

DISTRIBUTION OF PRECIPITATION IN MOUNTAINOUS AREAS

Geilo Symposium, Norway
31 July - 5 August 1972

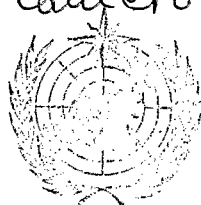
VOLUME II
Technical papers

LA DISTRIBUTION DES PRÉCIPITATIONS DANS LES RÉGIONS MONTAGNEUSES

Colloque de Geilo, Norvège
31 juillet - 5 août 1972

VOLUME II
Exposés techniques

*Lejevre (R.) - Aspect de la pluviométrie
dans la région de mont
Caucaso.*



WMO / OMM No. 325

Secretariat of the World Meteorological Organization - Geneva - Switzerland
Secrétariat de l'Organisation Météorologique Mondiale - Genève - Suisse

14 JANV. 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 7104
Cote : 15

13 NOV. 1974

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

137 n° B7164 Hydro.

ASPECT DE LA PLUVIOMETRIE DANS LA REGION DU MONT CAMEROUN

R. Lefèvre *

RESUME

A une vingtaine de kilomètres de l'Océan atlantique, le Mont Cameroun domine le Golfe de Guinée de sa masse volcanique qui se dresse à 4000 m d'altitude. En raison de sa masse compacte et de sa situation géographique à la limite sud de la zone balayée par le front intertropical, le Mont Cameroun est le siège de singularités pluviométriques caractéristiques: la hauteur annuelle des précipitations est maximale à Debundscha où elle atteint le chiffre moyen de 9906 mm (moyenne calculée sur 38 ans), la hauteur maximale relevée étant de 14.680 mm.

Les observations pluviométriques auxquelles il a été procédé depuis plusieurs années permettent de tracer les isohyètes annuelles de cette région et révèlent l'influence de la masse montagneuse sur les précipitations annuelles et la variabilité de celles-ci.

- Une zone fortement pluvieuse, plus de 9000 mm de précipitations sur le flanc sud-ouest du Mont Cameroun, le long de la côte;
- Deux zones faiblement pluvieuses, moins de 2030 mm de précipitations sur le plateau qui se trouve au sommet et sur la face orientale du mont;
- Sur le flanc sud-ouest les précipitations décroissent avec l'altitude;
- Sur la face sous le vent, les précipitations augmentent jusqu'à une altitude de 1800 m puis diminuent à proximité du sommet où elles atteignent 2030 mm.

SUMMARY

The volcanic mountain mass rises from the Gulf of Guinea to reach a height of 13,500 feet at about twenty kilometers from the Atlantic coast. Mt. Cameroon shows emphasized pluviometric singularities because of its compact mass and its geographic situation at the southern limit of the moving of the Inter-Tropical Front: the annual average of rainfall is maximum at Debundscha where it reaches 390 inches average on 38 years, the maximum rainfall being 578 inches.

The pluviometric observations which have been made for several years allow to outline the annual isohyets in this region and reveal the influence of the mountain mass and the variability of annual rainfall.

- a heavily rainy zone, more than 355 inches on the south-western coastal side of Mt. Cameroon;
- two slightly rainy zones, less than 80 inches on the summital plateau and on the eastern side of the summit;
- on the south-western slope, rainfall decreases with altitude;
- on the lee-side, rainfall increases up to the height of 6,000 feet and then decreases near the top where it reaches 80 inches.

* Directeur de l'O.R.S.T.O.M. au Cameroun.

1 - Aperçu géographique

Situé au fond du golfe de Guinée, le massif du Mont Cameroun suit la grande chaîne volcanique qui par le massif de l'Adamaoua coupe le Cameroun au niveau du 7^{ème} parallèle ; prenant ensuite une orientation Nord-Est - Sud-Ouest cette ligne passe par les monts Bamboutos, Manengouba, Koupé et Cameroun et se prolonge, au large de la côte par une suite de pointements volcaniques qui constituent les îles de Fernando-Po, Principe, Sao Thomé et Annobon.

