

Geofis. Int., Vol. 28-4, 1989, pp. 693-720

**SUR LA VARIABILITE DES PRECIPITATIONS DANS LA
BASSE CALIFORNIE DU NORD (MEXIQUE)**

Ph. DAGET*

S. REYES**

(Reçu: 6 Janvier, 1988)

(Accepté: 19 Octobre, 1988)

RESUME

Les données de 36 stations climatologiques, pour la période 1957 - 1983, ont été utilisées pour caractériser l'influence tropicale sur les précipitations observées en Basse Californie du Nord. Les résultats obtenus mettent en évidence que les variabilités spatiale et temporelle sont associées à la tropicalité. Pendant l'hiver, les précipitations sont surtout originaires des latitudes moyennes (c'est-à-dire du Pacifique Nord). Pendant l'été, les précipitations ont une origine tropicale, c'est-à-dire, du Pacifique et de l'Atlantique *équatoriaux*; cependant, le volume des précipitations est étroitement dépendant d'un phénomène à échelle planétaire. L'analyse met en effet en évidence une très forte influence tropicale pendant les périodes de "NO-ENSO" (ou El Niño/Oscillation australe). L'indice de tropicalité (défini comme le quotient de la somme des médianes mensuelles des précipitations estivales par la somme des médianes mensuelles sur l'ensemble de l'année) est maximal en 1963, 1967, 1971 et 1976 avec des valeurs de 42%, 48%, 59% et 57% respectivement. Tous les quatre coïncident avec des anomalies positives du Southern Oscillation Index.

ABSTRACT

Mean monthly data values of 36 climatological stations, for the period 1957 to 1983, have been used to study the tropical influence on the point rainfall observations over Northern Baja California Peninsula. The results show the time and space variability of the precipitation field associated to a tropical origin. During winter, the precipitation field is mainly of middle-latitude (*i.e.* north Pacific ocean) origin. During summer, the precipitation has a tropical origin (*i.e.* tropical eastern Pacific and tropical Atlantic oceans); however, the amount of pre-

* *Institut de Botanique, 163 rue A. Broussonnet, F-34000 Montpellier, FRANCE.*

** *Grupo de Meteorología, C.I.C.E.S.E., Espinoza 843, Ensenada, B. C., MEXICO.*

precipitation is strongly dependent on planetary-scale phenomena, evidencing considerable summer tropical influence during NON-ENSO events (El Niño/Southern Oscillation). The tropical Index, (defined by the ratio between the sum of the medians of monthly precipitation during the summer over the sum of the medians of monthly precipitation during the year) is maximum during 1963, 1967, 1971 and 1976, with magnitudes of 42%, 48%, 59% and 57%, respectively. The four of them coincide with positive anomalies of the Southern Oscillation Index.

CDU : 551.577:551.511(722)

INTRODUCTION

Les régimes moyens des précipitations de la péninsule de Californie (Mexique) (figure 1a) sont relativement bien connus (Hastings et Turner, 1965; García et Mosiño, 1967; Steinhäuser, 1979); mais leurs variabilités dans l'espace et dans le temps le sont beaucoup moins.

Or les différents phénomènes atmosphériques et océaniques associés (El Niño/Southern Oscillation, "ENSO"-events, interactions entre les phénomènes tropicaux et des latitudes moyennes), influencent la Basse Californie et font de ses climats des systèmes complexes délicats à comprendre et à prévoir. Il en résulte que les champs d'étude comme les interactions entre le climat et la vie, ou l'écologie terrestre dans la Péninsule, n'en sont encore qu'aux premiers stades de leur développement. Les travaux antérieurs de Hastings et Turner (1965) et de García et Mosiño (1967) avaient utilisé l'ensemble des données alors disponibles: quelques stations météorologiques en fonctionnement depuis 1892 et quelques autres depuis seulement 1950. Cela leur a posé un réel problème d'homogénéité des données. Enfin, à cette époque les téléconnexions à échelle planétaire entre l'atmosphère et l'océan étaient pratiquement ignorées, principalement en raison du manque de données d'observation; aussi tentait-on d'expliquer les résultats obtenus comme des conséquences de phénomènes synoptiques seulement régionaux.

D'autres études, comme celles de Roden (1958), Hales (1972) et, plus récemment, de Reyes et Rojo (1985), Reyes et Cadet (1987) ont souligné l'influence des phénomènes océaniques du Pacifique tropical sur les caractéristiques climatiques de la Basse Californie. Par ailleurs, il est certain que le système océanique du Pacifique Nord des latitudes moyennes a une influence profonde mais difficile à prédire sur les variabilités climatiques, tant spatiale que temporelle.

La présente étude, analysant en détail les précipitations mesurées pendant la pé-

riode de 1957 à 1983, permet de mieux comprendre ces phénomènes, et de préciser les modalités des influences tropicales sur la Basse Californie, à la lumière des phénomènes globaux. Les résultats seront présentés en deux temps portant, le premier sur une présentation analytique des précipitations mesurées, le second sur une discussion des circonstances météorologiques qui peuvent être à l'origine des phénomènes décrits.

ANALYSE SYNCHRONIQUE

Matériel et méthodes

Les analyses effectuées portent sur les observations pluviométriques mensuelles

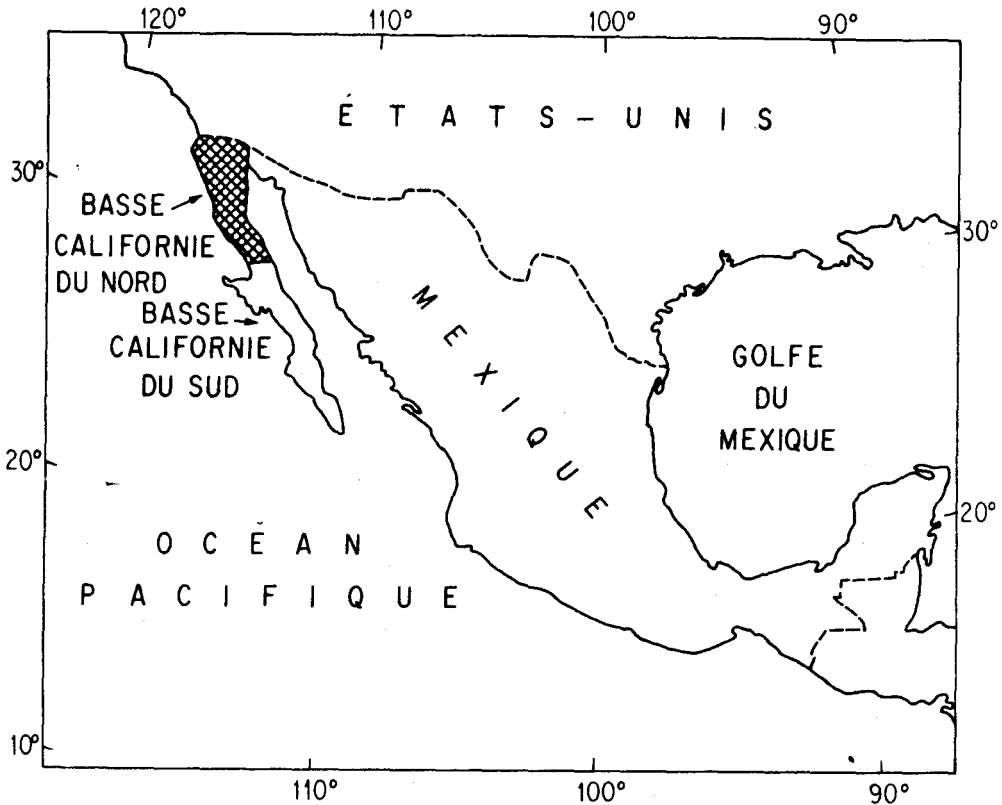


Fig. 1a. Localisation du territoire étudié.

des années 1957 à 1983, donc sur 27 années, de 36 postes d'enregistrement répartis du nord au sud de la partie septentrionale de la péninsule californienne: B.C.N. en abrégé (figure 1b). Ces données, récoltées et contrôlées sur place, ont été implantées dans l'unité de calcul de l'Institut de Botanique à Montpellier.

