

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES PLUIES EXCEPTIONNELLEMENT FORTES AU PORTUGAL

La hauteur moyenne de précipitations reçues annuellement par les diverses régions du Portugal oppose en gros les montagnes du Nord-Ouest et du Centre, bien arrosées (plus de 1000 mm, fig. 10), au reste du pays. A l'intérieur de ce domaine, les précipitations croissent à la fois du Sud vers le Nord et en fonction de l'altitude, si bien que les deux records sont atteints, d'une part sur le môle sommital de la Serra da Estrela (1991 m, vers 40° 30' N) où il tombe un peu plus de 2500 mm, d'autre part sur le massif du Gerês (1508 m, 41° 50' N) qui reçoit quelque 3500 mm ⁽¹⁾. Le Nord-Est du Portugal est par contre très faiblement arrosé, le minimum connu étant situé à Freixo de Numão, à 550 m d'altitude, au Sud de la vallée du Douro (396 mm en moyenne de 1936 à 1960), ce qui paraît démontrer que la double barrière des montagnes du Nord-Ouest et de la Cordilheira Central s'interpose comme un obstacle entre les influences océaniques et Trás-os-Montes.

Nous nous proposons, dans cet article, d'étudier non pas la répartition régionale des précipitations considérées dans leur moyenne annuelle mais celle des pluies exceptionnellement fortes, aux échelles temporelles de l'année, du mois et de la journée. Nous essaierons ainsi de décèler certaines caractéristiques régionales du régime des précipitations et de poser des problèmes susceptibles d'orienter les recherches futures.

⁽¹⁾ La station de Leonte (860 m, 41° 47' N) a reçu en moyenne annuelle 3573 mm de 1949 à 1969.

I — LES ANNÉES EXCEPTIONNELLEMENT ARROSÉES

La variabilité interannuelle des précipitations est forte dans tout le Portugal, qu'il s'agisse de stations de plaine ou de montagne, des régions littorales ou intérieures, du Nord ou du Sud du pays. Des calculs inédits réalisés par le Serviço Meteorológico Nacional ⁽²⁾ sur la période 1931-1960 montrent que le coefficient de variation interannuelle atteint son minimum sur le littoral d'Estremadura (18 p. 100), que les valeurs inférieures à 25 p. 100 demeurent très localisées (frange littorale occidentale), tandis que la plus forte variabilité (supérieure à 30 p. 100) s'observe au long d'un axe méridien vers 8° Ouest et en Algarve orientale. Les valeurs supérieures à 25 p. 100 sont, à l'échelle du globe, généralement caractéristiques des régions arides ou semi-arides.

La figure 2 donne, pour un choix de types variés de stations, une courbe graduée en pourcentages et représentant les totaux annuels classés par ordre décroissant. Elle exprime la probabilité de voir se réaliser des précipitations annuelles égales ou supérieures à la valeur indiquée. On remarque que ces courbes, quand l'existence d'une série suffisamment longue d'années d'observation a éliminé leurs ondulations de détail, présentent une partie centrale remarquablement régulière terminée par deux appendices plus ou moins fortement redressés, correspondant aux années très arrosées ou très sèches qui font, sur la plupart des courbes, figure de véritables exceptions. Dans les stations méridionales (Monchique et Faro), l'apparition occasionnelle d'années très sèches est particulièrement marquée, tandis que l'absence d'années anormalement pluvieuses à Outeiro do Gerês et Monchique s'explique sans doute surtout par la durée encore courte des observations (36 et 37 ans).

Il ne paraît pas exister de corrélation nette entre la quantité de précipitations reçues régionalement et leur degré de variabilité. Contrairement à la règle qui s'applique à

(²) Je remercie vivement Monsieur A. Silva de Sousa, Directeur Général du Serviço Meteorológico Nacional, pour l'obligeance avec laquelle il a mis à ma disposition l'abondante documentation en partie inédite rassemblée ou élaborée par son service.

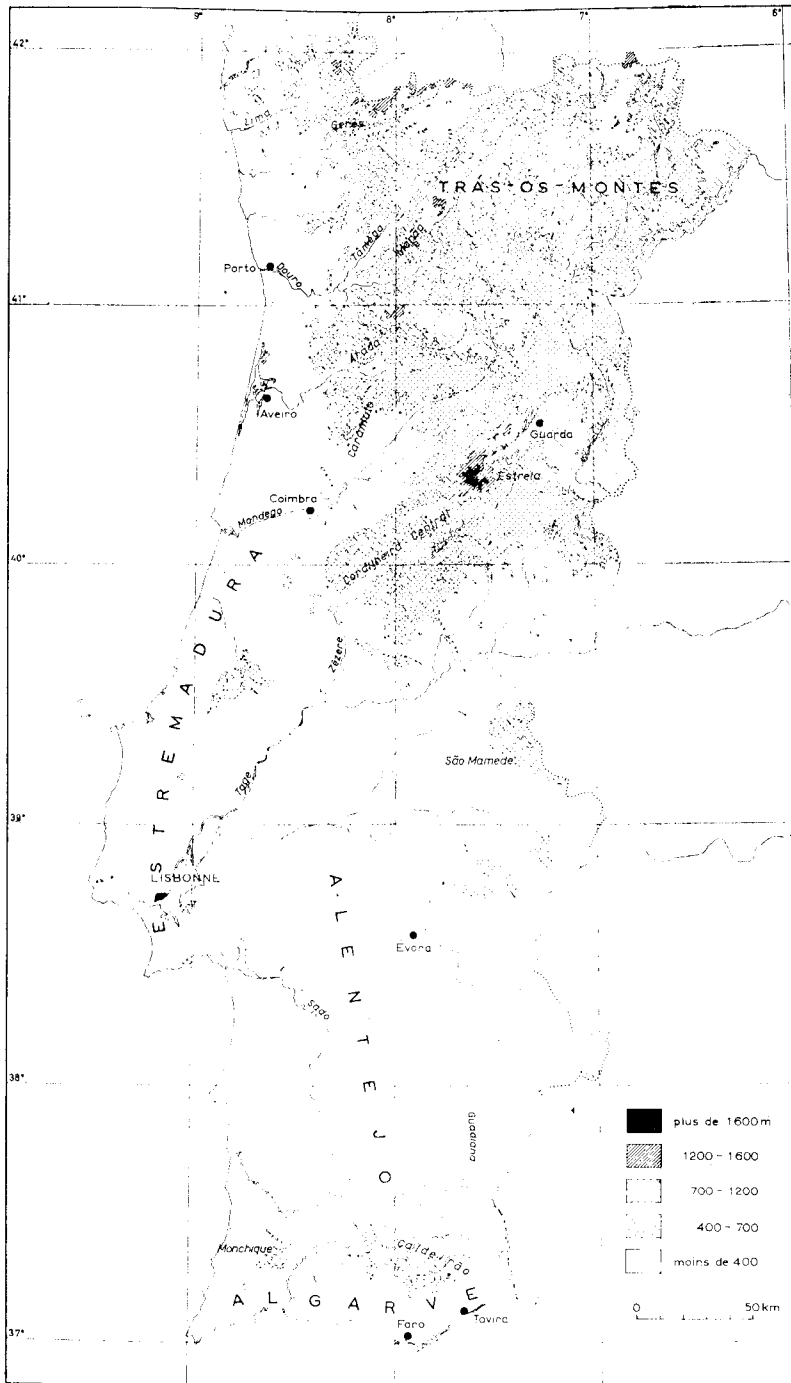


Fig. 1 — Croquis de localisation.