Le massif du Mont Cameroun a sensiblement la forme d'une ellipse dont le grand axe, orienté Nord-Est - Sud-Ouest mesure 45 km et le petit axe atteint 30 km. Son point culminant, le Fako s'élève à 4.095 m au dessus du niveau de la mer. On peut distinguer plusieurs zones de pente fort différente :

- Du niveau de la mer à 1.000-1.200 m d'altitude, la déclivité est peu importante sur une dizaine de kilomètres.
- Au-dessus et jusqu'à 2.400 m, les pentes deviennent extrêmement fortes ; cette deuxième zone couvre une bande de faible largeur.
- A partir de 2.400 m et jusqu'à 3.200 m s'étend une zone à pente réduite d'abord puis sensiblement plane que l'on a appelée : le "plateau". Ce plateau est d'importance inégale suivant le versant considéré : c'est ainsi qu'il est pratiquement inexistant sur le versant Sud-Est.
- Au delà de 3.200 m les pentes sont à nouveau raidées jusqu'à une sorte de plateau sommital qui culmine à 4.000 m.

Végétation

La végétation présente de grandes unités étagées : sur les terrasses inférieures, on rencontre soit de la forêt dense, soit des zones de culture ; ces dernières ne sont importantes que sur le versant Sud-Est : bananeraies, palmeraies, plantations de thé où elles atteignent 700 m d'altitude. Sur le versant Sud-Ouest, les palmeraies ne dépassent pas 200 m.

La ceinture forestière, quasiment impénétrable, s'arrête vers 2.000 - 2.400 m d'altitude suivant le versant. Au-dessus, les pentes sont recouvertes de hautes graminées et quelques forêts-taillis se concentrent dans les ravins ; puis la prairie devient rase et les touffes s'espacent. Au-dessus de 3.000 m, la flore arbustive disparaît et à partir de 3.800 m la végétation est pratiquement nulle, on ne rencontre plus que des mousses et des lichens.

Géologie

D'après B. GEZE / 17, le massif volcanique du Mont Cameroun résulte d'un empilement de produits éruptifs sur les terrains tertiaires qui constituent le socle du volcan et dont le niveau serait en dessous de celui de la mer. Cette masse éruptive et compacte est essentiellement constituée de basaltes de composition monotonne. Des formations volcaniques récentes, cratères, coulées précisent le dynamisme du volcan. Plus d'une centaine de cratères ont été dénombrés pour l'ensemble du massif : la plupart de type strombolien sont des cônes simples, pas ou peu égueulés sans lac

de cratère, sauf celui du cap Debundscha : moins nombreux sont les cratères de type vulcanien ou hawaïen.

Les éruptions du Mont Cameroun ont peut-être commencé au crétacé supérieur, mais il semble que la plupart des petits cônes datent du quaternaire récent. Au XX^{ème} siècle, on a observé quatre réveils du Mont Cameroun :

- En 1909, ce sont des éruptions dans le groupe Nord-Est avec une coulée de laves scoriacées de 6 km environ.
- En 1922, plusieurs phases éruptives intéressent surtout la partie Sud-Ouest du massif ; une importante coulée sortie de cratères situés vers 1.400 m d'altitude, atteint la mer au sud d'Idenau après une course de dix km /17.
- En 1954, des tremblements de terre sont ressentis à Buéa ; l'éruption de type vulcanien avec émission de blocs de laves, pluie de cendres, sans coulée de laves, provient du sommet. /27
- En 1959, deux coulées descendent les pentes Nord-Est du massif ; l'une d'elles s'arrête près de la route Buéa-Ekona /37.

2 - Climatologie

Le climat du massif du Mont Cameroun est de type équatorial plus ou moins accentué suivant l'altitude et l'orientation du versant avec une grande saison des pluies et une saison sèche de décembre à février.

Les vents obéissent au schéma classique de circulation des masses d'air équatorial maritime et de celles d'air tropical continental. La trace au sol du Front Intertropical entre la mousson humide et l'harmattan sec se situe, au niveau de la mer et durant toute l'année, au Nord du Mont Cameroun de sorte que le piedmont est toujours soumis aux vents marins de l'Ouest-Sud-Ouest. Plus en altitude, la direction du vent est en relation avec l'épaisseur de la mousson ; à partir du "plateau des 3.000 m" les vents du Nord-Est règnent pendant quelques mois.

2.1. Equipement pluviométrique.

La partie méridionale du Cameroun Occidental a toujours été abondamment équipée de pluviomètres. Déjà, avant la fin du siècle dernier, les Allemands avaient installé plus d'une vingtaine de pluviomètres autour du Mont Cameroun : un certain nombre de relevés mensuels ont d'ailleurs été retrouvés.

