 1 mm, ce dernier sera également valable pour un point localisé par exemple dans le glissement de Super-Sauze car sa situation par rapport à Barcelonnette n'est pas si différente (hormis l'altitude) de celle du point Rente. Du moins on admet une certaine relation entre ces deux points quant à l'influence des types de temps, l'exposition et l'orientation du versant.

Le graphique 23 représente la différence de hauteur en mm entre les précipitations recueillies à Barcelonnette et à la ferme de la Rente pour chaque journée > 1 mm pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1994. On constate une forte variabilité des écarts ce qui implique un gradient variable.

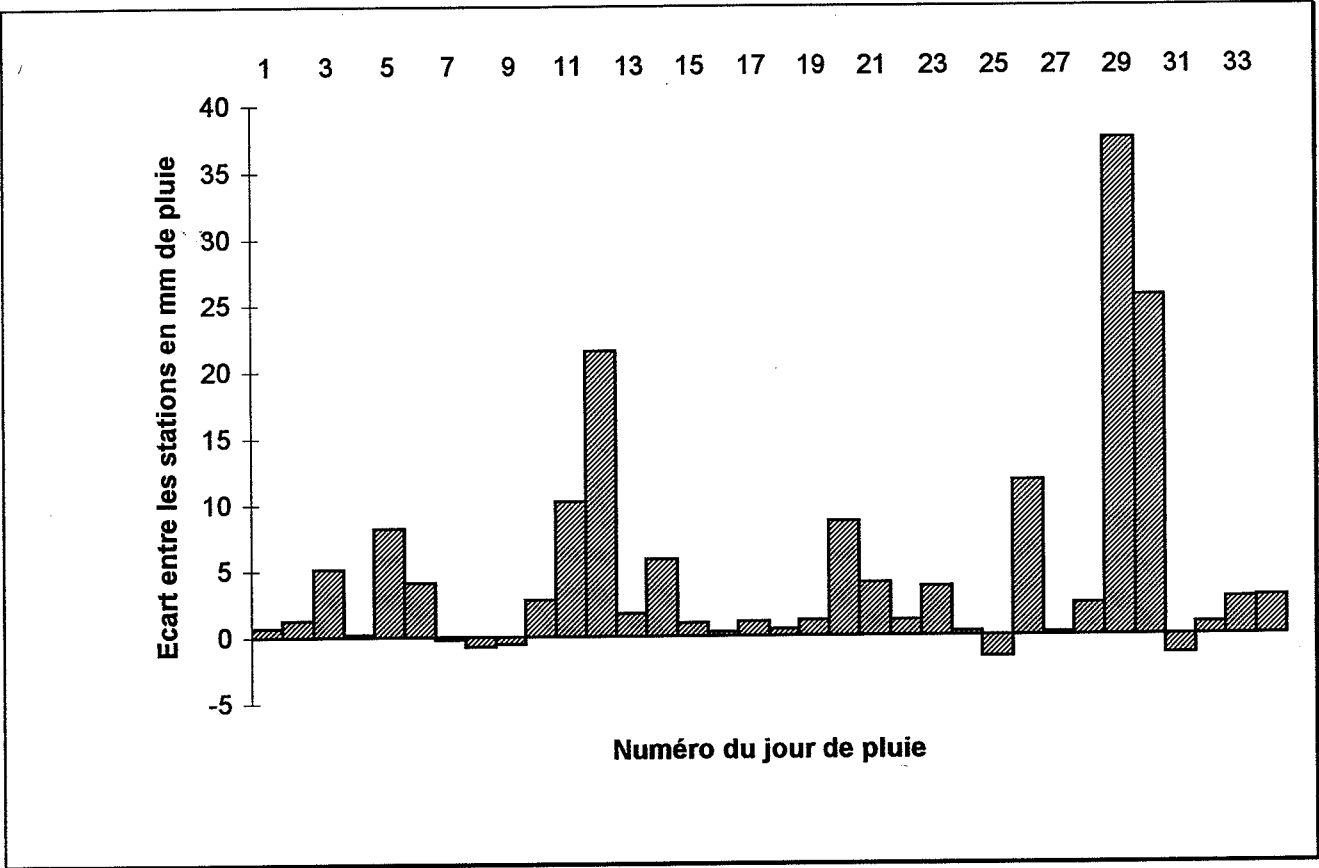


Figure 25 - Différences entre les hauteurs de pluie recueillies à la Rente et celles de Barcelonnette en automne 94.

Le gradient moyen obtenu est de 0.44mm pour 50 mètres en un jour de pluie et de 15mm pour 50 m pour le total saisonnier des trois mois. Mais le plus intéressant est l’élaboration des probabilités de gradient en fonction de l’altitude. Dans le tableau 26 sont donnés les fréquences au dépassement d’un gradient avec Barcelonnette comme point d’origine.

Fréquence au dépassement	gradient
F = 0,9	0,02 mm/50 m
F = 0,5	0,14 mm/50 m
F = 0,2	0,63 mm/50 m
F = 0,1	1,05 mm/50 m
F = 0,05	2,12 mm /50 m
F = 0,02	2,74 mm/50 m
F = 0,01	3,10 mm/50 m

Tableau 25 - Fréquence des gradients d’automne 94 entre Barcelonnette et la ferme de la Rente.

On constate par exemple que pour une pluie sur deux en automne, Le gradient pluviométrique entre Barcelonnette et la ferme de la Rente ou un autre point similaire sur le même versant, est supérieur à 0.14 mm pour 50 mètres, qu'il est supérieur à 2.12 mm une journée de pluie sur 20, ...

L'exploitation d'une telle méthode n'est que purement statistique. Elle est par conséquent soumise à la fiabilité des observations, leur durée et l'utilisation que l'on veut bien lui donner. En effet, cet exercice n'est valable que pour l'automne 94. Il est plus difficile de l'appliquer à des précipitations orageuses plus locales. De plus on ne peut vraiment valider cette méthode qu'en disposant de valeurs observées en d'autres points du versant afin de les confronter aux valeurs théoriques définies par les fréquences.

En fin de compte, cet essai d'élaboration de gradient pluviométrique a surtout pour objet de sensibiliser le lecteur à la variabilité de ce dernier en fonction de l'échelle que l'on se fixe car de nombreux paramètres le font évoluer suivant l'endroit ou la saison.

3.4.3. Évolution cyclique au long terme

On l'a déjà maintes fois répété, les données antérieures à 1954 sont essentiellement des valeurs statistiques représentatives de différentes périodes. Il est par conséquent vain de vouloir toutes les comparer aux données obtenues dans la seconde partie.

Des comparaisons ont toutefois été réalisées et il en ressort que ce sont les moyennes mobiles qui sont les plus intéressantes car elles relativisent le poids des années extrêmes. En effet nous disposons d'un graphique établi par CH.P. Pégué retraçant l'évolution des moyennes mobiles sur cinq années pour la période 1901-1940. Le relevé graphique de ces valeurs permet une comparaison avec les moyennes mobiles sur cinq ans établies pour la période 1954-1994 à Barcelonnette. Certes les valeurs de 1941 à 1953 sont manquantes mais leur absence ne nuit pas vraiment aux conclusions qu'apporte la figure obtenue (graphique 24).

La représentation de ces moyennes mobiles s'accompagne de courbe de tendance linéaire pour chaque période. On constate que l'allure de ces courbes évolue dissymétriquement avec une tendance à la hausse des totaux pluviométriques annuels pour le début du siècle et une tendance à la baisse depuis 1954. L'inconvénient est que nous ne connaissons pas du fait des lacunes, le point de renversement de la tendance.

L'allure des deux courbes de tendance peut porter à croire que les précipitations obéissent à une périodicité centenaire avec d'abord un accroissement cinquantenal puis une autre baisse cinquentennale. Toutefois il faut nuancer une telle affirmation car d'une part les phénomènes naturels comme les précipitations n'obéissent pas exclusivement au rythme du calendrier qui est un moyen qui situe l'homme et le temps qu'il conçoit. D'autre part, l'absence de données antérieure à 1850, ni de prévisions fiables pour les années à venir ne permet pas de l'affirmer. En effet il s'agit peut-être d'un cycle beaucoup plus long de l'ordre du millénaire, qui au 20ème siècle infléchirait sa tendance.

En fin de compte, l'important est effectivement de noter cette inversion de tendance, mais sans omettre de considérer des cycles plus petits de l'ordre de la décennie. Car ce qui intéresse l'étude des risques naturels c'est de connaître l'évolution récente de la pluviométrie du secteur étudié ainsi que sa capacité à s'extraire des moyennes. Une évolution longue est plus utile lorsque l'on dispose de moyens pour corrélérer les événements à risques qui se sont déjà produits et les agents climatiques pour les replacer dans leur contexte temporel.

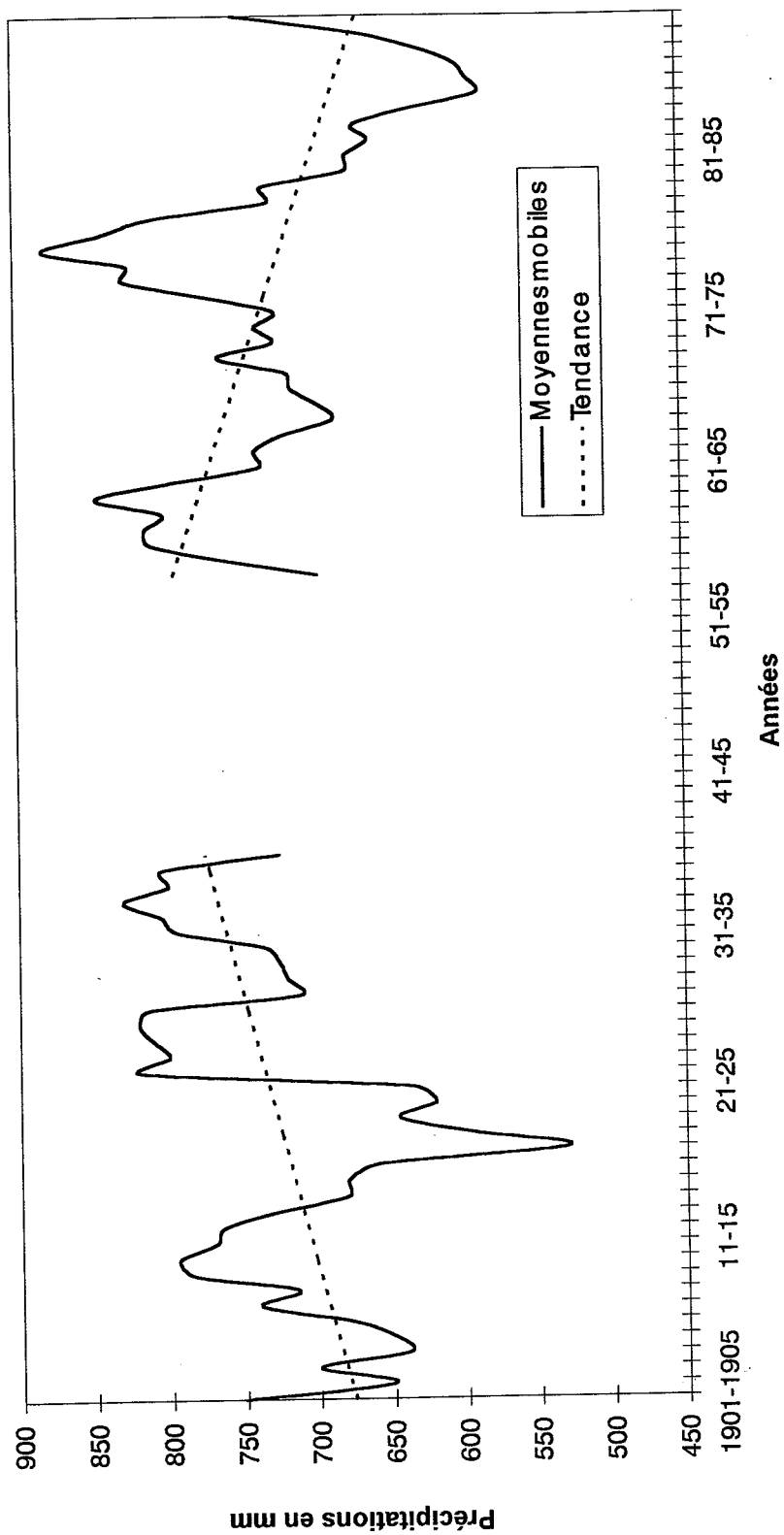


Figure 26 - Moyennes mobiles sur cinq ans à Barcelonnette.

3.4.4. Schéma pluviométrique mensuel depuis 40 ans.

L'analyse des données mensuelles, lorsqu'on ne dispose que de tableaux de statistiques, est difficile et requiert une attention certaine. C'est pourquoi on se propose de synthétiser les paramètres obtenus un tableau qualitatif mensuel.

Pour chaque mois on a sélectionné 6 paramètres représentatifs du fonctionnement et de l'évolution des profils pluviométriques mensuels depuis 41 ans exclusivement (1954-1994), à savoir la moyenne qui permet de comparer les quantités moyennes reçues chaque mois, le coefficient pluviométrique donnant une indication sur la sécheresse ou l'humidité relative, la variabilité intramensuelle représentant l'écart extrême relatif, la tendance linéaire moyenne représentée sur les graphiques de totaux mensuels en annexe D, le nombre moyen de jours de pluie et enfin les maxima recueillis en 24 h pour un mois qui dénotent une certaine intensité.

Pour toutes les variables sauf la tendance, on définit trois classes d'égale amplitude. Pour la tendance, trois classes sont calculées en fonction du coefficient de détermination de la tendance.

La légende du tableau se présente donc comme suit :

	qualificatif	représentation		qualificatif	représentation
<i>Moyenne</i>			<i>tendance</i>		
< 59,3 mm	faible	+	équation de droite : $-ax +$	baisse	+
59,3 à 73,8 mm	moyenne	++	coefficient de détermination	stabilité	++
> 73,8 mm	forte	+++	équation de droite : $ax + b$	hausse	+++
<i>coefficient pluviométrique</i>			<i>jours de pluie (> 1 mm)</i>		
< 0,95	sec	+	< 6,4 jours	faible	+
0,95 à 1,17	normal	++	6,4 à 7,7 jours	moyen	++
> 1,17	humide	+++	> 7,7 jours	fort	+++
<i>variabilité intramensuelle</i>			<i>hauteur maximale en 24 h</i>		
< 2,4	faible	+	< 50 mm	faible	+
2,4 à 3,1	moyenne	++	50 à 65,3 mm	moyen	++
> 3,1	forte	+++	> 65,3 mm	fort	+++

L'importance donnée à chaque représentation l'est par sa liaison aux risques que chaque variable peut favoriser. Ainsi plus les quantités d'eau tombées sont importantes plus elles sont difficilement assimilables par le milieu naturel.

Le tableau 27 (page suivante) est donc une représentation qualitative synthétique des mois. La somme des symboles +, ++, +++ affectés à chaque variable permet d'affecter un rang mensuel en fonction du degré de risque pluviométrique pour la période 1954-1994 et donner une idée sur les mois nécessitant une analyse plus fine.

	Moyenn e	coefficient pluviométrique	Variabilité intra- mensuelle	Tendance	jours de pluie	maximum en 24 h	Rang
Janvier	+	+	+++	+	+	+++	7
Février	+	+	++	+	+	+	9
Mars	+	+	++	+	+	+	9
Avril	+	++	++	+++	++	+	5
Mai	++	++	+	+++	+++	+	4
Juin	++	++	+	++	+++	+	5
Juillet	+	+	+	++	+	+	9
Août	+	+	+	+	+	+	12
Septembre	++	+++	+++	+++	+	+	3
Octobre	+++	+++	++	+++	++	+++	1
Novembre	+++	+++	+++	+	++	++	2
Décembre	+	+	+++	+	+	+	8

Tableau 26 - synthèse qualitative des principales variables pluviométriques mensuelles.

Conclusion :

Quatre paramètres climatiques : les vents, les phénomènes thermo-pluviométriques, les températures et les précipitations ont été caractérisés et certaines évolutions ont pu être mise en avant. Cependant il est encore possible en disposant de plus de moyens ou en retrouvant certaines données, d’approfondir l’étude des variables ou encore d’intégrer à l’analyse des paramètres comme l’ensoleillement et l’évapotranspiration qui fautes de relevés n’ont pu être étudiés.

Conclusion

Le climat est un domaine d'étude très vaste où de nombreux paramètres sont associés.