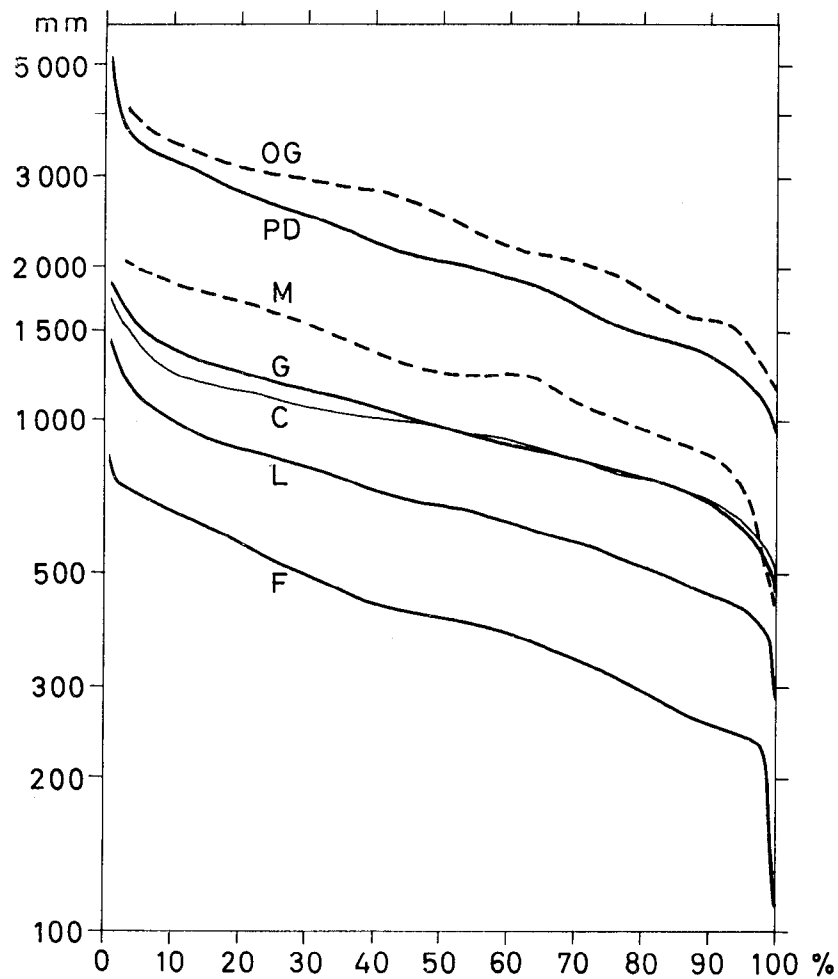


Fig. 2 — Courbe classée des précipitations annuelles dans quelques stations portugaises, d'après *Boletim Trimestral de Informação* n° 38, octobre 1970, Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, Lisbonne, par années hydrologiques, sauf pour les chiffres de Guarda utilisés sur la base des années civiles. OG: Outeiro do Gerês; PD: Penhas Douradas, M: Monchique, G: Guarda; C: Coimbra, L: Lisboa, F: Faro.

l'échelle du globe, les régions les plus sèches ne présentent pas systématiquement une plus grande variabilité interannuelle que les autres. Ce qui fait qu'en réalité, en valeur absolue, les différences interannuelles sont bien plus accen-

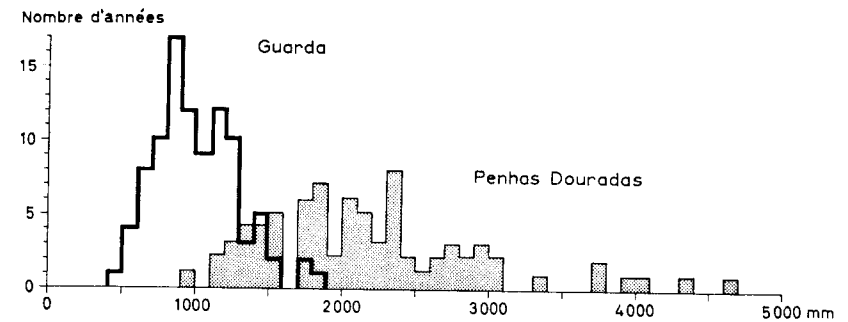


Fig. 3 — Histogramme des précipitations annuelles à Guarda et Penhas Douradas, par années civiles. (95 années à Guarda, 81 à Penhas Douradas).

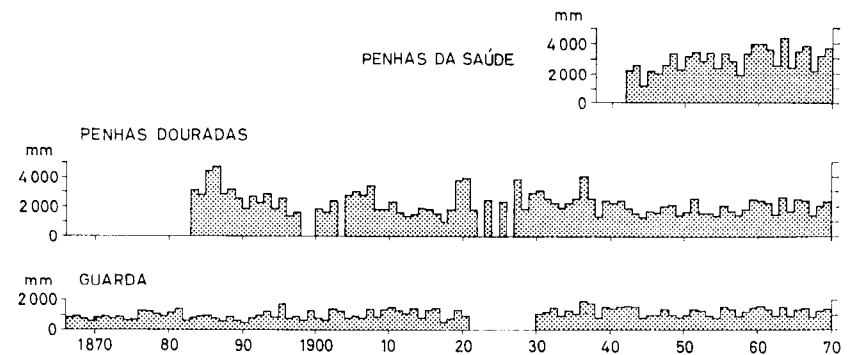


Fig. 4 — Succession chronologique des totaux annuels de précipitations à Guarda, Penhas Douradas et Penhas da Saúde.

tuées dans les régions du pays les plus arrosées ou, à l'échelle régionale, sur les montagnes qu'en plaine. La comparaison entre la station de Penhas Douradas (1383 m, au cœur de la Serra da Estrela) et de Guarda (1039 m, sur le plateau situé à l'Est de la montagne), est à cet égard significative (fig. 3). Mais l'observation des totaux annuels des deux stations, classés par ordre chronologique (fig. 4), montre

aussi que le contraste a été plus marqué dans le passé que lors des décennies les plus récentes. Alors que les précipitations tombées à Guarda étaient, à la fin du XIX^{ème} siècle, de l'ordre du tiers de celles tombées à Penhas Douradas, elles en ont représenté près des deux tiers en moyenne entre 1940 et 1960 (fig. 5).

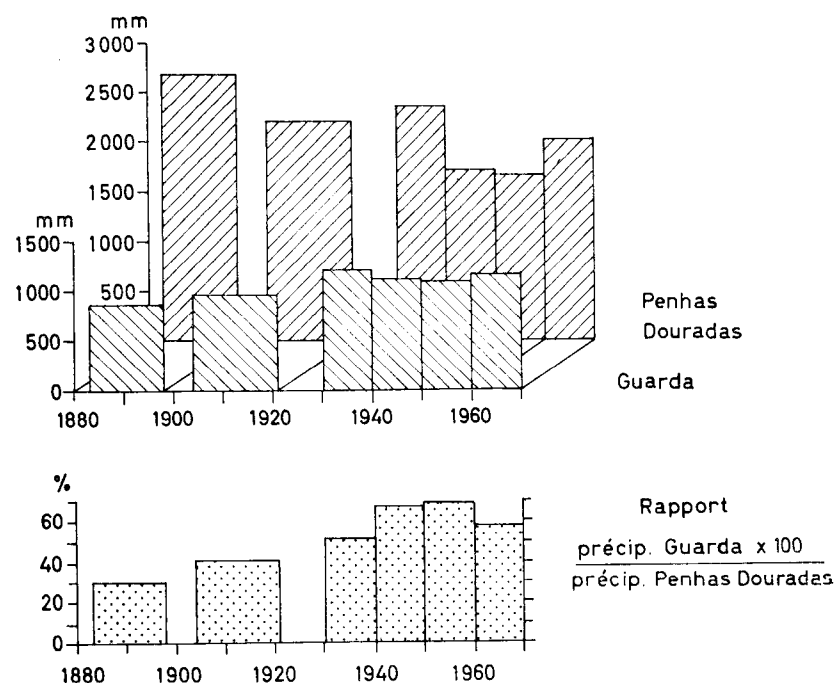


Fig. 5 — Comparaison des hauteurs moyennes de précipitations enregistrées au cours des périodes communes d'observation à Penhas Douradas et à Guarda.

