2 JANV. 1969

BIBLIO

BIBLIOTHÈQUE I.R.A.T. C.R.A. de BOUKOKO

42

CONDITIONS CLIMATIQUES DU CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE BOUKOKO

(République Centrafricaine)

Vingt-sept années d'observations météorologiques

J. Deuss
Ingénieur d'agriculture outre-mer
Service d'agronomie
Centre de recherches agronomiques
de Boukoko (R. C. A.)

Introduction

Le climat a en agriculture une importance considérable du fait de la variabilité des éléments météorologiques, de la pluie en particulier. Aussi, « de toutes les activités économiques, l'agriculture est certainement celle qui expose le plus l'homme à ses aléas » (Grisollet).

En région tropicale, sous une même latitude, la pluie constitue l'élément principal du climat, les autres éléments, température, lumière, hygrométrie, évaporation ne revêtant pas la même importance du fait que leurs variabilités sont moindres et qu'elles sont en corrélation avec le régime des précipitations.

Le climat intervient en agriculture comme facteur limitant pour la culture de certaines espèces et pour celles qui sont bien adaptées au milieu, son action sur le rendement est très importante.

La présente note a pour but de faire connaître les résultats de vingt-sept années d'observations météorologiques effectuées au Centre de recherches agronomiques de Boukoko depuis 1941, date de la création d'une station centrale pour l'ancienne fédération d'Afrique équatoriale française. Elle constitue une mise au point des caractéristiques climatiques et écologiques du Centre de Boukoko et de sa région.

Vingt-cinq à trente années d'observations sont nécessaires pour permettre l'étude du climat d'une station afin que, dans les moyennes, les effets des variations annuelles se compensent. A ce sujet, la conférence de Varsovie de 1935 a recommandé que « l'on définisse comme climat les conditions météorologiques moyennes pour le mois et l'année, calculées sur une période de trente années ; on définira comme fluctuations du climat les différences entre deux moyennes calculées sur trente années ».

Si vingt-cinq ans constituent un minimum pour les précipitations eu égard à leur grande variabilité, dix années suffisent amplement pour établir des moyennes précises concernant la température, l'insolation et l'hygrométrie, les fluctuations de

ces caractéristiques du climat étant très faibles en région tropicale.

Au point de vue géographique, le Centre de Boukoko est situé au sud-ouest de la République Centrafricaine, à 3° 55 N, 17° 56 E, à une altitude de 580 m, en zone forestière correspondant à la limite septentrionale de la forêt équatoriale.

Le poste de météorologie est installé sur une pelouse bien dégagée et régulièrement tondue. Les observations sont effectuées à 6 h, 12 h et 18 h (T. U.). Pour la pluviométrie, relevée à 6 h, il est admis que la pluie inscrite au jour J comporte la pluie tombée du jour J à 6 h au jour J + 1 à 6 h.

Aperçu sur le climat des zones intertropicales

Facteurs du climat

Un rappel de notions de climatologie est nécessaire pour la compréhension du climat des zones intertropicales.

On sait qu'en région intertropicale le régime de la radiation solaire constitue le facteur principal du climat et qu'il est déterminé par la double oscillation dans l'année et autour du zénith de la position méridienne du soleil. A l'équateur, la courbe de l'intensité de la radiation solaire présente deux maxima, vers les équinoxes (21 mars et 23 septembre) et deux minima vers les solstices (21 juin, 21 décembre).

A mesure que l'on se déplace en latitude vers le nord ou vers le sud, les deux passages du soleil au zénith et les deux maxima correspondants se rapprochent progressivement. Aux tropiques, le soleil n'atteint plus le zénith que le jour du solstice d'été pour l'hémisphère nord et le jour du solstice d'hiver pour l'hémisphère sud.

A la latitude de Boukoko (3° 55), les deux passages du soleil au zénith ont lieu vers le 17 avril et le 26 août ; l'angle d'incidence des rayons solaires est nul à cette époque à midi, de sorte que la quantité d'énergie solaire au sol est maximum. Il en résulte un réchauffement de l'atmosphère ; l'ascension et le refroidissement par détente des masses d'air surchauffées donnent naissance aux nuages et aux pluies. Dans son mouvement zénithal, le soleil entraîne avec lui la dépression atmosphérique continentale, conséquence de ce réchauffement de l'atmosphère. La limite de la zone de basses pressions et de la zone de hautes pressions, dénommée front intertropical, suit également le mouvement apparent du soleil. L'appel d'air océanique contribue à la formation de pluies abondantes, lesquelles suivent avec un certain décalage le déplacement apparent du soleil.

La zonalité des climats équatoriaux et subéquatoriaux découle de ce phénomène.