Dans un premier temps, il est évident que les observations effectuées, le sont relativement à un besoin collectif guidé par la connaissance des éléments atmosphériques. L'installation de stations de collecte est coûteuse, cependant les progrès techniques permettent au réseau de s'étoffer même si leur emplacement ne répond pas toujours aux besoins des projets de recherche actuels. Ainsi les données officielles disponibles dans le bassin de Barcelonnette sont-elles peu denses avec seulement deux stations répondant aux critères de validité de l'O.M.M et de notre étude.

Dans un second temps, il faut comprendre que les relevés et la conservation des données sont soumis aux erreurs et aux aléas duts, qui cumulés facilitent ou non l'exploitation des observations climatiques.

Il est certain qu'une couverture du bassin par une cinquantaine de pluviomètres ou plusieurs stations normalisées enregistrant plusieurs paramètres, répondrait bien mieux aux besoins qu'exige une analyse climatique complète orienté vers l'étude des risques naturels. Un tel maillage est cependant difficilement réalisable et requiert du temps.

Il faut donc exploiter au mieux les données disponibles pour aboutir à l'établissement d'une physiologie climatique représentative du secteur.

Les normales témoignent de la relative sécheresse de la cuvette de Barcelonnette, se classifiant comme une région alpine à double influence continentale et méditerranéenne. Le facteur climatique le plus ressenti est l'extrême variabilité de la pluviométrie et son profil saisonnier bien marqué. La cuvette de Barcelonnette est très sensible aux fluctuations pluviométriques inter-annuelles et intra mensuelles préfigurant des risques encourus.

L'automne est ainsi considéré comme la plus dangereuse des saisons que ce soit en terme de quantités de pluies dont la pénétration dans le sol est facilitée par une évaporation décroissante, comme en terme d'évolution avec une tendance à l'augmentation pour septembre et octobre durant ces 40 dernières années. Le printemps se démarque par sa régularité avec des pluies nombreuses mais peu denses. L'hiver généralement très sec peut parfois offrir des totaux pluviométriques mensuels très forts accompagnés de températures très en-deçà des normales. L'été enfin, chaud et sec, sans réel danger quant aux totaux pluviométriques mensuels et journaliers, peut néanmoins se distinguer par la violence de certaines averses orageuses en terme d'intensité. Cet élément constaté récemment sur les pluviogrammes de Juillet de la ferme de la Rente est à approfondir.

On peut sans faillir définir les constantes et les fréquences propres aux mécanismes atmosphériques, mais toujours dans des limites temporelles définies au préalable. Les prévisions qui peuvent en résulter sont fortement liées aux probabilités. La constatation des événements climatiques passés éclaire le chercheur sur la fréquence des événements à risque.

De nouvelles méthodes comme le Downscaling, se développent actuellement. Elles s'appuient sur des modèles informatiques intégrant de nombreux paramètres climatiques pour établir à grande échelle des prévisions quantitatives

Index bibliographique

- Balseinte R.** « *Un point de méthodologie climatique* »
revue de géographie alpine
1954, fascicule 1., p 171
- Bénévent E.** « *Le climat des Alpes françaises* »
Mémorial de l'O.M.N. de France, Paris
Chiron 1926, 436 p, thèse lettres Grenoble
- Bénévent E.** « *Du passage des dépressions barométriques secondaires à travers les Alpes françaises et leur influence sur le climat* »
revue de géographie alpine
Tome IX, 1921, p 505-519
- Bénévent E.** « *Documents sur le climat des Alpes françaises, Etude critique* »
revue de géographie alpine
Tome XIV, 1926, p 681-764
- Blanchard R.** « *Les Alpes occidentales* »
Tome V, 2d livre, p 600-607, p 682-705
- Blanchet G.** « *Régimes météo et diversité climatique dans l'espace rhône-alpin* »
revue géographique de Lyon
volume 65, p 106-117
- Douguedroit A.** « *Les gradients de température et de pression en montagne* »
revue de géographie alpine
1984, fascicule 2, p 225-240
- Dubreuil J.** « *Initiation à l'analyse hydrologique* »
Masson 1974, 215 p
- Estienne & Godard** « *Climatologie* »
Armand Collin, collection U géographie, 1990, 367p
- Evin M.** « *Les risques naturels dans un espace montagnard. La Haute, Ubaye* »
revue de géographie alpine
1990, fascicule 1, p 175,192
- Légier A.** « *Mouvements de terrain et évolution récente du relief dans la région de Barcelonnette* »
Thèse de doctorat de l'université de Grenoble, 1977, 163p.
- Maquaire O.** « *Recherche sur les mouvements de terrain de la côte du Calvados en vue de leur prévention* »
Thèse de doctorat de l'U.L.P., janvier 1990
- Meyzenq C.** « *Hautes Alpes, Ubaye, Haut Drac, Préalpes dromoises* »
Ophrys 1984, 954 p

- Pardé M.** « *Sur la crue de juin 1957* »
revue de géographie alpine
1960, fascicule 3, p 511
- Péguy CH.P.** « *Haute Durance et Ubaye* »
Arthaud 1947, 306 p
- Péguy CH.P.** « *Haute, Durance et Ubaye, Climat, végétation, eaux de glaciers* »
revue de géographie alpine
tome XXXV, 1947, p 585,735
- Ronchail J.** « *Essai de climatologie dynamique dans les Alpes françaises* »
La météorologie
6ème série, volume 26, p 57,91
- Ronchail J.** « *Exemple d'étude d'évolution du climat en Limousin* »
La météorologie
8ème série, volume 1, mars 1993
- Staron G.** « *chronologie des catastrophes pluvieuses dans le sud de la France* »
revue géographique de Lyon
volume 68, p 91,100
- Tricart J.** « *La crue de la mi-juin 1957 sur le Guil, l'Ubaye et la Cerveyrette* »
revue de géographie alpine
1958, fascicule 4, p 565

Index des tableaux

TABLEAU 1 - INDICES D'HOMOGENEITE DE LA STATION DE BARCELONNETTE	20
TABLEAU 2 - RESIDUS DE LA STATION DE BARCELONNETTE.....	22
TABLEAU 3 - CORRELATION DE LA PLUVIOMETRIE MENSUELLE DES STATIONS DE BARCELONNETTE ET JAUSIERS POUR LA PERIODE 1961-1993	25
TABLEAU 4 - MOYENNES ANNUELLES DES PRECIPITATIONS A BARCELONNETTE ET JAUSIERS.....	27
TABLEAU 5 - PARAMETRES STATISTIQUES DE DISPERSION DES DEUX STATIONS	33
TABLEAU 6 - HAUTEURS MENSUELLES MOYENNES PRECIPITEES	41
TABLEAU 7 - COEFFICIENTS PLUVIOMETRIQUES RELATIFS (1961-1994)	41
TABLEAU 8 - NOMBRE DE JOURS DE PLUIE > 1 MM A BARCELONNETTE ENTRE 1961 ET 1994.....	43
TABLEAU 9 - NOMBRE DE JOURS DE PLUIE > 1 MM A JAUSIERS ENTRE 1961 ET 1994.....	43
TABLEAU 10 - VARIABILITE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES A BARCELONNETTE ET JAUSIERS	44
TABLEAU 11 - FREQUENCE BRUTE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES A BARCELONNETTE (1961-1994).....	46
TABLEAU 12 - FREQUENCE BRUTE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES (JAUSIERS 1961-1994).....	46
TABLEAU 13 - FREQUENCE RELATIVE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES A BARCELONNETTE (1961-1994).....	47
TABLEAU 14 - FREQUENCE RELATIVE DES PRECIPITATIONS MENSUELLES A BARCELONNETTE (1961-1994).....	47
TABLEAU 15 - FREQUENCES MENSUELLES AU DEPASSEMENT D'UNE PLUIE A BARCELONNETTE ET JAUSIERS POUR LA PERIODE 1961-1994	48
TABLEAU 16 - VARIABILITE MENSUELLE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIE A HAUTEURS DONNEES A BARCELONNETTE POUR LA PERIODE 1954-1994	50
TABLEAU 17 - NOMBRE DE JOURS DE PLUIE CONSECUTIFS AU SEUIL DE 1 MM A BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994	52
TABLEAU 18 - NOMBRE DE JOURS DE PLUIE CONSECUTIFS AU SEUIL DE 10 MM A BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994	52
TABLEAU 19 - INTENSITE MEDIANES ET MAXIMALES RELEVES POUR N JOURS DE PLUIE CONSECUTIFS A BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994.....	53
TABLEAU 20 - FREQUENCES DES MAXIMA MENSUELS A JAUSIERS ENTRE 1961 ET 1994	54

TABLEAU 21 - REGIME THERMIQUE DES EXTREMA A BARCELONNETTE ENTRE 1961 ET 1994	55
TABLEAU 22 - REGIME THERMIQUE MOYEN	57
TABLEAU 23 - VARIABILITE THERMIQUE MENSUELLE	58
TABLEAU 24 - TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS DE QUELQUES STATIONS DE L'UBAYE	71
TABLEAU 25 - FREQUENCE DES GRADIENT D'AUTOMNE 94 ENTRE BARCELONNETTE ET LA FERME DE LA RENTE	73
TABLEAU 26 - SYNTHESE QUALITATIVE DES PRINCIPALES VARIABLES PLUVIOMETRIQUES MENSUELLES.....	76

Index des figures

FIGURE 1 - COURBE HYSOMETRIQUE DU BASSIN DE BARCELONNETTE.....	5
FIGURE 2 - LA MOYENNE UBAYE DANS SON CONTEXTE REGIONAL.....	6
FIGURE 3 - VUE D'OUEST EN 3 DIMENSIONS DE LA CUVETTE DE BARCELONNETTE	7
FIGURE 4 - CUMUL DES PRECIPITATIONS DES STATIONS DE BARCELONNETTE ET JAUSIERS POUR LA PERIODE 1961-1994 (SAUF 1982)	19
FIGURE 5 - INDICES D'HOMOGENEITE RI ET P	21
FIGURE 6 - CONTROLE DE LA SERIE DE BARCELONNETTE PAR CELLE DE JAUSIERS POUR LA PERIODE 1961-1994 (SAUF 1982) PAR LA METHODE DES ECARTS CUMULES.	23
FIGURE 7 - VARIATION DES NORMALES POUR LE POSTE DE BARCELONNETTE	28
FIGURE 8 - MOYENNES MOBILES SUR 3 ANS - BARCELONNETTE ET JAUSIERS ENTRE 1961 ET 1994 ..	31
FIGURE 9 - MOYENNES MOBILES SUR 10 ANS BARCELONNETTE ET JAUSIERS ENTRE 1961 ET 1994...	32
FIGURE 10 - FREQUENCE AU DEPASSEMENT D'UNE PLUIE ANNUELLE A BARCELONNETTE ET A JAUSIERS	35
FIGURE 11 - VARIATION ANNUELLE DES PRECIPITATIONS A BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994. ..	36
FIGURE 12 - VARIATION ANNUELLE DES PRECIPITATIONS A JAUSIERS ENTRE 1961 ET 1994	37
FIGURE 13 - FREQUENCES RELATIVES ET CUMULEES DE LA PLUIE ANNUELLE DE LA STATION DE BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994.	38
FIGURE 14 - FREQUENCES RELATIVES ET CUMULEES DE LA PLUIE ANNUELLE DE LA STATION DE JAUSIERS ENTRE 1954 ET 1994.....	38

FIGURE 15 -AJUSTEMENT DE LA LOI DE GAUSS AUX PRECIPITATIONS ANNUELLES RECUEILLIES A BARCELONNETTE	39
FIGURE 16 -AJUSTEMENT DE LA LOI DE GAUSS AUX PRECIPITATIONS ANNUELLES RECUEILLIES A JAUSIERS.....	40
FIGURE 17 - COEFFICIENTS PLUVIOMETRIQUES SAISONNIERS	42
FIGURE 18 -DIAGRAMME DE DISTRIBUTION DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES DE SEPTEMBRE A BARCELONNETTE (1961-1994)	49
FIGURE 19 - VARIATION SAISONIERE MOYENNE DU NOMBRE DE JOURS DE PLUIE A HAUTEURS DONNEES A BARCELONNETTE ENTRE 1954 ET 1994	51
FIGURE 20 - REGIMES DES EXTREMES THERMIQUES	56
FIGURE 21 -INDICES D'ARIDITE MENSUELS	63
FIGURE 22 -MOYENNES MENSUELLES DU NOMBRE DE JOURS DE NEIGE ENTRE 1961 ET 1994	65
FIGURE 23 - DIFFERENCE ENTRE LES TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLE DE LA PERIODE 1878-1916 ET CELLES DE LA PERIODE 1961-1994 A BARCELONNETTE.....	67
FIGURE 24 - DIFFERENCE ENTRE LES AMPLITUDES MOYENNES DE LA PERIODE 1946-1975 ET CELLES DE LA PERIODE 1976-1994 A BARCELONNETTE;	68
FIGURE 25 - DIFFERENCES ENTRE LES HAUTEURS DE PLUIE RECUEILLIES A LA RENTE ET CELLES DE BARCELONNETTE EN AUTOMNE 94.....	72
FIGURE 26 - MOYENNES MOBILES SUR CINQ ANS A BARCELONNETTE.....	74

ANNEXES

- Annexe A : Totaux pluviométriques annuels reconstitués
Barcelonnette (1954-1994) et Jausiers (1961-1994)
- Annexe B : Totaux pluviométriques mensuels reconstitués
Barcelonnette (1954-1994) et Jausiers (1961-1994)
- Annexe C : Diagrammes mensuels de distribution des totaux pluviométriques
à Barcelonnette entre 1961 et 1994
- Annexe D : Hauteurs de pluie et tendances mensuelles à Barcelonnette
entre 1954 et 1994
- Annexe E : Données journalières des pluies d'automne 1994
pour la ferme de la Rente, Barcelonnette et Jausiers

ANNEXE A

totaux pluviométriques annuels reconstitués

Barcelonnette (1954 -1994)

Jausiers (1961-1994)

Totaux pluviométriques annuels (en mm)

Années	Barcelonnette	Jausiers
1954	532.9	-
1955	826.1	-
1956	625	-
1957	690.6	-
1958	807.8	-
1959	849.7	-
1960	1074.8	-
1961	642.4	599.2
1962	636.5	502.1
1963	1027.6	929
1964	608.4	613.1
1965	763	638.5
1966	658.8	715.8
1967	544.5	454.8
1968	850.8	797.6
1969	658.3	633.2
1970	855.2	869.2
1971	676.5	683.7
1972	772.2	684.7
1973	666.9	733.1
1974	716	483.4
1975	794.5	538.7
1976	920.9	800
1977	1032.3	1027.4
1978	657.9	681.2
1979	994.9	959
1980	601.4	535.1
1981	745.9	794.8
1982	640.7	567.1
1983	678.7	585.4
1984	710.6	654.6
1985	596.3	530
1986	670.5	597.4
1987	688.9	709.7
1988	497.1	472.5
1989	475.9	424.5
1990	628.9	702.9
1991	718.8	750.5
1992	821.5	792.5
1993	724.4	757
1994	857.8	845.7
Les valeurs reconstituées sont en gras		

ANNEXE B

Totaux pluviométriques mensuels reconstitués

Barcelonnette (1954 - 1994)

Jausiers (1961 - 1994)