Il faut noter que les observations les plus anciennes à Penhas Douradas ne se rapportent pas exactement au site actuel: de 1883 à 1898 elles ont été effectuées à Poio Negro à 1450 m d'altitude, de 1900 à 1902 à Carvalheira à 1216 m. Mais la grande irrégularité interannuelle a continué à être la règle en montagne pendant les décennies suivantes (fig. 4), pour s'atténuer ensuite sensiblement, l'ultime record exceptionnel ayant été enregistré à Penhas Douradas en 1936 (4005 mm). Aucune année n'a depuis dépassé 2699 mm (1963),

alors que la moyenne établie sur 74 ans est de 2180 mm. Il est vrai qu'il s'agit là de totaux par année civile, laps de temps qui, dans un pays de régime méditerranéen à sécheresse estivale, est dépourvu de cohérence. Quand on considère les «années hydrologiques» (d'octobre à septembre), on obtient des totaux annuels beaucoup plus contrastés, les maximums augmentant de façon très sensible, 5198 mm en 1935-1936 contre 4680 m en 1886, record en «année civile», alors que les minimums ne sont pas affectés, 957 mm en 1912-1913 contre 951 en 1917. Mais, même en adoptant ce type de division annuelle, les records récents restent relativement faibles (2949 mm en 1965-1966).

Il ne paraît donc pas faire de doute que, depuis 1940 environ, la répartition interannuelle des pluies de montagne au Portugal s'est sensiblement régularisée en même temps que s'atténuait quelque peu le contraste les opposant aux régions environnantes⁽³⁾. La période adoptée internationalement pour l'établissement de normales (1931-1960), n'apparaît donc pas très heureuse en ce qui concerne les montagnes portugaises, puisqu'elle manque d'homogénéité. D'autre part, c'est surtout après 1940 que les stations pluviométriques ont été multipliées en altitude au Portugal (fig. 10), permettant une analyse beaucoup plus fine des caractéristiques régionales de la pluviosité.

La nécessité pratique d'utiliser les données de la période 1931-1960, complète ou incomplète, présente donc deux inconvénients: celui d'incorporer l'inflexion d'une légère oscillation climatique, celui de porter en grande partie sur une période où les contrastes interannuels et l'opposition entre régimes pluviométriques de plaine et de montagne semblent avoir été moins marqués que pendant les décennies précédentes et où, par conséquent, le phénomène que nous essayons de déceler a été moins spectaculaire que précédemment. Ces contrastes, bien qu'atténués, restent cependant fort significatifs comme le montrent les totaux annuels enregistrés depuis

(³) Du moins en ce qui concerne la Cordilheira Central, car il n'existe dans les montagnes du Nord-Ouest aucune station suffisamment ancienne pour que puisse être détectée une telle évolution. La station du Gerês (430 m) n'a commencé à fonctionner régulièrement qu'à partir de 1932, la plupart des autres beaucoup plus récemment.

1942 à Penhas da Saúde, situé à 1515 m dans la Serra da Estrela (fig. 4), qui paraît avoir en quelque sorte «hérité», à une altitude un peu plus forte et dans une exposition un peu différente, de la forte irrégularité interannuelle autrefois caractéristique de Penhas Douradas.

II — LES MOIS EXCEPTIONNELLEMENT ARROSÉS DANS LA SERRA DA ESTRELA

La grande irrégularité interannuelle des précipitations enregistrées par les stations de montagne résulte à la fois

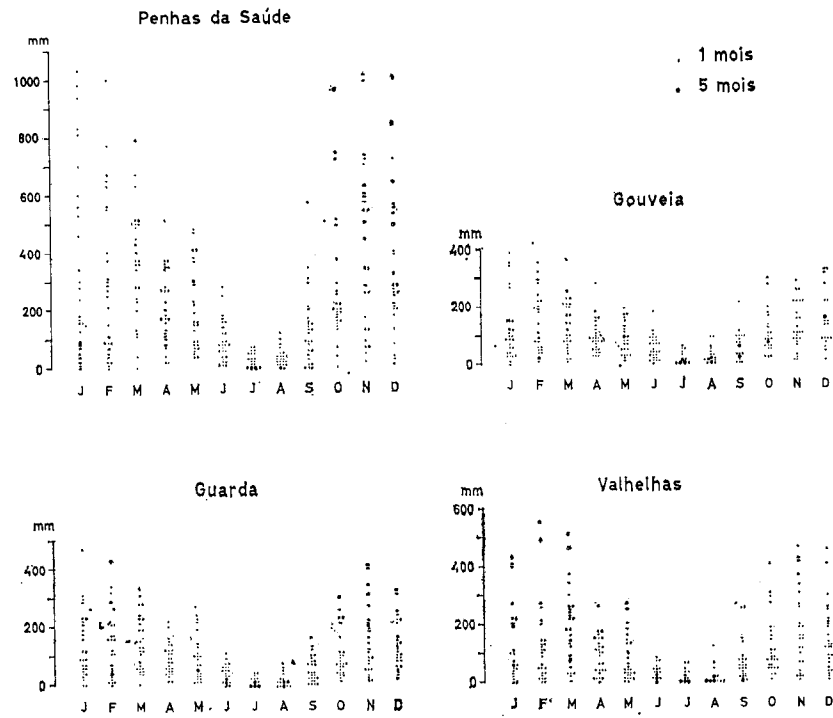


Fig. 6 — Dispersion des totaux mensuels de précipitations pendant 27 années (1942-1968) à Penhas da Saúde, Guarda, Gouveia et Valhelhas.

d'une forte dispersion des totaux mensuels et d'une durée variable selon les années de la saison pluvieuse. C'est ce que montrent les graphiques de la figure 6 où ont été représentées pour chacun des mois les précipitations recueillies, au cours de 27 années récentes (1942-1968), dans une station

de haute montagne (Penhas da Saúde) et dans trois stations périphériques à la Serra da Estrela. Pratiquement, aussi bien en montagne qu'en plaine, tous les mois peuvent être secs, ne recevant pas une goutte d'eau ou seulement quelques dizaines de millimètres, et seuls juillet et août ne sont jamais vraiment pluvieux. Mais, pendant les 10 autres mois de l'année, la dispersion des valeurs des totaux mensuels est beaucoup plus marquée en montagne qu'en plaine. Quel que soit l'arbitraire de l'unité mois, l'observation de ceux qui, à Penhas da Saúde, reçoivent une quantité de précipitations supérieure à la quantité maximale mensuelle enregistrée dans les stations périphériques permet un certain nombre de conclusions intéressantes.

La pluviosité mensuelle maximale enregistrée pendant la période 1942-1968 a été de 457 mm à Gouveia en novembre 1963, 466 mm à Guarda en janvier 1943 et 553 mm à Valhelhas en février 1966. En adoptant 600 mm pour limite inférieure des mois considérés comme exceptionnellement pluvieux à Penhas da Saúde, on laisse donc une large marge, elle aussi arbitraire, qui distingue nettement ces mois de ceux qui peuvent advenir à l'entour de la montagne.

