

INFLUENCE DE LA CONTINENTALITÉ SUR LE RYTHME THERMIQUE AU PORTUGAL

«Não he de pouca consideração parecer que recopilou Deus...
«neste pequeno districto de Lisboa [todo o Mundo]; pondo cinco
legoas della a maravilhosa Cintra, aonde no Verão he necessario
abrigar do frio, como em outras partes no Inverno, e da outra parte
do rio he o Sol tão quente, que o podem mal soffrer as pessoas,
que não estão habituadas a isso, e no meio destes dous extremos,
fez uma Zona temperadissima, aonde poz Lisboa...»

LUIZ MENDES DE VASCONCELLOS
Do Sitio de Lisboa, 1608.

Les «vigoureux contrastes» qui existent entre le climat des diverses régions du Portugal résultent en partie de son extension en latitude à travers la zone balayée au cours de l'année par la limite oscillante entre l'air subsidant et sec des anticyclones subtropicaux et les masses d'air instables et pluvieuses entraînées d'Ouest en Est par les perturbations cycloniques. Cette opposition latitudinale est renforcée et compliquée par la concentration des masses montagneuses dans la moitié nord du pays. Mais le climat du Portugal est aussi «solidaire de celui de la Péninsule» (1). C'est sur le littoral occidental de ce «continent-miniature» que sont réalisées les amplitudes annuelles (2) les plus faibles (6° 6 au Cabo S. Vi-

(1) O. RIBEIRO, *Portugal*, tome v de *Geografía de España y Portugal*, Barcelona, 1955, p. 43-44.

(2) Au Portugal, sauf indication contraire, tous les chiffres se rapportent à la période 1931-60 et ce sont les amplitudes vraies qui sont indiquées d'après *O Clima de Portugal*, fascículo XIII, *Normas climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960*, Lisboa, 1965. En Espagne, est utilisée l'amplitude réduite au niveau de la mer correspondant à la période 1906-25, d'après H. LAUTENSACH, «Die Temperaturverhältnisse der Iberischen Halbinsel und ihr Jahresgang», *Die Erde*, 1960, p. 86-114, traduction espagnole, *Estudios Geográficos*, 1962, p. 259-292.

cente, 6° 8 au Cabo da Roca), alors qu'elles s'élèvent jusqu'à plus de 22° dans l'intérieur (22° 4 à Argamasilla dans la Manche, 22° 2 à Juneca dans la vallée de l'Ebre). Au Portugal, ce sont les régions nord-est qui connaissent la plus forte amplitude annuelle des températures. Pour la période 1931-60, la station de Moncorvo avait enregistré la plus forte amplitude annuelle au Portugal (18°), mais les observations faites de 1936 à 1960 dans la vallée du Haut Douro montrent que de nombreuses stations y dépassent cette valeur, la palme revenant à Barca de Alva avec 20° 6⁽³⁾. La complexité du relief de cette région fait qu'il est difficile d'y isoler les influences locales dues à l'exposition ou à l'encaissement de celles qui découlent de la «transformation progressive» liée à la continentalité⁽⁴⁾.

I. ANALYSE DES VALEURS MOYENNES ET EXTRÊMES

Aussi, pour éliminer dans la mesure du possible l'influence tant de la latitude que du relief, et pour établir l'action de la continentalité sur le rythme des températures, convient-il de choisir des stations échelonnées à la même latitude au long d'un parcours peu accidenté. Au Portugal, c'est la latitude de Lisbonne qui se prête le mieux à cette étude. (La localisation des stations est indiquée sur la figure 23 et sur le tableau I).

TABLEAU I

Stations	Latitude	Longitude	Altitude	Distance à vol d'oiseau du littoral occidental
Cabo da Roca	38° 47' N	9° 30' W	142 m	0 km
Lisbonne	38° 43' N	9° 09' W	77 m	30 km
Évora	38° 34' N	7° 54' W	309 m	110 km
Elvas	38° 53' N	7° 09' W	208 m	195 km

La station de Cabo da Roca est établie en bordure même de la mer, au sommet d'une haute falaise verticale, dans la cour du phare construit à l'extrémité du promontoire massif

⁽³⁾ *O clima de Portugal*, fascículo xv, *Região demarcada do Douro*, Lisboa, 1965.

⁽⁴⁾ H. LAUTENSACH, *Die Iberische Halbinsel*, München, 1964, p. 32-35. et 46-48.

qui termine à l'Ouest l'Europe continentale; elle est séparée de l'intérieur par le petit massif montagneux de Sintra qui atteint, à 2,5 km du littoral, une altitude d'environ 500 m. La station de Lisbonne se trouve en pleine ville, dans le jardin botanique situé sur le versant occidental de la petite vallée orientée NW-SE qui débouche à la Place du Commerce sur le golfe intérieur constitué par le Tage. Il est donc certain que l'influence du relief local joue un rôle dans les différences qui se manifestent entre les deux stations. L'une, face à l'Ouest, est comme isolée de l'intérieur, tandis que la situation de l'autre est complexe: un versant orienté vers un bras de mer intérieur mais sous le vent des influences maritimes générales.

Quant aux stations de Évora et d'Elvas, elles sont situées dans des régions de collines au relief modéré, constituant la région de partage des eaux entre le Tage et le Sado ou s'inclinant vers la vallée du Guadiana, et ne sont séparées de la mer que par des plateaux qui n'atteignent nulle part 500 m. La station de Évora est localisée dans le centre même de la ville, sur la tour de Sertorius, haute de 12 m et élément de l'ancienne muraille romaine, tout près de la cathédrale. La station d'Elvas est située à 1,5 km au Nord-Est de la ville, vers la limite occidentale de la plaine où confluent le Guadiana et le Rio Caia. L'une et l'autre sont donc comme protégées, vers l'Ouest et le Nord-Ouest, par des collines et plateaux situés à quelques kilomètres, qui les dominent d'une soixantaine de mètres dans le cas de Évora, de 100 à 200 m dans le cas d'Elvas.

Ainsi, le caractère littoral de Cabo da Roca est significativement renforcé par l'isolement de son promontoire, tandis que le site des autres stations tend à y atténuer, faiblement, les influences maritimes.

A cette latitude, les contrastes potentiels d'insolation sont nettement marqués entre l'été et l'hiver. Fin décembre, le soleil ne s'élève à midi qu'à quelque 28° au dessus de l'horizon, tandis qu'au solstice d'été, il culmine vers 75°. Alors que la journée la plus courte de l'année dure un peu moins de 9 heures et demie, la plus longue atteint près de 15 heures.

La température moyenne annuelle vraie est nettement plus basse à Cabo da Roca que dans les trois autres stations:

14° 8 contre 16° 6 à Lisbonne, 15° 6 à Évora et 15° 9 à Elvas (période 1931-60), soit, en réduisant les températures au niveau de la mer selon une convention uniforme de 0° 5 par 100 m, respectivement 15° 5, 17°, 17° 1, 16° 9. L'amplitude annuelle, quant à elle, croît progressivement d'Ouest en Est: 6° 8 à Cabo da Roca, 11° 7 à Lisbonne, 14° 4 à Évora, 16° 8 à Elvas. On note immédiatement la forte originalité du climat proprement littoral, sensiblement plus frais et dépourvu de contrastes thermiques marqués au long de l'année.

La considération des courbes annuelles des températures minimales et maximales moyennes et absolues (fig. 1) permet de pousser plus loin l'analyse. Elle montre d'abord le retard bien connu des maximums et minimums des stations littorales, retard surtout sensible en été dans le cas du Portugal (mois le plus chaud: août-septembre à Cabo da Roca, août à Lisbonne, juillet à Évora et Elvas; mois le plus froid: janvier-février à Cabo da Roca, janvier dans les autres stations). Elle confirme aussi l'originalité du climat littoral où l'amplitude journalière moyenne aperiodique demeure presque constante au cours de l'année (minimum, 4° 2 en décembre, maximum, 5° 5 en avril) tandis que, dans les stations intérieures, elle s'accroît beaucoup en été (à Lisbonne, déjà, 10° 4 en juillet et août contre 6° en décembre, à Elvas, 17° 7 en juillet contre 9° 3 en décembre). Alors que les minimums absolus enregistrés pendant 30 ans dessinent à Cabo da Roca une courbe régulière qui ne descend jamais au-dessous de 0° C, les maximums se répartissent irrégulièrement, suggérant que les fortes températures n'atteignent qu'accidentellement le littoral, ce que confirme pleinement le petit nombre de journées où la température y dépasse 25° (10 par an). L'accroissement de la continentalité, de Lisbonne à Elvas, se marque surtout par l'exagération des maximums diurnes d'été et des minimums nocturnes hivernaux. En effet, c'est à Lisbonne, et non à Elvas, que les nuits d'été sont les plus chaudes (minimum moyen de 17° 3 au mois d'août) et les journées d'hiver les plus tièdes (maximum moyen de 13° 9 en janvier). Mais le maximum moyen de juillet atteint 33° 7 à Elvas contre seulement 27° 7 à Lisbonne (en août) et le minimum moyen s'abaisse à 3° 3 en janvier à Elvas (où 7 journées connaissent en moyenne pendant ce mois des températures inférieures

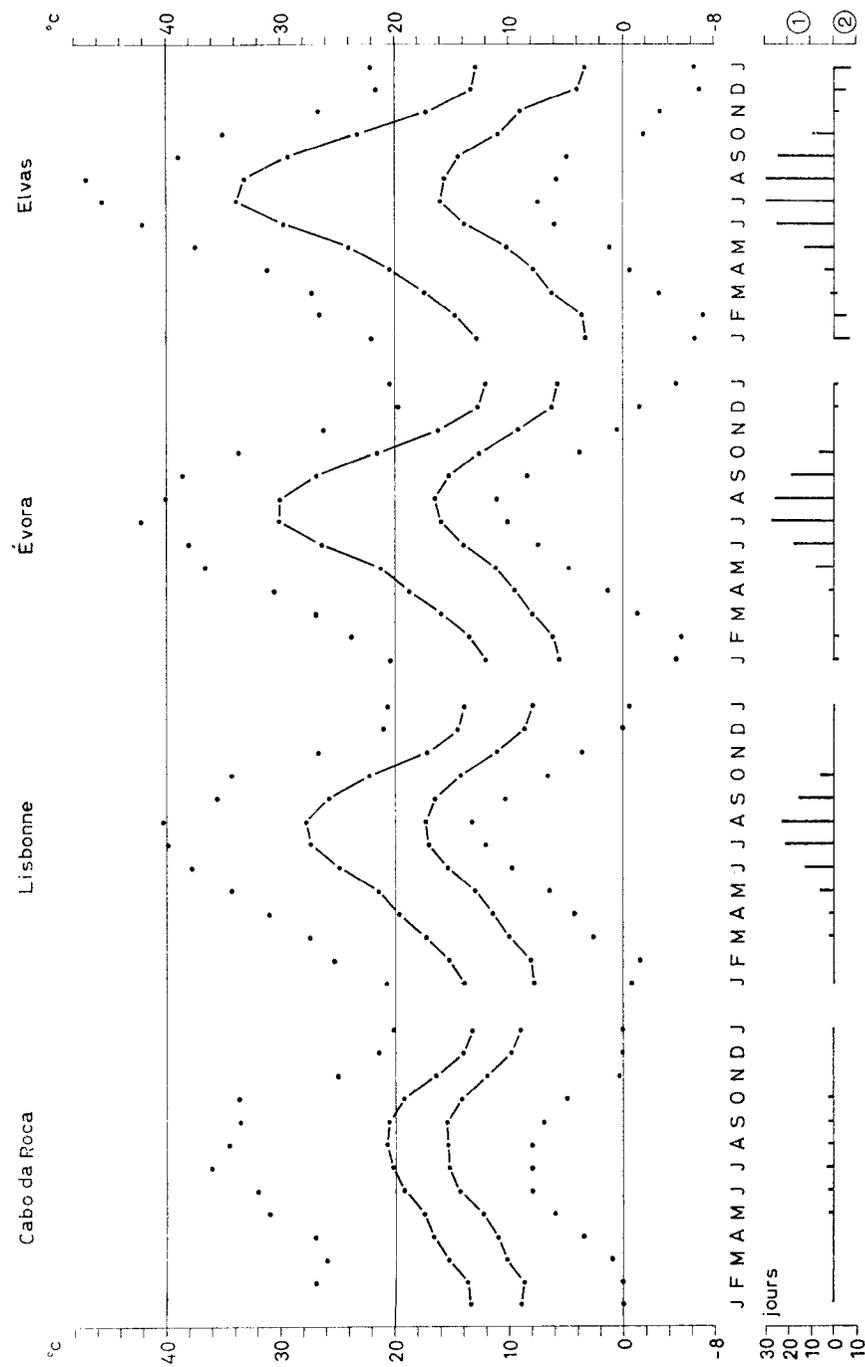


Fig. 1 — Températures maximales et minimales mensuelles moyennes et absolues, nombre de jours par mois où le maximum a dépassé 25° (1) et où le minimum est tombé au-dessous de 0° (2), à Cabo da Roca, Lisbonne, Évora e Elvas (période 1931-60).

à 0°), contre 7° 8 à Lisbonne où le gel est, sinon inconnu, du moins fort rare.

Le gradient thermique Ouest-Est lié à la continentalité est beaucoup plus fortement marqué en été qu'en hiver. La différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud à Elvas et Cabo da Roca est de 6° 8, contre 3° 2 pour le mois le plus frais. Si l'on considère le maximum moyen du mois le plus chaud, la différence s'élève à 13° 1; le minimum moyen du mois le plus frais, à 5° 4 seulement. Mais la différence s'amenuise pour les maximums absolus (46° 9 et 36°, soit 10° 9), alors qu'elle s'accroît légèrement pour les minimums absolus (0° et -7°, soit 7°), ce qui montre à nouveau le caractère quelque peu exceptionnel des coups de chaleur sur la côte.

La fréquence annuelle moyenne des nuits très froides et des journées très chaudes est un autre indice simple du comportement différent du facteur continentalité en été et en hiver.