Totaux pluviométriques mensuels à Barcelonnette (en mm)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1954	23.6	31.8	30.5	31.3	42.9	49.7	28.2	96	47.2	39.6	100.6	11.5
1955	169.9	131.2	38.7	2.3	48.3	121.5	35.1	58.1	22.7	110.4	33.2	54.7
1956	55.4	0	21.8	116.3	56.5	46.5	79.1	71	116.1	27.2	25.5	9.6
1957	29.3	103.9	43.8	27	47.4	105.3	24.8	61.7	3.2	26.6	92.3	125.3
1958	45.2	40.2	54.7	42	66.1	86	66	64.7	86	95.7	8.2	153
1959	55.6	0	138.9	96.7	26.8	38.3	72.4	41.3	50.5	140.2	103.2	85.8
1960	113.2	97.1	76.6	15.3	19	61.4	48.1	56.2	155.8	278	97.6	56.5
1961	69.3	31.2	0	97.5	60.3	46.4	19.7	26.4	61.6	71.6	97	61.4
1962	76.2	28	114.2	67.2	29	47.1	3.4	11.8	71.3	65.5	57.1	65.7
1963	77	58.8	108.5	69.8	33.7	91.5	93.7	69.4	73.8	31.9	277	42.5
1964	1.1	40.9	111.8	68.5	21.9	80.7	52.7	40	63.5	76.4	24.4	26.5
1965	36.4	0.6	95.4	7.6	68.2	62	69.9	53.6	117.5	13	137	101.8
1966	46.5	94.1	11.6	67.8	51.8	26.1	30	40.7	25	128.1	91.6	45.5
1967	12.2	40.7	44.4	15.4	65.8	44	28.4	67.2	28	23.8	154.8	19.8
1968	28.2	86.9	12.1	40.6	105.4	75.5	24.7	90.7	131.4	54.5	146.9	53.9
1969	59.7	81.8	45	46.5	54.1	60.6	63.6	47.7	80.6	0	102.5	16.2
1970	165.2	45.1	58.4	29.1	52.6	86	27.4	32.8	47.9	93.2	185.5	32
1971	53.9	13.6	140	53.1	73.8	124.5	16.1	31	18.9	9.4	134.2	8
1972	19.2	99.9	47.8	52.7	45.8	133.2	70.9	40.4	38.6	153.7	32.7	37.3
1973	38.2	26.8	0	71.5	110.3	38.2	84.4	59.2	62.2	78.8	39.3	58
1974	51.9	87.2	29.5	52.6	65.8	112.9	22.9	42.5	133.7	55.1	43.6	18.3
1975	47.2	8.5	68.6	69.1	97.1	39.1	97.2	70.7	134.6	18.4	120.2	23.8
1976	10	58	53	27.2	19.1	89.7	69.3	103.9	134.8	140.7	104.5	110.7
1977	126.8	0	58.4	80.5	96.1	81.8	93.4	116.1	18	201.2	49.8	110.2
1978	173.7	98.2	51.1	43.3	17.9	83.8	47.6	21.5	6	10.1	1.4	103.3
1979	174.6	75	114.6	32.8	41	57.6	13.7	44.3	32.8	260	36.6	111.9
1980	66.4	20.8	53.2	5.5	66	41.7	70.2	37.6	41.4	124.9	69	4.7
1981	33.3	4	57.4	47.9	82.4	81.6	57.8	40	93.6	41	2.5	204.4
1982	22.4	24.5	33.1	15.1	41.1	45.6	43.6	37.9	70.8	85.3	145.5	75.8
1983	3.1	39.7	62	134.6	151.8	43.7	4.4	62.4	31.6	36.4	24.6	84.4
1984	79	21.7	84.6	18.9	126	96.5	13.5	52.4	67.6	72.1	47.6	30.7
1985	95.2	43.9	48.4	32.4	77.3	62.9	6.1	92.9	2.1	7.5	74.9	52.7
1986	93.6	57.5	23.9	159.7	29.6	29	73.1	43.4	93.8	25.2	24.3	17.4
1987	20.5	36.5	24.3	92.6	32.4	60.7	104.5	54	23.4	179.5	31.7	28.8
1988	29	29	42.8	38.5	58.5	67.3	10.3	41.8	20.5	125.9	18.3	15.2
1989	6.8	46.3	32	156.1	28.9	55.1	28.5	9.6	25.5	9.7	25	52.4
1990	24.1	115	27.9	40.1	26.3	30.6	14.3	39	53.4	184.8	36.4	37
1991	33.1	42.2	114.3	31.6	28.8	21.3	24.2	33	167.6	120.6	97.4	4.7
1992	23.9	11.7	40.4	61.3	81.7	137.2	53.5	51.6	76.9	162.2	61.7	59.4
1993	0.5	0	14.3	82.9	72	71.9	64.6	46.9	123.3	177.3	11.1	59.6
1994	85.8	55.4	1	63.5	52.6	82.7	37.4	37.3	234.1	62	117	29

totaux pluviométriques mensuels à Jausiers
(en mm)

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1961	48.8	18.7	0	93.7	62.3	62.5	18.1	56.2	43.4	83.4	59.4	52.7
1962	56.8	9.5	95.4	45.8	30.2	38.2	4.6	9.9	31.4	46.1	83.7	50.5
1963	60.8	53.6	94.2	72.3	29	72	95.4	88.8	67.9	27.5	235.5	32
1964	0	25	114.5	91.7	33.4	86.7	50	35.5	52.4	71.1	24	28.8
1965	30.8	0	65.8	12.3	41.6	45.3	55.7	55.4	99.2	11.3	112.9	108.2
1966	51.4	73.7	17.1	68.6	54.6	35.7	39.2	58.5	64.1	119.7	77.2	56
1967	10.4	43.5	26.8	19.9	61.2	36	24.3	44.8	16	20	132.1	19.8
1968	40.1	83.8	11.7	47.6	117.2	63	29.5	80.3	99.8	46.7	125.5	52.4
1969	46.3	68.9	52.1	47.5	45.8	54	49.6	42.6	76.7	0	131.7	18
1970	123.9	68.5	66.1	32	60.2	60.4	52.2	66.6	42.4	91.2	147.8	57.9
1971	67.7	10.9	121	85.2	83.4	83.7	47.9	38	13.1	9.5	120.1	3.2
1972	15.2	103.7	44.1	41	45.6	109.8	68.3	34.9	23.5	124.6	41.5	32.5
1973	27.9	26.8	0.8	104.2	111.1	52.5	84.1	64	65.9	98.4	35.2	62.2
1974	37.8	69.3	6.4	22.3	62.5	75.6	9.5	27.9	84.2	35.1	48.9	3.9
1975	27.5	22.2	80.2	43.9	78.3	11.6	23.4	46.8	91.3	14.6	87.1	11.8
1976	8.2	24.8	37.3	42.8	25.9	63.5	66	71.8	123.5	134.5	93.9	107.8
1977	117.7	88.7	56.1	74.8	110.3	86.6	78.2	110.4	10.1	210.6	10.1	73.8
1978	144.6	79.7	47.8	42.3	95.3	72.4	55	17.8	7.5	12.3	9.3	97.2
1979	193.2	70.9	106.8	25.8	57.1	54.2	14.3	34.1	30.1	246.9	29.7	95.9
1980	62.4	9.5	51.7	2.6	52.5	41.5	53.8	33.5	46	103.8	74	3.8
1981	43.2	26.9	96.2	70.4	80.8	76.2	61.2	15.8	83.9	35.8	2	202.4
1982	16.3	20.7	27.3	5.7	38.1	40	40.7	33.3	62	79.7	130.8	72.5
1983	1.6	43.8	50.3	102.1	135.2	49	15.8	38.6	37.3	38	20	53.7
1984	63	30.3	67.4	9.1	119.5	68.2	1.4	64.6	71.6	80.1	42.8	36.6
1985	57.7	29.9	37.3	29.7	90.9	65.9	5.4	74.5	1.3	2.8	95.8	38.8
1986	97.5	50.5	9.2	153.6	38.8	37	74.6	41.4	66.9	2.5	12.3	13.1
1987	29	37.7	30.1	121.9	26.1	76	85.8	58.3	16.1	143.7	46.4	38.6
1988	22	29.9	62	32.6	65.2	56.1	17	37.6	20.6	118.6	7.5	3.4
1989	4.8	51.7	19.9	152.9	18	41	28.1	7.4	13.9	10.5	20	56.3
1990	27	92.6	23.9	122.3	37.4	38.2	15.3	54.9	40.9	165.7	39.8	44.9
1991	29.5	45.4	154.8	26.9	24.1	73.8	28.1	20.5	142.4	114.9	85.3	4.8
1992	23.8	14	31.6	53.4	35.5	129.2	46.6	53.9	109.2	183.3	58.3	53.7
1993	0.6	1.3	28	117.5	61.6	52.3	63.4	60.6	132.2	159.6	10.5	69.4
1994	75.9	56.6	0	54.8	82.2	86.7	39.3	30.4	227.2	44.3	119	29.3

ANNEXE C

**Diagrammes mensuels de distribution des totaux pluviométriques à
Barcelonnette entre 1961 et 1994**

Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de janvier à Barcelonnette
(1961-1994)

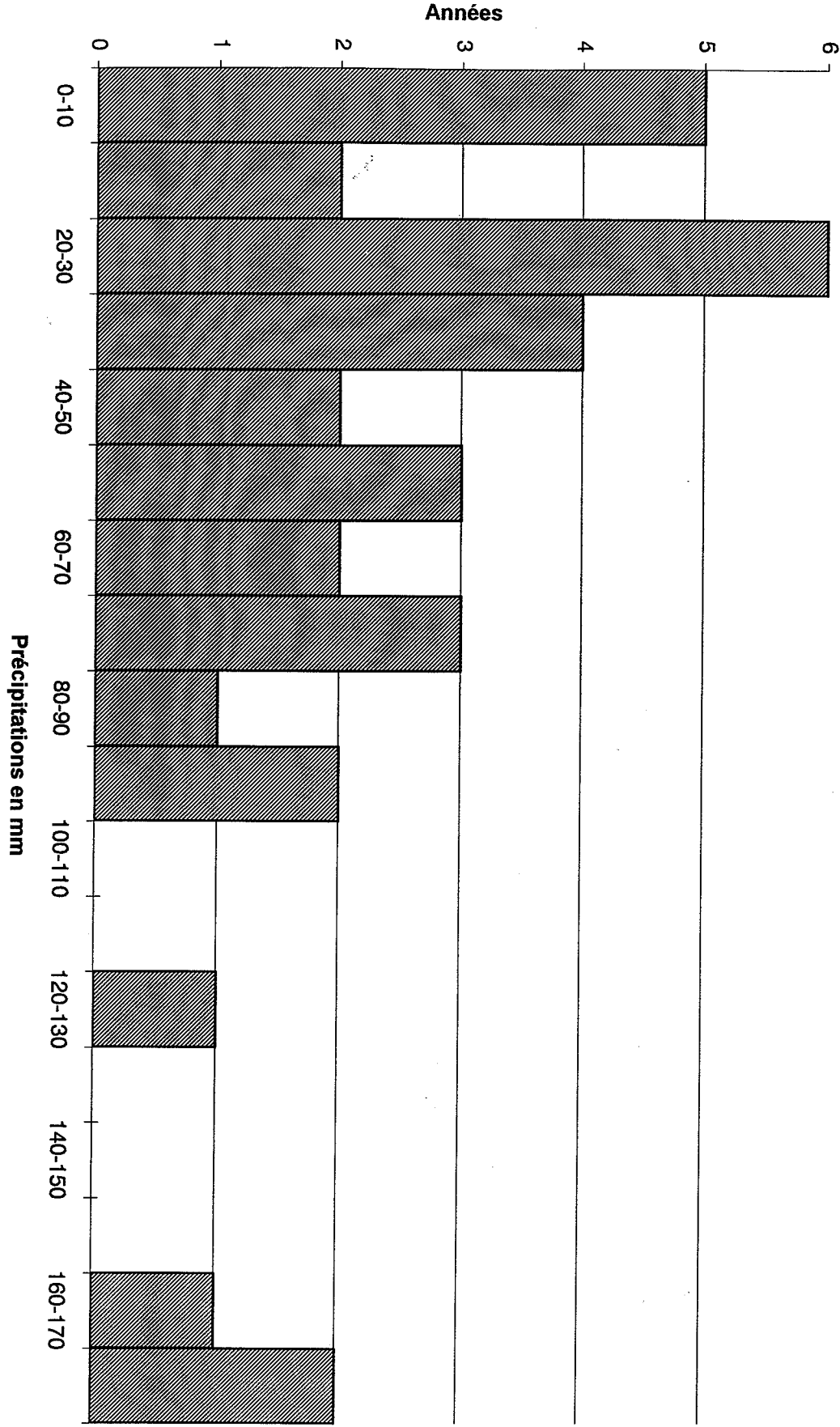


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de février à Barcelonnette (1961-1994)