En 27 ans on a enregistré 31 de ces mois (soit en moyenne 1,2 par an), avec la répartition suivante:

Nombre d'années	7	12	6	1	1
Nombre de mois par an ayant reçu plus de 600 mm	0	1	2	3	4

Au cours de ces 31 mois, il est tombé 24 236 mm sur un total de 75 935, ou 897 mm sur 2812 en moyenne annuelle, soit 31,9 p. 100, près du tiers des précipitations, enregistrées pendant 9,6 p. 100 de la durée.

La proportion des précipitations annuelles tombées au cours de ces mois exceptionnellement arrosés a varié de 23 à 34 p. 100 dans les années où un seul mois a reçu plus de 600 mm, 35 à 64 p. 100 (2 mois), 70 p. 100 (3 ou 4 mois). Ces mois exceptionnels ont été 7 fois janvier ou novembre, 5 fois février ou décembre, 3 fois mars ou octobre, 1 fois mai.

L'observation des graphiques concernant les stations périphériques à la Serra da Estrela montre d'autre part que les

mois très pluvieux sont plus nombreux, plus intenses et plus dispersés dans l'année sur le versant sud que sur les versants nord et est de la montagne. En adoptant la limite arbitraire de 400 mm, ou constate qu'il a existé, en 27 ans, 4 de ces mois à l'Est, à Guarda, en janvier, février et novembre, 1 au Nord, à Gouveia (novembre), mais 13 au Sud, à Valhelhas, en janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre.

On constate encore que les mois exceptionnellement pluvieux en haute montagne (plus de 600 mm à Penhas da Saúde) sont plus souvent en corrélation avec des pluies abondantes sur le versant sud que sur le versant nord: dans 5 cas, on ne note pas de différence sensible entre les pluies mensuelles correspondantes de Valhelhas et Gouveia (différence inférieure à 10 p. 100 des précipitations relevées dans la station la moins arrosée), dans 8 cas il a plu davantage à Gouveia qu'à Valhelhas, dans 18 cas c'est Valhelhas qui a reçu des précipitations nettement supérieures à celles enregistrées à Gouveia.

L'étude de la répartition mensuelle des grosses pluies de montagne est donc déjà en elle-même riche d'enseignements et de suggestions mais seule l'étude des pluies journalières permettra d'approcher, de façon encore approximative il est vrai, la réalité des averses.

III — LES MAXIMUMS JOURNALIERS DE PRÉCIPITATIONS

Le fascicule XIII de *O Clima de Portugal* (Serviço Meteorológico Nacional, Lisbonne, 1965), consacré aux valeurs normales pour la période 1931-1960, donne pour 334 stations les maximums journaliers de précipitations enregistrés au cours de chacun des mois de l'année. Il s'agit de stations ayant fonctionné en principe pendant 30 ans, au minimum pendant 25 (1936-1960). On peut donc considérer ces données comme suffisamment homogènes quoique la durée reste très courte pour l'évaluation d'un phénomène par nature exceptionnel. Mais si, à l'échelle d'une station, le maximum journalier peut parfois augmenter considérablement en fonction de la durée des observations, les caractéristiques régionales révélées par un ensemble de stations ne doivent pas se modifier beaucoup, du moins tant que ne joue pas une oscillation climatique

sensible. Nous avons vu que la période 1931-1960 ne paraît pas très satisfaisante de ce point de vue. Il est pourtant inévitable de s'y référer tant que de nouvelles normales n'auront pas été calculées et publiées.

Si l'on classe par tranches de valeurs croissantes les maximums journaliers enregistrés par les 334 stations (fig. 7), on constate que, pour la plupart (201), ce maximum a été compris entre 60 et 110 mm, pour 14 seulement il a été inférieur, tandis que 119 stations ont reçu des pluies journalières supérieures à 110 mm, 18 d'entre elles ayant enregistré des maximums compris entre 180 et 290 mm.

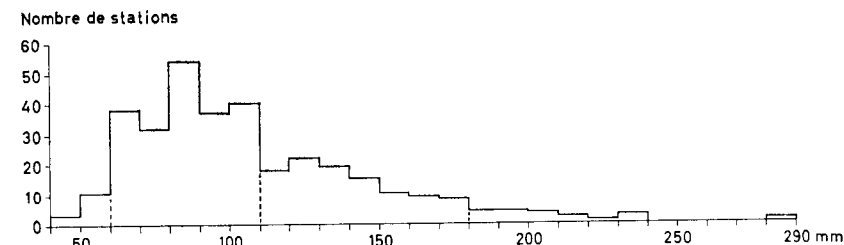


Fig. 7 — Histogramme des précipitations journalières maximales enregistrées de 1931 à 1960 par les 334 stations figurant au fascicule XIII de *O Clima de Portugal, Normais Climatológicas do Continente...*, Lisbonne, 1965.

La figure 8 montre la répartition de ces 334 stations en fonction de leur altitude et de leur latitude. Un certain nombre de groupements régionaux s'individualisent nettement. De très forts maximums sont enregistrés dans le Nord du pays aussi bien en basse altitude qu'en montagne. Un autre ensemble de maximums forts et très forts se manifeste autour de 40° N, séparé du précédent par une bande de maximums faibles ou très faibles axée sur le parallèle de 41° 10' N qui correspond à la vallée du Douro. Dans la moitié sud du pays, les stations d'altitude disparaissent et l'on observe un net contraste entre les vastes étendues comprises entre 37° 30' N et 39° 30' N où les maximums élevés sont rares et une étroite bande méridionale correspondant à l'Algarve où réapparaît une nette prédominance des maximums compris entre 110 mm et 180 mm.