Les Anglais ont continué les observations de certains postes pluviométriques en général situés dans les palmeraies, les plantations d'hévéas, de bananes et de thé ; mais nous n'avons malheureusement pu obtenir qu'une partie des relevés.

Ainsi qu'il faut s'y attendre pour une région aux caractéristiques géographiques si diversifiées : montagne, mangrove, forêt etc, l'implantation de ces pluviomètres est localisée au grand axe Kumba-Buéa-Tiko-Victoria et à la piste côtière Victoria-Idenau. Les stations les plus élevées sont celles de Buéa (900 m d'altitude) et Tolé (700 m environ). On conçoit qu'avec le relief imposant du massif il ne soit pas possible d'interpoler entre les

pluviomètres pour tracer les isohyètes de cette région. C'est pour cette raison que l'ORSTOM a installé des pluviomètres dans le massif afin d'améliorer l'estimation de la pluviométrie en altitude.

Etant dans l'impossibilité, faute d'observateurs, d'équiper le Mont Cameroun avec des appareils enregistreurs, même de longue durée, et encore moins avec des appareils à lecture directe, notre choix s'est porté sur le pluviomètre totalisateur avec un seul relevé annuel. Malgré les difficultés de transport, nous avons été amenés à prendre un réservoir de grande capacité en raison des fortes pluviométries à mesurer, en l'occurrence un fût d'es- sence de 200 litres sur lequel on a vissé un tube de 50 cm de longueur. L'entonnoir, vissé à l'autre extrémité du tube, est de deux types suivant l'altitude d'emploi ; tous les pluviomètres situés au dessus de 1.500 m d'altitude ont un entonnoir standard avec une bague de 400 cm² : le fût peut emmagasiner une hauteur pluviométrique de 5 m. Les autres pluviomètres, en particulier ceux du versant Sud-Ouest qui est le plus arrosé, comportent des entonnoirs de fabrication locale avec une bague de 122 cm² en moyenne : on peut alors stocker une hauteur de pluie de plus de 16 m. La protection contre l'évaporation est assurée par une couche d'huile (4 litres environ). Les fûts sont le plus souvent posés sur le sol et maintenus par des pyramides de cailloux (photo n°1). Les pluviomètres totalisateurs annuels que nous observons depuis 1966 sont inégalement répartis dans le massif ; les difficultés d'accès et surtout la forêt dense nous ont empêché d'établir un réseau serré et rationnel de pluviomètres.

2.2. Pluviométrie interannuelle

L'influence du massif du Mont Cameroun sur les précipitations est telle que les hauteurs annuelles enregistrées varient dans des proportions importantes suivant la zone considérée. L'orientation par rapport au massif est en effet prépondérante. S'il n'y avait pas le Mont Cameroun, le tracé de l'isohyète 4.000 mm suivrait sensiblement la côte, tandis que l'isohyète 3.500 mm passerait au Nord d'Ekona.

L'écran formé par le massif bouleverse complètement ce tracé théorique (figure n°1) :

- Le record de pluies est détenu par Debundscha avec une hauteur moyenne annuelle de 9,90 m pour une période de 38 ans ; sur une bande côtière d'une dizaine de kilomètres de longueur, on observe en moyenne une hauteur de 9 m.
- En suivant la côte vers le Sud-Est, la hauteur de pluies diminue rapidement : Mokundange situé au Sud du petit Mont Cameroun (1.715 m) ne reçoit plus que 5,08 m ; Victoria et Bota ne sont plus du tout influencées par le massif et leur pluviométrie moyenne (4,11 m et 4,08 m) est celle que l'on s'attend à trouver sur une côte basse : Douala, qui est à une cinquantaine de kilomètres plus à l'Est, enregistre une moyenne de 4,14 m.

- De Debundscha, en remontant la côte vers le Nord, la décroissance pluviométrique est plus lente ; à Idenau, on relève plus de 8 m de moyenne. Deux autres postes permettent d'esquisser l'allure de la pluviométrie du Nord d'Idenau : Boa non loin de la côte accuse près de 5 m de pluie tandis que Mbongé à l'intérieur des terres, n'a qu'une moyenne annuelle de 3,25 m.
- Au Sud-Est et à l'Est du Mont Cameroun, la pluviométrie légèrement supérieure à 4 m sur la bande côtière, diminue rapidement ; elle est de 3 m à une dizaine de kilomètres à l'intérieur et inférieure à 2 m à Powo et à Mpundu près de la rivière Moungo.