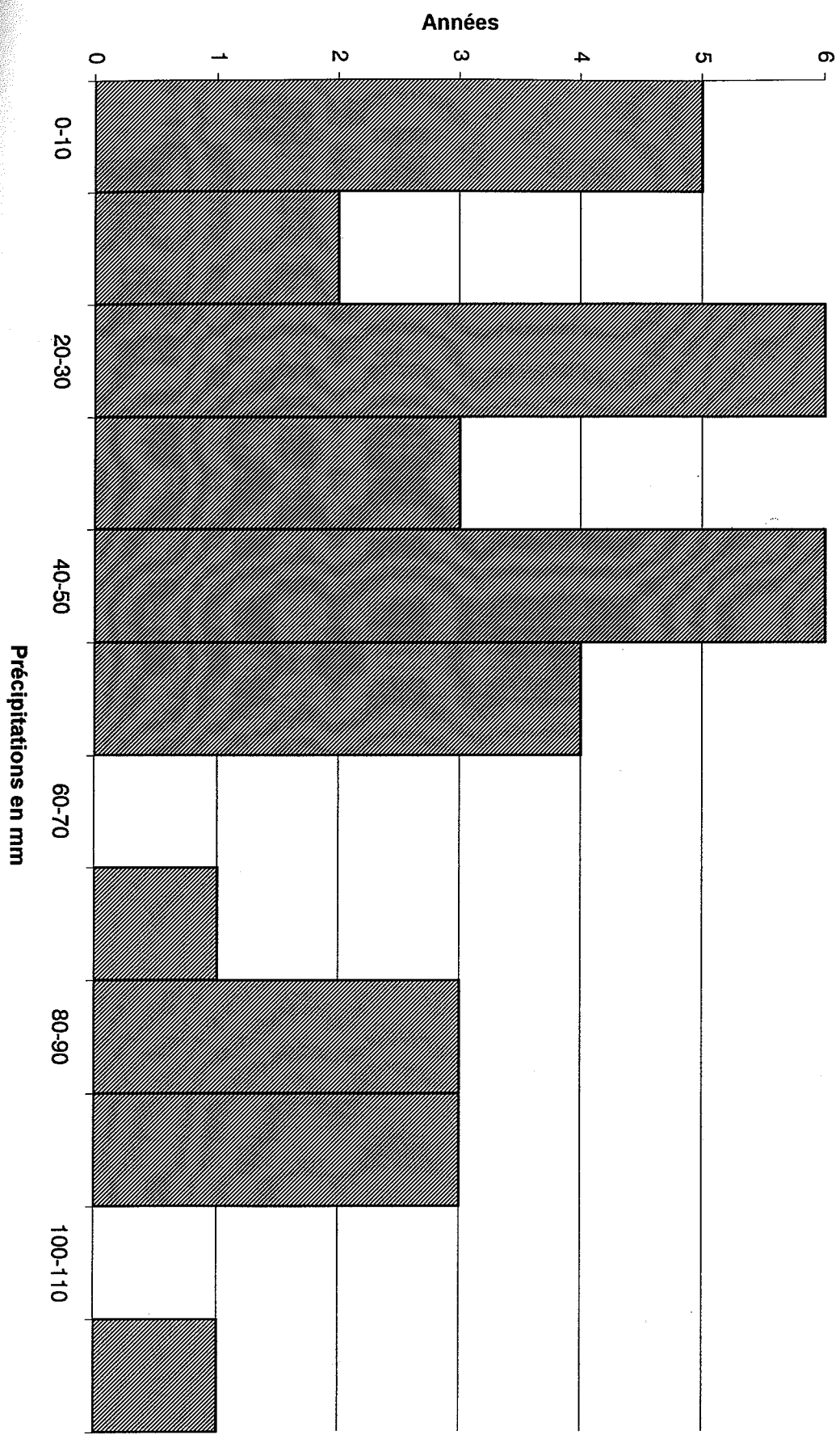
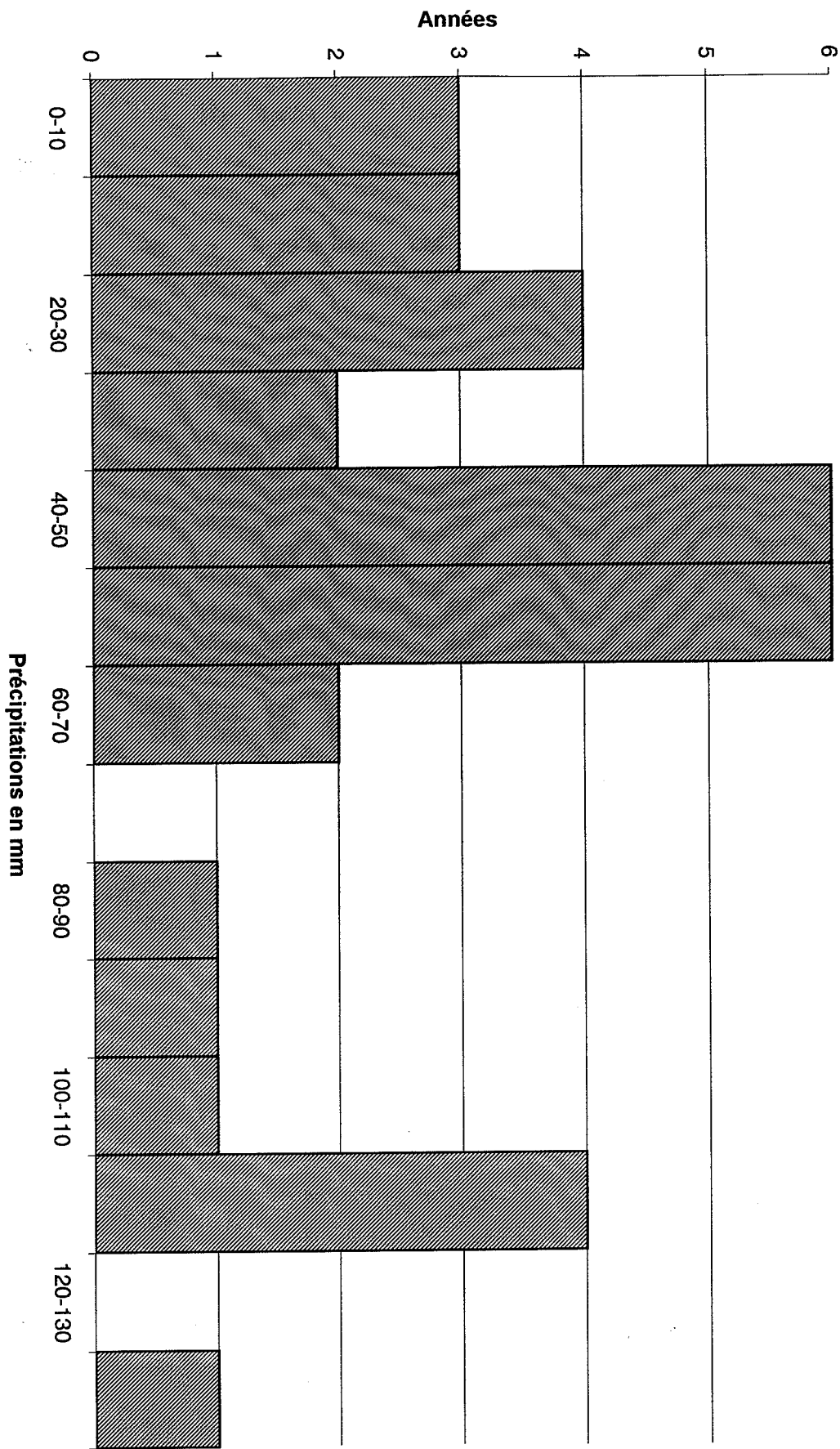
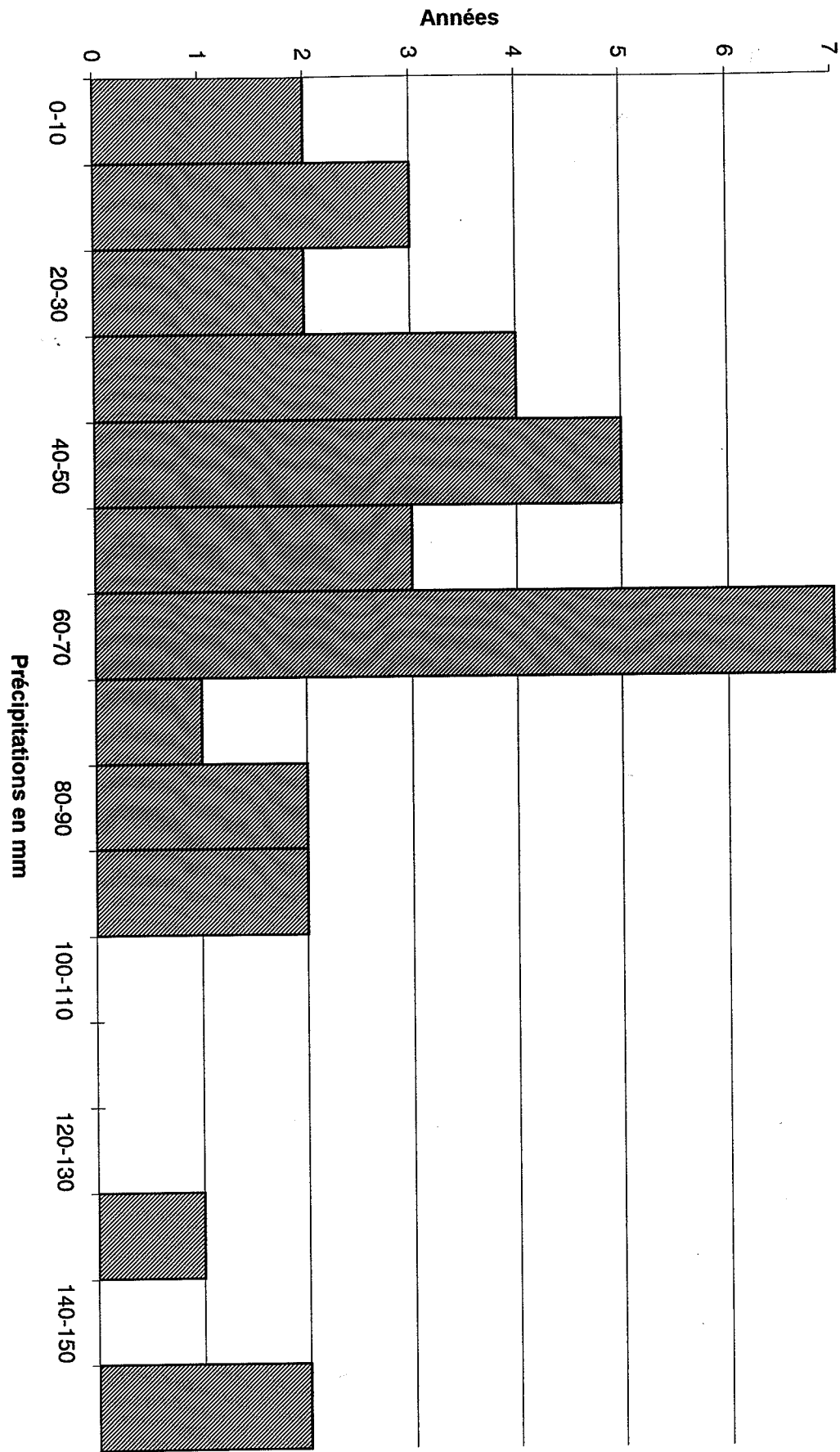


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de mars à Barcelonnette (1961-1994)



**Diagramme de distribution des totaux pluviométriques d'avril à Barcelonnette
(1961-1994)**



**Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de mai à Barcelonnette
(1961-1994)**

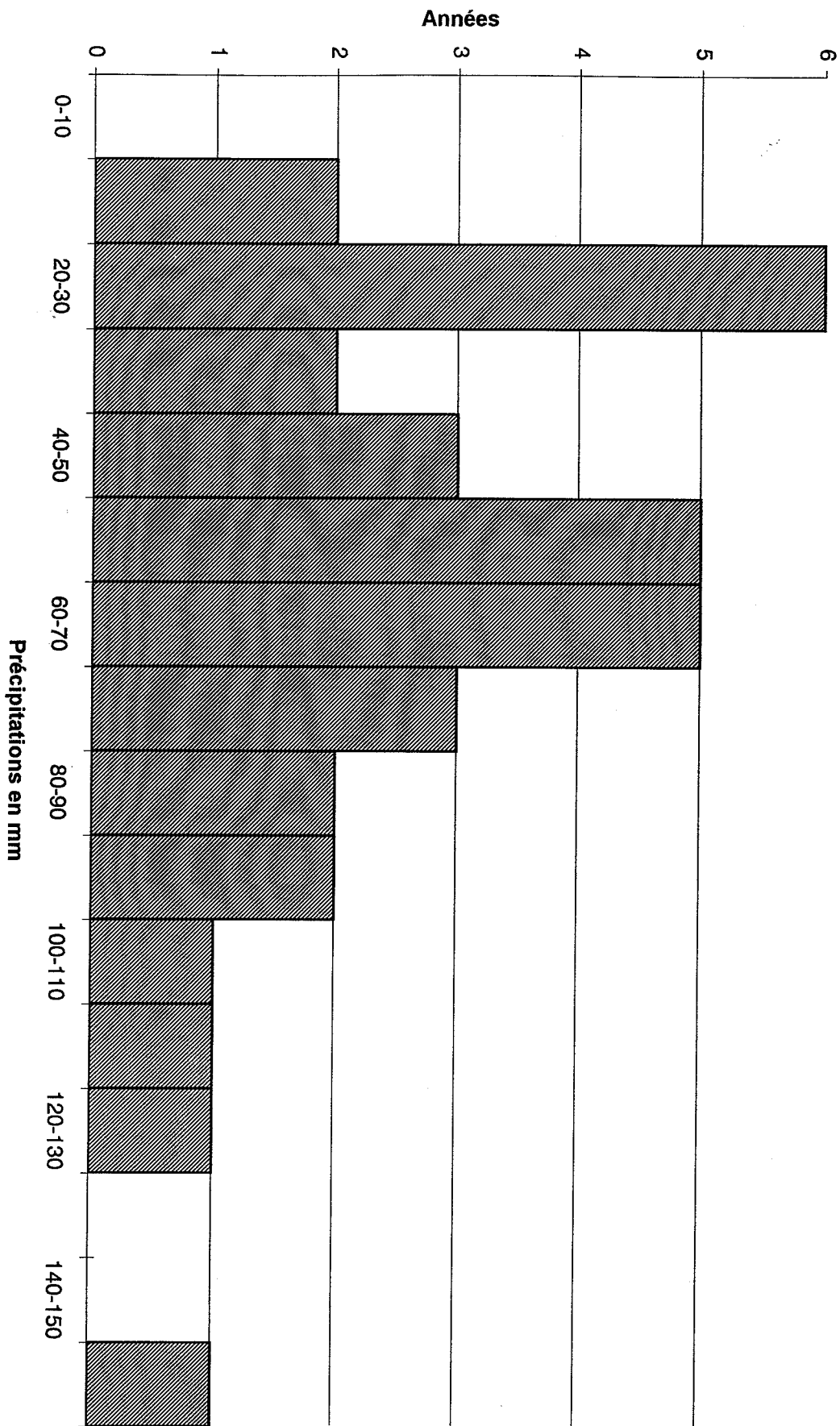


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de juin à Barcelonnette
(1961-1994)

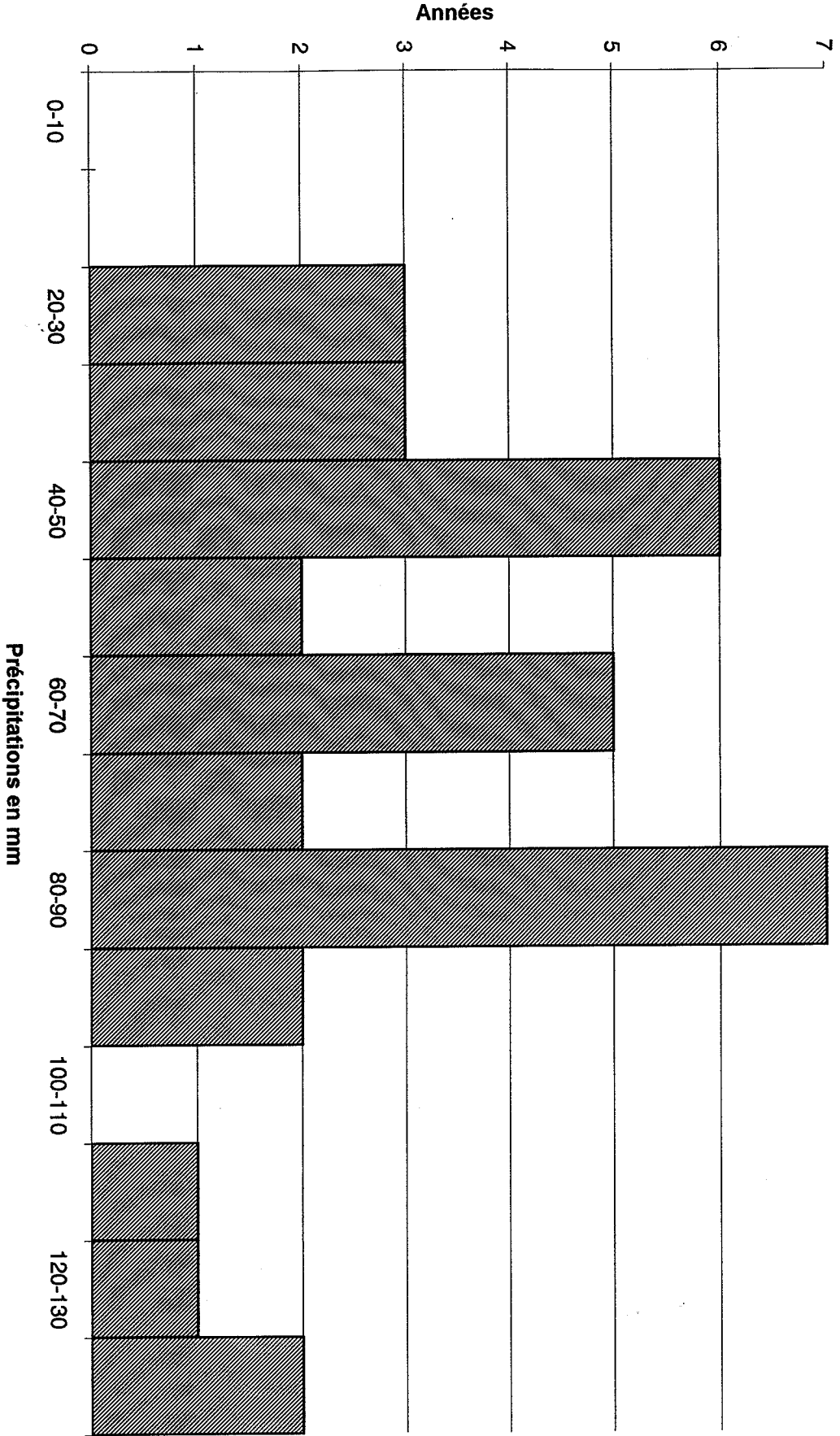


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de juillet à Barcelonnette (1961-1994)