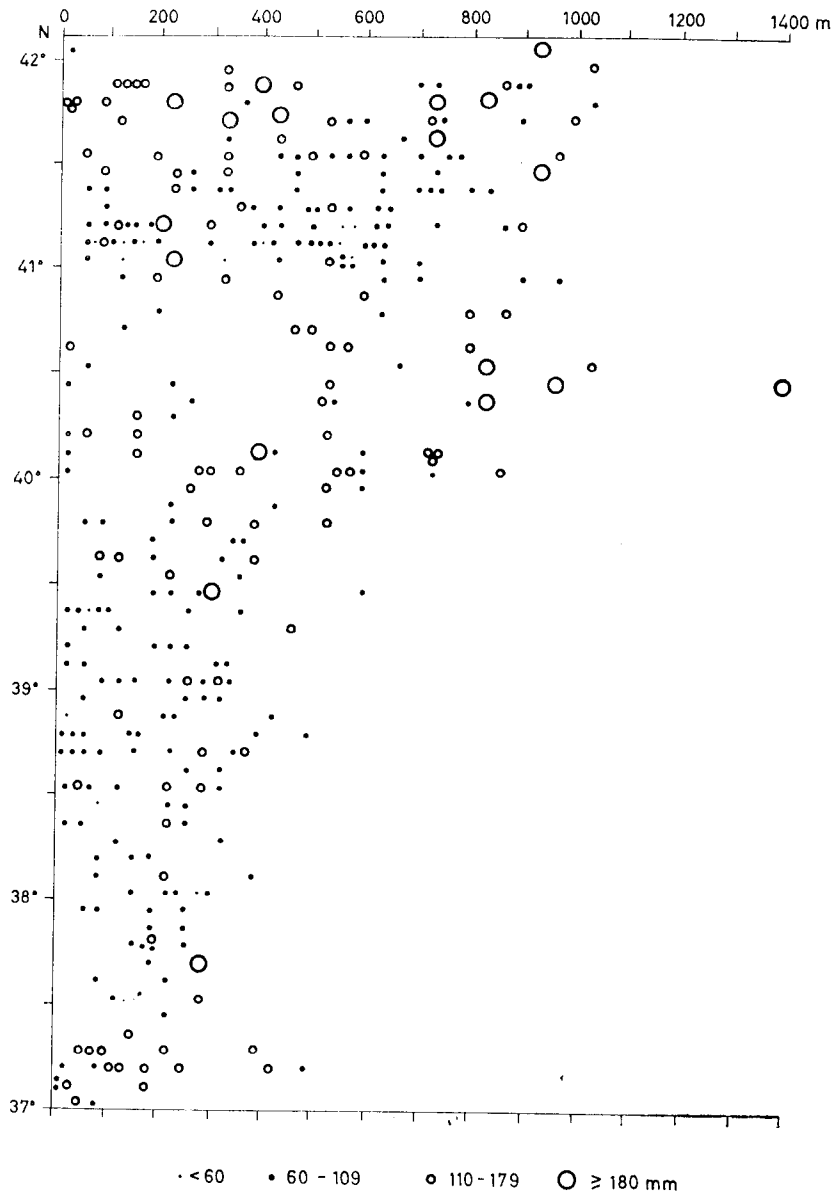


Fig. 8 — Précipitations journalières maximales de 1931 à 1960. Stations classées par altitudes, par tranches de 10 minutes en latitude et en fonction de la valeur du maximum.

Sur la figure 9 sont reprises, selon les mêmes critères de classement en fonction de leur altitude et de leur latitude, les 119 stations ayant enregistré des maximums journaliers supérieurs à 110 mm, distinguées cette fois selon le nombre de mois de l'année où ces maximums se sont manifestés entre 1931 et 1960. Les fortes pluies journalières apparaissent désormais comme tout-à-fait exceptionnelles au Sud de 40° N, sauf en Algarve où leur recrudescence se note encore nettement. L'allongement, du Sud au Nord du pays, de la saison où de telles pluies peuvent se produire est en parfaite corrélation avec la règle générale de diminution progressive de la durée de la saison sèche estivale méditerranéenne en fonction de la latitude. Les fortes pluies sont, dans le Sud, un phénomène uniquement « hivernal » (d'octobre à mars), alors que, dans le Nord, elles peuvent éventuellement se produire en été. Par exemple, entre 1931 et 1960, on en a observé à Abedim (41° 59' N, 300 m) en janvier, février, juin, octobre, novembre et décembre, à Labrujó (41° 52' N, 450 m) en janvier, février et août, à Lindoso (41° 52', 320 m) en janvier, février, septembre et décembre, à Portela do Vade (41° 43', 300 m) en janvier, février, mars, avril, mai, septembre, octobre, novembre et décembre. Dans le centre du pays, ce n'est qu'en altitude que cette récurrence d'un phénomène nordique apparaît, de façon d'ailleurs atténuée: à Caramulo (40° 34' N, 810 m) en janvier, février, mars, mai, octobre, novembre et décembre, à Penhas Douradas (40° 25' N, 1383 m) en janvier, février, avril, septembre, octobre, novembre et décembre ⁽⁴⁾.

La représentation cartographique des stations ayant enregistré pendant la période 1931-1960 des maximums journaliers supérieurs à 110 mm permet de pousser plus loin

⁽⁴⁾ En considérant non plus la période 1931-1960 classée par années civiles, mais toute la durée des enregistrements, 1882-1883 à 1969-1970, classée par années hydrologiques (*Boletim Trimestral de Informação, Serviços Hidráulicos*, n.° 40), on obtient pour Penhas Douradas une liste un peu différente des mois ayant connu le record journalier annuel de précipitations et on peut les classer en fonction du nombre de fois où ils ont enregistré ce record: janvier et novembre: 18 fois, décembre: 14, février: 12, mars: 10, octobre: 6, avril: 2, juin et septembre: 1 fois.

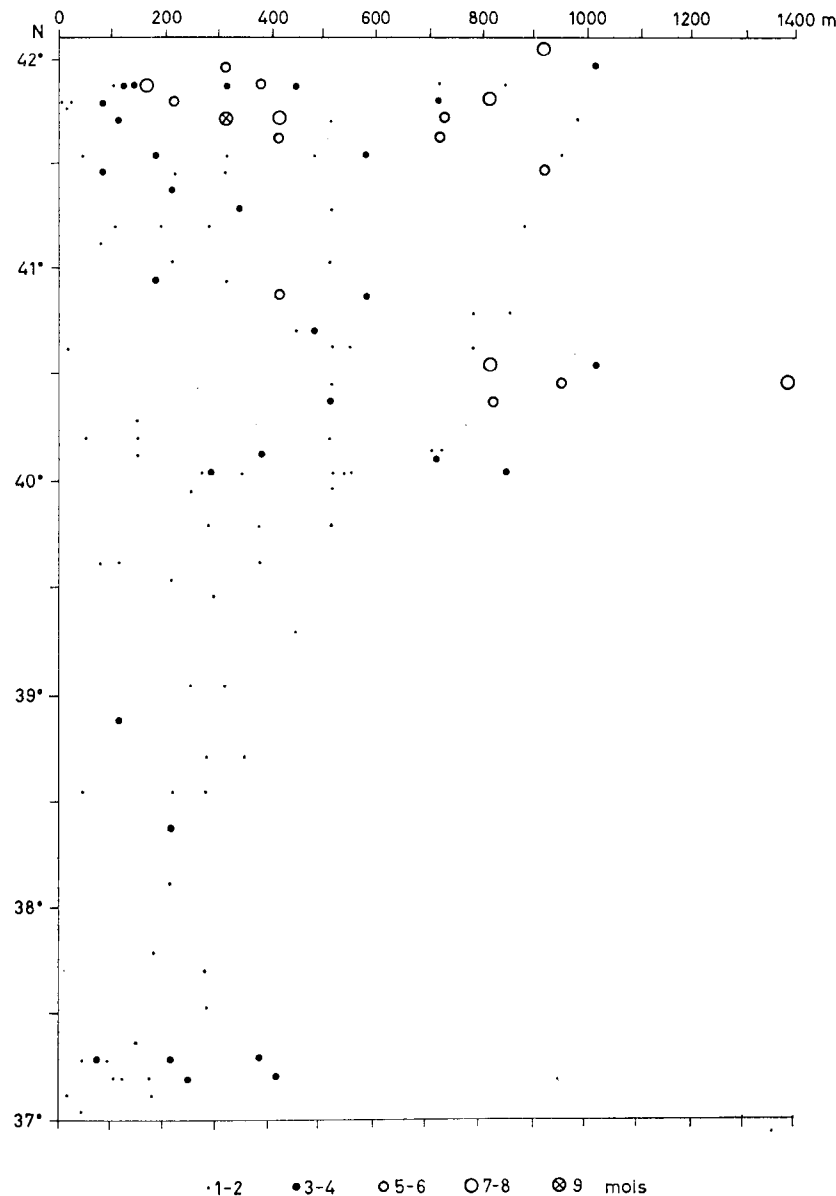


Fig. 9 — Stations ayant enregistré de 1931 à 1960 des précipitations journalières supérieures à 110 mm. Classement en fonction de leur altitude et de leur latitude et selon le nombre de mois dans l'année où ce type de précipitations s'est manifesté.

l'analyse (fig. 10). Outre les stations jusqu'ici considérées où l'on dispose d'observations réalisées pendant 25 à 30 ans, on a localisé sur la carte celles qui ont été plus récemment créées (et qui ont été surtout multipliées dans certaines régions du Nord du pays), en considérant leurs années de fonctionnement jusqu'à 1960 inclus (source: *Anuário dos Serviços Hidráulicos*, 1960-1961). La durée faible et inégale de leurs enregistrements ne donne que plus de poids aux maximums journaliers souvent élevés qu'elles révèlent et dont la répartition permet de mieux mettre en valeur certains contrastes régionaux. Il est toutefois important de noter que plusieurs massifs montagneux du Portugal continuent à être mal dotés en stations pluviométriques, tels le Caramulo ou la Serra de Arada, ou même à en être pratiquement dépourvus, tels le Marão (*) ou la Serra de São Mamede.