On se trouve donc en présence de deux zones à pluviométrie fort différente :

- d'une part, au Sud-Ouest du massif une zone côtière extrêmement arrosée avec une hauteur moyenne de près de 10 m ;
- d'autre part, à l'Est du massif un secteur où il tombe moins de 2 m.

Ces deux zones distantes seulement d'une cinquantaine de Km sont dans l'axe de la mousson WSW-ESE, mais entre elles se dresse le Mont Cameroun.

Comment se répartit la pluviométrie en altitude ?

Le tracé des isohyètes interannuelles de la figure 1 et le profil pluviométrique de l'année 1967 (figure 2) mettent en évidence l'influence du massif et la diversité des hauteurs annuelles de précipitations.

En suivant la direction des vents dominants d'WSW, on observe, sur le parallèle du sommet du Mont Cameroun :

- Une zone côtière fortement arrosée : sur près de 50 km² il tombe plus de 10 m en 1967, le maximum relevé étant de 11 m entre Debundscha et Idenau.
- Un pluviomètre situé sur le versant Sud-Ouest à 1.000 m d'altitude, donne 9,15 m de pluie en 1967. On pourrait en conclure que les premières pentes du Mont Cameroun ne provoquent aucune augmentation des pluies ce qui serait en désaccord avec les lois climatiques classiques. En fait, ce pluviomètre situé un peu au Sud de notre coupe, n'est pas suffisamment représentatif et on peut supposer un léger accroissement des précipitations sur les terrasses inférieures du versant "au vent".
- Sur les pentes supérieures, la hauteur de pluies décroît très rapidement, elle n'est plus que de 2,15 m à 4.050 m d'altitude.
- La pluviométrie du versant "sous le vent" décroît légèrement puis augmente lorsqu'on descend ; elle est supérieure à 3 m dans la partie du massif recouverte de forêts c'est-à-dire entre 2.000 et 1.000 m. Elle décroît ensuite en allant vers la rivière Mungo, le minimum observé étant de 1,53 m à Mpundu. La comparaison de ce chiffre avec celui d'Idenau souligne l'importance climatique du Mont Cameroun et l'opposition entre le versant "au vent" et le versant "sous le vent".

Gradient pluviométrique.

Sur le versant Sud-Ouest frappé par la mousson, l'affaiblissement des précipitations annuelles est en moyenne de -20 cm de pluies pour 100 m d'altitude ; cependant, ce n'est qu'une moyenne calculée sur une hauteur de 4.000 m et le gradient pluviométrique varie en fonction de l'altitude. Nul ou même positif aux basses altitudes, le gradient est de - 36 cm/100 m entre 1.000 et 2.500 m et de - 10 cm/100 m entre 2.500 et 4.000 m d'altitude.

Le versant "sous le vent" caractérisé par des hauteurs de pluies bien moins variées présente un gradient positif de 1,5 cm/100 m entre la rivière Mungo et le sommet du Mont Cameroun, le maximum étant de + 12,5 cm/100 m entre les altitudes 400 et 1.600m.

Irrégularité interannuelle

L'irrégularité interannuelle peut être définie par le coefficient K_3 c'est-à-dire par le rapport entre l'année humide décennale et l'année sèche décennale. Pour quatre stations dont la période d'observations est assez longue, nous avons utilisé la loi III de Pearson pour calculer la répartition des hauteurs annuelles d'après leurs temps de récurrence et déterminer le coefficient d'irrégularité.

Station	Période d'observations	Hauteur moyenne	K_3
Debundscha	38 ans	9.896 mm	1,68
Idenau	19 ans	8.400 mm	1,41
Victoria	40 ans	4.106 mm	1,82
Buëa	35 ans	2.788 mm	1,70

Pour trois stations, l'irrégularité interannuelle est très élevée alors que celle d'Idenau est semblable à celle que l'on trouve pour la zone côtière : à Douala, $K_3 = 1,48$.

Hauteurs remarquables.

Trois stations ont enregistré des hauteurs annuelles de pluie supérieures à 10 m :

Debundscha : 19 fois en 42 ans dont 2 fois supérieures à 14 m
(H max = 14,69 m)

Idenau : 3 fois en 23 ans (H max = 10,56 m)

Isongo : 3 fois en 8 ans (H max = 14,40 m)

Un pluviomètre totalisateur situé entre Debundscha et Idenau accuse 2 hauteurs de pluies supérieures à 11 m pour 3 années d'observations et il semble que le point le plus pluvieux du littoral camerounais se situe effectivement un peu au Nord de Debundscha.