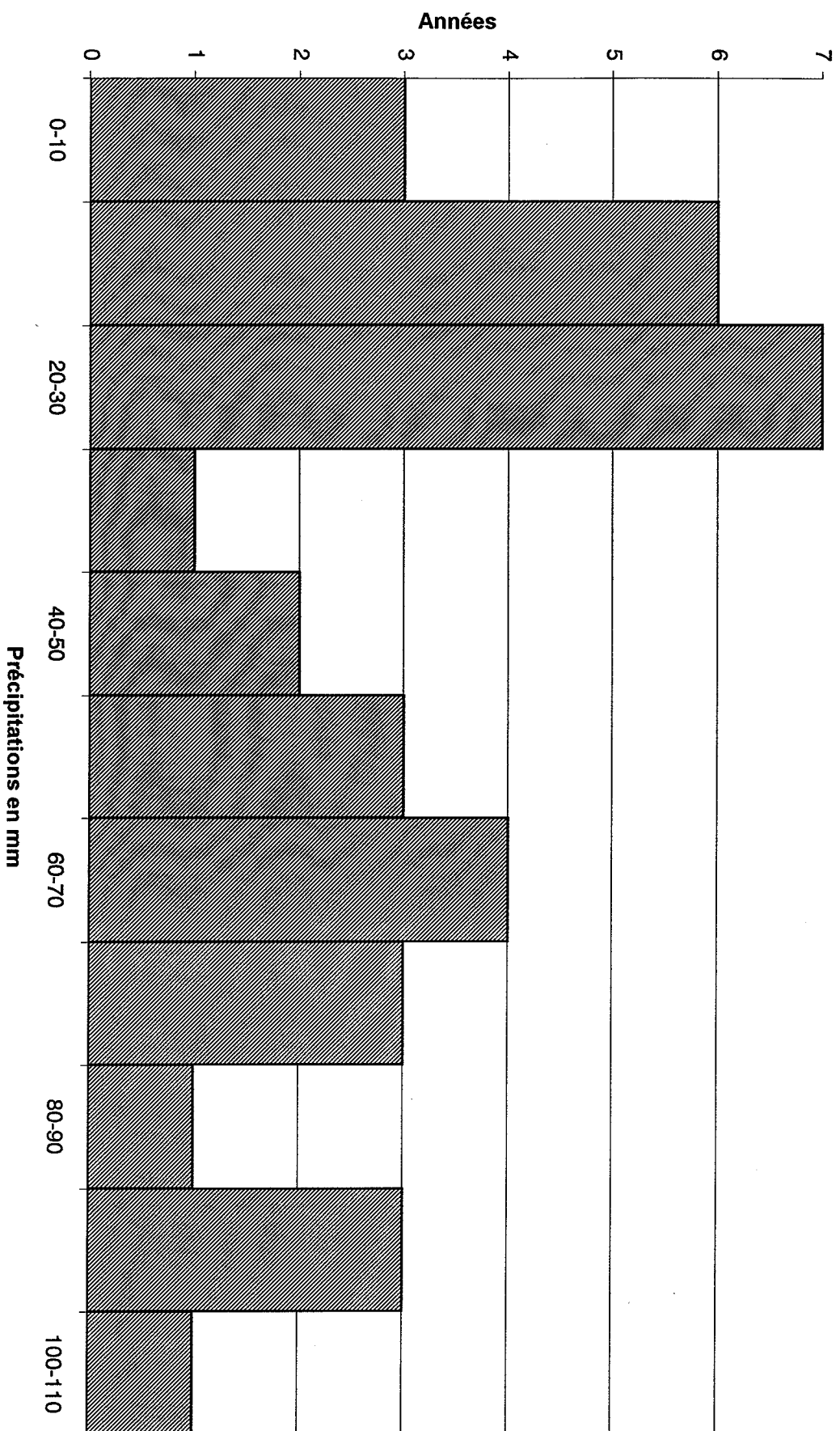


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques d'août à Barcelonnette
(1961-1994)

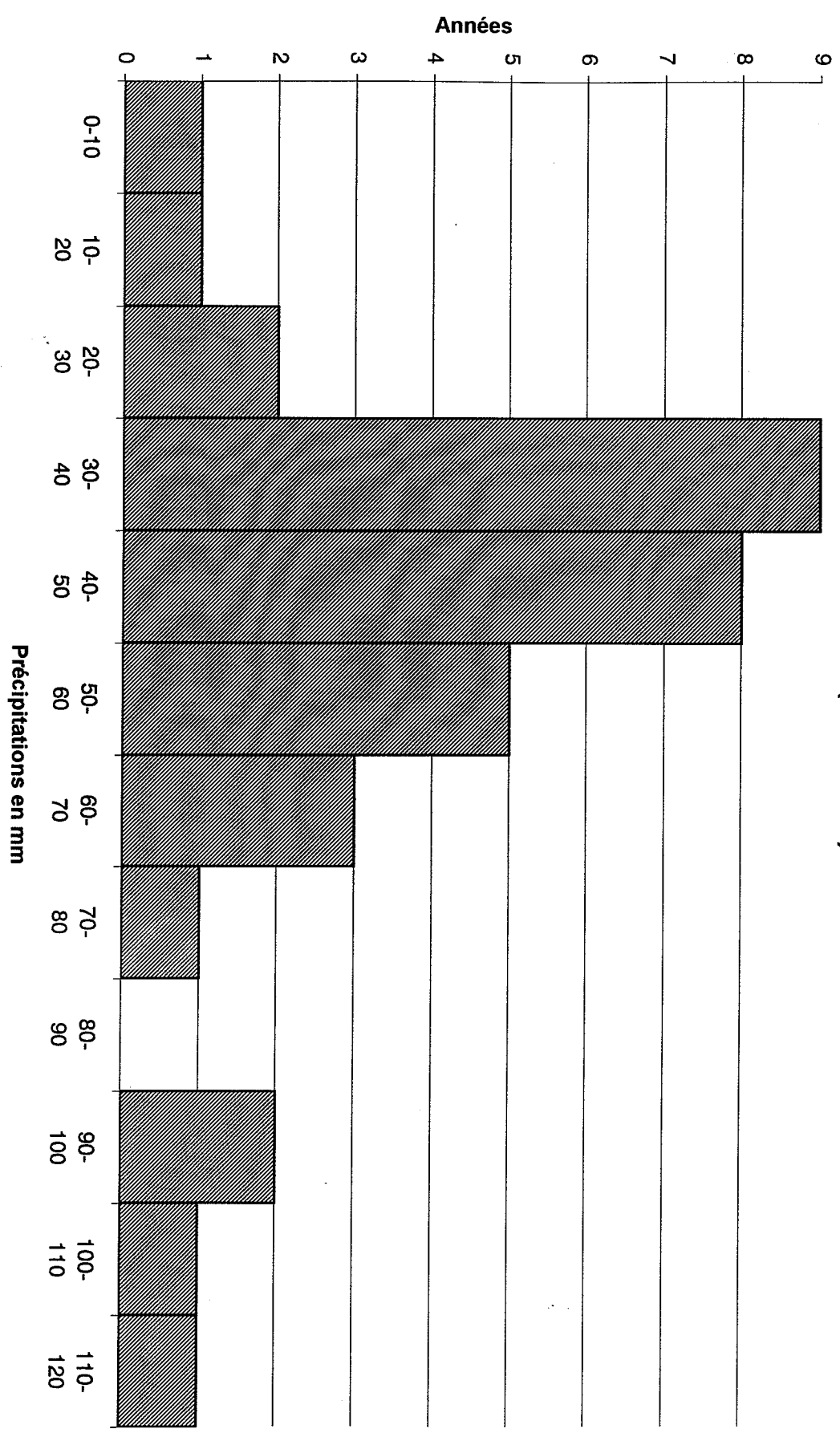


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques d'octobre à Barcelonnette (1961-1994)

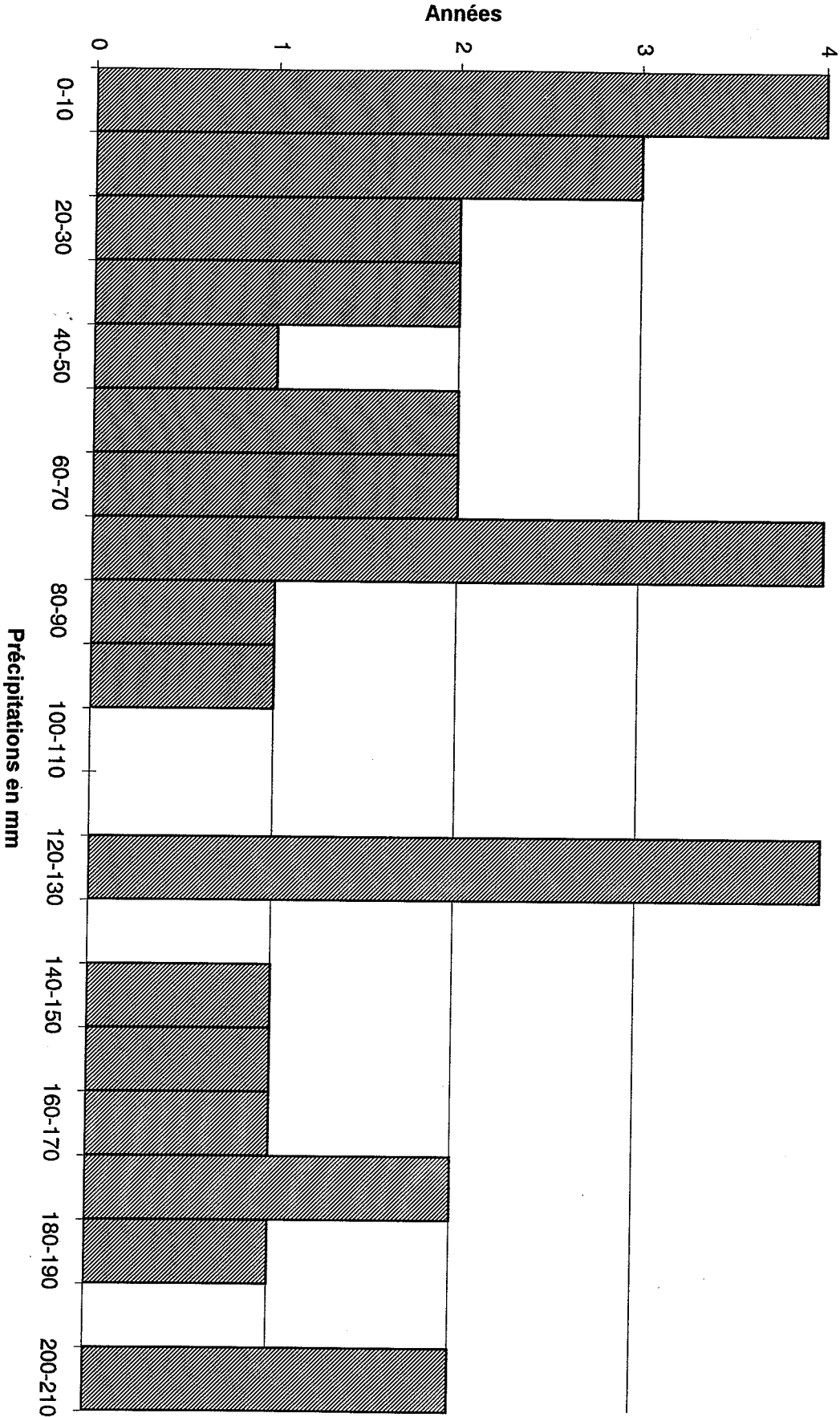


Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de novembre à Barcelonnette (1961-1994)

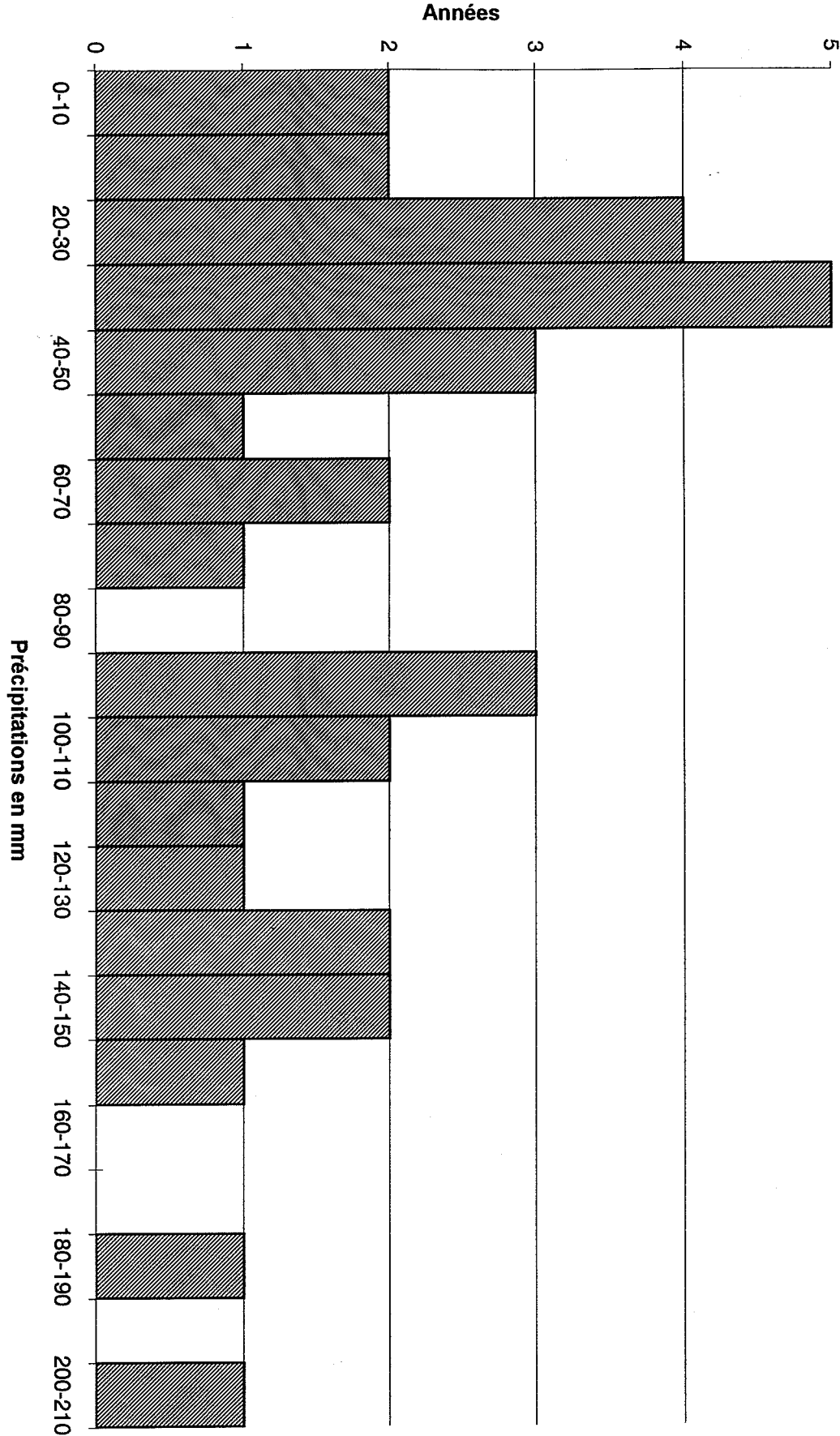
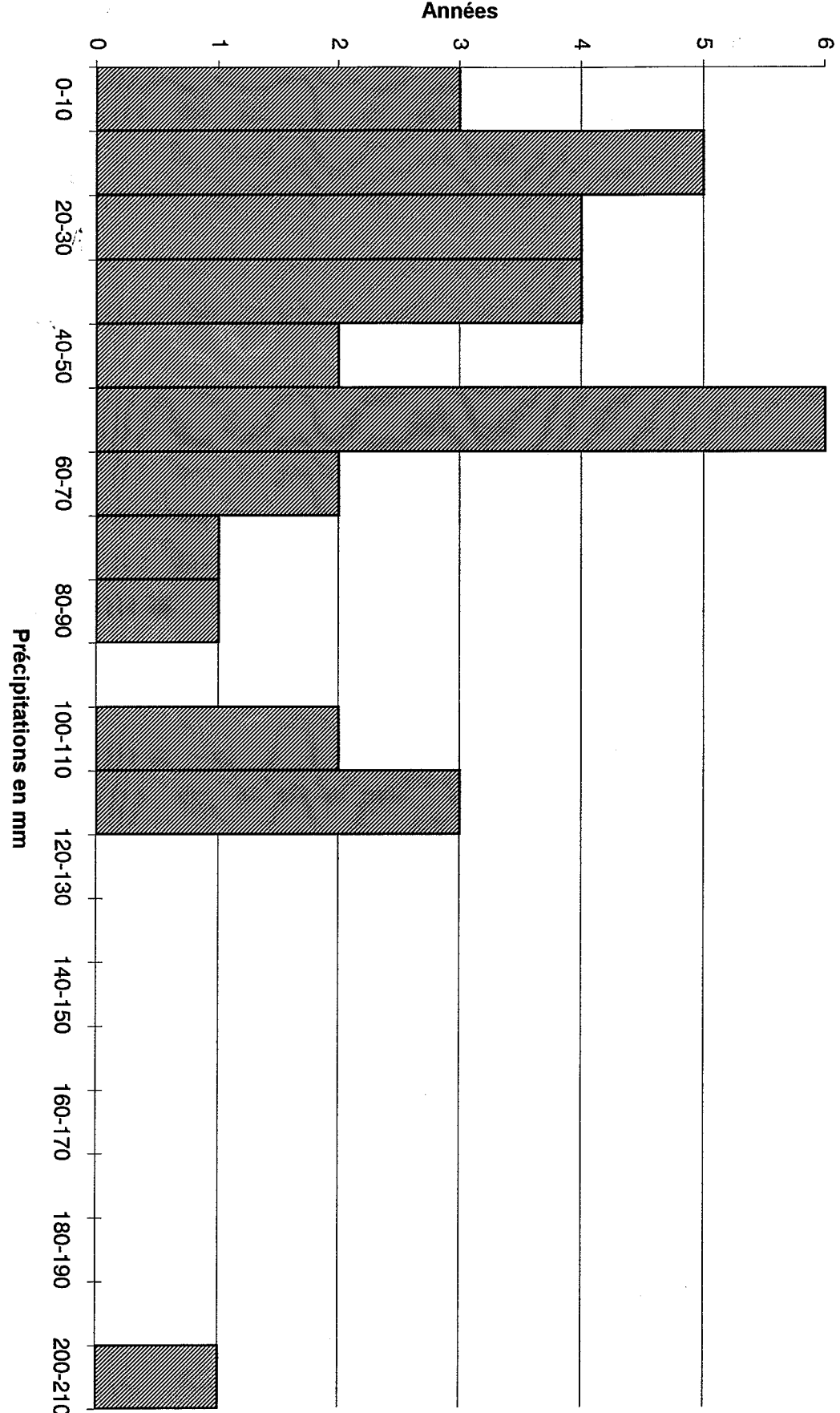