L'approche présentée porte d'abord sur le calcul de moyennes mensuelles, et, dans un second temps, sur la recherche des précipitations médianes, encadrées par les valeurs maximales et minimales enregistrées au cours de la période de mesure, ainsi que sur l'intervalle de sécurité de cette médiane au seuil de 0.95, calculé selon la méthode de Snedecor et Cochran (1968).

Résultats

1 - Moyennes

Les précipitations moyennes annuelles sont reportées sur la figure 2 où la répartition connue des précipitations de la Basse Californie du Nord peut être retrouvée (Hastings et Turner, 1965; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981). Le jeu des influences climatiques diverses ne ressort pas de tout évidence de cette carte; l'examen des médianes s'avère plus efficace.

2 - Médianes et variations

Une série de 36 fiches a été établie à partir des éléments de calcul données précédemment et en donnant une représentation graphique. Parmi elles, deux cas typiques ont été retenus et sont représentés ici; il s'agit des fiches de Colonia Juárez (tableau 1a) et de El Arco (tableau 1b).

Interprétation

Dans les diverses situations analysées ici, un certain nombre de constantes caractéristiques se dégagent:

- Les précipitations sont très variables. Le maximum maximorum mensuel est de 449 mm observés en décembre 1965 à El Socorro: les 300 mm ont été dépassés cinq autres fois, deux en janvier (1979 à El Rosario et 1980 à La Puerta) et trois en février (1980 à El Alamo, La Providencia et San Juan de Dios). Seules les sta-

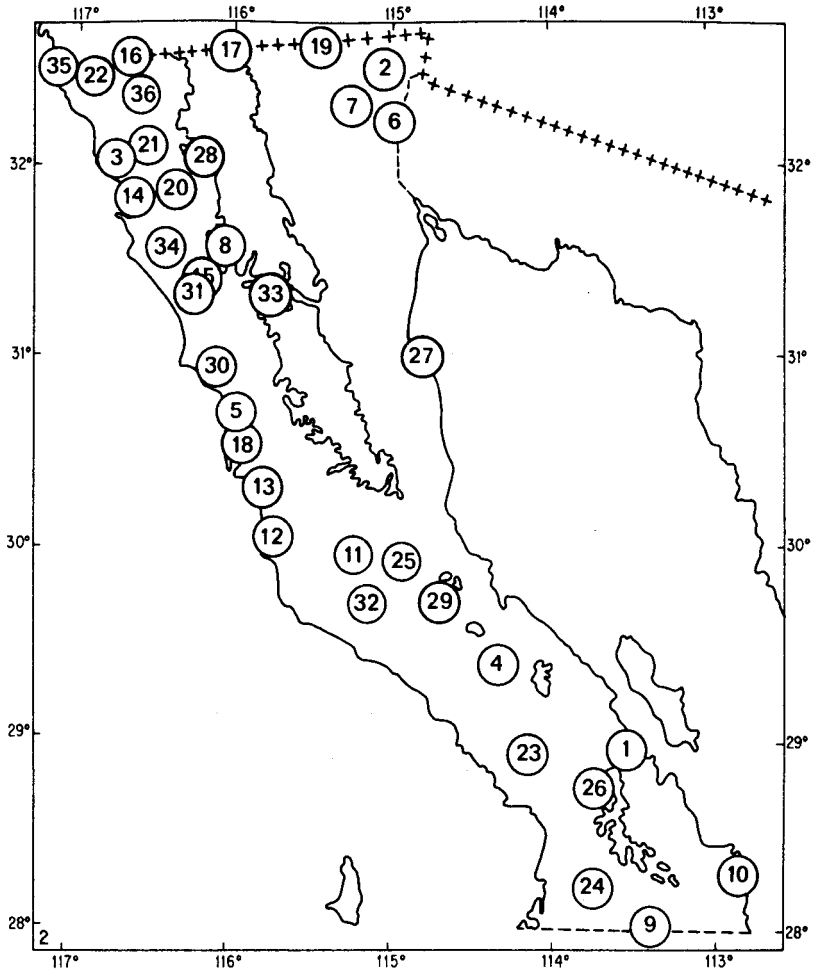


Fig. 1b. Carte de répartition des 36 postes pluviométriques de Basse Californie du Nord. (Les numéros renvoient aux codes du Tableau II).

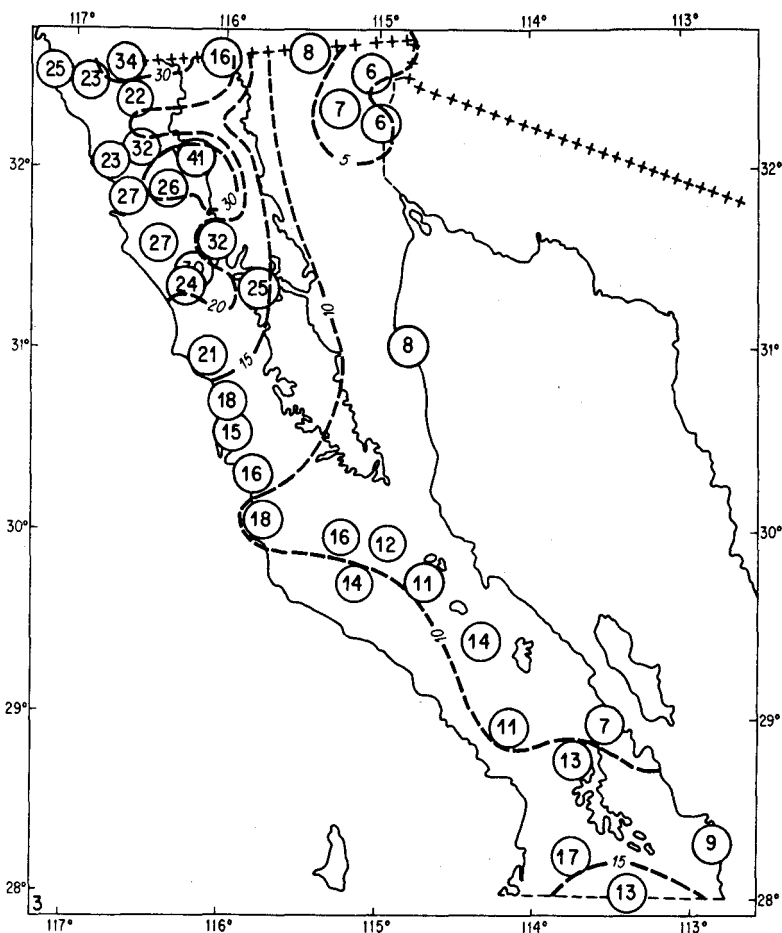


Fig. 2. Variation spatiale du module pluviométrique annuel en centimètres; comparaison avec les courbes annuelles de Hastings and Turner (1965).

tions de Bataques et de Mexicali n'ont pas enregistré de précipitations supérieures à 100 mm au cours de la période analysée.

Les diverses courbes présentent une répartition des pluies de type fondamentalement équinoxal, c'est-à-dire avec des précipitations concentrées sur la saison froide, de novembre à mars, parfois d'octobre à avril (tableau 1b).

présentant des précipitations nettement plus faibles. C'est là un premier indice net des influences tropicales apportant des averses en saison chaude.