Cependant l'analyse de la carte, où ont été localisés les massifs montagneux dont l'altitude dépasse 700 mètres et les régions du pays qui reçoivent en moyenne annuelle plus de 1000 mm de précipitations, permet un certain nombre d'observations intéressantes. Les grosses pluies se produisent surtout en montagne et dans certaines régions de piémont. Elles sont très rares dans les régions littorales, sauf dans l'extrême Nord et en Algarve orientale, très rares aussi en Trás-os-Montes et, d'une façon générale, au Sud de 39° 30' à l'exception de l'Algarve.

Mais d'autres observations peuvent encore être faites à l'échelle régionale. A l'entour de la Cordilheira Central, ce sont essentiellement les régions périphériques situées au Sud du massif qui reçoivent de fortes pluies, comme l'avait déjà laissé prévoir la comparaison esquissée entre les mois exceptionnellement arrosés des deux stations de Gouveia et de Valhelhas. La vaste région de plaines et de collines situées entre le Tage et le massif montagneux est parsemée de nombreuses stations ayant enregistré des maximums journaliers compris entre 110 mm et 180 mm, alors que le piémont nord-ouest en est presque dépourvu, une certaine recrudescence

(*) La station de Campeã (270 m), proche du cœur du massif, n'a commencé à fonctionner qu'en 1959.

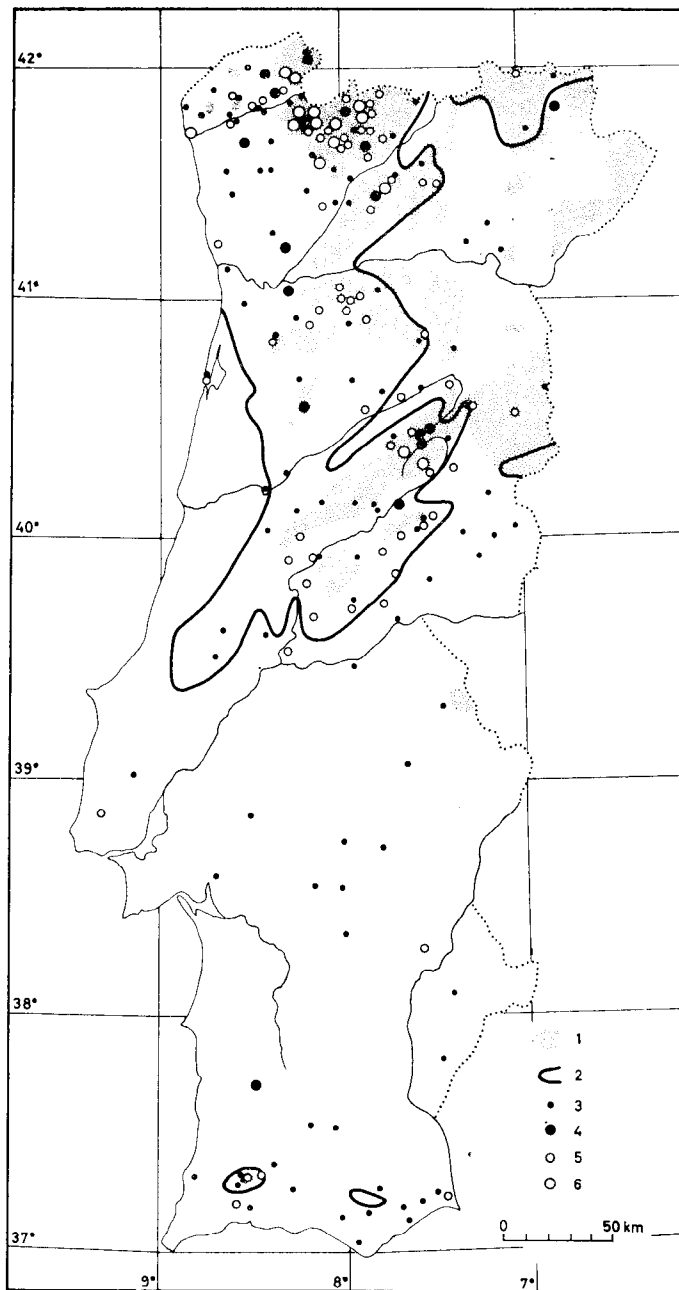


Fig. 10 — Carte des stations portugaises ayant enregistré des précipitations journalières supérieures à 110 mm au cours de la période 1931-60. 1: régions montagneuses (altitude supérieure à 700 m), 2: isohyète annuelle de 1000 mm, 3: station «normale» (25 à 30 années de fonctionnement) ayant enregistré un ou plusieurs maximums journaliers compris entre 110 et 180 mm, 4: id., supérieur à 180 mm, 5: station ayant fonctionné pendant moins de 25 ans et ayant enregistré de 110 à 180 mm, 6: id., plus de 180 mm.

cence se manifestant sur la ligne de collines qui domine la rive droite du Mondego.

Cette nette dissymétrie Sud-Nord ne paraît pas se manifester aussi clairement dans les régions plus septentrionales où d'ailleurs la répartition fort irrégulière des stations pluviométriques rend difficile l'analyse cartographique. La dissymétrie qui apparaît sur la figure 10 entre les deux versants de la vallée du Lima ne fait que refléter l'implantation inégalement dense de stations qui enregistrent pratiquement toutes de forts maximums. Dans les régions nord-orientales, les stations où se sont manifestées des précipitations journalières supérieures à 110 mm sont trop rares pour que l'on puisse tirer des conclusions valables de leur répartition. Tout au plus peut-on remarquer que les 3 seules stations de ce type situées près de la vallée du Douro sont implantées sur la rive droite. Mais, dans l'ensemble, c'est la dissymétrie entre l'Ouest et l'Est, entre les régions littorales et continentales, qui apparaît comme le trait frappant de la répartition des fortes pluies journalières dans les régions du Portugal situées au Nord de la latitude de Aveiro. Commencent alors à apparaître des stations littorales susceptibles de recevoir d'abondantes pluies journalières (le faible nombre de stations fonctionnant dans les régions côtières explique qu'elles apparaissent mal sur la carte, cf. fig. 8).

En Alentejo, la seule concentration un peu remarquable concerne 5 stations situées dans la région de Évora, c'est-à-dire sur le dôme aux formes très atténuées d'où le drainage diverge vers les trois bassins du Tage, du Sado et du Guadiana. Sont-ce ces faibles hauteurs culminant au mieux vers 400 mètres qui suffisent à provoquer une certaine recrudescence des pluies? Celle-ci est sensible dans les totaux annuels, supérieurs à 900 mm dans quelques stations (Santiago do Escoural 983 mm, Viana do Alentejo 974 mm), alors que les régions périphériques n'en reçoivent que moins de 700.

Reste enfin à analyser l'anomalie constituée par l'Algarve. Les fortes précipitations journalières y sont en partie liées au relief (Serra de Monchique, 902 m et Serra do Caldeirão, 577 m) et se manifestent aussi avec une certaine fréquence dans le bas pays côtier oriental, le Sotavento, où même des stations littorales comme Faro et Tavira sont susceptibles de

recevoir des pluies journalières supérieures à 110 mm. Les fortes pluies paraissent se localiser de préférence sur le versant sud-est des massifs montagneux. Dans l'ensemble de l'Algarve, elles ne se manifestent que d'octobre à mars, jamais pendant le semestre d'été.