TABLEAU II

Nombre de jours (moyenne 1931-60)	Cabo da Roca	Lisbonne	Évora	Elvas
Minimum < 0°	0	0	3	19
Maximum > 25°	10	88	106	138

En été, un climat littoral très original individualise donc une étroite frange de terre, tandis qu'une progressive et lente augmentation des caractères continentaux lui succède vers l'intérieur; en hiver, il semble que l'exagération de la continentalité se fasse très régulièrement sentir à partir de la côte, un seuil étant toutefois passé à une certaine distance du littoral quand le nombre de jours de gel devient significatif, définissant alors un véritable hiver thermique qui, à Évora encore, est à peine esquissé (3 jours de gel seulement en moyenne annuelle). Quel que soit le caractère approximatif de calculs basés sur des distances différentielles au littoral, mesurées entre des stations qui ne sont situées exactement ni à la même latitude, ni dans les mêmes conditions topographiques, on peut essayer d'illustrer ces faits par le calcul

de la variation moyenne aux 10 kilomètres de quelques valeurs caractéristiques entre les diverses stations (tableau III).

La représentation conjointe des variations diurne et annuelle de la température dans les trois stations de Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas, selon le procédé des thermo-

TABLEAU III

Variation moyenne aux 10 kilomètres	Entre Cabo da Roca et Lisbonne	Entre Lisbonne et Évora	Entre Évora et Elvas
Maximum absolu	1°4	0°2	0°6
Maximum moyen du mois le plus chaud	2°4	0°3	0°4
Nombre de jours maximum > 25°	26	2	4
Nombre de jours minimum < 0°	—	0,4	2
Minimum moyen du mois le plus froid	0°3	0°3	0°3
Minimum absolu	0°4	0°5	0°2

isoplèthes divulgué par C. TROLL^(*), fournit une vision globale extrêmement suggestive des profondes différences qui opposent le climat de la frange littorale et les climats plus ou moins fortement marqués par la continentalité (fig. 2 à 4). On y retrouve les oppositions déjà illustrées par les courbes des moyennes mensuelles des températures maximales et minimales. S'y ajoute un rythme journalier différent, non seulement par son amplitude totale, mais encore par le détail horaire de son évolution. Le minimum matinal se produit très tôt à Cabo da Roca, en général au moins 1 heure avant le lever du soleil, plus encore sans doute en hiver. Il est suivi à l'aurore d'une rapide augmentation de

(*) C. TROLL, «Thermische Klimatypen der Erde», *Petermanns Mitteilungen*, 1943, p. 81-89. On trouvera des exemples nombreux de ce type de représentation dans C. TROLL, «Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde», *Erdkunde*, Band XVIII, 1964, p. 5-28. Voir aussi S. DAVEAU, «Thermo-isoplèthes», *Finisterra*, 1974, IX, 18, p. 301-315, où est exposée la méthode simplifiée selon laquelle les figures 2 à 4 ont été établies.

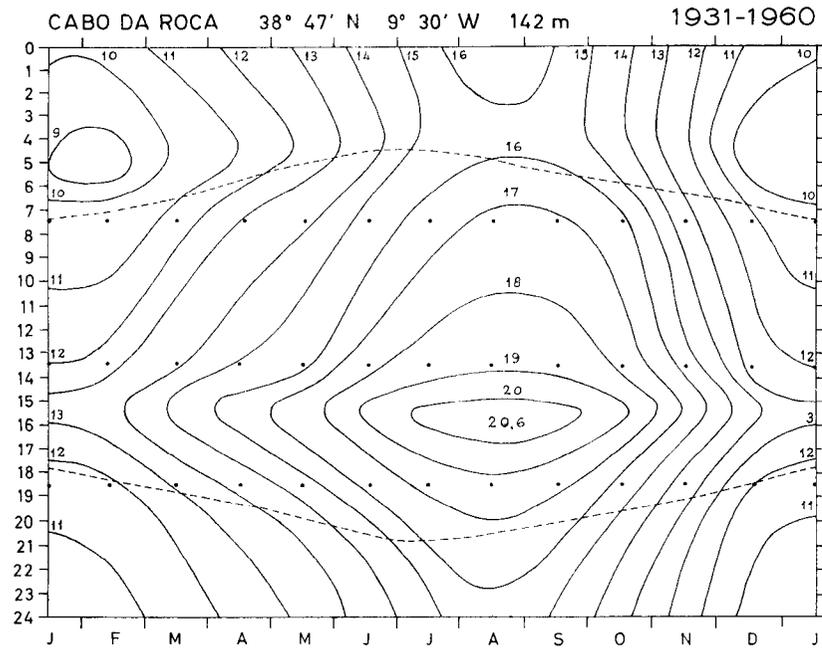


Fig. 2 — Thermo-isoplèthes de Cabo da Roca.

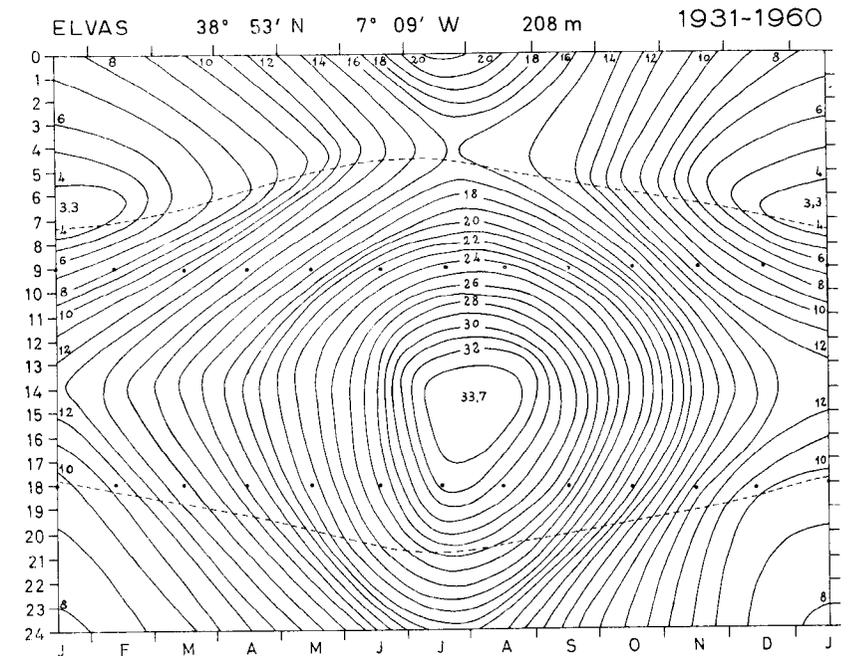


Fig. 4 — Thermo-isoplèthes d'Elvas.

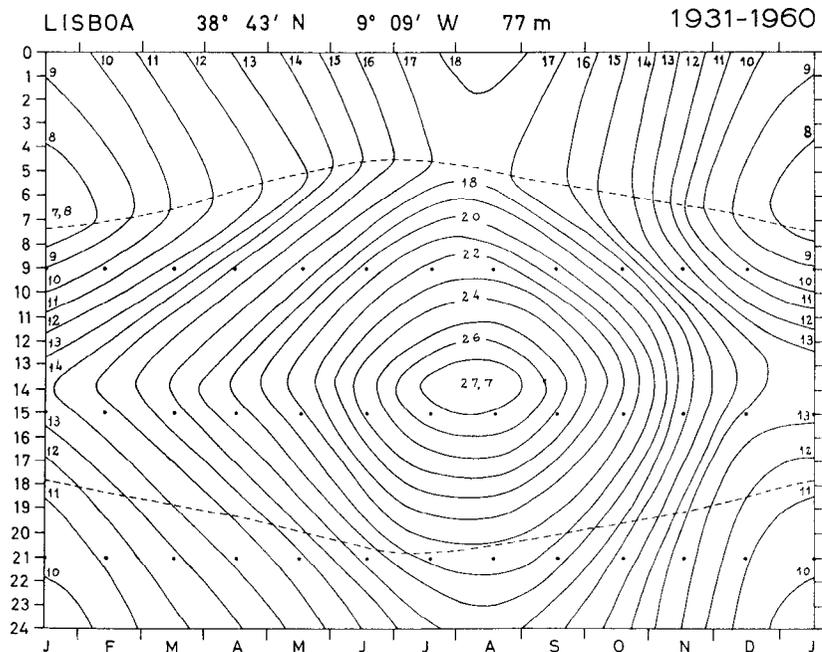


Fig. 3 — Thermo-isoplèthes de Lisbonne.

la température, qui se ralentit au cours de la matinée, pour s'accélérer à nouveau au moment du maximum, tardif (vers 15 heures) mais peu durable. A Elvas, au contraire, le minimum matinal précède immédiatement le lever du soleil et le maximum diurne, qui culmine vers 14 heures, ne se réduit que lentement au cours de l'après-midi. L'échauffement du matin est donc plus rapide que le rafraîchissement de la seconde partie de la journée, ceci étant surtout net en été: en juillet, en effet, où le maximum diurne moyen atteint 33° 7, la température se maintient encore à 32° 3 à 18 heures. C'est donc par son très fort échauffement diurne des mois d'été que se caractérise surtout le climat d'Elvas. Quant à Lisbonne, son rythme thermique, tant annuel que journalier, est intermédiaire mais il s'individualise cependant par un caractère propre, sa très grande régularité: les contrastes saisonniers y sont beaucoup moins marqués qu'à Elvas, le déroulement horaire y est plus progressif qu'à Cabo da Roca.

La nette opposition qui se manifeste entre la façon dont l'éloignement au littoral influence en été et en hiver les caractères thermiques des stations est due à la prédominance saisonnière de types de temps fort différents. En hiver, à la latitude de Lisbonne, les passages répétés de dépressions nées sur l'Atlantique alternent avec des jours de beau temps anticyclonique. L'insolation moyenne atteint à peu près la moitié du possible (en janvier, 44 p. 100 à Cabo da Roca, 53 p. 100 à Lisbonne, 51 à Évora, 53 à Elvas). Au rythme du passage des dépressions, toute la largeur du territoire portugais est influencée presque simultanément par les mêmes phénomènes, les vents variant constamment en direction et en intensité. Mais, à cette latitude, il ne pleut en moyenne qu'un jour sur trois pendant les mois d'hiver, contre un jour sur deux dans le Nord-Ouest du Portugal. Aux périodes où les températures s'uniformisent presque d'Ouest en Est (par exemple, le 9 février 1968, maximum et minimum à Cabo da Roca: 13° 8 et 12° 5, à Lisbonne: 15° 1 et 12° 9, à Elvas: 15° et 10° 5, soit des amplitudes de 1° 3, 2° 2 et 4° 5 seulement), s'en opposent d'autres où le contraste devient saisissant entre les régions littorales et l'intérieur (le 17 décembre 1967, à Cabo da Roca: 9° 5 et 6° 2, à Lisbonne: 11° 6 et 4° 4, à Elvas: 10° et -4° 5, soit des amplitudes de 3° 3, 7° 2 et 14° 5).

En été, la position du Portugal entre les hautes pressions atlantiques de l'anticyclone des Açores et les basses pressions qui occupent souvent le centre de la Péninsule ne provoque qu'une diminution infime de la pression moyenne d'Ouest en Est (valeurs en juillet, réduites au niveau de la mer: Cabo da Roca et Lisbonne 1018 mb, Évora et Campo Maior 1016 mb). Mais elle entraîne par contre une nette différenciation des courants aériens qui intéressent le littoral et l'intérieur. En juillet, à Cabo da Roca, 74 p. 100 des observations, 71 à Lisbonne, dénotent des vents du Nord surtout ou du Nord-Ouest qui soufflent en moyenne à 20 km/h. À Évora, c'est la direction Nord-Ouest qui l'emporte, les directions Nord et Nord-Ouest totalisant 63 p. 100 des observations avec une vitesse encore comparable à celle du littoral. À Campo Maior, par 39° 01' N

et 7° 04' W ⁽⁶⁾, c'est la direction Ouest qui l'emporte nettement, les directions Ouest et Nord-Ouest totalisant 55 p. 100 des observations, avec une vitesse moyenne de l'ordre de 12 km/h seulement. Sur la côte, le vent marin, racine des alizés (*nortada*), est donc à la fois frais et fortement chargé d'humidité (fig. 5), d'où une insolation et une évaporation réduites, en dépit de la violence épisodique du vent ⁽⁷⁾. La sécheresse de l'été est pratiquement annulée. S'il ne pleut pas plus qu'à l'intérieur, du moins le ciel est-il rarement pur, et guère davantage en été qu'en hiver (fig. 6). Mais dès qu'on quitte la côte, les contrastes entre été et hiver, typiques du climat méditerranéen, s'accusent nettement. Ciel pur, forte insolation, forte évaporation, humidité atténuée caractérisent la saison chaude et expliquent qu'elle connaisse de fortes et très fortes amplitudes thermiques journalières.

Si celles-ci restent en été presque constamment fortes à Elvas et presque toujours faibles sur le littoral, les températures absolues oscillent largement. C'est ainsi qu'en juillet 1968, par exemple, le maximum diurne qui était de 27° 5 le 14, s'élevait à 40° les 21 et 22 à Elvas, tandis qu'à Cabo da Roca, il était de 17° les 15 et 17, pour atteindre 34° 3 le 21. Tantôt ces oscillations affectent toute la largeur du territoire portugais, tantôt au contraire, elles n'atteignent pas le littoral où se maintient le souffle humide et frais de la *nortada*. Le rythme et l'amplitude des oscillations est très variable d'une année à l'autre.

Le climat portugais est aussi capricieux dans son déroulement thermique qu'en ce qui concerne la répartition dans le temps des précipitations ⁽⁸⁾. Aussi est-il, pour le comprendre, indispensable de recourir à l'observation de son rythme

⁽⁶⁾ Les observations enregistrées à Elvas sont insuffisantes pour être comparées à celles des autres stations.

⁽⁷⁾ Des vents de vitesse égale ou supérieure à 36 km/h ont été observés pendant 53 jours par an à Cabo da Roca, contre 16 jours à Lisbonne, 23 à Évora, 7 à Elvas. Pendant 11 jours par an en moyenne, la vitesse a atteint ou dépassé 55 km/h à Cabo da Roca, alors que cette vitesse est si exceptionnelle dans les autres stations qu'elle n'apparaît pas dans les normales.