L'examen des données dont les tableaux 1a et 1b sont extraits permet de mettre en évidence l'agencement de ces influences climatiques antagonistes: méditerranéennes, avec des précipitations concentrées sur l'hiver, et tropicales, avec une concentration sur l'été. Lorsque les premières sont seules, la courbe des précipitations médianes

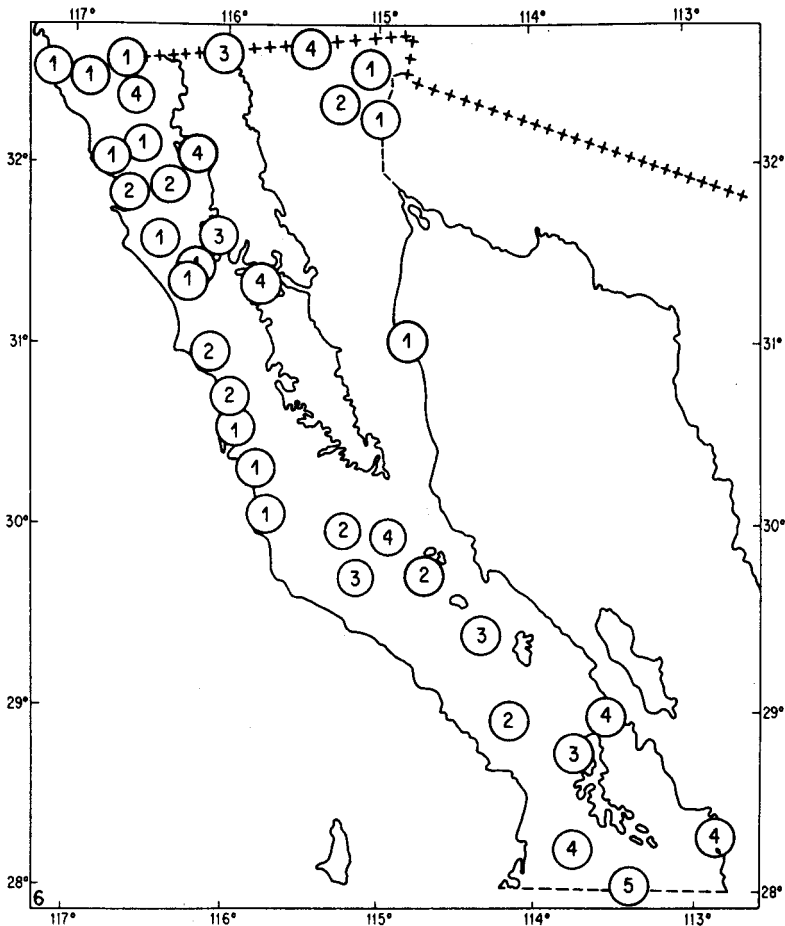


Fig. 3. Carte de la tropicalité globale des précipitations (légende dans le texte).

présente une forme de cuvette très nette, plus ou moins profonde, mais régulière (tableau 1a); c'est le cas de 14 stations dans la Basse Californie du Nord; elles sont repérées par un chiffre *un* sur la carte de la figure 3. Dans les 22 autres stations, il existe un pic estival dans les précipitations médianes (tableau 1b), plus ou moins prononcé selon les cas. Il traduit la présence des précipitations tropicales.

Pour mesurer le degré de tropicalité des précipitations, le coefficient T, défini ci-dessous est proposé:

$$T = 100 \times \frac{P(6) + P(7) + P(8) + P(9)}{P}$$

c'est-à-dire le rapport, exprimé en pourcentage, des précipitations médianes estivales à la somme des précipitations médianes de l'année. Ainsi, à El Arco (tableau 1b), on obtient, à partir des valeurs de la troisième ligne du tableau du haut:

$$T = 100 \times \frac{2 + 20.4}{5.6 + 4 + 1 + 2 + 20.4 + 1 + 6}$$

soit:

$$T = 100 \times \frac{22.4}{40} = 56$$

On dira donc que la tropicalité globale de El Arco est de 56, en d'autres termes, 56% des précipitations mensuelles médianes sont apportées par des averses tropicales. Lorsqu'il n'y a pas de mois à précipitations nulles entre celles qui sont d'origine tropicale et celles qui sont d'origine méditerranéenne, une correction affecte 50% du minimum à chacun des deux régimes. Ainsi à La Rumorosa, où les médianes successives sont:

$$12 - 8 - 7 - 0 - 0 - 0 - 0 - 2.3 - 3 - 1 - 7 - 9.5$$

la tropicalité sera exprimée par:

$$T = 100 \times \frac{2.3 + 3 + (1 \times 0.5)}{12 + 8 + \dots + 9.5} = \frac{100 \times 5.8}{49.8} = 12$$

Dans les différents cas où elle a été faite, cette correction n'augmente la valeur de T

que de 1 point. Il apparaît que la tropicalité mesurée de cette manière présente une gamme de variation s'étendant de 0 à 100.

Concrètement, les diverses valeurs de T correspondant aux 22 stations concernées varient d'une valeur insignifiante à Punta Prieta à une valeur maximale de 56 à El Arco.

ANALYSE DIACHRONIQUE

Méthode

L'examen rapide des tableaux 1a et 1b a déjà permis de souligner la grande variabilité des précipitations en Basse Californie du Nord. Elle sera mieux mise en évidence par un examen des données annuelles de chaque station. Cette approche permettra surtout de suivre les influences successives qui se font sentir sur les précipitations par un coefficient de tropicalité annuel du type de celui qui vient d'être défini. Mais,

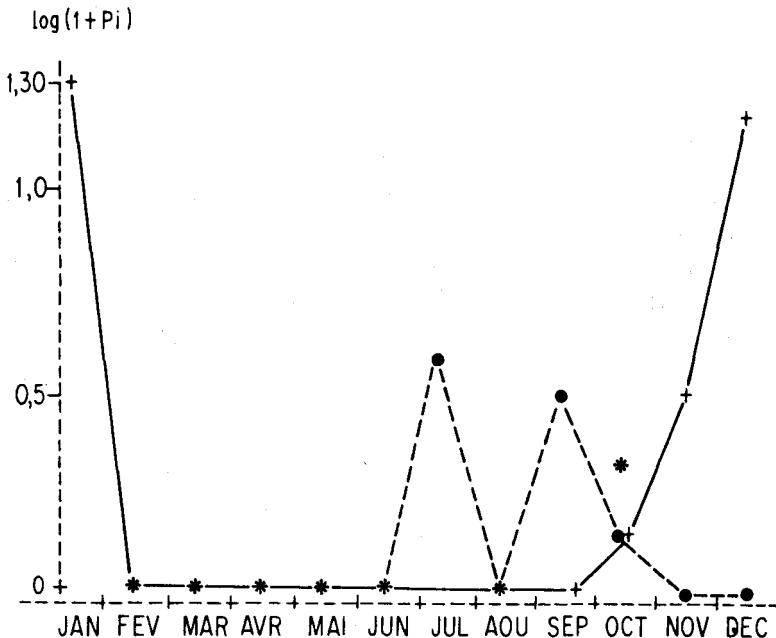


Fig. 4. Modalité de l'allocation des précipitations en averses tropicales (---•---) et méditerranéennes (—+—) (cas de Bahia de Los Angeles pour l'année 1960).

dans la pratique, des difficultés apparaissent rapidement pour son évaluation précise. Les principes suivis sont les suivants:

sont considérées comme d'origine tropicale, les précipitations de la saison de jours longs, d'avril à août, et, dans certain cas, à septembre ou octobre

Les précipitations de septembre (octobre) sont considérées comme tropicales quand celles du mois suivant leur sont inférieures ou sont nulles. Si les précipitations de septembre (octobre) sont plus faibles que celles des mois qui les entourent, la moitié est affectée au régime tropical et la moitié au régime méditerranéen (figure 4).

Résultats

Une fiche a été établie pour chaque station; elles sont analogues à celles des tableaux 3a et b qui correspondent aux mêmes stations que les tableaux 1a et b. Ce corpus de données a fait l'objet de deux types d'interprétation:

- annuelle, par voie cartographique
- globale, par une méthode d'Analyse des données.

Interprétations

1 - Approche annuelle

Le tableau 3 présente les valeurs de l'indice de tropicalité, calculé année par année, pour les deux stations de références Colonia Juárez et El Arco; ces calculs ont été effectués pour chacune des 32 stations de la Basse Californie du Nord.