2.3. Répartition moyenne mensuelle.

Les variations saisonnières sont représentées sur les diagrammes de la figure 3 relatifs aux stations de Debundscha, Idenau, Victoria, Buéa et Ekona d'exposition différente par rapport au massif.

Le régime de type équatorial est caractérisé pour toute la région par une longue saison des pluies avec un maximum de Juin-Juillet à Septembre-Octobre et une saison sèche unique se produisant de Décembre à Février.

Les hauteurs mensuelles des précipitations sont très variables d'une station à l'autre selon qu'elle est d'un côté ou de l'autre de l'écran formé par le massif.

- A Buéa, à Ekona situés sur le versant "sous le vent" les mois les plus arrosés reçoivent de 400 à 500 mm tandis que durant les quatre mois de saison sèche, il tombe moins de 100 mm par mois.
- Dans la zone côtière au Sud-Ouest du massif, on rencontre des mois à 1.500 mm de pluies et bien qu'il y ait des pluies toute l'année, la saison des pluies est bien concentrée : en cinq mois, il tombe en moyenne 6.600 mm ; quant à la saison sèche, on peut difficilement la qualifier de telle puisque la moyenne mensuelle la plus faible est cependant de 242 mm en Janvier.

Hauteurs mensuelles remarquables

A Debundscha, station record avec près de 10.000 mm de moyenne annuelle, on relève sur 38 ans, onze mois où la hauteur mensuelle est supérieure à 2.000 mm. Le maximum a été enregistré en Juillet 1956 avec 2.923 mm. A quelques kilomètres de là, on a observé 3.400 mm en Juillet 1955 à Isongo.

L'irrégularité interannuelle des totaux mensuels de la station de Debundscha est très élevée, les valeurs extrêmes observées étant de :

42 et 1.349 mm en décembre
 0 et 626 mm en janvier
 914 et 2.923 mm en juillet
 568 et 2.791 mm en août
 777 et 2.372 mm en septembre.

2.4. Pluviométrie journalière.

Le contraste entre le versant exposé à la mousson et le versant protégé par le massif du Mont Cameroun se remarque également pour la pluviométrie journalière. Sur la côte entre Debundscha et Idenau on observe 270 jours de pluie par an tandis qu'à Ekona, sur le piedmont du Nord-Est, il pleut environ 170 jours par an.

Malgré l'importance des hauteurs annuelles, les précipitations journalières sont loin d'être impressionnantes comme celles que provoquent la mousson indienne ou les cyclones tropicaux. Par exemple : à Idenau on a relevé en 1966 vingt pluies supérieures à 100 mm, quatre d'entre elles seulement dépassent 200 mm. Le maximum observé est de 320 mm en 24 heures.

2.5. Intensité des précipitations

On dispose des enregistrements de quatre pluviographes à augets basculeurs à rotation journalière pour 1966. Les pluviogrammes ayant présenté des intensités et des hauteurs notables ont été dépouillés de 5 en 5 minutes. Pour l'étude de la relation intensité-durée nous avons recherché, pour chaque averse et pour des temps croissants, les hauteurs maximales précipitées à partir du maximum d'intensité.

Les intensités moyennes maximales sont les suivantes :

162 mm/h	pendant	10 mn
146 mm/h	"	15 mn
130 mm/h	"	30 mn
95 mm/h	"	1 h
64 mm/h	"	2 h
48 mm/h	"	3 h
25 mm/h	"	6 h
25 mm/h	"	12 h
13 mm/h	"	24 h

Ces valeurs extrêmes n'intéressent que la bande côtière au Sud-Ouest du Mont Cameroun où les hauteurs annuelles de pluie sont exceptionnelles.

Bibliographie

- [1] GEZE, B (1943) Géographie physique et géologie du Cameroun Occidental. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, nouvelle série tome XVII.
- [2] DE SWARDT, A.M.J. (1954) The 1954 eruption of Cameroon Mountain, Records of the Geological Survey of Nigeria.
- [3] GUILLAUME, G.M.D. A sub-active crater on the North-East flank of Mount Cameroon, the Nigerian Field.