⁽⁸⁾ S. DAVEAU, «Répartition géographique des pluies exceptionnellement fortes au Portugal», *Finisterra*, VII, 13, 1972, p. 5-28.

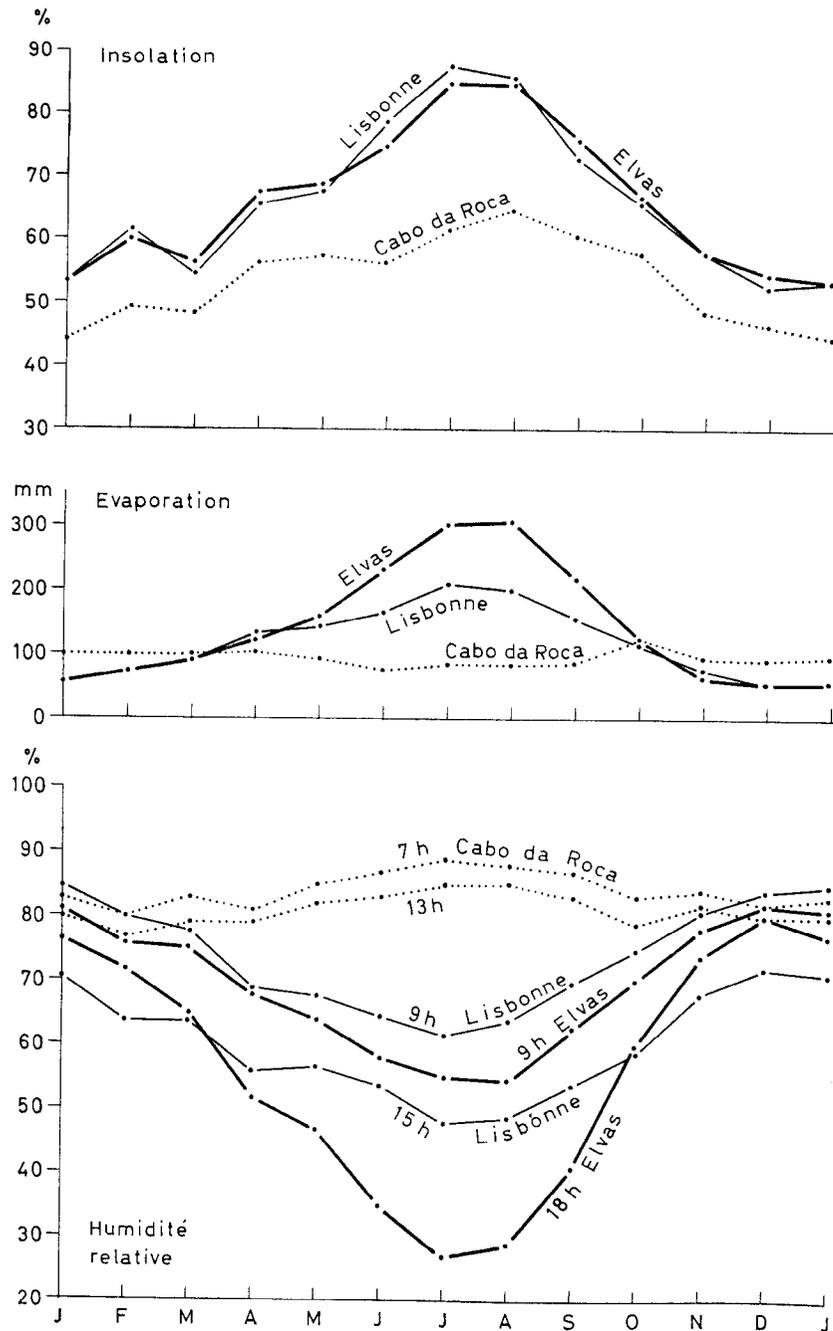


Fig. 5— Valeurs mensuelles de l'insolation, de l'évaporation et de l'humidité relative à Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas (période 1931-60).

vrai dont les moyennes ne rendent que fort imparfaitement compte. Il peut sembler que le choix d'exemples typiques devrait être basé sur l'étude statistique du plus grand nombre de cas possible, c'est-à-dire, en ce qui concerne la station la

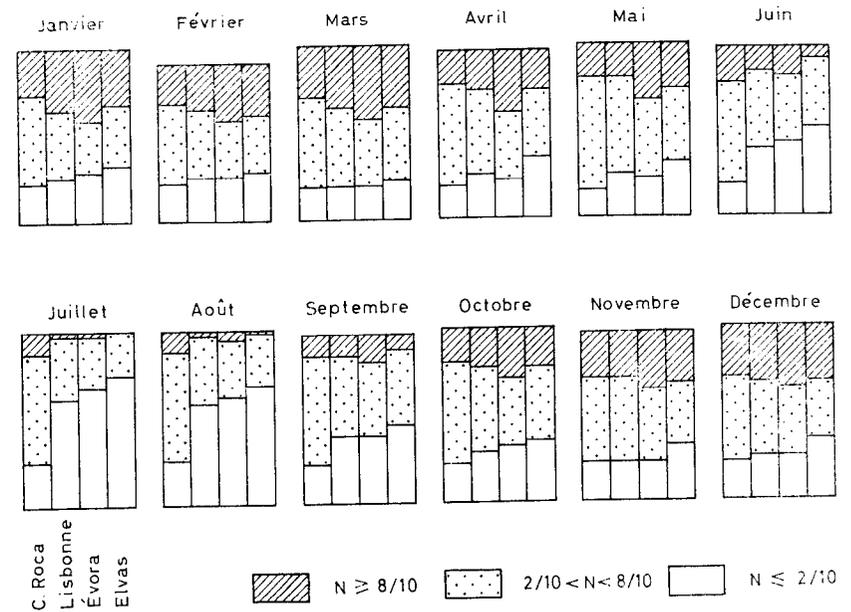


Fig. 6— Valeurs mensuelles de la nébulosité à Cabo da Roca, Lisbonne, Évora et Elvas (nombre de jours où la nébulosité a été inférieure ou égale à 2/10, comprise entre 2 et 8/10, égale ou supérieure à 8/10 pendant la période 1931-60).

plus récemment créée (Cabo da Roca, en 1931), sur le manie- ment des observations enregistrées pendant plus de 15 000 journées. Mais, en fait, au stade actuel de la recherche, le recours à l'ordinateur ne paraît pas s'imposer et semble même absolument prématuré. Mieux vaut caractériser d'abord un certain nombre de situations et reconnaître leurs enchaîne- ments dans le temps et dans l'espace, pratiquer en somme un échantillonnage fait, non pas certes au hasard, mais sur la base d'une reconnaissance d'ampleur raisonnable. Les con- clusions provisoires auxquelles aboutira cette étude pourront être la base d'un futur programme de plus grande ampleur.

TABLEAU IV

Caractéristiques générales des trois stations	1931-60			1967			1968			1969		
	CR	L	E	CR	L	E	CR	L	E	CR	L	E
Température moyenne annuelle (°C)	14,8	16,6	15,9	14,6	16,4	15,7	15	16,9	16,2	14,6	16,4	15,3
Amplitude journalière moyenne (°C)	4,9	8,1	13	5,1	8,5	13	4,7	8,3	12,5	5,4	7,8	11,4
Amplitude annuelle (°C)	6,8	11,7	16,8	7,1	11,4	16,9	7	11,4	16,8	7,9	13,2	19
Vitesse moyenne du vent (km/h)	—	14,8	—	14,6	13,5	7,2	15,4	13,3	7,7	15,1	14,1	7,4
Pourcentage d'insolation	54	68	67	—	67	69	—	62	65	—	61	61
Précipitation (mm)	442	708	604	509	587	497	694	909	616	805	1002	886
Évaporation (mm)	1149	1484	1800	1288	1694	2206	1236	1473	2347	1351	1613	1929
Minimum < 0°	0	0	19	0	0	18	0	0	14	0	0	12
Maximum > 25°	10	88	138	9	92	134	7	85	144	17	80	105
Précipitation ≥ 0,1 mm	108	113	86	69	101	101	80	131	99	92	133	124
Précipitation ≥ 10 mm	14	24	19	16	16	16	19	31	20	23	30	29

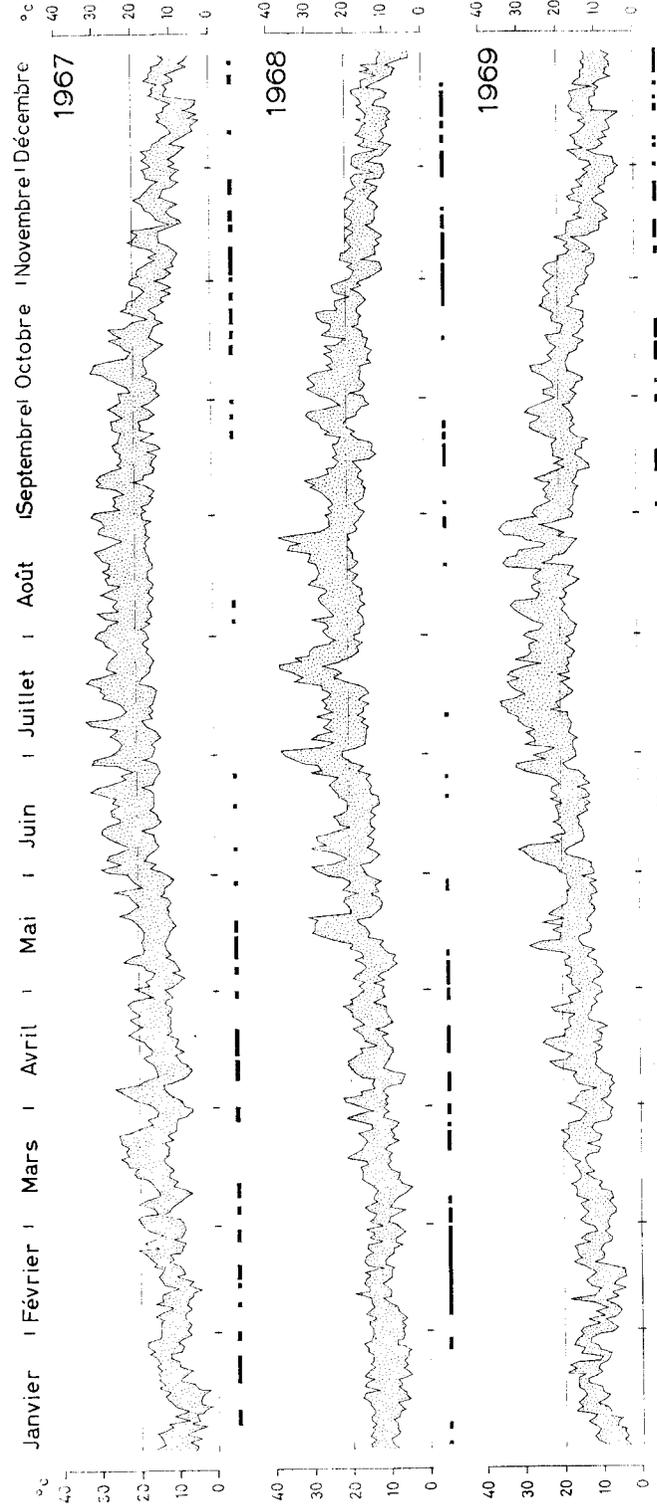


Fig. 7 — Températures maximales et minimales journalières (traits fins) et jours de précipitation (traits forts) à Lisbonne, au cours des années 1967, 1968 et 1969.

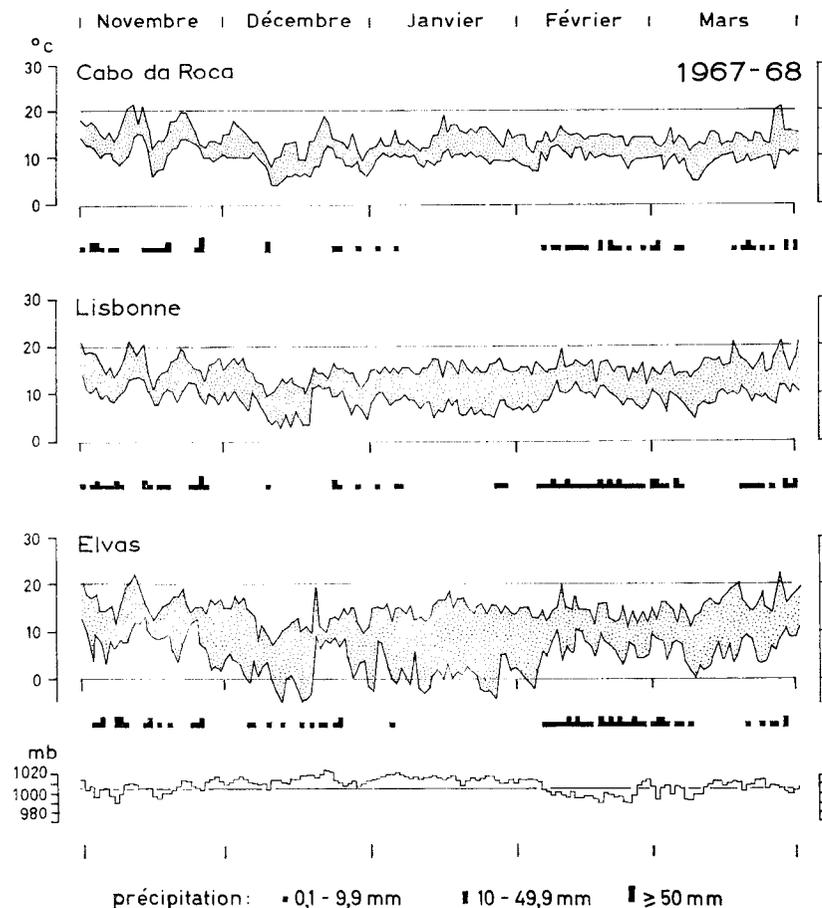


Fig. 8 — L'hiver 1967-68 à Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas: températures maximales et minimales (traits fins) et précipitations journalières classées selon leur intensité (traits forts). En bas du graphique, pression atmosphérique à Lisbonne à 0 heure.