La figure 5 présente la variation de la tropicalité moyenne pour la période considérée, toutes stations confondues; elle met en évidence les faits suivants:

- La tropicalité annuelle moyenne n'est jamais négligeable;
- c'est en 1978 qu'elle est la plus faible (4⁰/₀);
- et en 1971 qu'elle est la plus forte (59⁰/₀);
- il apparaît une certaine périodicité avec une série de maximums en 1963, 1967, 1971, 1976, suivis de minimums en 1964, 1969, 1973, 1978.

Tableau 3

Valeurs annuelles de la tropicalité dans les stations de référence

a. Colonia Juárez				b. El Arco			
1957	14	1972	7	1957	29	1972	93
1958	0	1973	12	1958	0	1973	18
1959	40	1974	23	1959	52	1974	31
1960	0	1975	51	1960	36	1975	54
1961	0	1976	60	1961	38	1976	74
1962	0	1977	50	1962	52	1977	45
1963	0	1978	7	1963	53	1978	4
1964	7	1979	49	1964	21	1979	17
1965	12	1980	0	1965	0	1980	2
1966	0	1981	6	1966	78	1981	43
1967	60	1982	48	1967	58	1982	18
1968	44	1983	64	1968	45	1983	39
1969	11			1969	24		
1970	16			1970	83		
1971	94			1971	48		
Max.		94				93	
Min.		0				0	
Moy.		25				39.1	
E. T.		26.4				25.3	
Med.		12				39	

Max., Min. : valeurs maximale et minimale des données analysées

Moy. : valeur moyenne - E.T. : écart-type - Med. : médiane

Il est remarquable de noter que ces périodes de tropicalité maximale (1963, 1967, 1971 et 1976) correspondent aux périodes durant lesquelles on peut observer des anomalies positives du Southern Oscillation Index (Reyes et Rojo, 1985; Ramage, 1987). Ces périodes correspondent souvent au phénomène d'“anti-Niño”.

En période de fortes anomalies négatives du SOI par exemple en 1977-1978 et 1982-83, les perturbations cycloniques des latitudes moyennes sur le Pacifique nord

sont très fortes et produisent, par voie de conséquence, des précipitations hivernales supérieures à la moyenne sur la Basse Californie du Nord, c'est-à-dire qu'elles entraînent un effet méditerranéen.

En période de faibles anomalies négatives du SOI, par exemple en 1957-58 ou 1972-73, les systèmes tropicaux de l'Est du Pacifique sont beaucoup plus intenses, alors les précipitations estivales sont considérablement renforcées sur la Basse Californie du Nord; c'est alors un effet tropical qui apparaît.

Enfin, les plus fortes valeurs de l'indice de tropicalité coïncident avec le phénomène Anti-Niño, c'est-à-dire quand le SOI indique de grandes anomalies positives; pendant ces périodes, en 1967, 1971 et 1976, le système de hautes pressions, centré sur l'ouest de l'Amérique du Sud est très intense et un système de circulation de mousson d'été très prononcé se met en place sur l'ouest de l'Amérique du Sud; aussi un autre système de circulation de mousson d'été très prononcé se met en place sur le sud-ouest du Mexique. Durant ces périodes, les perturbations atmosphériques tropicales, poussées du sud-ouest vers le nord-est, peuvent atteindre de hautes latitudes le long du golfe de Californie, et atteindre le Sonora et l'Arizona (*cf.* Hales, 1972; Reyes et Cadet, 1987).

Pour la suite des interprétations, toutes les tropicalités ont été rassemblées en classes:

1	0%	méditerranéen pur
2	1-9%	méditerranéen faiblement tropical
3	10-19%	méditerranéen peu tropical
4	20-39%	méditerranéo-tropical
5	40-59%	mixte
6	60-79%	tropicalo-méditerranéen
7	80-89%	tropical peu méditerranéen
8	90-99%	tropical faiblement méditerranéen
9	100%	tropical pur

Des cartes pour chacune des 27 années de la période étudiée montrent la variation spatiale année par année. Quelques-unes d'entre elles sont regroupées sur la figure 6. La carte 6-a montre le cas extrême où toutes les stations sauf une ont une tropicalité faible, inférieure à 20%. A l'opposé, les cartes 6-b et 6-c présentent deux cas situés

à l'autre extrême: en 1971, 4 stations seulement, au milieu de la côte ouest, ont une tropicalité faible, tandis que 8 stations sur la côte est ont une tropicalité supérieure à 80%; en 1976, trois stations seulement sont faiblement tropicales, toutes au nord-ouest, tandis que les plus tropicales (supérieure à 60%) sont dans la moitié sud. Enfin, la carte 6-d présente une situation moyenne, celle de l'année 1959; les fortes tropicalités sont localisées au sud, tandis que les plus faibles le sont au nord-ouest. Les regroupements en classes permettent d'établir facilement des dénombrements pour chaque station sur l'ensemble de la période d'analyse. Ainsi, l'examen du tableau 4 a donné le résultat suivant:

Tableau 4
Fréquences des différentes classes de tropicalité

Classes de tropicalité	Effectifs
1	7
2	4
3	5
4	1
5	6
6	3
7	0
8	1
9	0

dont la classe modale est 1. La carte de la figure 7 représente la répartition spatiale des diverses classes modales des distributions obtenues. La zonation qui peut en être déduite est sensiblement différente de celle de la carte de la figure 1b; cela s'explique parce que ces deux documents ne représentent pas la même fraction de l'information totale disponible.

2 - Approche synthétique

L'ensemble des valeurs, codées comme il vient d'être dit, a fait l'objet d'Analyses des données par la méthode du plan-soleil (Wakimoto, 1978; Bouchèr de La Rupelle, 1980) dont ce sont ici probablement les premières applications en climatologie.

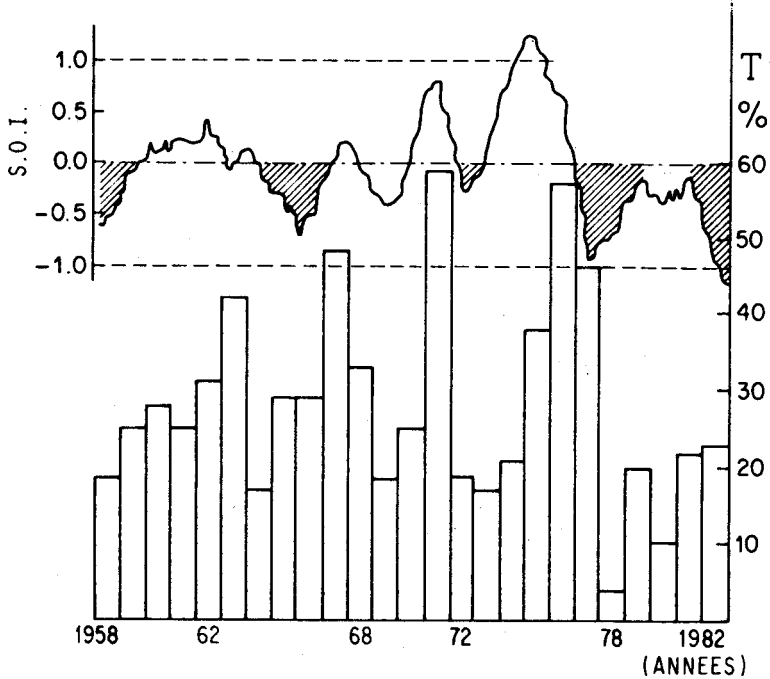


Fig. 5. Variation interannuelle de la fréquence relative des tropicalités des 36 stations et relations avec les S.O.I. et les "ENSO-events".