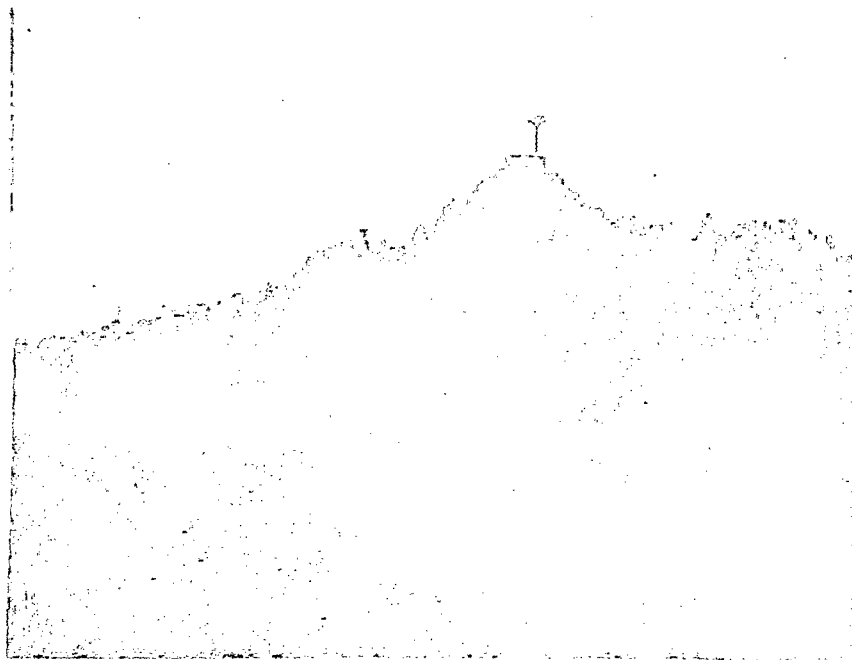


Photo no. I

CAMEROUN OCCIDENTAL
Isohyètes interannuelles

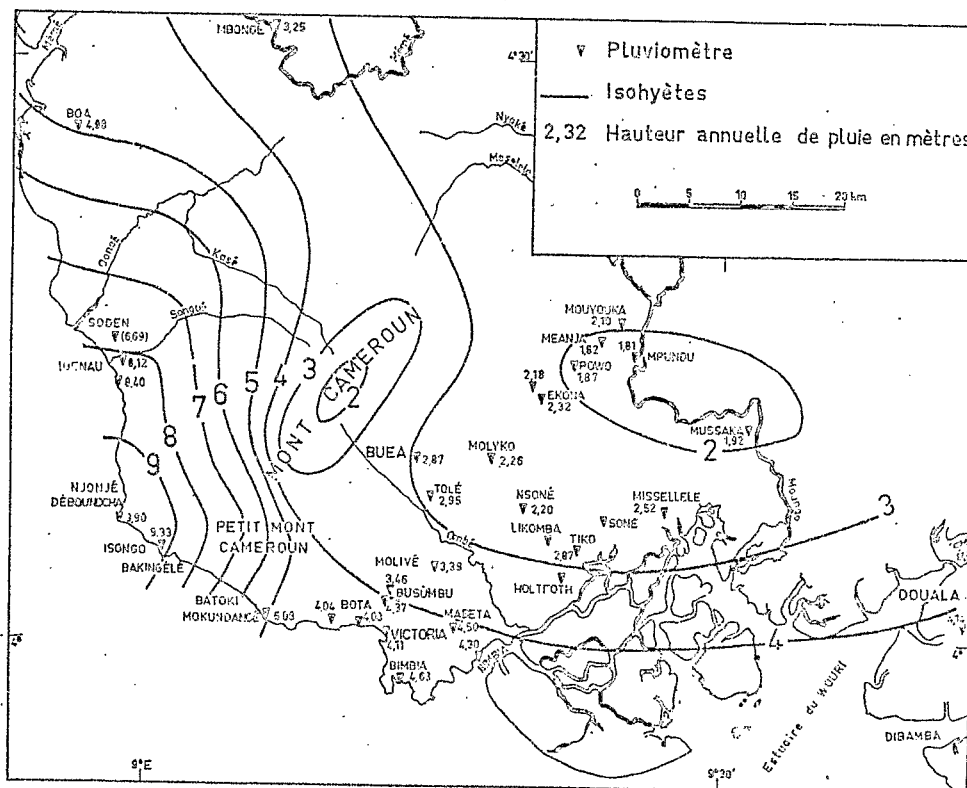


Fig. I