II. ÉTUDE COMPARATIVE DE SITUATIONS

L'étude de situations sera limitée aux trois stations les plus caractéristiques: Cabo da Roca, Lisbonne, Elvas. Elle portera sur trois années récentes pour lesquelles on dispose d'une documentation suffisamment complète et homogène et qui, bien que leurs caractéristiques globales ne s'écartent guère de la moyenne (tableau IV) présentent un déroulement

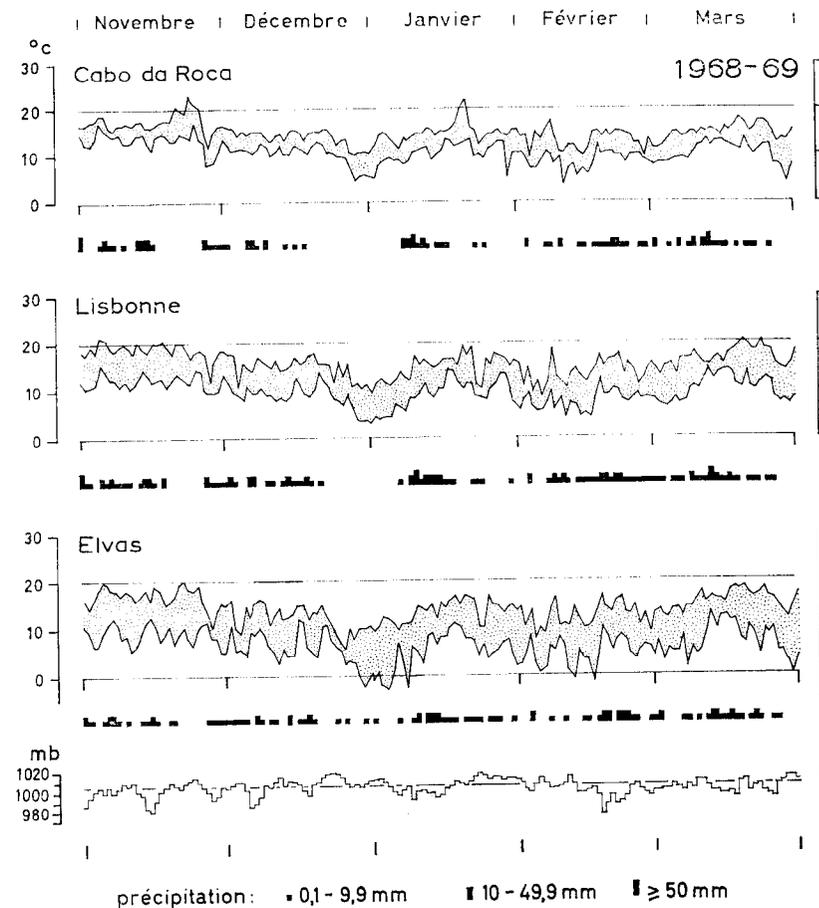


Fig. 9 — L'hiver 1968-69 à Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas. Voir légende de la figure 8.

assez variable des types de temps, ainsi qu'on peut l'observer sur le graphique des températures et des précipitations journalières à Lisbonne (fig. 7). Deux exemples d'hivers et deux exemples d'étés en sont extraits dont quelques séries de journées typiques seront étudiées en détail.

A) Les hivers

L'hiver 1967-68 a été marqué par une longue période anticyclonique intercalée entre deux périodes pluvieuses, alors

TABLEAU V
Précipitations en mm

Hiver 1967-1968	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Novembre	195,7	169,8	100,6
Décembre	25,0	18,7	15,8
Janvier	1,1	0,4	0,2
Février	83,5	171,0	152,6
Mars	87,2	72,0	99,3
	392,5	431,9	368,5

Hiver 1968-1969	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Novembre	268,1	160,8	153,3
Décembre	79,4	129,9	64,6
Janvier	133,8	171,6	100,3
Février	129,5	190,6	171,8
Mars	160,8	183,0	179,8
	771,6	835,9	669,8

TABLEAU VI

Caractéristiques des mois de janvier 1968 et 1969	Cabo da Roca		Lisbonne		Elvas	
	1968	1969	1968	1969	1968	1969
Pression atmosphérique, en mb ⁽¹⁾	1017	1016	1018	1017	1016	1014
Humidité relative, en % ⁽²⁾	74	78	67	76	72	86
Amplitude journalière des températures, en ° C	4° 6	4° 5	8° 3	7° 8	13° 7	8° 4
Insolation, en %	—	—	72	37	85	47
Nombre de jours de nébulosité ≥ 8/10	4	15	3	16	0	16
Nombre de jours de nébulosité ≤ 2/10	9	2	16	2	21	4
Précipitations, en mm	1,1	133,8	0,4	171,6	0,2	100,3

⁽¹⁾ Valeur réduite au niveau de la mer. Aucune observation n'étant faite à Elvas, les valeurs indiquées sont celles de Portalegre (39° 17' N, 7° 25' W).

⁽²⁾ A 13 heures à Cabo da Roca, 16 heures à Lisbonne, 10 heures à Elvas.

que le passage des dépressions atlantiques ne s'est guère interrompu pendant l'hiver 1968-69. En conséquence, le total des précipitations a été beaucoup plus élevé pendant ce second hiver (tableau V) et le rythme thermique sensiblement différent (fig. 8 et 9). C'est surtout sur le graphique d'Elvas que l'opposition se marque: les périodes anticycloniques provoquent une très nette augmentation de l'amplitude thermique journalière qui entraîne l'apparition de gelées nocturnes (minimum de -5° le 13 décembre 1967, alors que le maximum de la veille avait été de 9° et que celui du même jour s'éleva à 10° 5, soit une amplitude journalière de 15° 5). Mais l'amplitude tend à s'accroître encore quand la période anticyclonique se prolonge (elle s'élève à 19° le 27 janvier 1968). La comparaison des caractéristiques moyennes des deux mois de janvier peut servir à illustrer ce fait (tableau VI) et suggère que c'est surtout l'inégale persistance du couvert nuageux agissant sur l'intensité de l'insolation et du rayonnement qui commande l'amplitude de l'oscillation journalière.

Par contre, l'amplitude journalière peut se réduire très fortement sur toute la largeur du territoire portugais quand passe une dépression qui provoque un ciel couvert et une forte humidité relative. Ce fut le cas, par exemple, le 28 novembre 1968, où la pression atmosphérique est descendue à 990 mb à Lisbonne à 16 heures (tableau VII).

TABLEAU VII

Caractéristiques du 28/11/68	Insolation	Humidité relative	Température maximale	Température minimale	Amplitude journalière
Cabo da Roca	—	94 % (à 13 h)	11° 8	8°	3° 8
Lisbonne	3 %	98 % (à 10 h)	12°	9° 4	2° 6
Elvas	0 %	92 % (à 10 h)	10° 5	8°	2° 5

Mais de telles journées sont assez exceptionnelles. Même en période cyclonique, l'amplitude journalière demeure généralement plus forte à l'intérieur que sur la côte.

Dans l'ensemble, il apparaît que *le rythme thermique hivernal est marqué par des oscillations à peu près simultanées dans les trois stations, mais avec des caractéristiques propres à chacune d'elles*. C'est à Lisbonne que le déroulement ther-

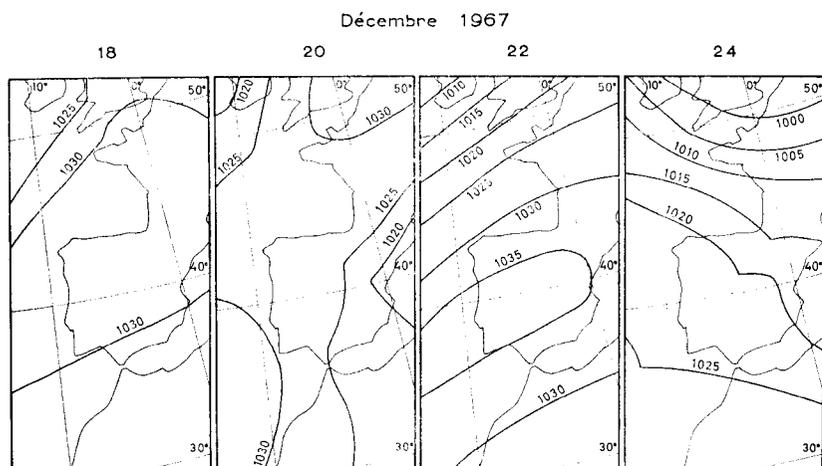


Fig. 10 — Situation barométrique au sol, en millibars, les 18, 20, 22 et 24 décembre 1967 à 12 heures.

TABLEAU VIII

Décembre 1967		18	19	20	21	22	23	24
Cabo da Roca	T° max.	9° 3	13° 5	13° 4	16° 0	19° 0	17° 5	14° 0
	T° min.	6° 5	6° 0	8° 0	8° 0	11° 4	12° 4	12° 0
Lisbonne	T° max.	10° 0	12° 7	15° 7	14° 6	14° 5	13° 8	16° 5
	T° min.	3° 4	3° 3	11° 4	11° 6	11° 0	11° 5	9° 6
Elvas	T° max.	10° 8	9° 4	19° 5	11° 0	10° 0	13° 0	13° 0
	T° min.	-4° 0	-3° 0	9° 0	7° 0	8° 5	7° 8	9° 0
Pression à Lisbonne à 10 h		1019	1020	1017	1019	1024	1024	1013

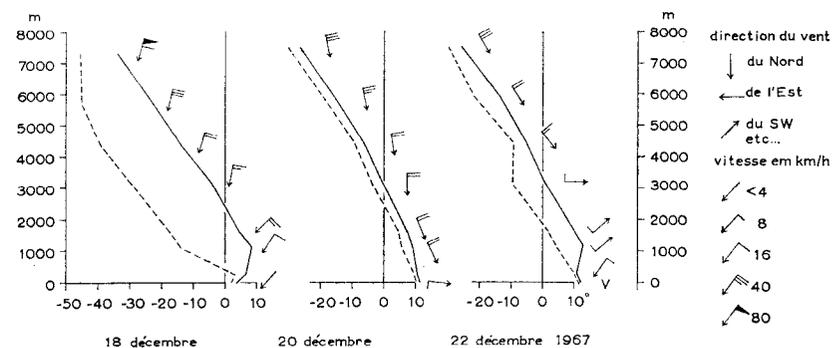


Fig. 11 — Coupes verticales de l'atmosphère à Lisbonne les 18, 20 et 22 décembre 1967, à 0 heure: température du thermomètre sec (trait continu), du thermomètre mouillé (tireté), direction et force du vent.

mique est le moins capricieux. À Elvas, comme nous venons de le voir, alternent des séries de journées à forte amplitude (et donc à nuits froides) et des séries de journées à amplitude modérée. Quant au rythme thermique hivernal de Cabo da Roca, il est surtout marqué par des sautes irrégulières de température de très faible durée: des journées chaudes peuvent apparaître en plein hiver (par exemple, les 20 et 21 janvier 1969, maximums de 20° et 22°), alors qu'elles sont beaucoup moins marquées à l'intérieur. Inversement, des nuits très fraîches se manifestent de temps à autre, contrastant avec une moyenne des minimums qui se tient généralement autour de 10°. (Ce phénomène apparaît bien, non seulement sur les figures 8 et 9, mais aussi sur la figure 1, où les courbes des températures minimales moyennes et absolues s'écartent fortement en hiver).

L'étude de trois périodes d'évolution rapide des conditions thermiques dans l'une ou l'autre des stations va permettre de reconnaître quelques-uns des mécanismes qui président à ces oscillations (fig. 10 à 15).

Entre le 18 et le 24 décembre 1967, on assiste à une remontée brusque des températures, surtout nette à Elvas (le 20), encore fortement marquée à Cabo da Roca (maximum

Février 1968

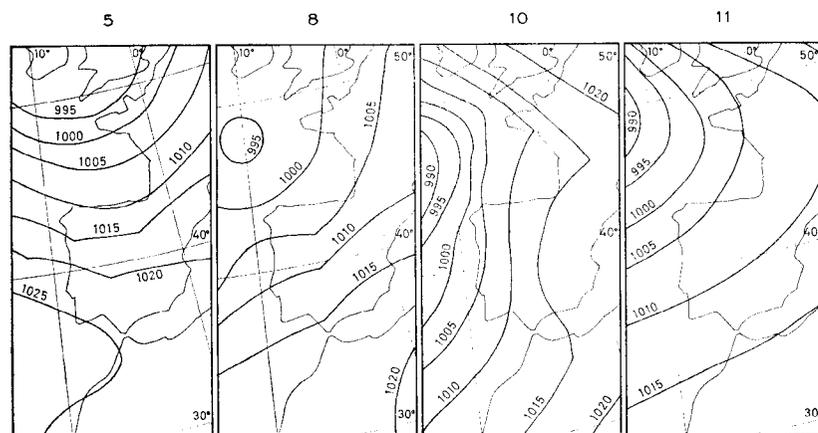


Fig. 12 — Situation barométrique au sol les 5, 8, 10 et 11 février 1968.