Les années sont rangées dans l'ordre des tropicalités globales croissantes. Le plan obtenu est donné sur la figure 8 où la tropicalité annuelle augmente dans le sens direct ce qui se traduit par l'augmentation de la longueur des différents rayons qui sont, en effet, proportionnelles aux tropicalités globales moyennes. Les 36 images stationnelles sont situées dans la partie centrale du graphique; cela traduit le fait, déjà mis en évidence par l'approche annuelle, que si la tropicalité est un caractère important de ces climats, elle n'est pas dominante. Un agrandissement de la partie utile de la figure 8 est présenté sur la figure 9; son examen met en évidence 4 groupes nets:

- le groupe A comporte 4 stations les plus tropicales de la Basse Californie du Nord; l'ensemble du groupe présente une valeur moyenne de l'indice de tropicalité de 29.58%

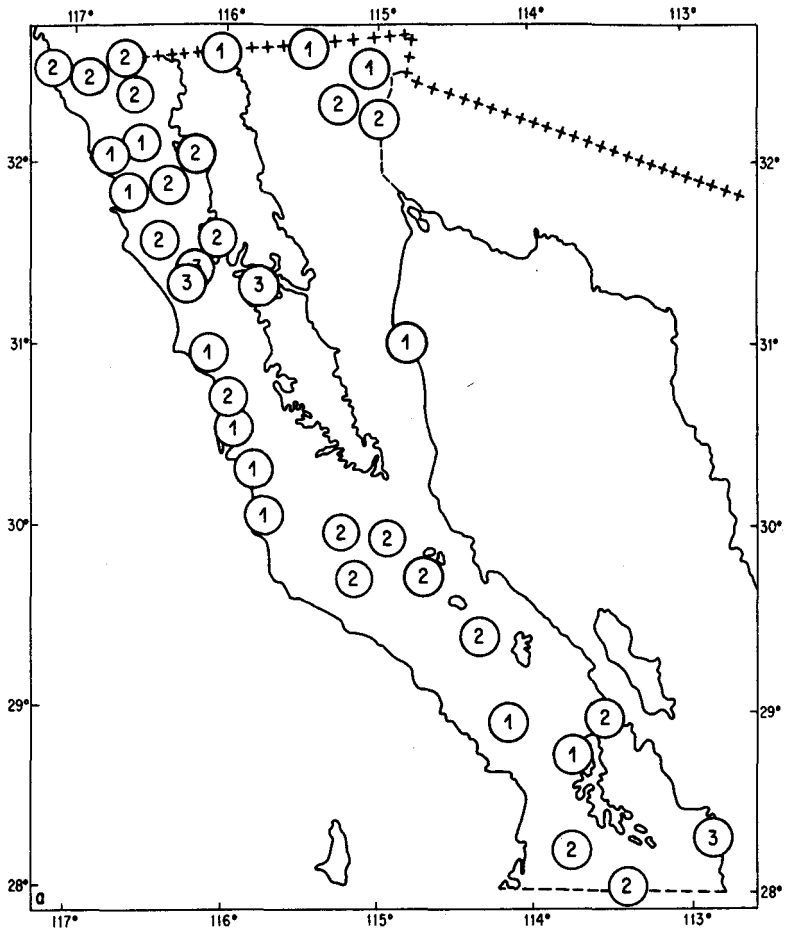


Fig. 6. Tropicalités annuelles, 4 exemples
a - 1957: l'influence de la tropicalité est faible sur l'ensemble de la B.C.N.

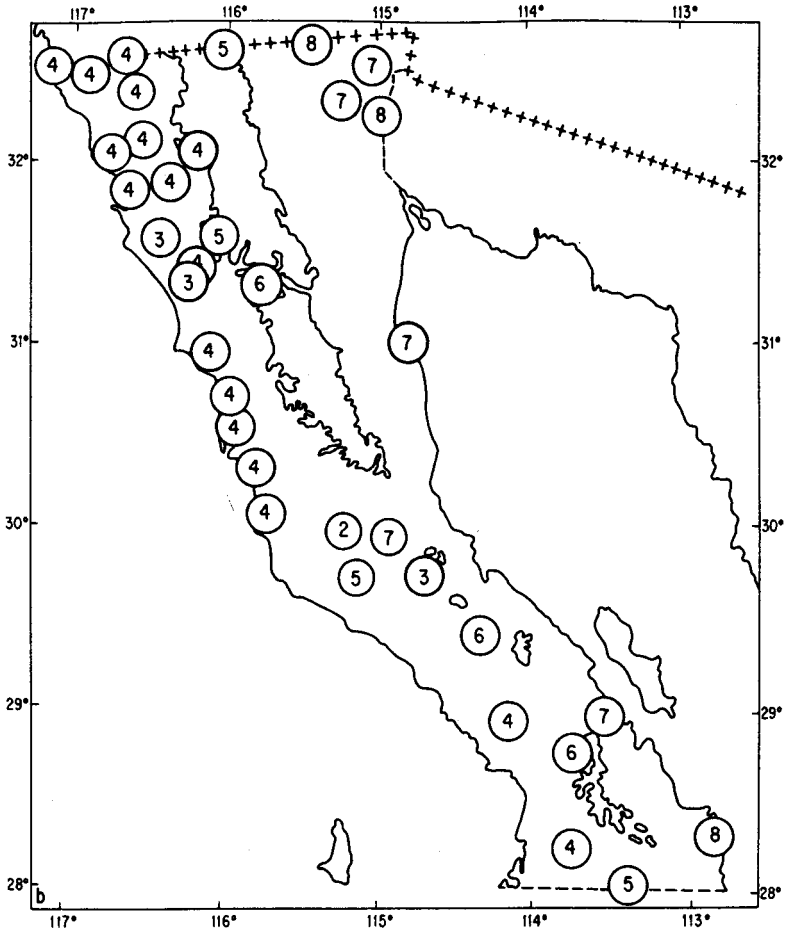


Figure 6b. 1971: cette influence est généralisée.

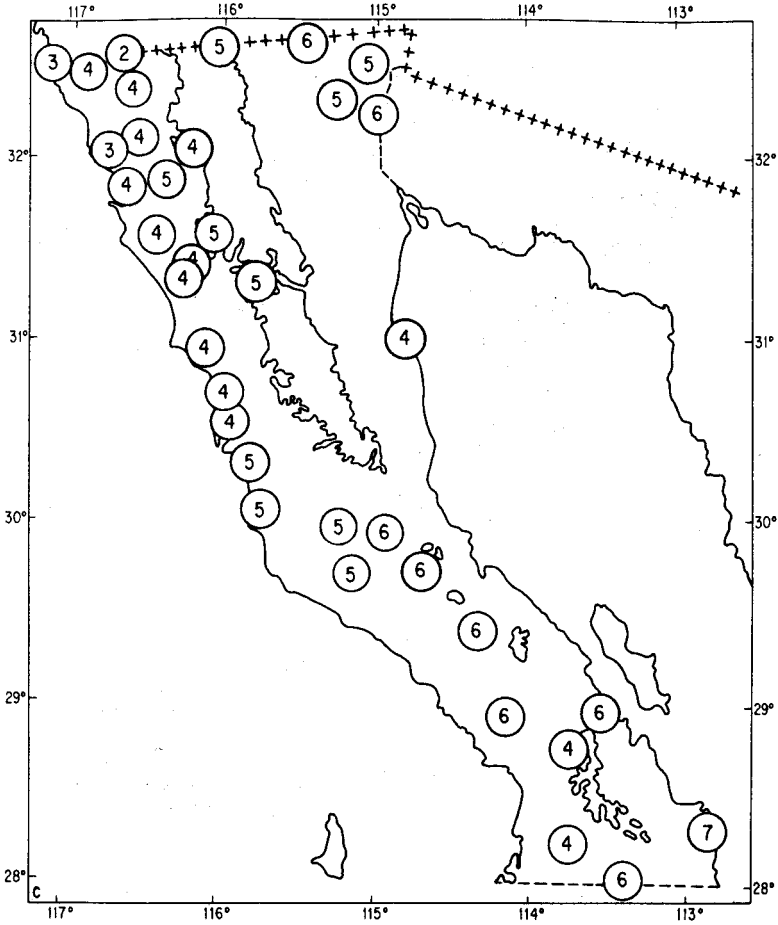


Figure 6c. 1976: cette influence est généralisée.