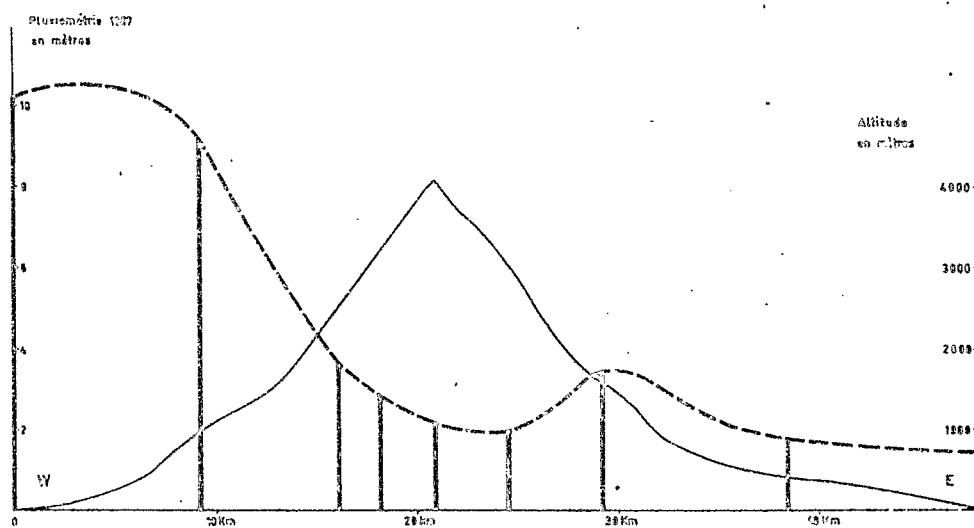


Fig. 2. PROFILS TOPOGRAPHIQUE ET PLUVIOMÉTRIQUE DU MONT CAMEROUN

Pluies moyennes mensuelles

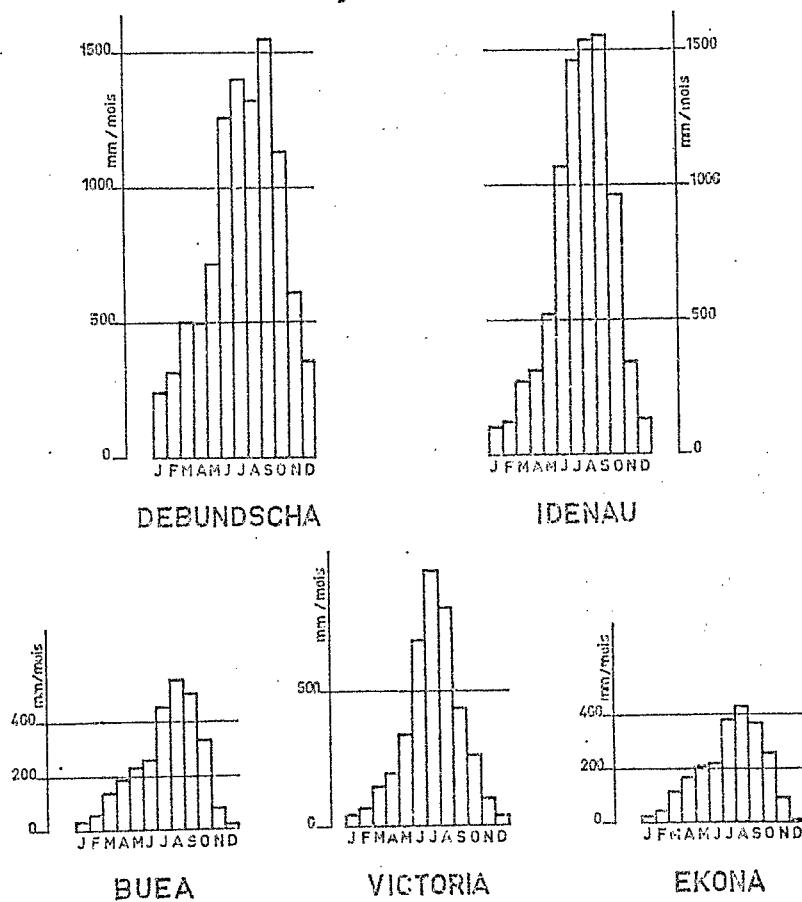


Fig. 3.