TABLEAU IX

Février 1968		5	6	7	8	9	10	11
Cabo da Roca	T° max.	13° 0	13° 0	15° 0	13° 2	13° 8	16° 5	15° 0
	T° min.	7° 0	11° 0	9° 0	12° 0	12° 5	12° 0	11° 0
Lisbonne	T° max.	16° 8	15° 6	14° 4	15° 0	15° 1	19° 6	15° 0
	T° min.	6° 8	8° 4	8° 4	10° 6	12° 9	10° 2	10° 0
Elvas	T° max.	13° 0	14° 5	12° 5	14° 5	15° 0	20° 0	15° 0
	T° min.	1,5	6° 0	5° 5	8° 4	10° 5	4° 0	7° 2
Pression à Lisbonne à 10 h		1013	1005	1001	999	1001	999	997

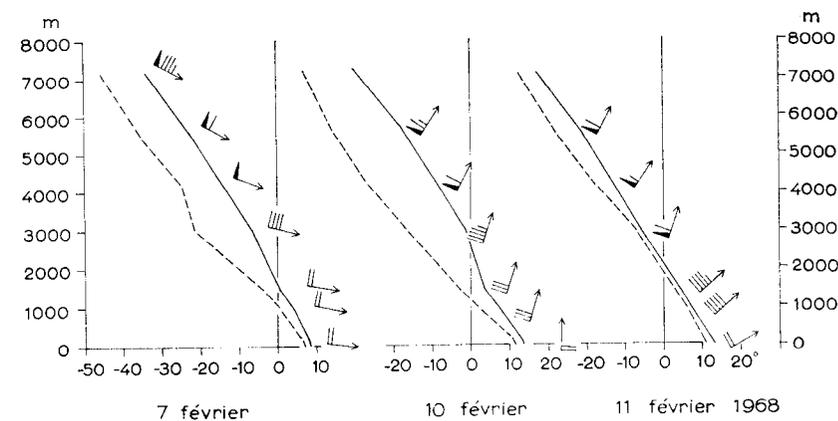


Fig. 13 — Coupes verticales de l'atmosphère à Lisbonne les 7, 10 et 11 février 1968, à 0 heure. Voir légende de la figure 11.

le 22), mais qui ne se traduit guère à Lisbonne que par une élévation du minimum. Cette évolution correspond à une période anticyclonique.

Entre le 5 et le 11 février 1968, l'évolution thermique à Elvas est aussi caractérisée par une nette remontée, elle est encore sensible à Lisbonne, beaucoup plus atténuée à Cabo da Roca. Pendant cette période, la pression est relativement basse.

Du 24 au 30 novembre 1968, c'est à une baisse brutale des températures à Cabo da Roca que l'on assiste, l'inflexion étant du même ordre, mais beaucoup plus atténuée, dans les autres stations. À la baisse des températures correspond une baisse de pression.

Situation du 18 au 24 décembre 1967 (fig. 8, 10 et 11 et tableau VIII)

La brusque remontée des températures enregistrée le 20 décembre à Elvas correspond à une modification du régime des vents liée au déplacement vers le Sud-Ouest de la masse principale de l'anticyclone et à l'établissement sur la Péninsule d'un col isobarique. À un calme au sol presque absolu, succèdent des vents du Nord-Ouest relativement forts (11,4 km/h le

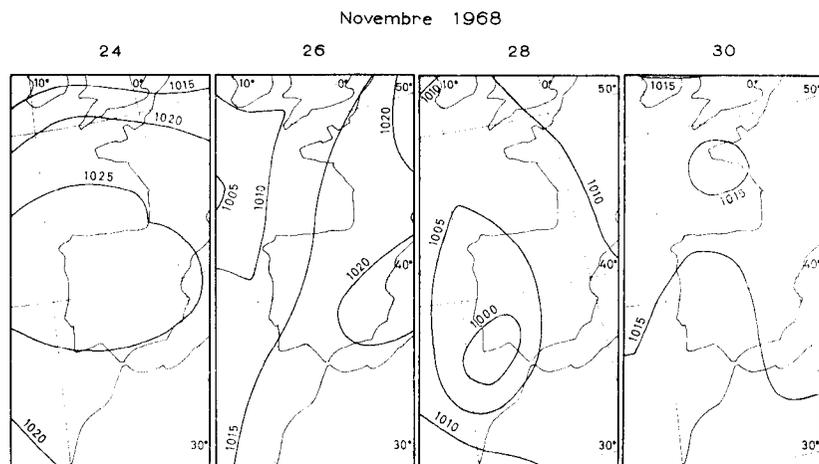


Fig. 14 — Situation barométrique au sol les 24, 26, 28 et 30 novembre 1968.

TABLEAU X

Novembre 1968		24	25	26	27	28	29	30
Cabo da Roca	T° max.	23° 0	21° 0	20° 0	14° 4	11° 8	14° 5	16° 5
	T° min.	14° 0	16° 8	13° 5	12° 5	8° 0	8° 5	11° 0
Lisbonne	T° max.	16° 9	18° 0	18° 4	17° 9	12° 0	16° 2	18° 4
	T° min.	11° 5	14° 2	14° 1	9° 9	9° 4	9° 6	10° 0
Elvas	T° max.	18° 0	19° 0	15° 5	13° 5	10° 5	14° 0	15° 5
	T° min.	6° 5	10° 0	11° 0	11° 2	8° 0	8° 0	5° 0
Pression à Lisbonne à 10 h		1015	1012	1005	1001	992	997	1005

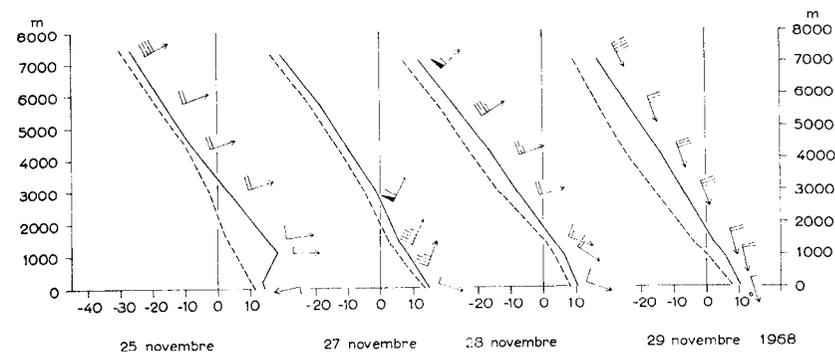


Fig. 15 — Coupes verticales de l'atmosphère à Lisbonne les 25, 27, 28 et 29 novembre 1968, à 0 heure. Voir légende de la figure 11.

20 à 10 heures à Elvas) qui provoquent une augmentation sensible de l'humidité relative en dépit de la hausse des températures (le 19, à 10 heures, 75 %, le 20, 86 %, le 21, 97 %) et l'établissement d'une couverture nuageuse (86 % d'inso-lation le 20, 0 % le 21 et 22). On comprend qu'à Cabo da Roca et même à Lisbonne, ces souffles d'origine maritime (100 % d'humidité relative à Cabo da Roca, le 20, à 7 et à 13 heures) n'aient pas permis une augmentation sensible du maximum thermique ⁽⁹⁾. Mais l'anticyclone se renforçant dans les jours suivants et se centrant sur la partie occidentale de la Péninsule et sur l'océan voisin, Cabo da Roca enregistre dans l'après-midi du 21 un calme complet et, le 22, un souffle lent du Sud (1,8 à 2,4 km/h) qui provoque une montée brusque de la température en dépit d'une nébulosité totale (10/10 du 20 au 24 au matin), tandis qu'à l'intérieur, où dominent de faibles vents de Nord-Est, se rétablissent des températures maximales normales pour l'époque, les températures minimales restant fortes aussi longtemps que continue à régner un air fortement humide et un ciel couvert.

⁽⁹⁾ La température de l'eau de mer superficielle a oscillé entre 13° et 13°5 à Peniche, entre 12°4 et 15°5 à Monte Estoril, pendant le mois de décembre 1967.

méridienne règne en altitude tandis qu'au sol les vents changent rapidement d'orientation et de vitesse. Après avoir soufflé surtout du secteur Est le 26, ils passent à l'Ouest le 27 et au Nord le 28, mais avec des variantes accusées d'une station à l'autre (tableau XI), d'où la diversité des situations thermiques locales. Dans l'ensemble, la journée du 28 novembre enregistre un net refroidissement généralisé et une uniformisation assez remarquable des conditions de Cabo da Roca à Elvas (tableau VII), liés à l'afflux de masses d'air maritimes arrivant d'abord de l'Ouest puis du Nord.

Ni la perturbation antérieure qui avait fait, le 14 novembre, baisser la pression à 979 mb à Lisbonne, ni la suivante, le 6 décembre (982 mb à Lisbonne), n'avaient eu au contraire d'influence marquée sur le niveau des températures. C'est qu'elles avaient entraîné une circulation orientée fondamentalement d'Ouest en Est, alors que la coulée d'air froid de la fin novembre a introduit une forte discontinuité dans les conditions thermiques régionales et est venue en quelque sorte inaugurer un hiver qui tardait à s'établir.

Ainsi, ces quelques exemples montrent la grande diversité possible de types d'agencement des températures hivernales au long de la ligne Cabo da Roca-Elvas. Au rythme du passage des masses d'air, les différences s'accroissent ou s'effacent entre le littoral et l'intérieur. Cependant, la transition demeure plus ou moins progressive et l'on n'a jamais l'impression d'avoir affaire à des stations relevant de domaines climatiques différents. Il n'en est pas toujours de même en été.

B) Les étés

Le cœur de l'été (de fin juin à fin août en moyenne) s'individualise, à la latitude de Lisbonne, par une absence presque absolue de précipitations et par la faible ampleur des oscillations de la pression atmosphérique. L'anticyclone des Açores règne sur l'océan voisin et le centre de la Péninsule est très souvent occupé par une dépression affectant les basses couches de l'atmosphère. Mais, à de légères modifications dans la position relative et les caractéristiques au sol de ces deux éléments, correspond une transformation profonde de l'orien-

tation des courants aériens qui intéressent la façade occidentale de la Péninsule, ce qui suffit à entraîner des oscillations thermiques considérables, tant sur le littoral qu'à l'intérieur.

Les deux étés choisis en exemple (1967 et 1968) ont présenté des rythmes thermiques interjournaliers fort différents (fig. 16 et 17). En 1967, une période de grande stabilité thermique a régné en juillet et août, encadrée par des semaines marquées d'oscillations répétées d'assez forte ampleur. Mais la durée des trois épisodes fut différente sur la côte et dans l'intérieur: les oscillations de la température ont été exceptionnellement fortes à Cabo da Roca en juin et en début septembre mais les mois de juillet et août tout entiers y ont connu une grande stabilité thermique interjournalière qui, ailleurs, ne s'est établie qu'à la fin juillet pour cesser dès la dernière semaine d'août. Le cœur de l'été 1968 a, au contraire, été marqué dans les trois stations par des oscillations thermiques interjournalières vigoureuses qui se sont déroulées selon un rythme beaucoup plus lent et, à première vue, beaucoup moins capricieux que lors de l'été précédent. Certaines de ces oscillations (mai, fin juin et juillet) ont été communes aux trois stations, mais d'autres n'ont pas touché Cabo da Roca (début juin et fin août).

Les vagues de chaleur s'accompagnent en général d'une augmentation de l'amplitude thermique, la courbe des températures minimales journalières restant dans l'ensemble plus régulière que celle des maximums, au contraire de ce qui se passe en hiver. Mais cet accroissement de l'amplitude est beaucoup plus remarquable sur le littoral où de telles journées contrastent avec la très faible amplitude habituelle, qu'à l'intérieur où une forte oscillation journalière est de règle. Les journées chaudes sont donc doublement anormales à Cabo da Roca, par leur rareté et par l'amplitude exceptionnelle qui les marque presque toujours. Pendant de courtes périodes (deux, trois jours au maximum), le littoral semble perdre son originalité et s'aligner sur les conditions de l'intérieur.

Encore l'oscillation thermique positive est-elle en réalité plus fugace sur le littoral que ne le suggère la simple considération des maximums et minimums journaliers. Si le 29 juin 1968 paraît bien avoir eu un déroulement thermique normal à Cabo da Roca: 22° 6 à 7 heures, 30° à 13 heures,

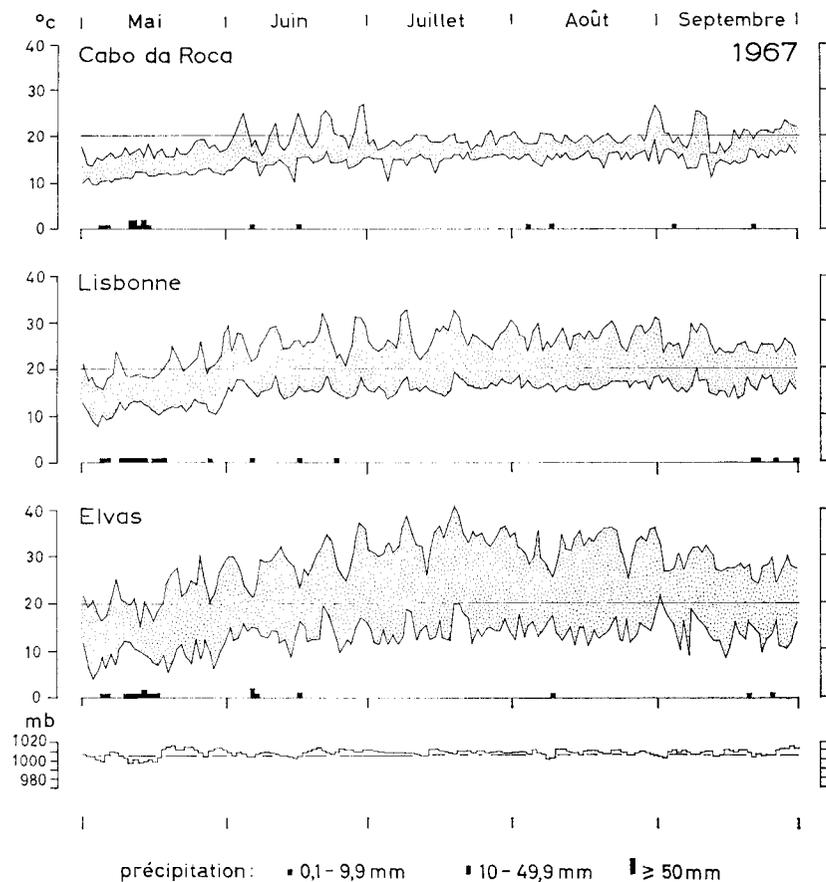


Fig. 16 — L'été 1967 à Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas.
Voir légende de la figure 8.