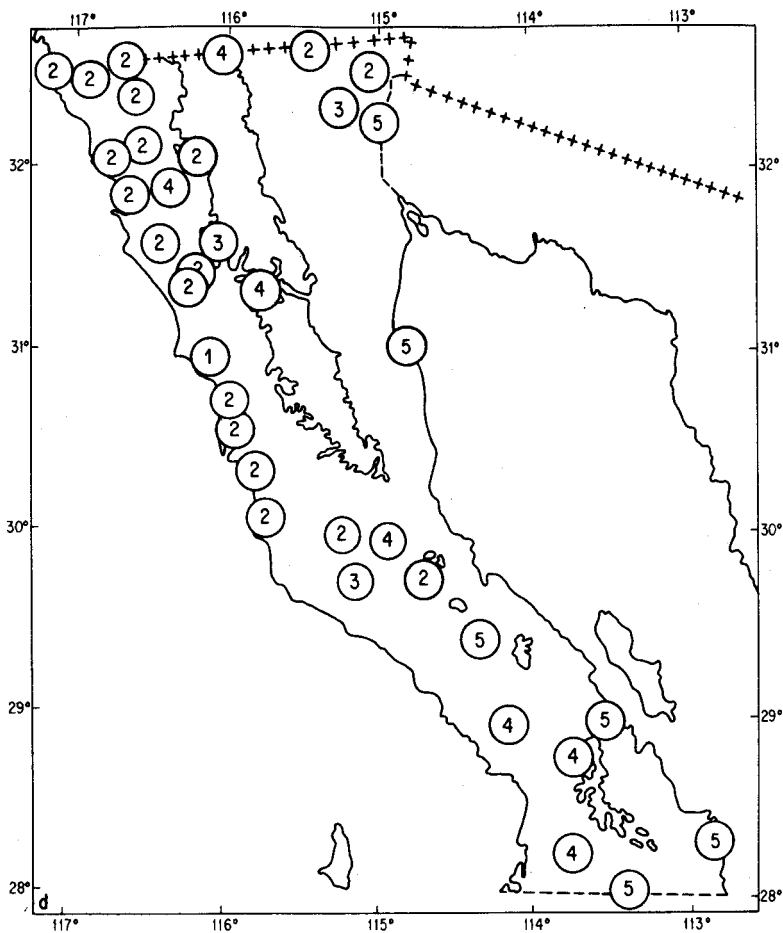


Figure 6d. 1959: une "année moyenne".

- le groupe B comporte 9 stations moins tropicales avec une moyenne de 20.70%
- le groupe C comporte 7 stations déjà plus nettement méditerranéennes, avec une tropicalité moyenne pour l'ensemble du groupe de 15.11%
- le groupe D comporte les 16 stations les plus proches de l'origine, donc les moins tropicales. Elles ne sont pas purement méditerranéennes comme le montre leur éloignement sensible de l'origine. La tropicalité moyenne de l'ensemble est de 7.82%

Ces divers éléments sont rassemblés sur la carte de la figure 10. Le zonage qui en découle est assez sensiblement différent de celui de la carte précédente (figure 7), surtout dans la partie centrale de la région étudiée.

Une seconde analyse de Wakimoto permet l'ordination des stations, non plus dans l'espace des années, mais dans celui des classes de tropicalité, chacune étant caractérisée par l'effectif correspondant pour chaque station. Le plan-soleil de la figure 11 traduit le poids important des classes les moins tropicales par de rayons plus longs, soulignant, une fois encore, que la tropicalité n'est pas le caractère dominant des stations étudiées ici. Il est possible de construire un arbre minimal entre ces images et de proposer un ordre optimal des stations dans ce de la figure 11, est le suivant (les nombres sont les codes des stations, voir en annexe):

13 - 33 - 15 - 18 - 34 - 31 - 3 - 12 - 5 - 30 - 14 - 22 - 21 - 16 - 32 - 35 - 20 - 11
 24 - 4 - 6 - 2 - 23 - 29 - 29 - 7 - 25 - 28 - 8 - 17 - 19 - 27 - 36 - 9 - 1 - 10

REMARQUES FINALES

Nous avons présenté une analyse détaillée des précipitations sur la Basse Californie du Nord. Au total, 36 stations climatologiques ont été prises en compte sur la période 1957-1983. Les médianes mensuelles et annuelles ont été calculées et analysées pour décrire la tropicalité de l'ensemble étudié. Il a été clairement mis en évidence, comme les études antérieures l'avaient déjà montré (Hastings et Turner, 1965; García et Mosiño, 1967), que les précipitations tombant sur le nord-ouest sont caractéristiques de phénomènes atmosphériques des latitudes moyennes. Par contre, pendant l'été, les précipitations de l'est et du sud-est montrent une nette influence tropicale.

Le principal résultat de cette étude est de donner une vision nouvelle de la variabilité spatio-temporelle de l'influence tropicale sur les précipitations dans la Basse Ca-

lifornie du Nord.

Les phénomènes atmosphériques à échelle planétaire (El Niño - Southern Oscillation) et à moyenne échelle (circulation de la mousson), peuvent aider à expliquer la variabilité interannuelle de l'Indice de Tropicalité. En conditions de non-El Niño (définies par una anomalie positive du Southern Oscillation Index) les hautes pressions semipermanentes centrées sur l'ouest de l'Amérique du Sud renforcent et intensifient la circulation des vents des couches basses; cela entraîne une remontée à travers l'équateur de flux de masses d'air humide dans une bande longitudinale centrée à environ 100° - 110° Ouest. Ce flux transfert de la chaleur sensible et latente vers le Golfe de Californie (Reyes et Cadet, 1987). Les masses d'air humide, qui sont aussi associées à des orages et des cyclones tropicaux se formant dans cette région, sont piégées et canalisées par un effet de tunnel entre les sierras de la péninsule et du Mexique continental; elles atteignent souvent le Nord-Est de la Basse Californie, le Sonora et l'Arizona.

L'indice de tropicalité présente des valeurs maximales pendant les périodes d'anomalies positives du Southern Oscillation Index, c'est-à-dire en 1963, 1967, 1971 et 1976. Les trois premiers coïncident avec l'anti-Niño (ou maximum positif de l'anomalie du SOI), tandis que le dernier survient l'été qui précédait un événement El Niño majeur.

Nous envisageons, dans un travail ultérieur, d'aborder les mêmes phénomènes sur la Basse Californie du Sud afin d'obtenir une vue synthétique des phénomènes sur l'ensemble de la péninsule.

REMERCIEMENTS

Nous nous plaignons à reconnaître l'aide inestimable que nous avons reçue de l'équipe technique de la Dirección Hidrométrica de Ensenada, SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) et, en particulier, de Ing. Vicente Guerrero, Víctor Muñoz, Filiberto Santiago et Arturo Labastida pour le traitement des données au CICESE ainsi que de Ing. Patrice David au CNRS, Montpellier, pour leur exploitation finale. Il faut aussi remercier Javier García et Paciano Rojo du Groupe de Météorologie du CICESE pour leur coopération. Cette recherche fut partiellement financée par le CONACYT dans les contrats No. PCECBNA - 021026 et PCCNCNA - 031312 CICESE/CNRS.