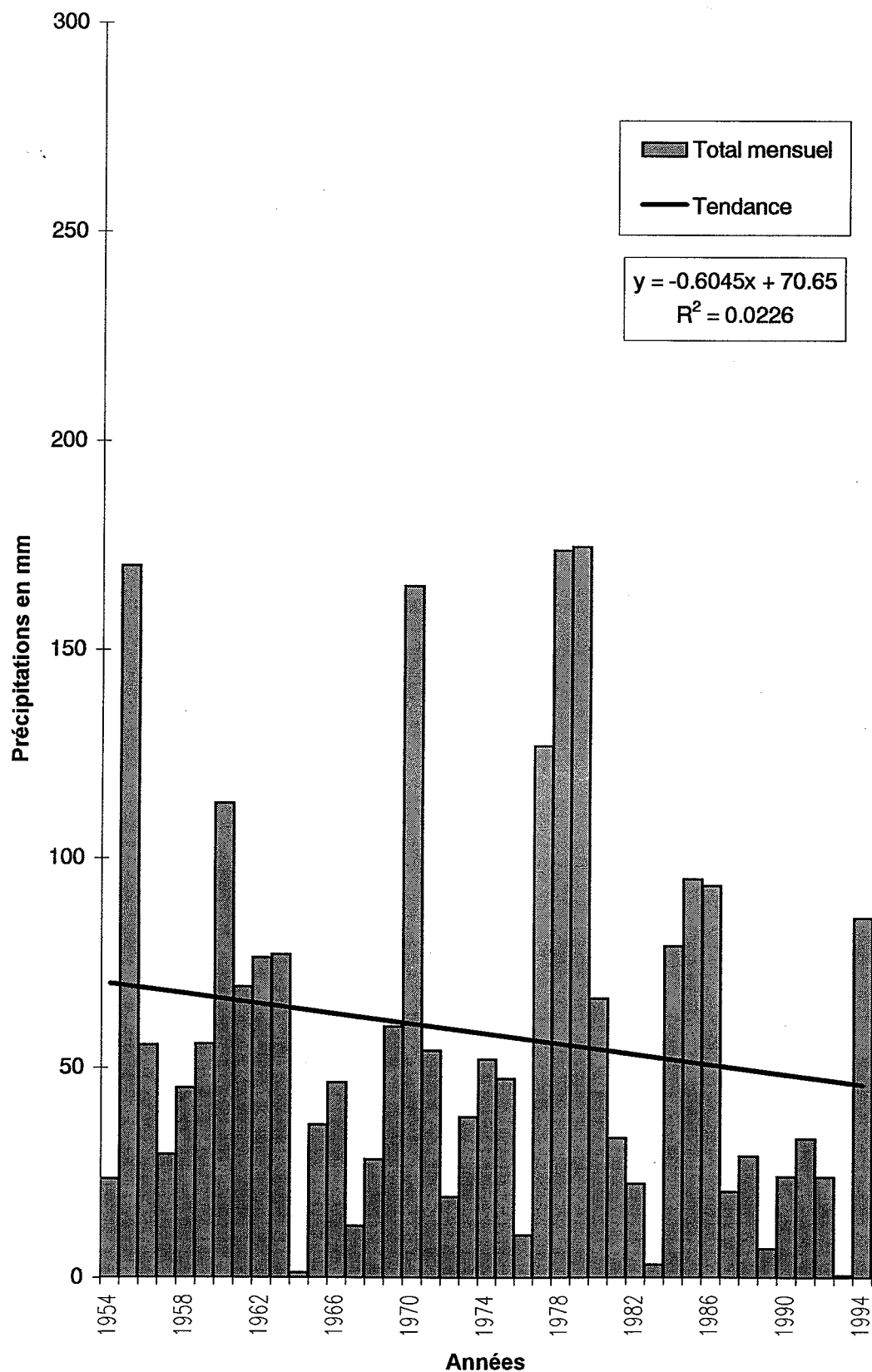
Diagramme de distribution des totaux pluviométriques de décembre à Barcelonnette (1961-1994)



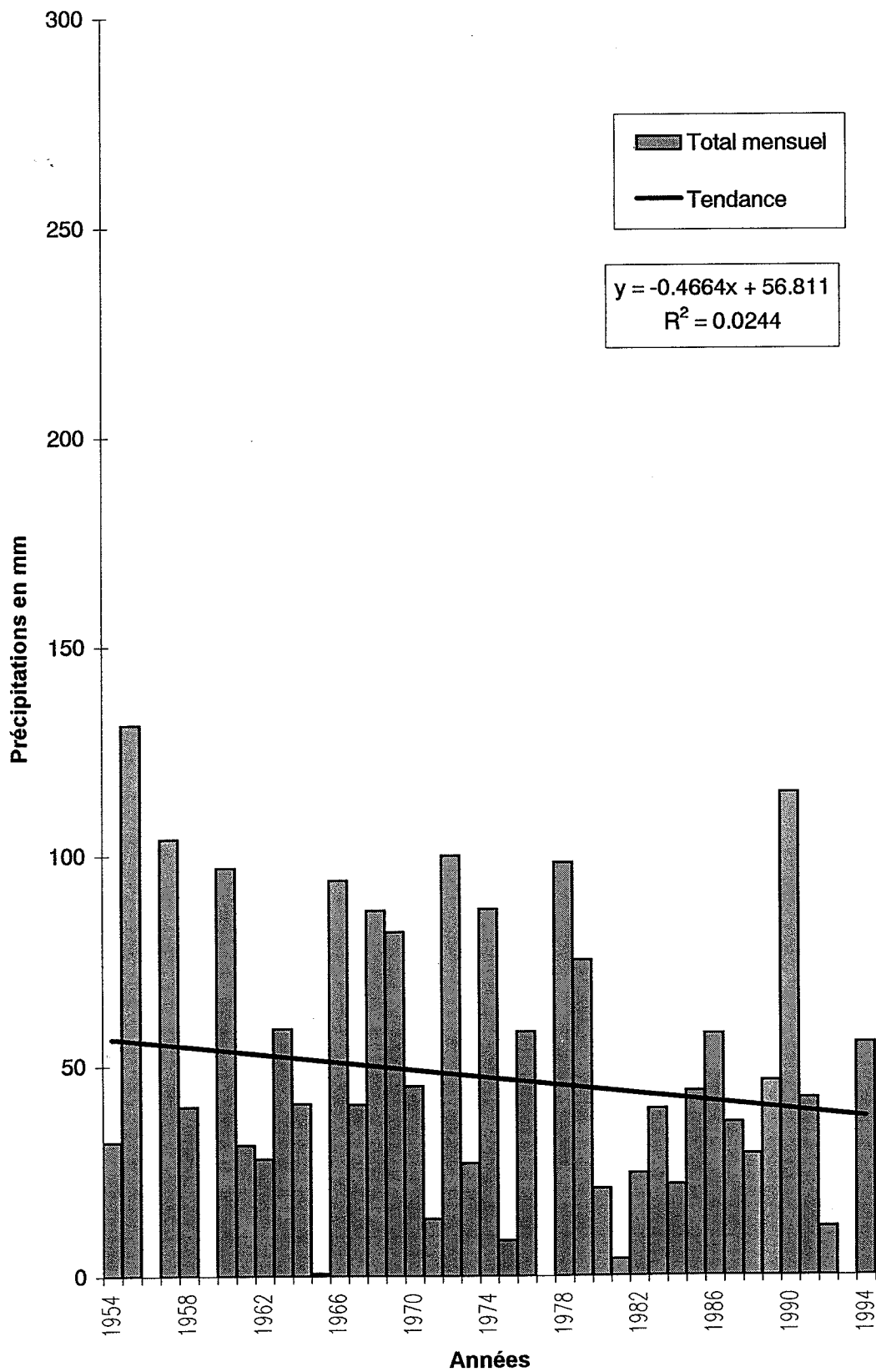
ANNEXE D

Hauteurs et tendances mensuelles des pluies à Barcelonnette
entre 1954 et 1994

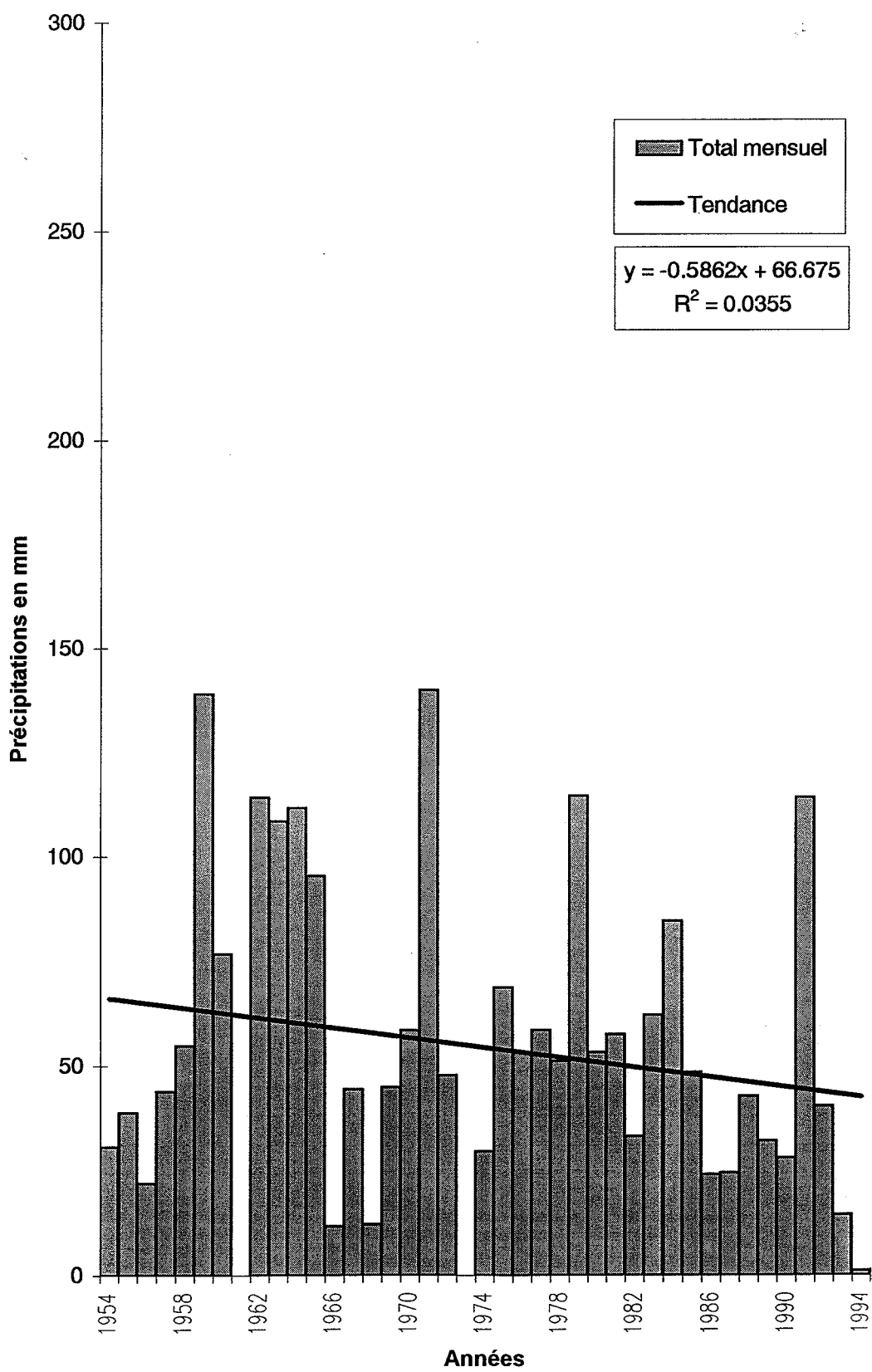
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de Janvier à Barcelonnette



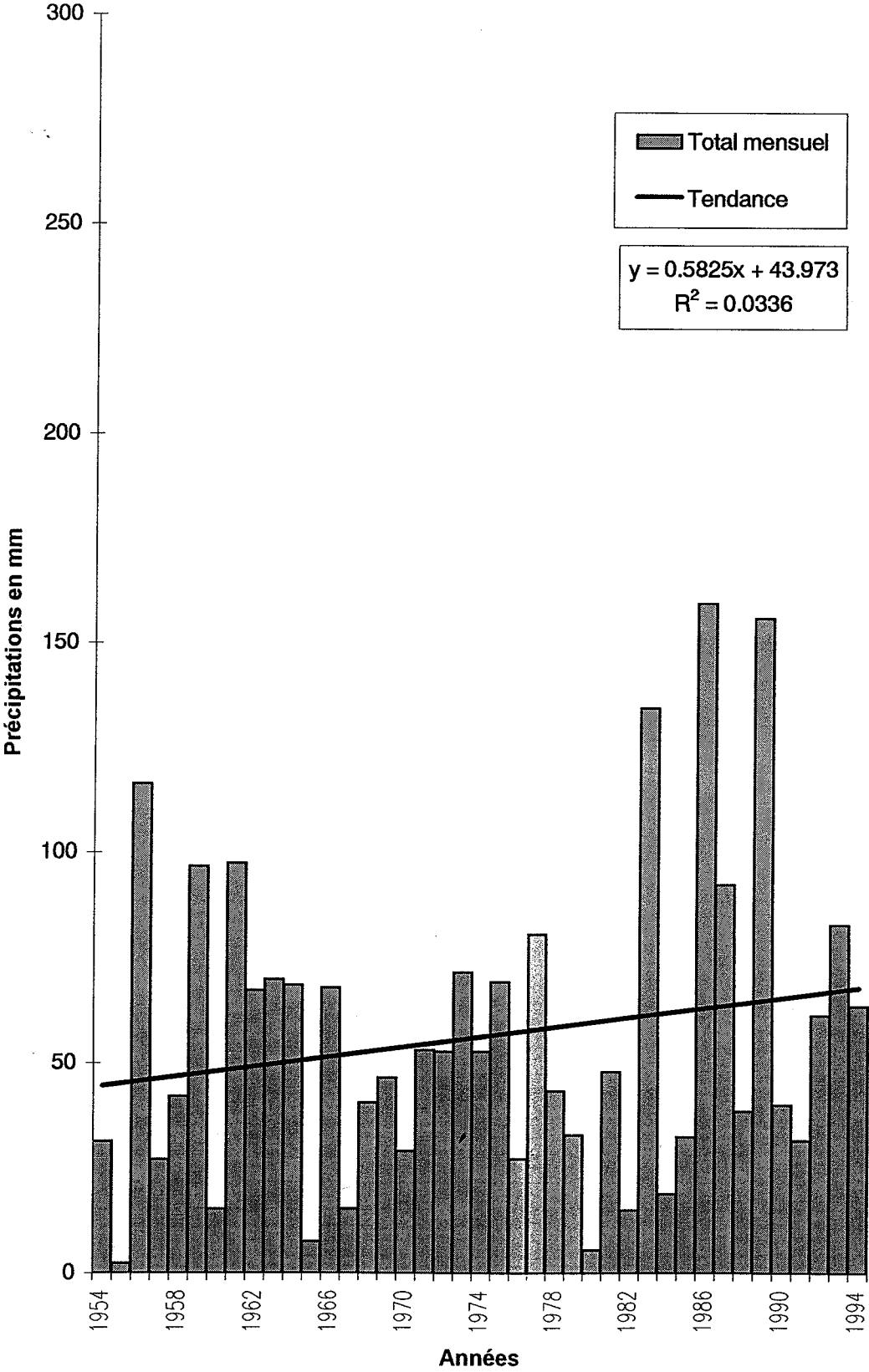
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de Février à Barcelonnette