La figure 11 montre qu'il existe une nette corrélation entre le total annuel des précipitations et le maximum journalier enregistré au cours de la même année. La dispersion ne devient vraiment sensible que pour les valeurs exceptionnellement élevées de l'un ou de l'autre. Toutefois, la proportion de la tranche d'eau annuelle tombée au cours de la journée la plus arrosée est très sensiblement plus forte en Algarve (à Faro, elle est couramment de l'ordre du dixième) que dans les montagnes du Centre et du Nord-Ouest du pays. Pour autant que la faible durée des observations à Outeiro do Gerês permette d'en juger, la proportion semble encore s'abaisser quelque peu, en moyenne, quand on passe de la Cordilheira Central au Gerês, mais les nuages de points des deux stations se recouvrent cependant dans une large mesure. Il est donc probable que les journées de pluies exceptionnelles s'insèrent, en Algarve, dans un régime pluviométrique nettement différent de celui qui prévaut dans la moitié nord du Portugal et qu'elles sont engendrées par des situations atmosphériques originales.

Ainsi, l'analyse de la répartition dans l'espace des maximums journaliers remarquables permet de distinguer 3 grands types, intéressant respectivement l'ensemble du Nord-Ouest, la Cordilheira Central prolongée par son piémont méridional et enfin l'Algarve. Le premier est caractérisé par l'importance, la fréquence et la large répartition au cours de l'année des fortes pluies journalières et par une nette dissymétrie pluviométrique entre le versant atlantique et les régions orientales, le second par un fort gradient altitudinal, des maximums déjà plus rares et moins marqués et une dissymétrie qui oppose les versants méridionaux où tombent souvent de fortes averses aux versants tournés vers le Nord où elles sont nettement moins fréquentes. L'Algarve, enfin, doit surtout son originalité au poids relatif des fortes pluies journalières dans des totaux pluviométriques faibles en basse altitude mais croissant rapidement à mesure que le relief s'accroît.

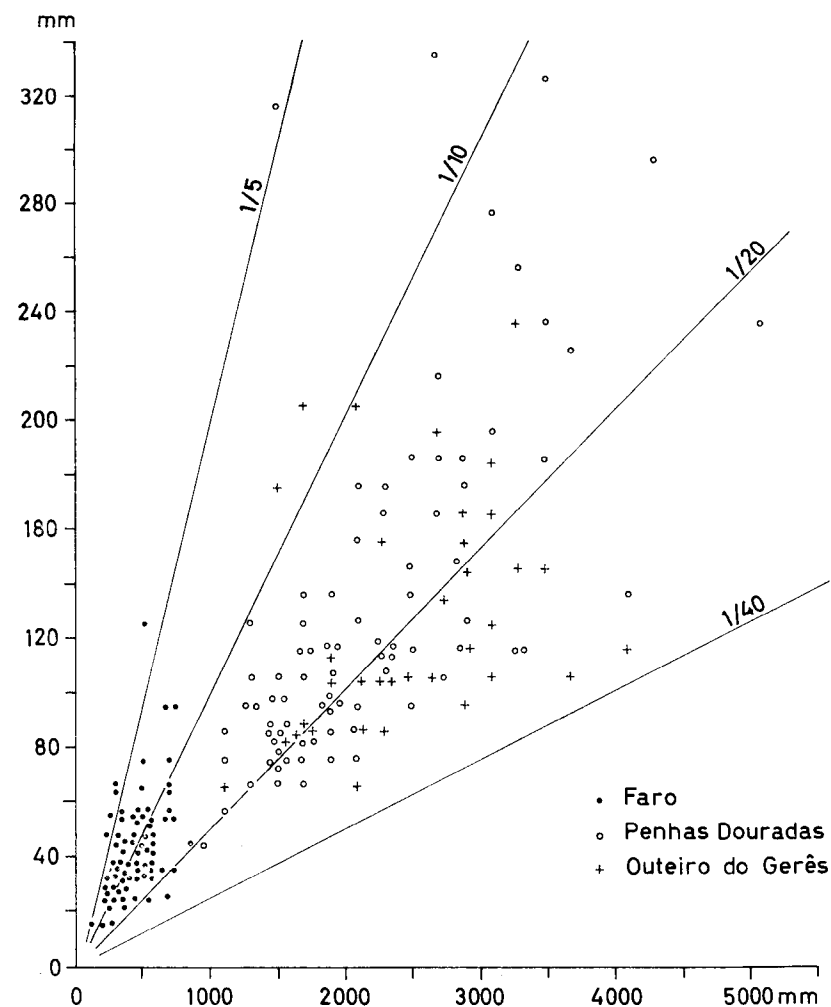


Fig. 11 — Corrélation entre le maximum journalier et le total annuel des précipitations à Faro (75 années), à Penhas Douradas (83 années) et à Outeiro do Gerês (36 années), par années hydrologiques, d'après le *Boletim Trimestral de Informação* n.º 40, Janeiro de 1971, Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos. Les droites matérialisent la proportion des précipitations annuelles tombée au cours de la journée la plus arrosée de l'année.

Dans tous les cas, cependant, les fortes précipitations journalières se répartissent nettement selon un gradient altitudinal s'élevant à partir d'un assez vaste piémont au long d'un des versants des massifs montagneux, probablement celui qui est situé «au vent» des types de perturbations et de masses d'air apportant régionalement les conditions les plus favorables au déclenchement de précipitations intenses, orientation qui ne se confond d'ailleurs pas forcément avec celle du versant recevant au total la tranche la plus élevée de précipitations en moyenne annuelle.

C'est par l'étude des types de temps correspondant aux pluies exceptionnelles que l'on pourra résoudre le problème de ces différenciations régionales. Une question préalable devra être cependant résolue. Quelle est la durée de ces très fortes pluies et dans quelle mesure la quantité de pluie enregistrée en 24 heures, usuellement publiée, est-elle en bonne corrélation avec elle?

Quelques études, portant malheureusement sur des durées trop courtes, suggèrent que, dans la Serra da Estrela, cette corrélation est parfaitement acceptable. D'une part, l'intensité des averses en un court laps de temps ne paraît pas y dépasser des valeurs somme toute modérées. A Penhas Douradas, en 12 années (1939 à 1955), le maximum de précipitations recueillies en 30 minutes a été de 23 mm, de 33,7 mm en 1 heure, de 72,6 mm en 6 heures ⁽⁶⁾; il est vrai qu'il s'agit là d'une série d'années relativement peu arrosées (maximum 2399 mm en 1951). Ces valeurs sont très proches de celles qui ont été calculées pour Lisbonne sur une période de 80 ans ⁽⁷⁾. En moyenne, il peut y tomber tous les 10 ans une averse de 22,3 mm en 30 minutes, de 29,4 mm en une heure; tous les 25 ans, ces quantités s'élèvent à 28,4 et 36,8 mm. Quant aux pluies exceptionnelles qui ont provoqué les 25 et 26 novembre 1967 une inondation catastrophique dans la région de Lisbonne, elles ont atteint un paroxysme enregistré de 60 mm

⁽⁶⁾ *Mémoire* n° 83, ronéotypé, du Serviço Meteorológico Nacional, 26 décembre 1956.