28° à 19 heures, avec un minimum de 15° 8 et un maximum de 34°, le lendemain a dû connaître au moins deux poussées de chaleur encadrant un net rafraîchissement au milieu de la journée: 26° à 7 heures, 23° à 13 heures, 29° 2 à 19 heures, minimum 22° 5, maximum 30°, sans que les relevés existants permettent de préciser davantage l'horaire des oscillations. Seul un appareil enregistreur pourrait suivre ce déroulement capricieux d'oscillations thermiques, caractéristique du climat littoral où la brise de mer provoque souvent un brusque rafraîchissement l'après-midi. Mais, là non plus, les observa-

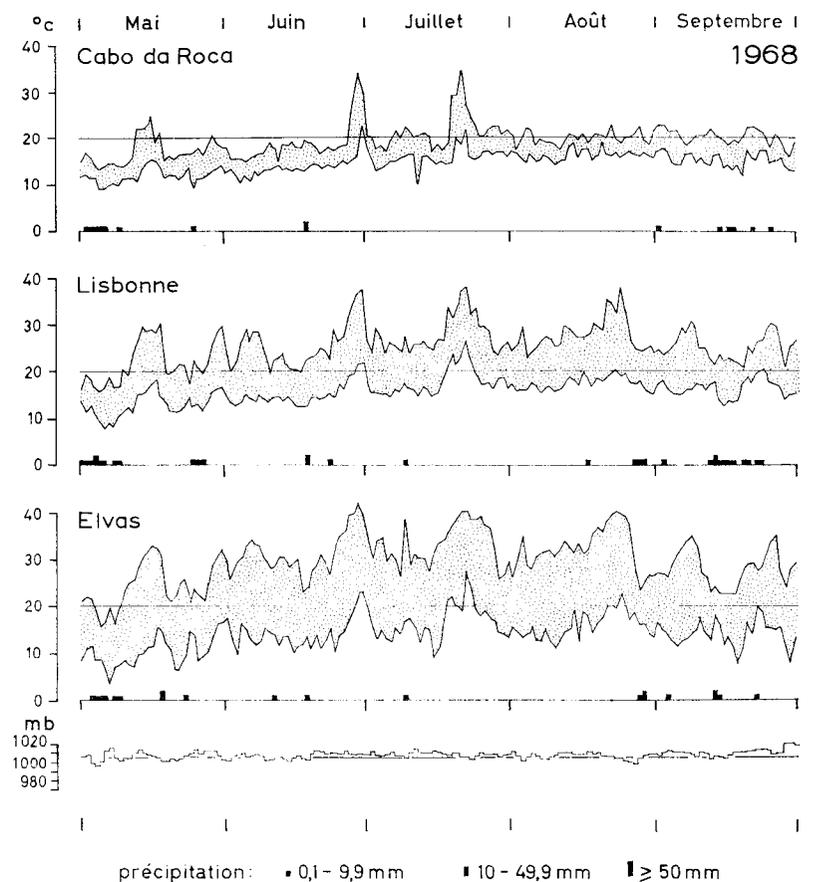


Fig. 17 — L'été 1968 à Cabo da Roca, Lisbonne et Elvas.
Voir légende de la figure 8.

tions effectuées à Cabo da Roca ne permettent pas de serrer de près le phénomène. Le 30 juin 1968, le vent a soufflé du Nord-Est (donc de l'intérieur) aussi bien à 7 heures qu'à 13 heures (respectivement à 6,4 et 10,4 km/h), tandis qu'à 19 heures on enregistrerait un léger souffle du Sud (5,6 km/h). L'humidité relative était de 44 % à 7 heures, de 60 à 13 heures, de 33 à 19 heures. Ces données discontinues et quelque peu contradictoires permettent seulement de soupçonner que les conditions ont varié fortement et à plusieurs reprises au cours de la journée, une masse d'air d'origine continentale.

chaude et sèche, étant parvenue de façon épisodique à franchir la barrière littorale en refoulant l'air maritime frais et humide.

Beaucoup moins amples, encore plus rares et fugaces, de brusques baisses du minimum sont aussi caractéristiques du déroulement thermique de l'été à Cabo da Roca. Mais il doit s'agir d'un phénomène purement local car rien d'analogue n'apparaît sur les courbes de Lisbonne et d'Elvas. Alors que les minimums se tiennent en moyenne autour de 15° pendant les mois d'été, la température peut tomber exceptionnellement à 10° (fig. 16 et 17) ou même jusqu'à 8° d'après les minimums absolus enregistrés pendant la période 1931-60 (fig. 1). Cependant, rien ne paraît individualiser les trois jours (15 juin et 5 juillet 1967, 12 juillet 1968) où le thermomètre est descendu à 10° pendant les étés étudiés. Au sol, l'humidité était élevée, l'évaporation faible, cette mince couche d'air maritime étant surmontée par des masses d'air chaudes et sèches: situation classique de racine d'alizé. La baisse de température a dû être fort brève car, lors de l'observation de 7 heures du matin, le thermomètre marquait déjà respectivement 15° , $14^{\circ} 3$ et $15^{\circ} 2$. Cet éphémère minimum serait-il l'explication de la curieuse inflexion thermique négative précédant l'aurore révélée à l'échelle des moyennes mensuelles par le dessin des thermo-isoplèthes (fig. 2)? La surface d'inversion thermique, très basse ces jours-là (fig. 18), a pu provoquer sur les hauteurs du massif de Sintra un fort rayonnement nocturne entraînant une baisse accentuée de température et le glissement, au matin, de l'air refroidi jusqu'à la plateforme littorale de Cabo da Roca. Il semble en tout cas qu'on ne puisse incriminer un comportement exceptionnel ces jours-là des températures de surface de l'eau de mer. Ni à Peniche, ni à Monte Estoril, cette température n'est descendue au-dessous de $14^{\circ} 8$ pendant les mois en question, les moyennes se tenant de $15^{\circ} 6$ à $17^{\circ} 2$.

En laissant de côté ce cas très particulier, on peut formuler les deux problèmes fondamentaux posés par le rythme estival et ses modifications au long de la ligne Cabo da Roca-Elvas. Quels sont les facteurs généraux rendant compte des oscillations d'ensemble de la température? Dans quelles

circonstances le littoral devient-il solidaire du rythme général, perdant ses caractéristiques propres de très faible amplitude journalière?

Pour répondre à ces questions, on présentera l'analyse de quelques journées-types choisies entre les trois grandes catégories de répartition des températures estivales au Por-

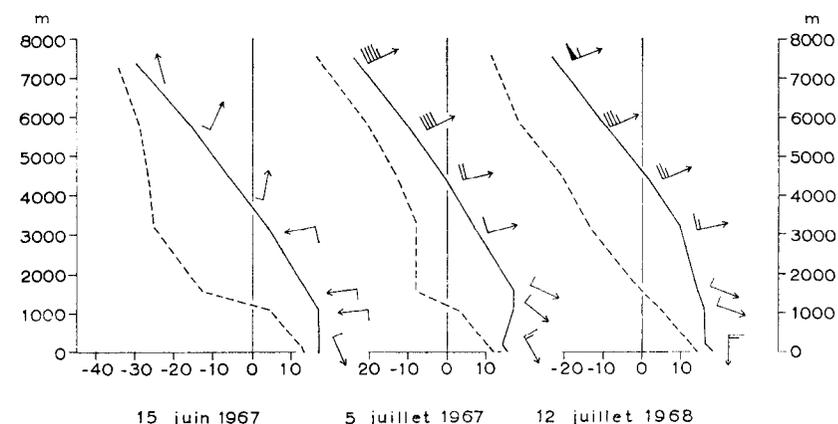


Fig. 18 — Coupes verticales de l'atmosphère à Lisbonne les 15 juin et 5 juillet 1967 et le 12 juillet 1968, à 12 heures. Voir légende de la figure 11.

tugal. La plus originale et la plus fréquente est celle où le domaine littoral nord-occidental s'individualise vigoureusement par sa fraîcheur humide, le reste du pays pouvant connaître des températures moyennes ou fortes. Plus rarement, l'ensemble du pays est envahi par des masses d'air frais et humide ou recouvert jusqu'à l'océan par une atmosphère sèche et très chaude.

D'une façon générale, les périodes estivales les plus fraîches au Portugal sont celles où, l'anticyclone des Açores s'étalant largement sur l'océan à l'Ouest de la Péninsule, le centre de celle-ci est occupé par une dépression thermique (type Is de LAUTENSACH). Alors la *nortada* balaie le littoral et les régions côtières, tandis que des vents de secteur Ouest pénètrent vers l'intérieur. Le «gradient» climatique Ouest-Est est nettement marqué, sans que toutefois les régions continentales portugaises connaissent des températures très élevées.

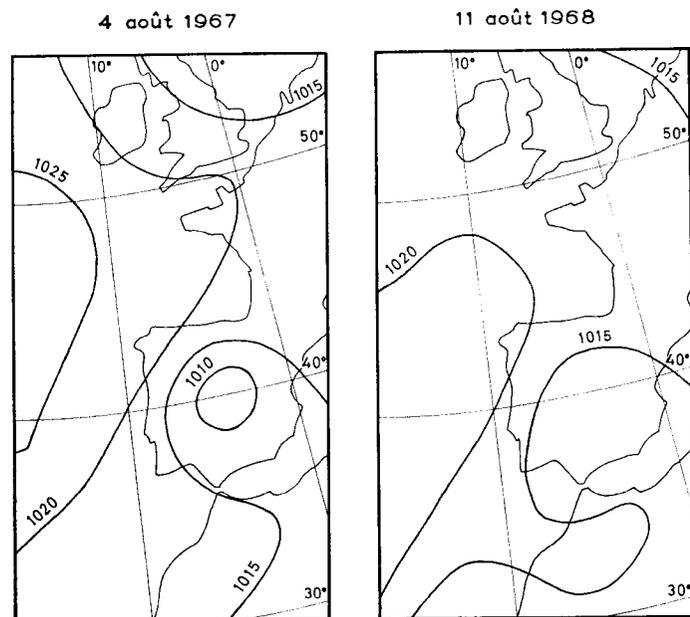


Fig. 19 — Situation barométrique au sol le 4 août 1967 et le 11 août 1968.

Deux exemples sensiblement différents peuvent être donnés de cette situation estivale classique.

Le 4 août 1967 est une journée fraîche et assez nébuleuse (fig. 19 et 22 et tableau XII) en raison des masses d'air maritimes qui circulent d'Ouest en Est en altitude. La juxtaposition d'un anticyclone maritime et de la dépression péninsulaire n'est qu'un phénomène superficiel. En altitude une profonde vallée dépressionnaire s'avance sur l'Ouest de la Péninsule.

Le 11 août 1968 (fig. 19 et 22 et tableau XIII), le contraste entre l'intérieur et la côte est plus fort parce que l'orientation méridienne de la circulation générale, réalisée sur une tranche de quelque 6000 mètres d'épaisseur, est défavorable à une relative uniformisation du temps. Alors que les conditions à Cabo da Roca sont aussi océaniques que le 4 août 1967, la nébulosité est nulle à Elvas et l'amplitude thermique forte. Mais la répartition d'ensemble des types de temps au long de la ligne Cabo da Roca-Elvas demeure très proche du

TABLEAU XII

4 août 1967	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	18° 5	24° 2	28°
Amplitude journalière	2° 5	6° 9	13°
Humidité relative *	80 %	75 %	55 %
Direction du vent *	N	N	SW
Vitesse du vent *	12 km/h	16 km/h	15 km/h
Insolation	—	71 %	77 %
Nébulosité *	9/10	7/10	3/10
Évaporation	3,3 mm	7 mm	12,5 mm

TABLEAU XIII

11 août 1968	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	17° 6	25° 6	32°
Amplitude journalière	3° 1	9° 5	19° 5
Humidité relative *	93 %	67 %	42 %
Direction du vent *	NW	N	NW
Vitesse du vent *	18 km/h	30 km/h	7 km/h
Insolation	—	92 %	93 %
Nébulosité *	6/10	3/10	0/10
Évaporation	3 mm	6,8 mm	12,5 mm

* Valeurs enregistrées à 13 heures à Cabo da Roca, à 10 heures à Lisbonne et Elvas.

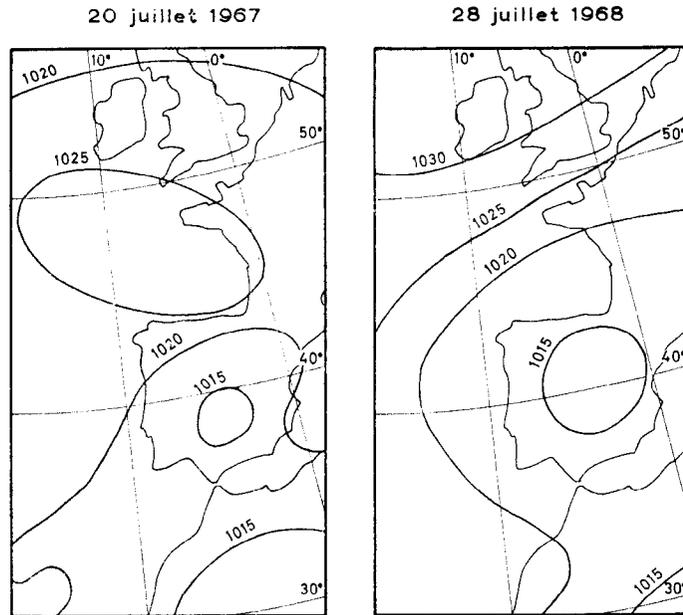


Fig. 20 — Situation barométrique au sol le 20 juillet 1967 et le 28 juillet 1968.

cas précédent et le maximum thermique d'Elvas reste fort modéré.

Pour que la température s'élève fortement au Portugal, il faut que l'anticyclone des Açores atteigne une position très septentrionale et que la Péninsule soit envahie par des masses d'air d'origine méridionale (type Ils de LAUTENSACH). Dans certains cas, une mince frange littorale continue à échapper à la vague de chaleur et conserve un air frais et humide sous la masse d'air chaude et sèche qui circule en altitude.