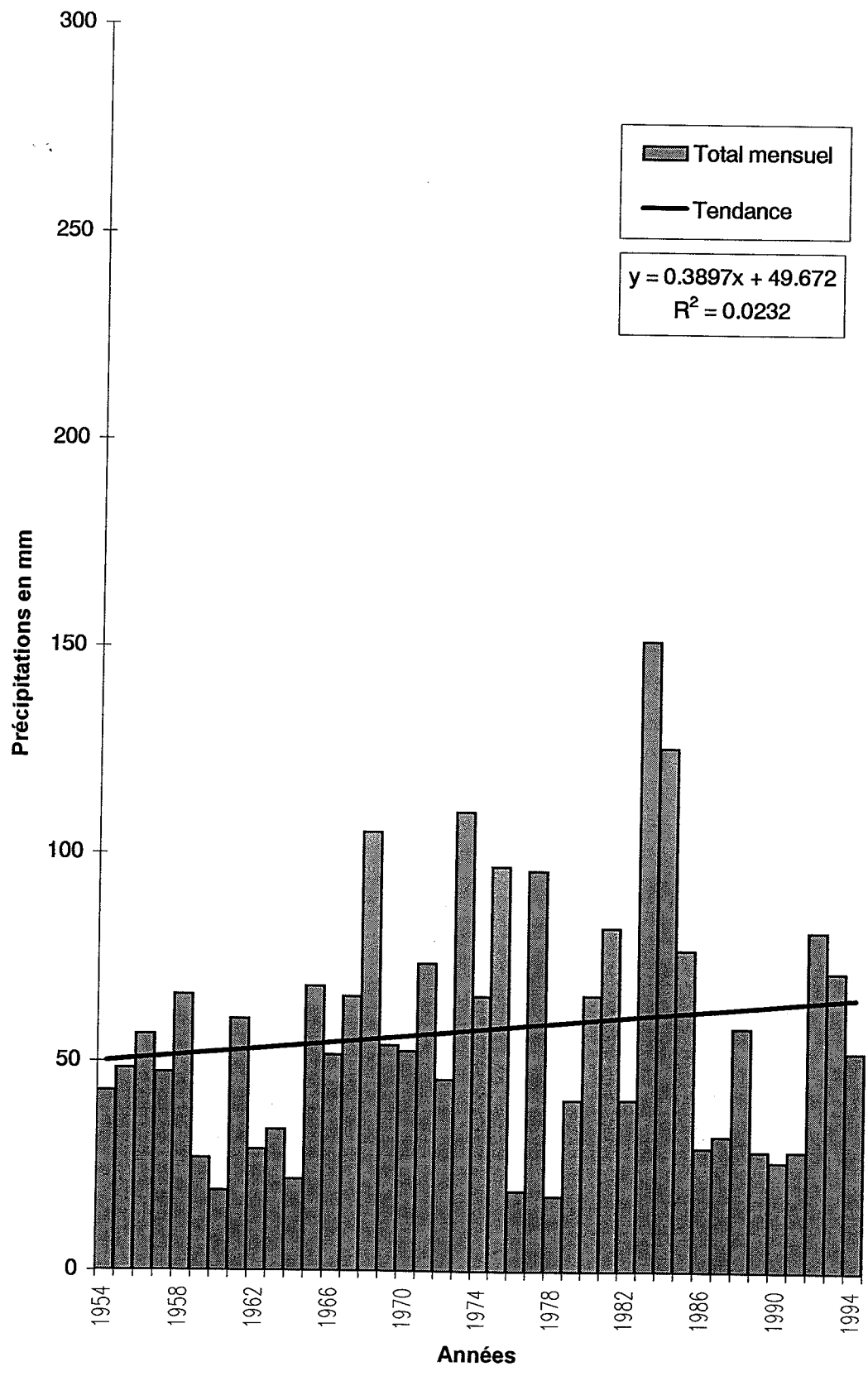
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de Mars à Barcelonnette



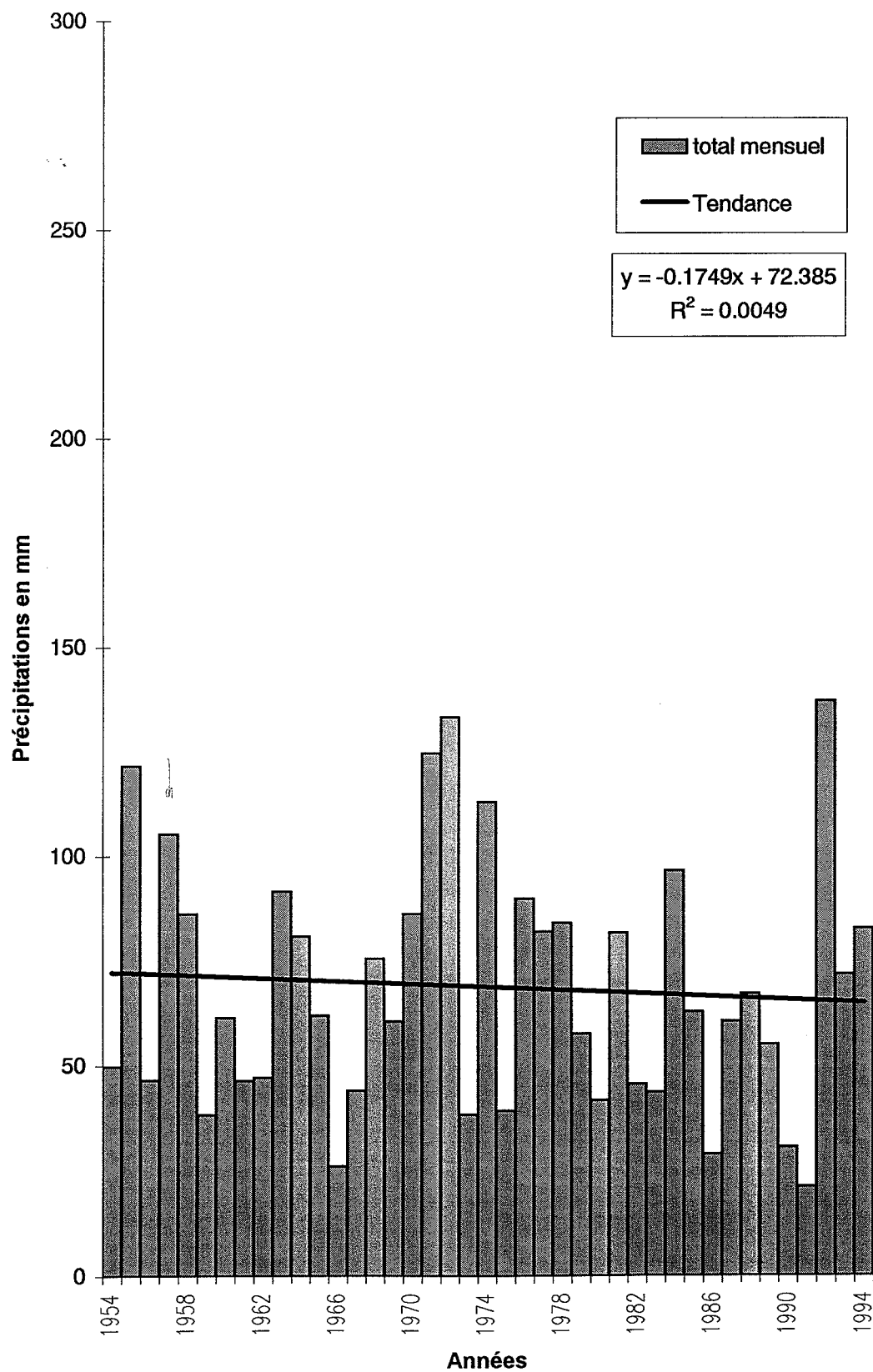
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies d'avril à Barcelonnette



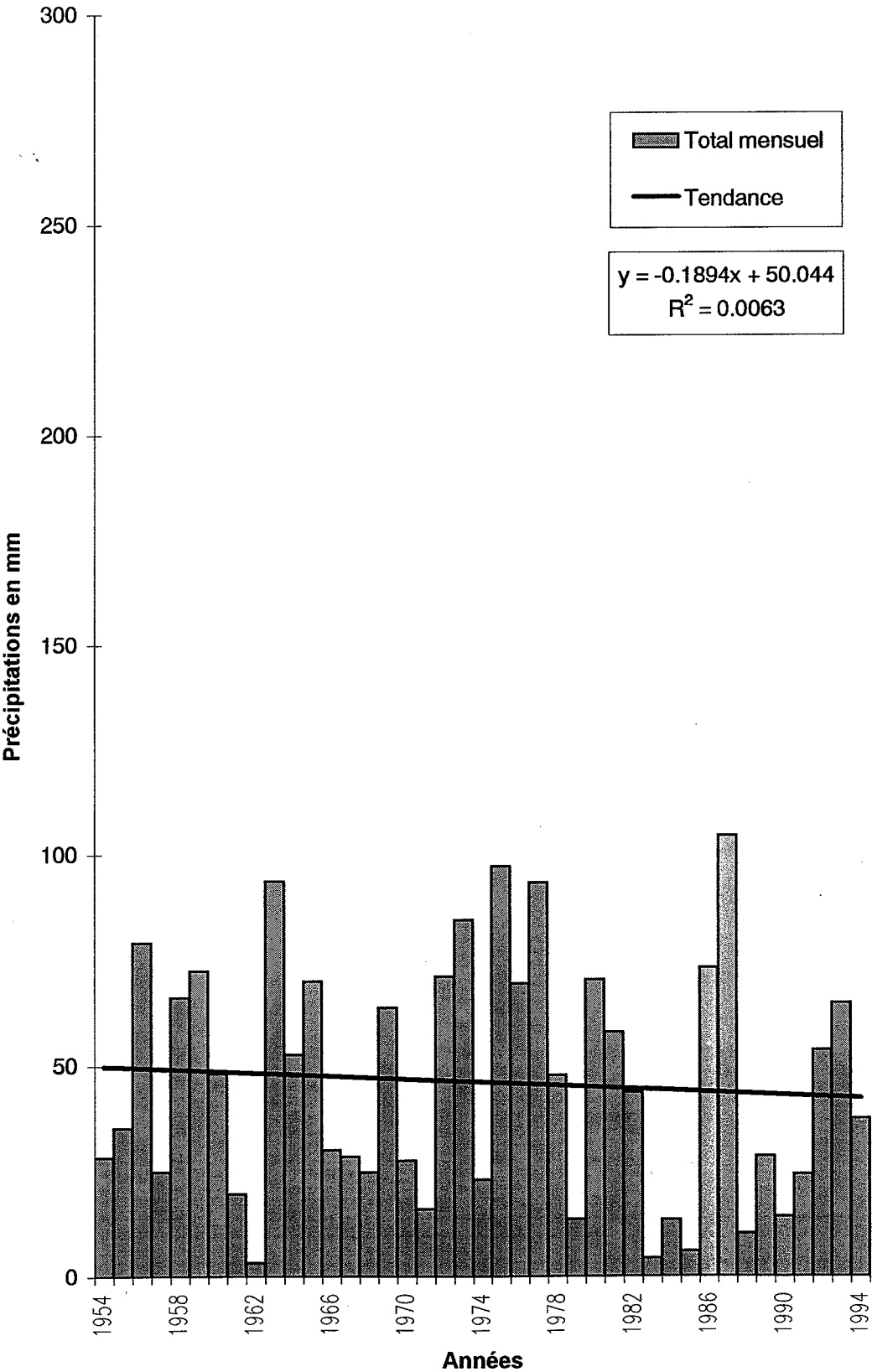
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de mai à Barcelonnette



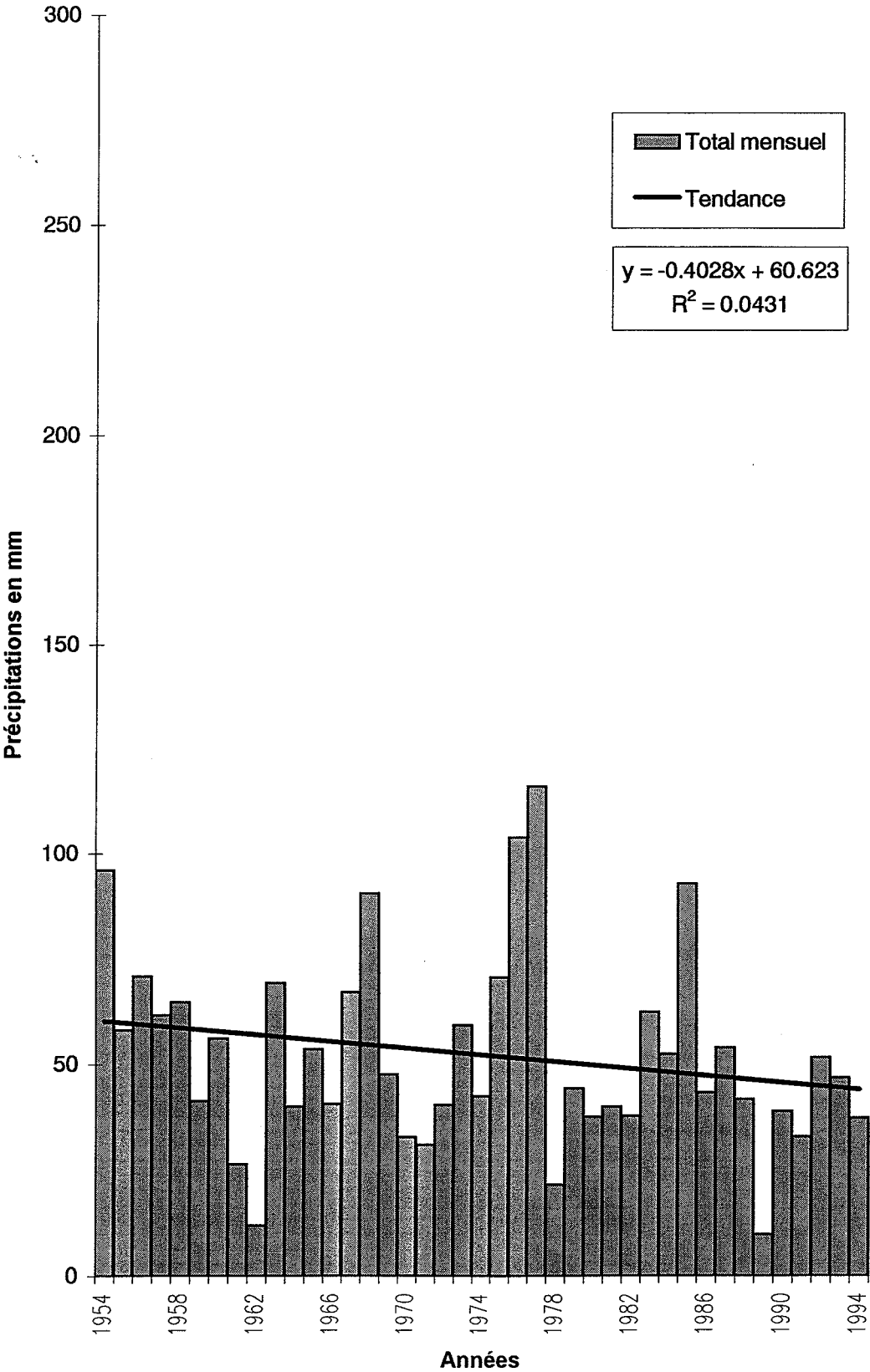
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de juin à Barcelonnette