⁽⁷⁾ E. DE ARANTES E OLIVEIRA. *O regime de chuvas em Lisboa*, Lisboa, 1942, 11 p. et tableaux.

en une heure et de 129,7 mm en 6 heures à Monte Estoril ⁽⁸⁾. Mais les records mondiaux absolus sont encore beaucoup plus élevés, de l'ordre de 300 mm en 30 minutes, de 450 mm en une heure, de 1000 mm en 6 heures ⁽⁹⁾.

Il paraît assez exceptionnel, d'autre part, que se suivent deux journées de très forte pluie. En 16 années, de 1923 à 1938, on a enregistré à Penhas Douradas 29 journées ayant reçu plus de 110 mm. Dans 2 cas seulement il s'est agi de deux journées successives, dans 1 cas de trois journées qui ont reçu respectivement 136, 168 et 327 mm. Il est curieux de noter que ces 3 séries exceptionnelles se sont produites à des époques très proches les unes des autres, en novembre 1926 et en mars et décembre 1927. Un autre sondage, portant sur une année moyennement pluvieuse (1961, 3618 mm) à Penhas da Saúde, indique 5 journées non successives ayant reçu plus de 110 mm, tandis qu'en 1963, année très arrosée (4699 mm), on en compte 10 dont 2 successives (en novembre). Soit donc, au total, seulement deux journées successives sur 15, en 2 années. De ces données encore beaucoup trop fragmentaires, il semble ressortir que le régime pluviométrique des hautes terres de la Cordilheira Central n'est caractérisé ni par de courtes averses de très grande intensité, ni par de fortes pluies très prolongées, mais plutôt par l'apparition irrégulière au cours de l'année de quelques journées très pluvieuses dont l'intervalle de 24 heures rend assez bien compte.

En est-il de même en Algarve et dans le Nord-Ouest? A ma connaissance, aucune étude de l'intensité des averses n'a encore été réalisée dans le Nord-Ouest du Portugal. Au contraire, une étude précise, malheureusement inédite, consacrée au climat de l'Algarve ⁽¹⁰⁾ élabore à ce sujet une abondante documentation. A Monchique, où seulement 7 années d'observation (1933-1934 et 1950-1954) étaient alors disponibles, le maximum de précipitations recueilli en 1 heure a

⁽⁸⁾ I. DO AMARAL. «As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa». *Finisterra*, III, 5, 1968, pp. 79-84.

⁽⁹⁾ D'après PAULHUS, *Monthly Weather Review*, vol. 93, 1965, pp. 331-335, cité dans R. G. BARRY et R. J. CHORLEY, *Atmosphere, Weather and Climate*, 379 p., 2ème édition, London, 1971.

⁽¹⁰⁾ FERNANDO REIS CUNHA. *O Clima do Algarve*, Relatório Final do Curso de Engenheiro Agrônomo, Lisboa, 1957, 426 p., ronéotypé.

été de 58,8 mm, le second record enregistré étant encore de 41,5 mm, alors qu'à Vila Real de Santo António (1929-1952) le maximum horaire s'établit à 31,5 mm et à Praia da Rocha (1936-1952) à 35 mm. En 6 heures, on a recueilli jusqu'à 113,4 mm à Monchique, 101 mm à Vila Real mais seulement 41,9 à Praia da Rocha. Il semble donc que l'intensité des averses en Algarve s'accroisse très rapidement avec l'altitude et atteigne assez fréquemment en montagne des valeurs très rarement réalisées dans le reste du Portugal. Par contre, les très fortes précipitations ne se maintiennent qu'exceptionnellement pendant plus d'une journée, comme le montre le tableau suivant:

Stations	Altitude (m)	Période	Quantité maximale de précipitations (en mm) recueillies en		
			1 journée	2 journées successives	3 journées successives
Lagos	14	1921-1950	99	128	155
Faro	14	1921-1950	129	200	237
Monchique	395	1932-1952	165	216	251
Barranco do Velho	475	1936-1952	100	191	251

Les fortes pluies journalières paraissent donc de types sensiblement différents en Algarve et dans la Cordilheira Central. L'étude des courbes d'intensité en fonction du temps reste à faire en ce qui concerne le Nord-Ouest du Portugal et serait à reprendre sur un plus grand nombre d'années dans les autres régions. Elle pourrait apporter un indice précieux de la plus ou moins grande parenté de type et d'origine existant entre les régimes pluviométriques des diverses régions du pays. Mais c'est surtout par la sélection et l'étude synoptique d'une série suffisante de situations ayant engendré des pluies exceptionnelles dans une des trois régions du Portugal où elles constituent un phénomène caractéristique, que pourra sérieusement progresser leur compréhension et, en même temps, celle de la dynamique générale du climat portugais.

SUZANNE DAVEAU

Situation des stations pluviométriques citées dans le texte

	Latitude nord	Longitude ouest	Altitude en mètres
Abedim	41° 59'	8° 30'	300
Aveiro/Barra	40° 39'	8° 44'	3
Barranco do Velho	37° 14'	7° 56'	475
Campeã	41° 17'	7° 54'	270
Caramulo	40° 34'	8° 10'	810
Coimbra	40° 12'	8° 25'	141
Faro	37° 01'	7° 55'	36
Freixo de Numão	41° 04'	7° 13'	550
Gerês	41° 44'	8° 10'	430
Gouveia	40° 30'	7° 35'	650
Guarda	40° 32'	7° 16'	1 019
Labrujó	41° 52'	8° 33'	450
Lagos	37° 06'	8° 40'	12
Leonte	41° 47'	8° 08'	860
Lindoso	41° 52'	8° 12'	320
Lisboa	38° 43'	9° 09'	77
Monchique	37° 19'	8° 33'	395
Monte Estoril	38° 42'	9° 24'	31
Outeiro do Gerês	41° 47'	7° 58'	800
Penhas da Saúde	40° 19'	7° 33'	1 515
Penhas Douradas	40° 25'	7° 33'	1 383
Portela do Vade	41° 43'	8° 25'	300
Praia da Rocha	37° 07'	8° 32'	19
Santiago do Escoural	38° 32'	8° 11'	275
Tavira	37° 07'	7° 39'	25
Valhelhas	40° 24'	7° 25'	521
Viana do Alentejo	38° 20'	8° 03'	202
Vila Real de Santo António	37° 11'	7° 25'	7

SUMMARY

Geographical distribution of the exceptionally heavy rainfalls in Portugal. The variability in volumes of rainfall from year to year is considerable throughout Portugal and is particularly pronounced, in absolute terms, in the meteorological stations receiving the highest volumes of rainfall which correspond to the mountains of the North-West and the Cordilheira Central (fig. 3). This variability in rainfall was more accentuated in the past than during the last thirty years (station of Penhas Douradas in the Serra da Estrela, fig. 4 & 5). Considered on a monthly scale, the variability is always very pronounced (fig. 6). At Penhas da Saúde (Serra da Estrela, at 1515 m) in 27 years, one has recorded 31 months which have received more than

600 mm, the number of these months varying from 0 to 4, depending on the years. In Portugal, one may consider as exceptionally rainy those days with rainfalls above 110 mm (fig. 7). The stations which recorded such maxima are to be found in three regions: the mountains of the North-West and their western foreland, the Cordilheira Central and its southern piedmont, the heights of the Algarve and the lowlands of the eastern Algarve (fig. 10). In the North-West, heavy daily rains may fall throughout the whole year, just as much on the plains as on the mountains, although they are more frequent during the winter months (fig. 9). In the Cordilheira Central, only the stations high up record rare high daily rainfalls in the summer months. In the Algarve, they only appear in winter and the day of heaviest rainfall in the year may represent a high proportion of the annual precipitation (fig. 11). The analyses of types of weather corresponding to exceptionally high daily precipitations should enable one to account for their localization and the regional diversity of their types.