Le 20 juillet 1967 (fig. 20 et 22 et tableau xiv), l'anticyclone est centré sur l'Atlantique au large des côtes françaises, une dépression thermique peu profonde, annexe de celle du Sahara, est bien définie sur le Sud de la Péninsule. Il en résulte une circulation d'ensemble de Sud-Ouest au dessus du Portugal, déplaçant des masses d'air chaudes et très sèches (24° et 19% d'humidité à midi, à 1500 m au-dessus de Lisbonne). Toutefois, en surface, un frais vent maritime

TABLEAU XIV

20 juillet 1967	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	18° 5	31° 5	39°
Amplitude journalière	2° 5	13° 1	19°
Humidité relative *	90 %	55 %	40 %
Direction du vent *	W	N	NE
Vitesse du vent *	12 km/h	10 km/h	3 km/h
Insolation	—	59 %	81 %
Nébulosité *	4/10	9/10	2/10
Évaporation	2,5 mm	9,6 mm	17,6 mm

TABLEAU XV

28 juillet 1968	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	22° 5	24° 1	32°
Amplitude journalière	6°	7° 5	15°
Humidité relative *	78 %	62 %	59 %
Direction du vent *	S	SW	SW
Vitesse du vent *	7 km/h	27 km/h	4 km/h
Insolation	—	77 %	90 %
Nébulosité *	3/10	6/10	0/10
Évaporation	2,8 mm	5 mm	14,5 mm

* Voir note p. 39.

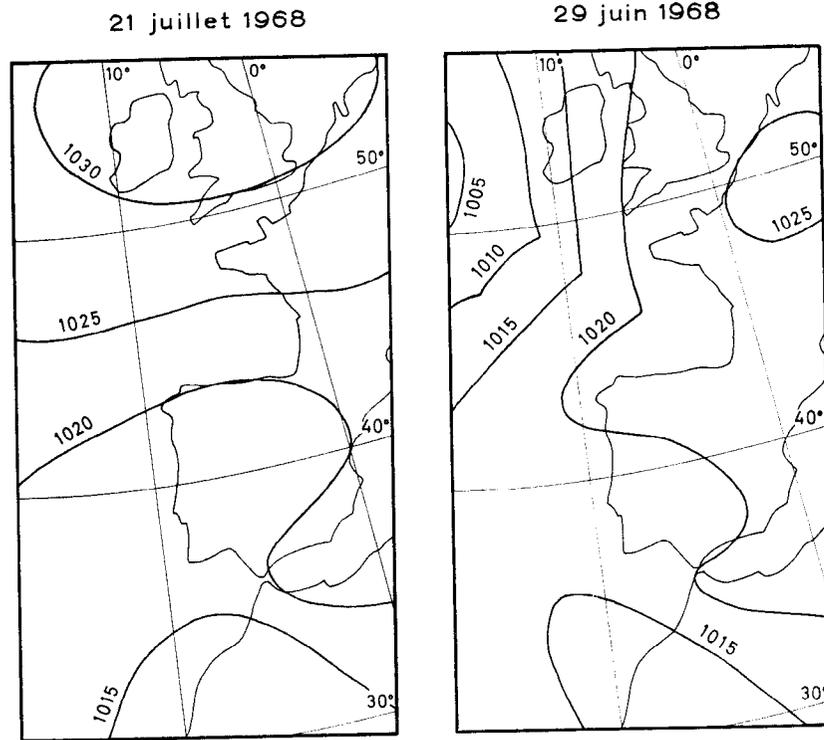


Fig. 21 — Situation barométrique au sol le 21 juillet 1968 et le 29 juin 1968.

se maintient, constamment à Cabo da Roca où la température ne dépasse pas 18° 5, de façon intermittente à Lisbonne où le virage du vent du Nord au NNE vers 9 heures du matin permet l'invasion d'air sec et l'élévation de la température jusqu'à 31° 5⁽¹⁰⁾, réalisant ainsi un gradient thermique très brusque entre la frange littorale et la proche région de Lisbonne. Dans l'intérieur du pays, les basses couches de l'atmosphère sont presque immobiles et la température s'élève fortement, en dépit d'une faible nébulosité apportée par les masses d'air supérieures.

La carte *a* de la figure 23 permet de replacer le transect étudié dans l'ensemble de la situation portugaise et d'illustrer

⁽¹⁰⁾ *Anais do Instituto Geofisico do Infante D. Luis, Lisboa.*

TABLEAU XVI

21 juillet 1968	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	34° 3	37° 5	40°
Amplitude journalière	15° 8	14° 8	21°
Humidité relative *	25 %	48 %	33 %
Direction du vent *	N	N	SE
Vitesse du vent *	16 km/h	4 km/h	9 km/h
Insolation	—	56 %	69 %
Nébulosité *	8/10	5/10	7/10
Évaporation	11,7 mm	10,1 mm	13,5 mm

TABLEAU XVII

29 juillet 1968	Cabo da Roca	Lisbonne	Elvas
Température maximale	34°	36° 6	42°
Amplitude journalière	8° 2	14° 7	19°
Humidité relative *	32 %	53 %	35 %
Direction du vent *	E	NE	NE
Vitesse du vent *	8 km/h	6 km/h	3 km/h
Insolation	—	68 %	77 %
Nébulosité *	0	0	0
Évaporation	5,3 mm	8,4 mm	15 mm

* Voir note p. 39.

ce type classique et contrasté de répartition des températures estivales. C'est tout le littoral au Nord du Tage qui maintient une fraîcheur océanique accentuée avec des températures maximales inférieures à 25°. Une relative fraîcheur (moins de 30°) caractérise l'ensemble de la façade océanique des montagnes du Nord du pays. Au contraire, au Sud, les conditions «continentales» règnent jusqu'au littoral (34° à Zambujeira do Mar). L'obstacle des collines d'Estremadura et le décrochement vers l'Est du littoral s'associent pour empêcher au Sud du Tage la pénétration d'un souffle maritime cantonné aux plus basses couches de l'atmosphère.

Cependant, il arrive que la position très septentrionale de l'anticyclone ne suffise pas à provoquer une température élevée au Portugal. Le 28 juillet 1968 (fig. 20 et 22 et tableau xv), après une période de forte chaleur analysée ci-après, l'anticyclone se maintenait au niveau des îles Britanniques et la Péninsule était occupée au sol par une faible dépression. En altitude, d'épaisses masses d'air chaudes et sèches circulaient, comme dans le cas précédent, du Sud-Ouest au Nord-Est. Mais la faiblesse du gradient barométrique existant en basse altitude permettait à des souffles maritimes frais et humides, épais d'un millier de mètres, de s'avancer lentement mais profondément sur le Continent, mettant fin brusquement à la vague de chaleur. La situation thermique au sol était en fait très proche de celle qui caractérisait les deux premières journées présentées en exemple. La carte *b* de la figure 23 montre une répartition assez uniforme des températures, sans différenciation sensible en fonction de la latitude, la transition d'Ouest en Est étant très progressive sauf là où s'interpose un obstacle montagneux suffisamment élevé pour empêcher la pénétration de l'air maritime (Nord du pays).

Parfois, enfin, le littoral lui-même est envahi par une masse d'air chaude et sèche d'origine continentale. Le premier exemple qu'on en peut donner est celui du 21 juillet 1968 (fig. 21 et 22 et tableau xvi). La température est montée à 34° 3 à Cabo da Roca et l'humidité relative s'y est réduite à 25 % à 13 heures. En altitude, au dessus de 3000 mètres, la circulation de Sud-Ouest entraîne des masses d'air modérément humides qui surmontent un air très sec presque

immobile, d'où les vents variables enregistrés au sol. L'avancée jusqu'au littoral de l'air continental est éphémère: le 18 juillet, la température maximale enregistrée à Cabo da Roca n'était

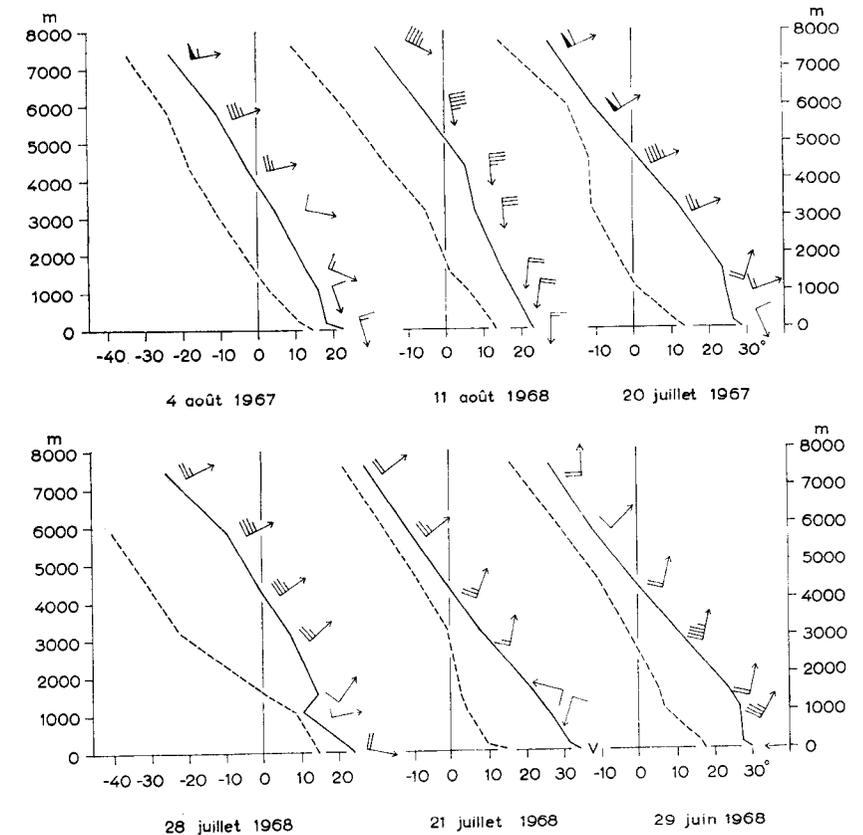


Fig. 22 — Coupes verticales de l'atmosphère à Lisbonne les 4 août 1967, 11 août 1968, 20 juillet 1967, 28 juillet 1968, 21 juillet 1968 et 29 juin 1968, à 12 heures. Voir légende de la figure 11.

que de 18° 5, elle a atteint 29° les 19 et 20 juillet, 34° 3 le 21, mais est retombée à 27° le 22, à 24° 5 le 23.

Enfin, le 29 juin 1968 constitue un autre exemple de journée très chaude dans l'ensemble du Portugal (fig. 21 et 22 et tableau xvii). Cabo da Roca enregistre un maximum de 34° et rares sont les stations littorales qui n'atteignent pas 30° (carte *c* de la figure 23). Les plaines et dépressions

intérieures connaissant couramment des maximums supérieurs à 40°, Elvas enregistrant, avec 42°, un record atteint aussi dans la basse vallée du Tage (Fonte Boa). C'est à une avancée exceptionnellement forte vers le Nord-Ouest des basses pressions sahariennes que l'on doit cette précoce poussée caniculaire. Cette avancée semble liée à une rupture temporaire du barrage anticyclonique atlantique, une profonde dépression centrée à l'Ouest des îles Britanniques provoquant en même temps une tempête violente dans l'Atlantique Nord. À une mince couche de vent d'Est atteignant le littoral, se superposait une circulation générale de Sud-Ouest entraînant des masses d'air chaudes et sèches.

Le rythme des températures estivales au Portugal apparaît donc comme fort complexe. Alors qu'en hiver les masses d'air présentent en général sur toute leur épaisseur des caractéristiques solidaires, ce qui rend relativement facile l'interprétation des types de temps régionaux à partir des conditions de surface, il n'en est pas de même en été. La stratification verticale est le plus souvent complexe, des masses d'air très différentes se superposant à des altitudes variées. D'autre part, le littoral occidental constitue normalement, en été, entre la fraîcheur de l'océan et une masse continentale surchauffée, une étroite frange méridienne de discontinuité séparant deux domaines climatiques différents. Le littoral situé au Nord du Tage, dont Cabo da Roca est le témoin méridional, est le plus souvent annexé au domaine maritime, la *nortada* et les brouillards littoraux empiétant faiblement sur le continent. Au Sud du fleuve, au contraire, un sensible décrochement vers l'Est de la ligne de rivage, ainsi que l'abri constitué par les collines de la région de Lisbonne, font que le littoral de l'Alentejo connaît normalement la chaleur et la sécheresse de l'été continental. Le site complexe de Lisbonne en fait une station intermédiaire, moins caniculaire que l'intérieur mais déjà fort différente du littoral occidental. La vogue ancienne de la «fria Sintra», de la «fresca Serra de Sintra»⁽¹¹⁾ comme station d'été de Lisbonne, est fondée sur l'existence de ce contraste climatique estival, si bien rendu, quoique avec une

(11) CAMÕES, *Lusiadas*, chants III, 56 et v, 3.