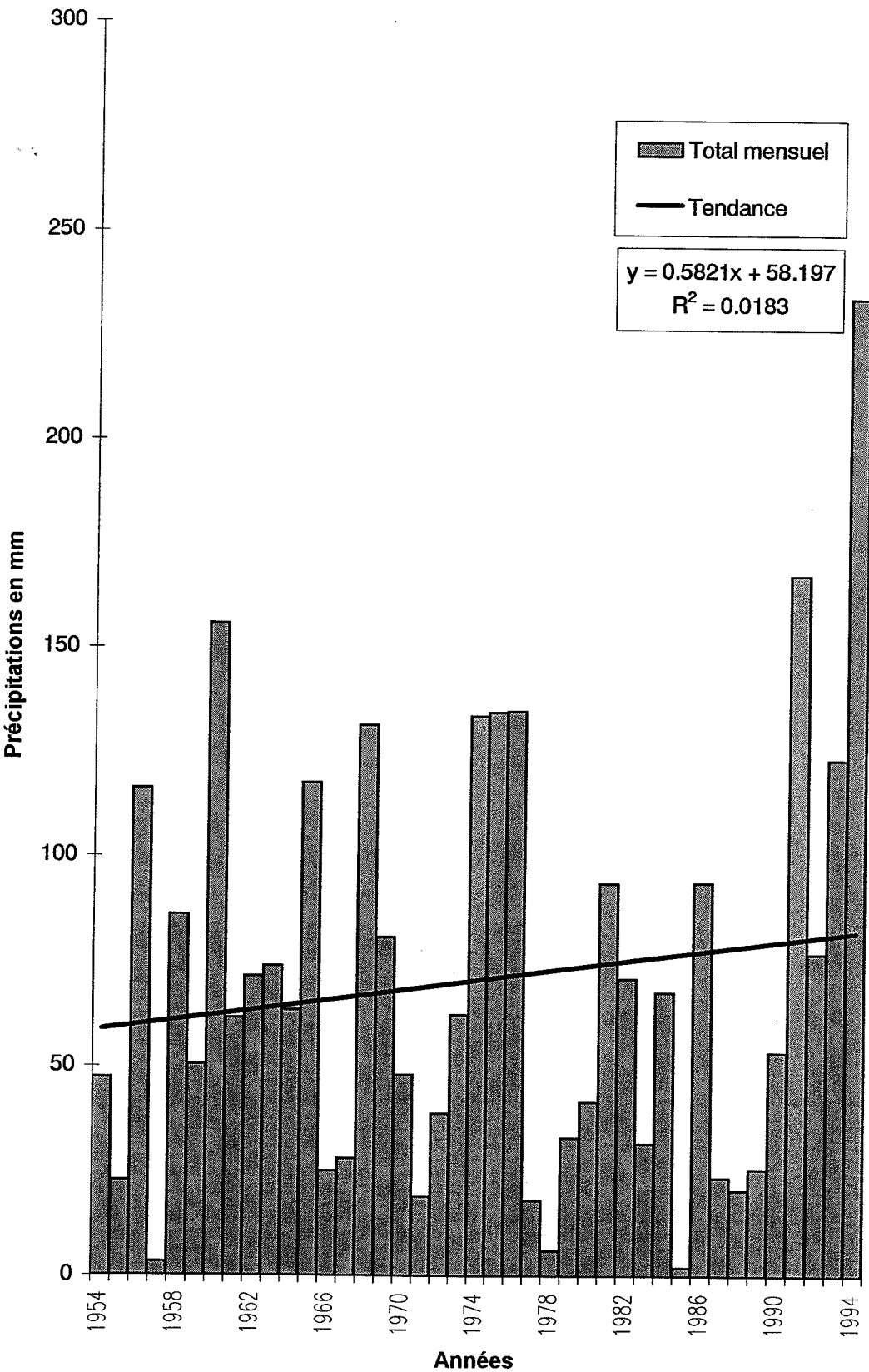
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de juillet à Barcelonnnette



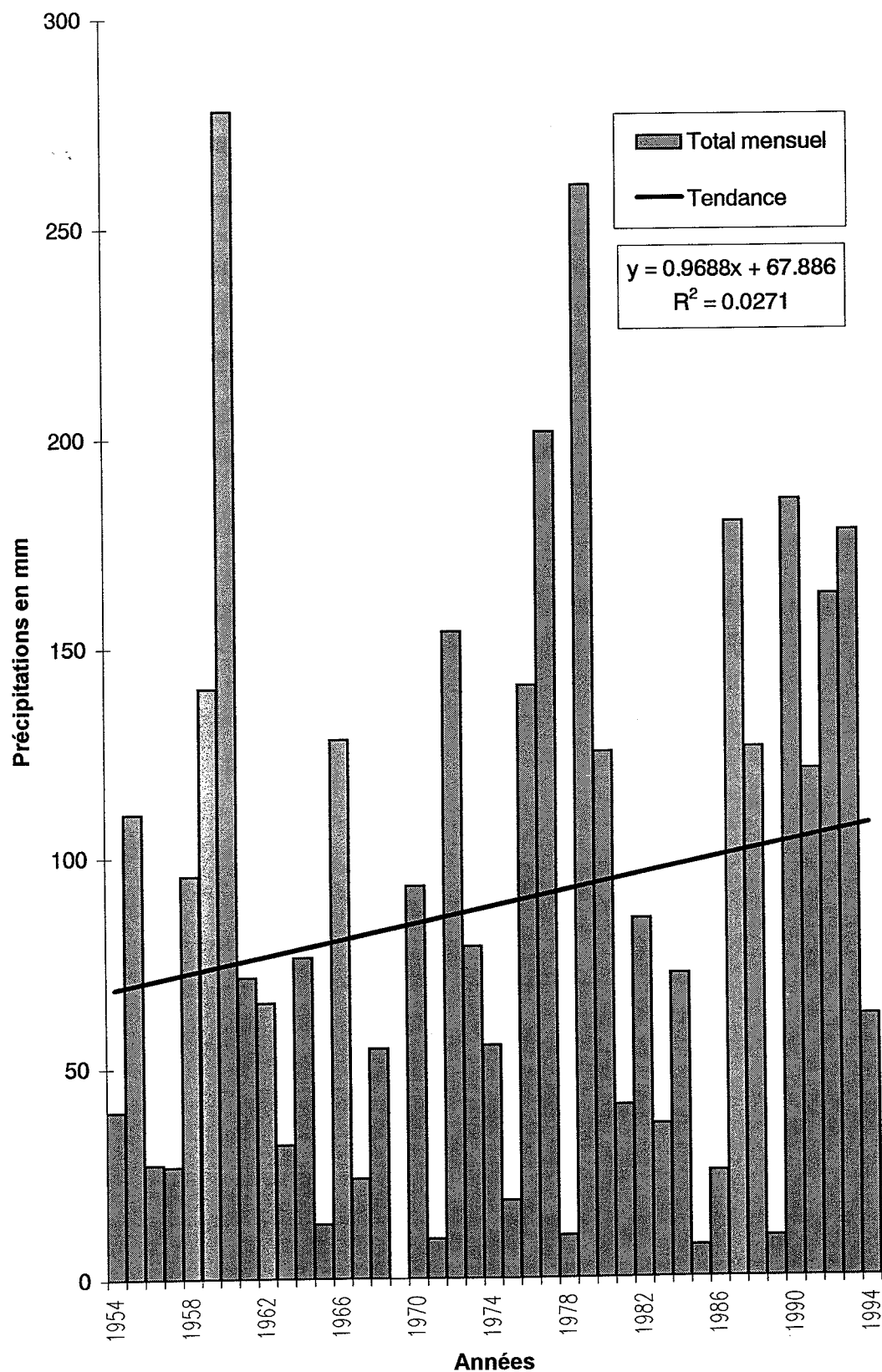
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies d'août à Barcelonnette



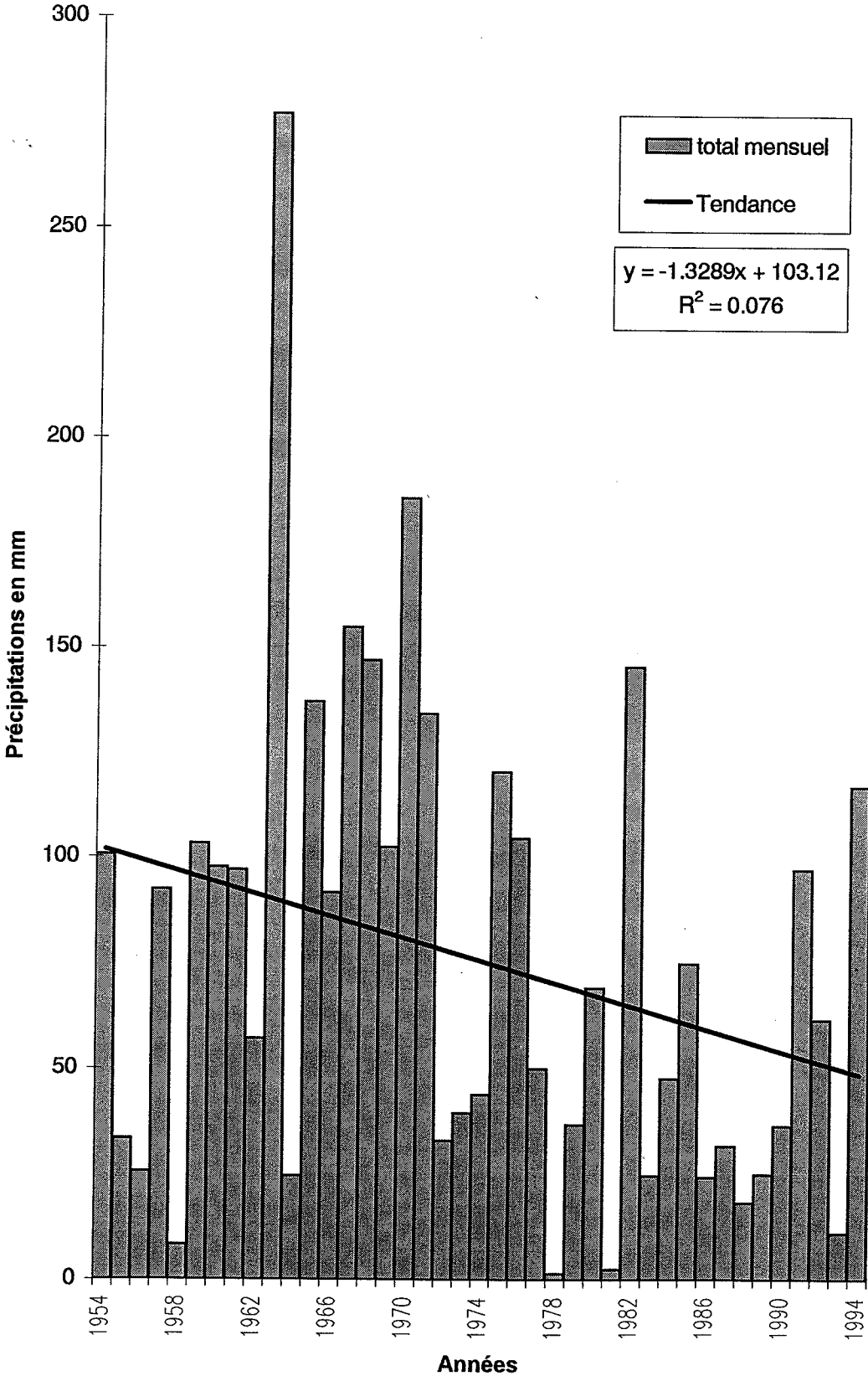
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de septembre à Barcelonnette



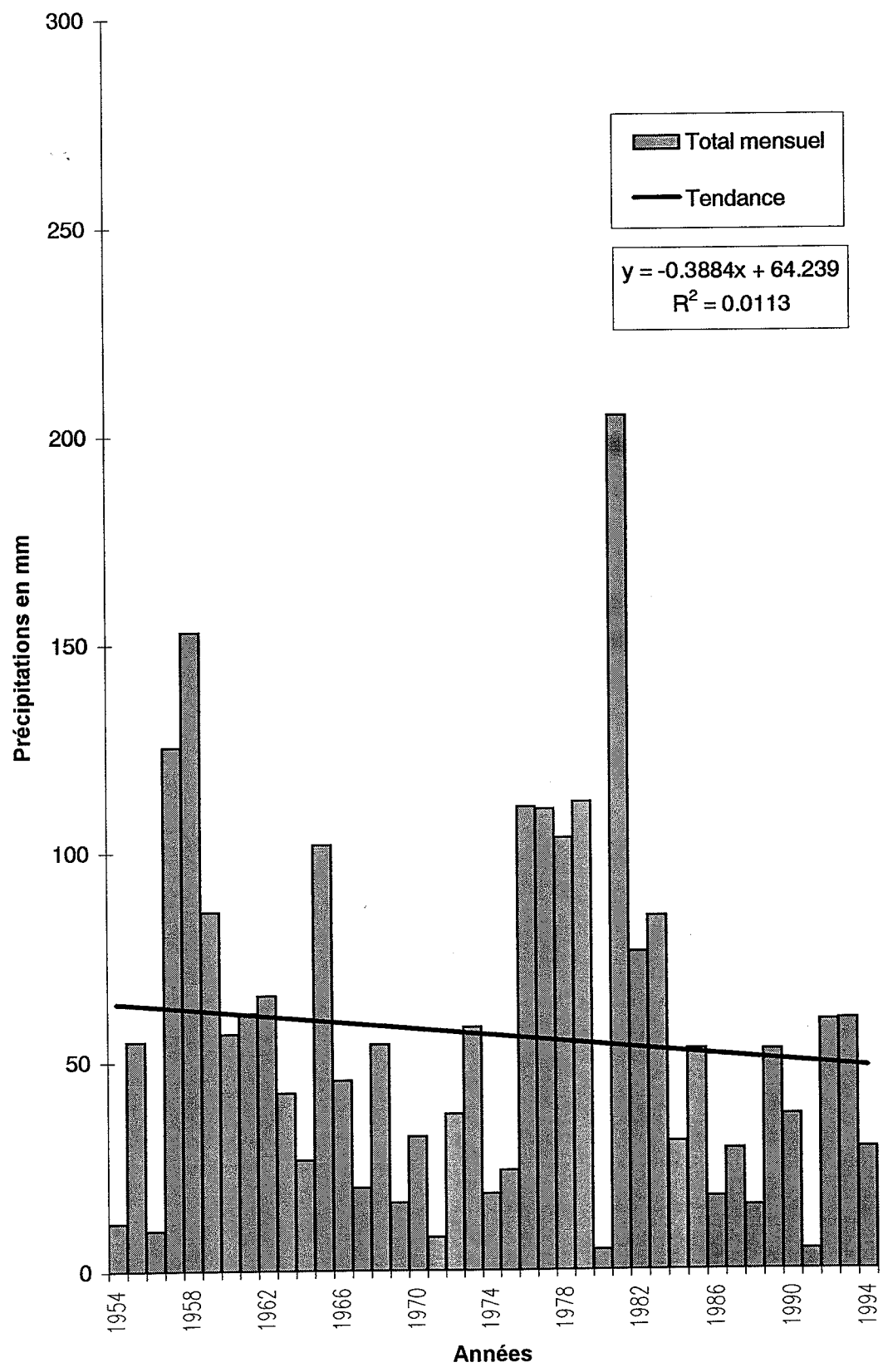
Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies d'octobre à Barcelonnette



Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de Novembre à Barcelonnette



Hauteurs et tendance sur 40 ans des pluies de Décembre à Barcelonnette



ANNEXE E

Données journalières des pluies de l'automne 94 pour la ferme de la Rente,
Barcelonnette et Jausiers

Précipitations journalières d'automne 95 pour les trois pluviomètres du bassin de Barcelonnnette (en mm)

Date	La Rente	Barcelonnnette	Jausiers
01-sep	36.9	36.2	33.2
02-sep	1.9	0.6	0.8
08-sep	36.5	31.4	26.5
09-sep	0.4	0.3	0
12-sep	11.2	11	12.3
13-sep	39.8	31.6	35
14-sep	26.8	22.7	14.5
15-sep	2.2	2.4	1.4
16-sep	13	13.7	9.2
17-sep	0.3	0	0
20-sep	1.3	1.8	2.5
21-sep	6.4	3.6	3.2
22-sep	18.1	7.9	15.8
23-sep	54.7	33.2	38.8
25-sep	17.7	16	15.7
26-sep	23.9	18.1	16.8
29-sep	2.1	1.1	0
30-sep	2.8	2.5	1.7
total mois	296	234.1	227.2
02-oct	2.4	1.3	1.7
03-oct	1.5	1	0
04-oct	4.6	3.4	1.2
13-oct	12.1	3.5	1.7
19-oct	7.4	3.4	0.8
20-oct	1.2	0	0
22-oct	12.1	8.4	5.5
23-oct	12.3	12	8.3
26-oct	0.5	0.5	0
27-oct	3.9	5.5	5.8
28-oct	34.7	23	19.3
total mois	92.7	62	44.3
02-nov	6.7	6.5	4.1
03-nov	5.4	3	4.3
04-nov	54.9	17.5	29.8
05-nov	71.6	46	44.8
06-nov	11.6	13	9.2
07-nov	10.9	10	8.2
09-nov	23.8	21	18.6
10-nov	2.9	0	0
total mois	280.5	179	163.3
total saison	669.2	475.1	434.8