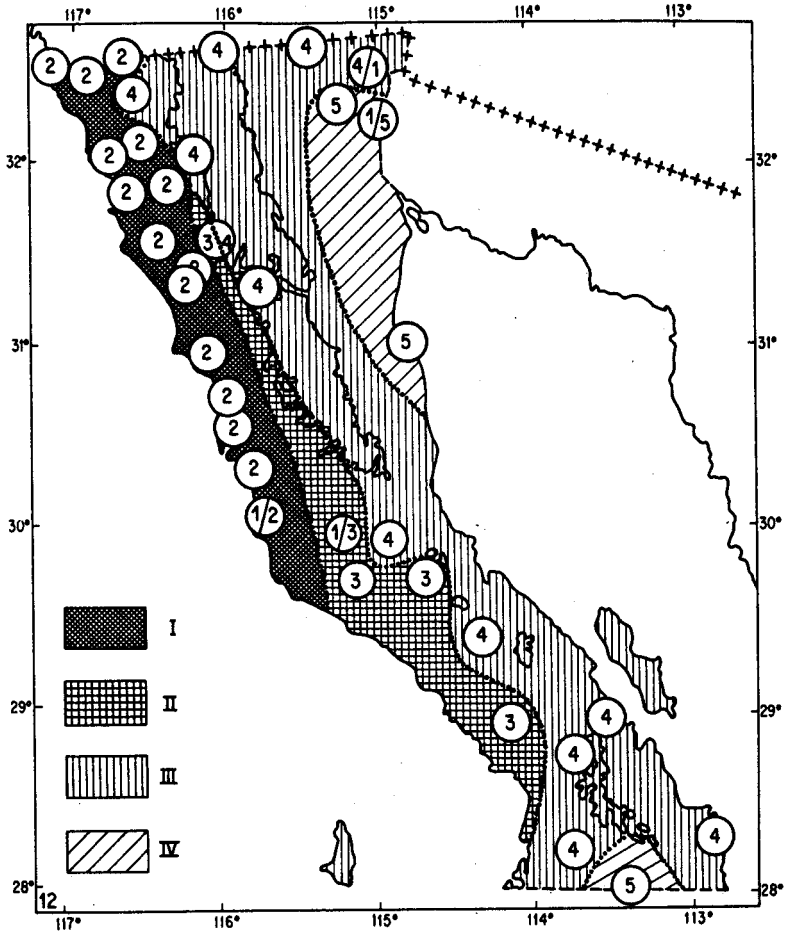


Fig. 7. Traduction cartographique des groupes obtenus à partir de la classe modale de tropicalité
 I - régimes méditerranéens
 II - régimes intermédiaires peu tropicaux
 III - régimes intermédiaires tropicaux
 IV - régimes les plus tropicaux de B.C.N.

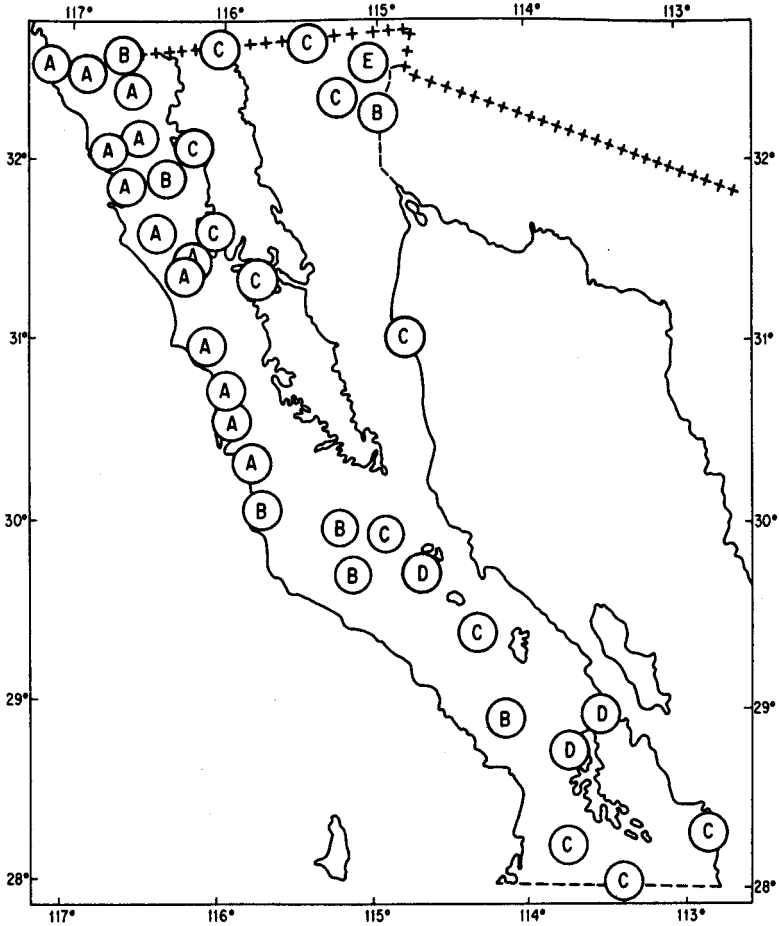


Fig. 8. Plan-soleil traduisant l'ordination des stations dans l'espace des années classées dans l'ordre des tropicalités croissantes dans le sens trigonométrique.

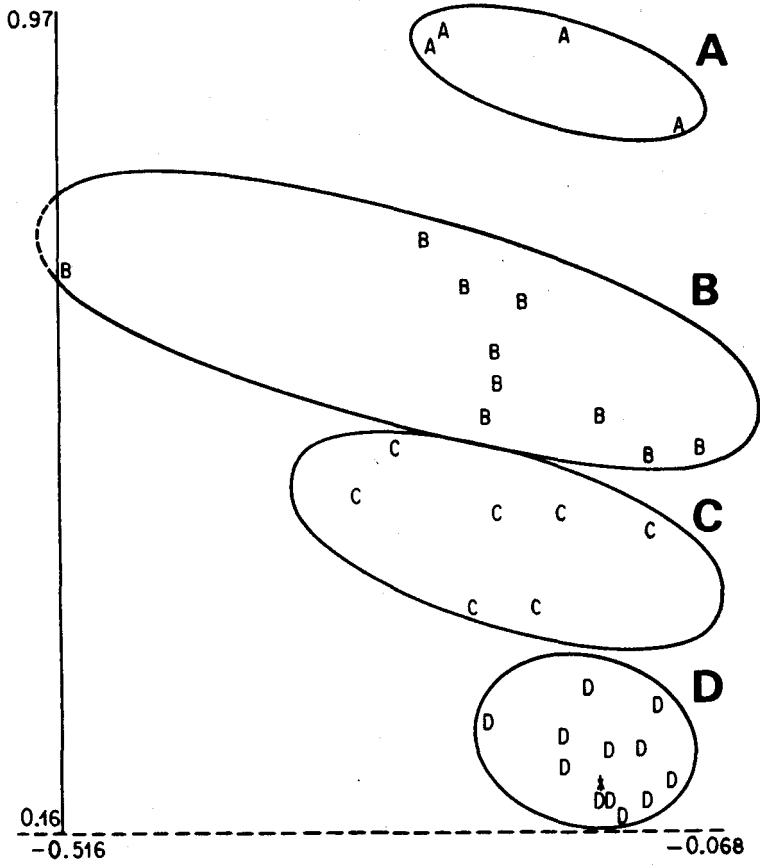


Fig. 9. Classification des 36 stations en quatre groupes de tropicalité par analyse d'une partie du plan-soleil précédent.