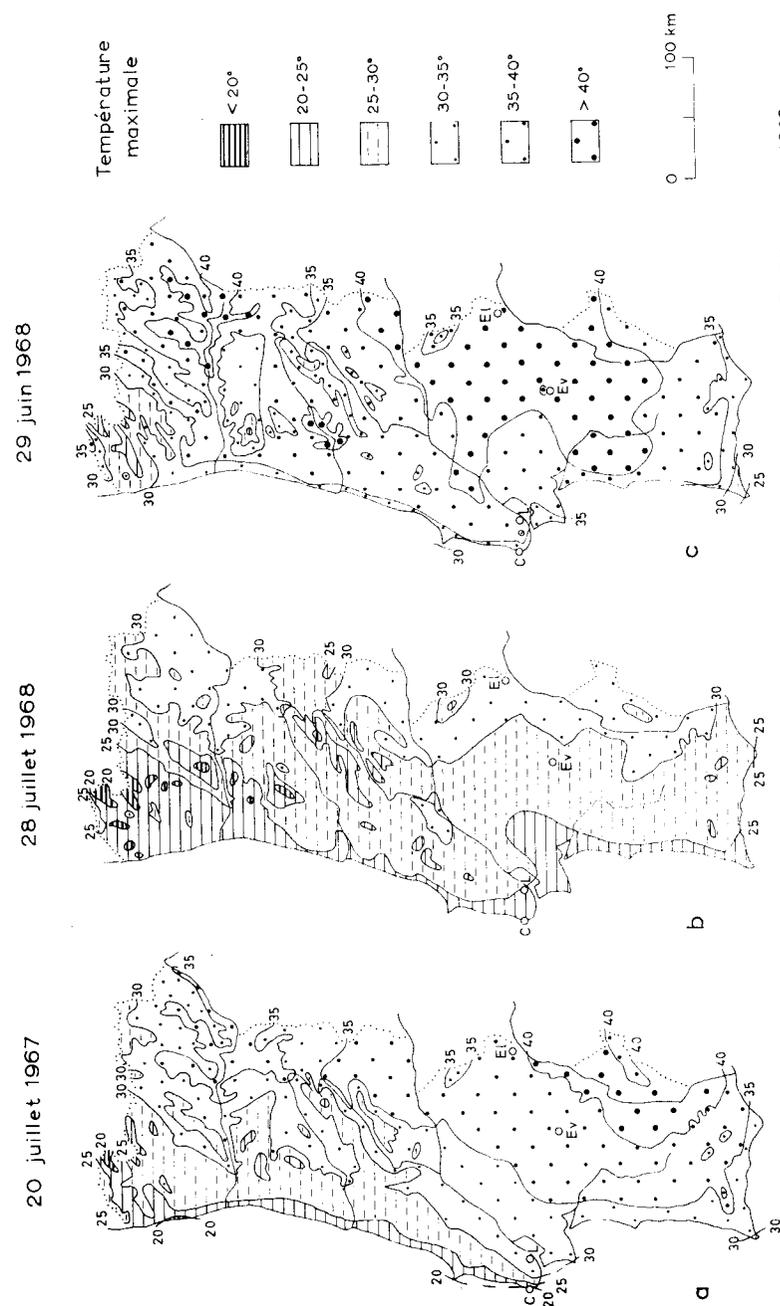


Fig. 23 — Cartes des températures maximales au Portugal les 20 juillet 1967, 28 juillet 1968 et 29 juin 1968. Chacune des cartes a été établie à partir des observations réalisées dans une centaine de stations. C: Cabo da Roca; L: Lisbonne; Ev: Evora; El: Elvas.

certaine exagération, par LUIZ MENDES DE VASCONCELLOS dans le texte cité en épigraphe de cet article ⁽¹²⁾.

Tantôt, rarement, les souffles atlantiques pénètrent profondément vers l'Est, créant une organisation thermique peu contrastée analogue à un des types hivernaux. Tantôt la Péninsule fonctionne comme un petit continent autonome ⁽¹³⁾. C'est généralement le cas quand l'anticyclone des Açores se maintient à sa latitude. Alors la différenciation thermique Ouest-Est est maximale et la *nortada* balaie le littoral. Tantôt, enfin, la Péninsule est comme annexée à la masse africaine et une lente transgression d'air chaud et sec s'avance d'Est en Ouest sur tout le pays jusqu'à couvrir épisodiquement le littoral.

En faisant abstraction du premier cas, on voit que les temps d'été au Portugal sont commandés par le jeu des mêmes masses d'air qu'au Maroc atlantique. «Le sondage courant en été, tant à Kénitra qu'à Agadir montre superposées: une couche mince d'air polaire frais et humide originaire du Nord, — une couche épaisse d'air tropical continental d'Est, — enfin une couche d'air tropical humide de Sud-Ouest, pouvant être saturé. Les vicissitudes ou les conflits de ces trois masses d'air expliquent les détails du temps d'été» ⁽¹⁴⁾. Au Portugal, à la latitude de Lisbonne, l'intervention de l'air tropical continental est naturellement plus rare. Une des difficultés de l'interprétation du rythme thermique des étés portugais vient d'ailleurs de ce que l'origine et le dynamisme des masses d'air méridionales, élaborées à des latitudes où l'océan et le continent sont largement déserts, demeurent encore mal connues.

⁽¹²⁾ L. MENDES DE VASCONCELLOS, *Do Sítio de Lisboa*, p. 145-146 de l'édition de 1803.

⁽¹³⁾ A. GIÃO, «Climatologie dynamique de la Péninsule Ibérique», *Arquivo do Inst. Gulbenkian de Ciência*, Secção A, vol. IV, n° 4, p. 135-210, Lisbonne, 1966.

⁽¹⁴⁾ H. DELANNOY, «Aspects du climat de la région de Marrakech», *Revue de Géographie du Maroc*, n° 20, 1971, p. 99.

CONCLUSIONS

Sur près de 600 km, le Portugal s'allonge du Nord au Sud, face au grand large atlantique. L'«étroitesse» du pays fait que, quand soufflent les vents d'Ouest, les régions limitrophes de l'Espagne situées à quelque 200 km de l'océan peuvent elles-mêmes connaître un rythme thermique journalier très atténué dont l'amplitude ne dépasse pas quelques degrés. Mais les périodes anticycloniques permettent une différenciation beaucoup plus marquée des rythmes thermiques entre l'intérieur et la côte. Surtout, le littoral occidental de la Péninsule fixe en été une importante discontinuité climatique entre les couches inférieures de l'atmosphère influencées respectivement par la fraîcheur humide de l'Atlantique et par l'échauffement des masses continentales. Alors un véritable front thermique sépare le littoral située au Nord du Tage des régions intérieures. D'autre part, l'échauffement estival de la Péninsule est beaucoup plus marqué et persistant que le refroidissement, en période anticyclonique hivernale, de ce territoire isolé de la masse eurasiatique par la barrière des Pyrénées et par sa position hyper-occidentale. C'est donc en été que les contrastes Est-Ouest s'accroissent à travers le Portugal, tant en ce qui concerne les températures absolues que les amplitudes journalières.

Mais, en toutes saisons, ces dernières varient fortement d'un jour à l'autre (fig. 24). Un comptage effectué sur les trois années 1967, 1968 et 1969 montre comment les amplitudes journalières atténuées caractéristiques de Cabo da Roca (de 2 à 6°) sont parfois réalisées à Elvas (sauf en été) et comment Cabo da Roca peut par contre connaître accidentellement des amplitudes fortes (plus de 12°) à la saison où celles-ci sont de règle à Elvas. Mais, en toutes saisons, l'alternance de séries de journées marquées par des amplitudes thermiques fortes ou faibles apparaît comme un trait caractéristique du climat portugais non littoral. En hiver, cette alternance est particulièrement nette, les amplitudes fortes correspondant aux périodes anticycloniques, l'égalisation des températures aux passages de dépressions. En été, les amplitudes sont presque constamment fortes à l'intérieur et faibles sur le littoral, cette situation étant liée à un régime de pression

stable et modérément élevé. Cependant, la limite climatique entre les deux domaines s'évanouissant parfois, le Portugal peut être occupé sur toute sa largeur par des masses d'air humides et fraîches, entraînant des amplitudes modérées même

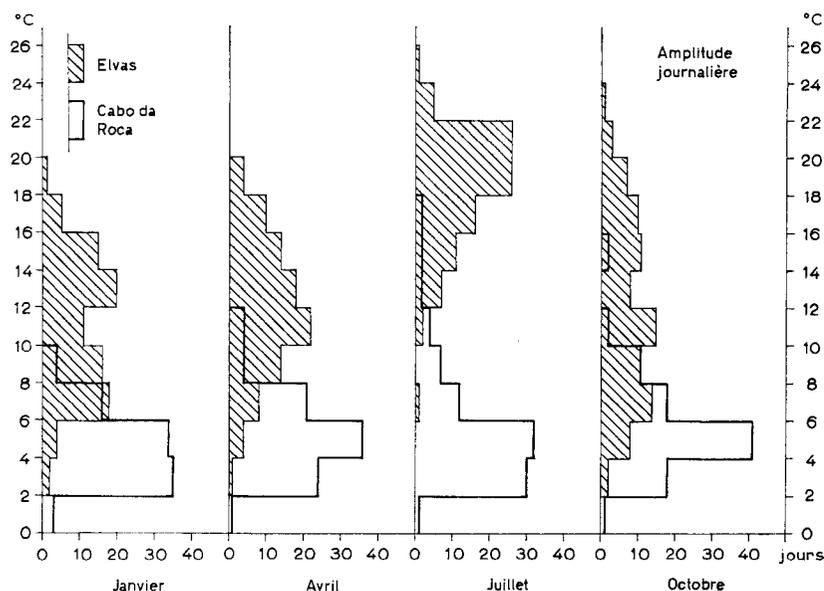


Fig. 24 — Fréquence des amplitudes journalières classées de 2 en 2°, en janvier, avril, juillet et octobre des années 1967, 1968 e 1969 à Cabo da Roca et à Elvas.

à l'intérieur, ou par des masses d'air continentales provoquant même sur la côte une forte oscillation journalière des températures.

Le régime thermique moyen varie très rapidement d'Ouest en Est au Portugal, même en l'absence de toute barrière montagneuse. Alors que l'amplitude thermique annuelle d'Elvas est comparable à celles que connaît l'Europe centrale (Berlin, 18° 5), celle de Cabo da Roca l'apparente aux sites littoraux d'îles situées en plein océan, les Açores (Ponta Delgada, 7° 8) ou Madère (Funchal, 6° 3). En appliquant la formule de W. GORCZYNSKI, $k = 1,7 \times \frac{A}{\sin \varphi} - 20,4$ où A est l'amplitude annuelle et φ la latitude et qui permet d'apprécier le degré de continentalité d'un lieu par rapport à Verkhoïansk, LAU-

TENSACH ⁽¹⁵⁾ a calculé que l'indice varie au Portugal de 0,2 p. 100 dans la station la plus maritime alors disponible (Sagres) à 25 p. 100 dans les régions proches de l'Estremadura espagnole, tandis qu'en Allemagne les extrêmes sont de 12 et 27,5 p. 100. La continentalité augmente en moyenne de 2 p. 100 aux 100 kilomètres du Nord-Ouest au Sud-Est en Allemagne et de 10 p. 100 aux 100 kilomètres d'Ouest en Est au Portugal. Il faut admettre, toutefois, que cette comparaison est quelque peu boiteuse. Alors qu'à la latitude de l'Allemagne c'est surtout l'accroissement progressif du froid hivernal qui provoque l'augmentation de l'amplitude annuelle, dans la Péninsule Ibérique, à la latitude de Lisbonne, ce sont principalement les chaleurs de l'été. De plus, si le gradient moyen de continentalité est fort, sa stabilité est réduite. La succession des types de temps provoque des oscillations variées de courte durée qui, de temps à autre, atténuent ces contrastes en annexant toute la largeur du territoire soit au domaine d'influence maritime, soit au domaine continental.

SUZANNE DAVEAU

SUMMARY

Influence of Continentality upon the March of Temperature in Portugal. A study of changes in temperature about latitude 38° 45' North, based on observations from meteorological stations at Cabo da Roca, Lisbon, and Elvas (and, where necessary, from Évora), in relation to relative distances from the ocean. The slight importance of relief at this latitude enables one, to a great extent, to discount the action of this factor.

An analysis of the average and extreme values reveals that the littoral station, Cabo da Roca, is clearly more cool than the others in its yearly average, the difference being particularly stressed in Summer. The annual temperature range widens progressively from west to east, from 6°8 C at Cabo da Roca to 16°8 C at Elvas. The average daily range is slight throughout the year at Cabo da Roca (4°2 C in December, 5°5 C in April). At Elvas it is much greater in Summer than in Winter (9°3 C in December, 17°7 C in July). These facts are illustrated

⁽¹⁵⁾ H. LAUTENSACH, *Portugal auf Grund eigener Reisen und der Literatur*, I Teil, *Das Land als Ganzes*, Pet. Mitt. Ergheft n° 213, Gotha, 1932, p. 74.

by the maximum, minimum and absolute temperature curves for the three stations (fig. 1), and by their thermoisopleths (figs. 2, 3 and 4).

The march of temperature in Portugal is closely dependent upon the capricious succession of different types of weather. Thus, an understanding of the rules that control it demands a study of representative situations. Their choice has been based upon a study of two Winters (1967-8 and 1968-9, fig. 8 and 9) and two Summers (1967 and 1968, fig. 16 and 17).

The Winter temperature march is marked by its more or less simultaneous fluctuations of temperature in the three stations, but with characteristics peculiar to each one of them. The period from the 18-24th December, 1967 (fig. 10 and 11, table VIII) witnessed an anticyclonic situation, causing a sharp rise in temperature, first at Elvas, then at Cabo da Roca. From the 5-11th February, 1968 (fig. 12 and 13, table IX) the pouring in of sea-air brings with it a relative uniformization of temperatures, with varied forms, according to the trajectory of air-masses. From the 24-30th November, 1968 (fig. 14 and 15, table X), the fall in pressure and the arrival of sea-air coming from the west, then the north, bring with it a sharp fall in temperatures, particularly marked at Cabo da Roca.

In Summer, the littoral fringe is, most of the time, individualized, a climatic area which is clearly distinct from the interior. In general, this situation corresponds to the periods in which the anticyclone from the Azores spreads widely over an area to the west of the Peninsula, whose centre is occupied by a depression of thermal origin. Two such examples are given, that of the 4th August, 1967, and the 11th August, 1968 (fig. 18 and 22, tables XII and XIII). When the anticyclone reaches a very northerly point, the Peninsula is generally invaded by masses of warm, dry air, coming from the south. On the 20th July, 1967 (fig. 20, 22 and 23a, table XIV), the coastline remained cooler, and the thermal contrast—west-east was extremely marked. On the 29th July, 1968 (fig. 20, 22 and 23b, table XV), the northerly position of the anticyclone did not, however, prevent a deep penetration of fairly cool sea-air, and a pronounced uniformization of temperature. Finally, at times, the warm, dry air from the continent reaches the coastline as on the 21st July, 1968 (fig. 21 and 22, table XVI) and on the 29th June, 1968 (fig. 21, 22 and 23c, table XVIII) when Cabo da Roca recorded a maximum temperature of 34° and Elvas 42°.

In conclusion, the mean thermal march alters very quickly from west to east in Portugal, but this average situation is, from time to time, interrupted by short spells where the whole width of the territory is covered either by masses of air with maritime peculiarities, or by masses of continental air (fig. 24).