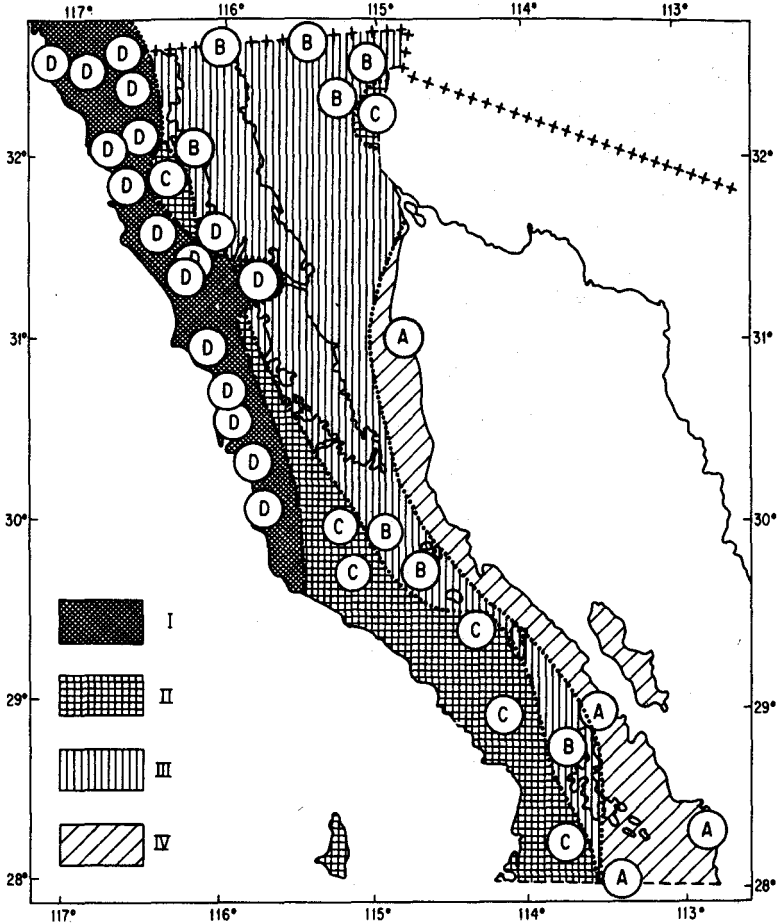


Fig. 10. Traduction cartographique des groupes de la figure précédente.

- I - régimes méditerranéens.
- II - régimes intermédiaires peu tropicaux
- III - régimes intermédiaires tropicaux
- IV - régimes les plus tropicaux de B.C.N.

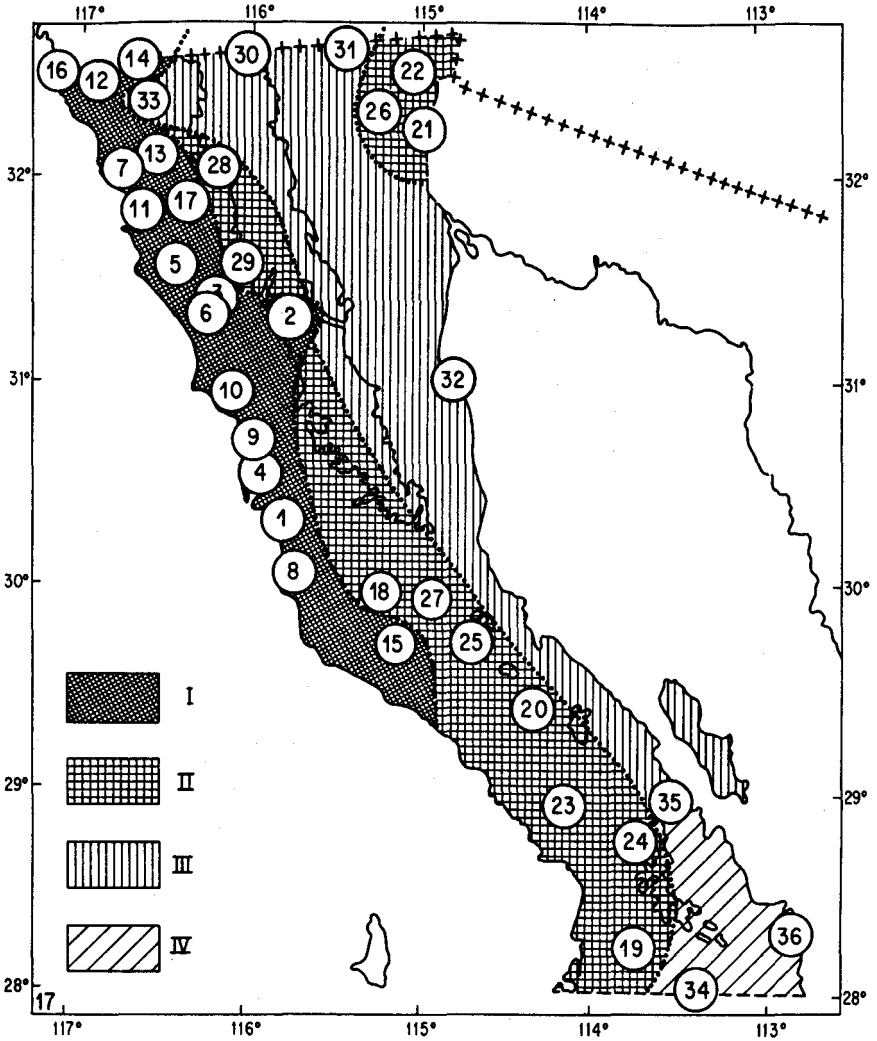


Fig. 11. Les zones de tropicalité de la Basse Californie du Nord.

- I - régimes méditerranéens
- II - régimes intermédiaires peu tropicaux
- III - régimes intermédiaires tropicaux
- IV - régimes les plus tropicaux de B.C.N.

ANNEXE

Liste des stations utilisées

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Bahía de Los Angeles | 19. Mexicali |
| 2. Bataques | 20. Ojos Negros |
| 3. Boquilla de Santa Rosa | 21. Olivares Mexicanos |
| 4. Chapala | 22. Presa Rodríguez |
| 5. Colonia Guerrero | 23. Punta Prieta |
| 6. Colonia Juárez | 24. Rancho Alegre |
| 7. Delta | 25. San Agustín |
| 8. El Alamo | 26. San Borja |
| 9. El Arco | 27. San Felipe |
| 10. El Barril | 28. San Juan de Dios |
| 11. El Progreso | 29. San Luis |
| 12. El Rosario | 30. San Telmo |
| 13. El Socorro | 31. San Vicente |
| 14. Ensenada | 32. Santa Catarina Sur |
| 15. La Providencia | 33. Santo Tomás |
| 16. La Puerta | 34. Tijuana |
| 17. La Rumorosa | 35. Valle de las Palmas |
| 18. Las Escobas | 36. Valle de la Trinidad |

BIBLIOGRAPHIE

- BECKER, J., 1986. Reconstitution d'un ordre total à partir d'informations partielles, *Le Nouv. Arch.*, 6, 10-13.
- BOUCHER de LA RUPELLE, M.-L., 1980. Techniques graphiques en analyse de données multidimensionnelles. Thèse, Univ. Sci. Tech. Lang., Montpellier, 140 p.
- GARCIA, E. et P. MOSIÑO, 1967. Los climas de Baja California. *Inst. de Geografía*, UNAM, México, D. F., 21 p.
- HALES, J. E., 1972. Surges of maritime tropical air northward over the gulf of California. *Month. Weath. Rev.*, 100, 4, 298-306.

- HASTINGS, J. et R. TURNER, 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California, Mexico. *Geogr. Ann.*, 47-A, 203-223.
- RAMAGE, C., 1986. El Niño. *Pour la Science*, 106, 69-77.
- REYES, S. et D. CADET, 1987. The southwest branch of the North American monsoon during summer 1979. Accepted by *Month. Weath. Rev.*
- REYES, S. et P. ROJO, 1985. Variabilidad de la precipitación en la península de Baja California. *Rev. Geofísica*, 22/23, 111-128.
- RODEN, G., 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pacific Sci.*, 12, 21-45.
- SNEDECOR, G. et W. COCHRAN, 1968. Statistical methods. Iowa State Univ., Ames, 593 p.
- Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981. Carta de precipitación total anual, Tijuana, Dirección General de Geografía, México.
- STEINHAUSER, F., (Edit.), 1979. Atlas climatique de l'Amérique du Nord, I. Cartes des températures et des précipitations moyennes, O.M.M.-W.M.O., Genève.
- WAKIMOTO, K., 1978. Sun-chart method for analysing multivariate data. *J. Jap. Stat. Soc.*, 8, 18 p.