Caractéristiques générales du climat de Boukoko

Le Centre de Boukoko est situé dans la zone de climat guinéen forestier, sous climat oubanguien d'Aubréville. Ses principales caractéristiques climatiques sont les suivantes :

Températures :

Moyenne annuelle	24° 5
Moyenne mensuelle minimum ..	23° 6 (août)
Moyenne mensuelle maximum .	25° 7 (mars)
Amplitude thermique	2° 1

Moyennes mensuelles des minima :

- inférieure ..... 18° 7 (janvier)
- supérieure..... 20° 5 (avril)

Moyennes mensuelles des maxima :

- inférieure ..... 27° 4 (août)
- supérieure..... 31° 1 (janvier)

Déficit de saturation : assez élevé.

Exemple : 1964 (12 h) :

Moyenne annuelle	10,9 mb
Moyenne mensuelle maximum.	18,7 mb (févr.)
Moyenne mensuelle minimum.	7,0 mb (juil.)

Indice pluviométrique : élevé, 1.406 mm à 2.380 mm.

Moyenne annuelle : 1.745,0 mm.

Nombre de jours de pluie : 117 jours.

Une seule saison pluvieuse de mars à novembre avec un maximum des précipitations en août, septembre et octobre.

Insolation : assez importante : 1.990 h par an.

2 JANV. 1969

BIBLIOTHÈQUE C.R.A. de BOUKOKO
73-T-
I.R.A.T
2829

BIBLIO.

Pluviométrie

Pluies annuelles

Les caractéristiques statistiques des précipitations annuelles à Boukoko sur vingt-sept ans sont les suivantes :

— Moyenne $\bar{x}$ = 1.745,0 mm
— Médiane (Me) = 1.706,2 mm
— Mode (ou Dominante) D = 1.628,6 mm

La distribution des hauteurs d'eau annuelles est dissymétrique, la fréquence des années à cote pluviométrique élevée, supérieure à la moyenne $\bar{x}$, étant moindre que celle des années à cote inférieure à la moyenne. Les chiffres ci-dessus rendent compte de cette dissymétrie positive.

Paramètre de dispersion

a) Minimum annuel : 1.406,7 mm (1961)

b) Maximum annuel : 2.380,6 mm (1957)

c) Quintiles : Les quintiles partagent la série des observations en cinq groupes d'effectifs égaux, permettant de classer les années en : années très sèches, sèches, normales, pluvieuses, très pluvieuses.

Q 1 = 1.533,9 mm, 1/5 des observations est $\leqslant$ à Q 1
Q 4 = 1.921,3 mm, 1/5 des observations est $\geqslant$ à Q 4
Q 2 = 1.674,2 mm, 2/5 des observations sont $\leqslant$ à Q 2
Q 3 = 1.759,5 mm, 2/5 des observations sont $\geqslant$ à Q 3

Minimum	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Maximum
1.406,7	1.533,9	1.674,2	1.759,5	1.971,3	2.380,6

Très déficitaire	Déficitaire	Normal	Pluvieux	Très pluvieux

d) Ecart-type : $s = \dfrac{\sqrt{(x - \bar{x})^2}}{N - I} = 240{,}9$

e) Coefficient de variations : $v = \dfrac{100\ s}{x} = 13{,}8\ \%$

f) Variabilité interannuelle :

$$Vi = \frac{\dfrac{I}{N - I} \sum |xi - xi + 1|}{\bar{x}} \times 100 = 16{,}9\ \%$$

g) Ecart moyen arithmétique :

$$Ea = \frac{\Sigma (x - \bar{x})}{N} = 185{,}6$$

h) Rapport $\dfrac{Ea}{S} = 0{,}77$

On remarque que le coefficient de variation par rapport à la normale n'est pas très élevé (13,8 %) et plus faible que la variabilité constatée d'une année à l'autre (16,9 %).

La moyenne $\bar{x}$ (= 1.745,0 mm) est très influencée par les valeurs extrêmes. La médiane (1.706,2 mm) et le mode (1.628,6 mm) caractérisent mieux le régime annuel des précipitations de la station le plus probable.

Durée des précipitations

Le nombre moyen de jours de pluie par an est de 117 jours, chiffre assez constant d'une année à l'autre. La durée totale des pluies annuelles est de 250 h en moyenne. La comparaison des trois années suivantes donne une idée de cette variation :

1958 : 1533,9 mm en 206,5 h
1959 : 1921,3 mm en 248,3 h
1967 : 1793,2 mm en 282,8 h

Pour les mois les plus pluvieux de l'année, la durée totale des précipitations atteint 45 à 50 h au maximum.

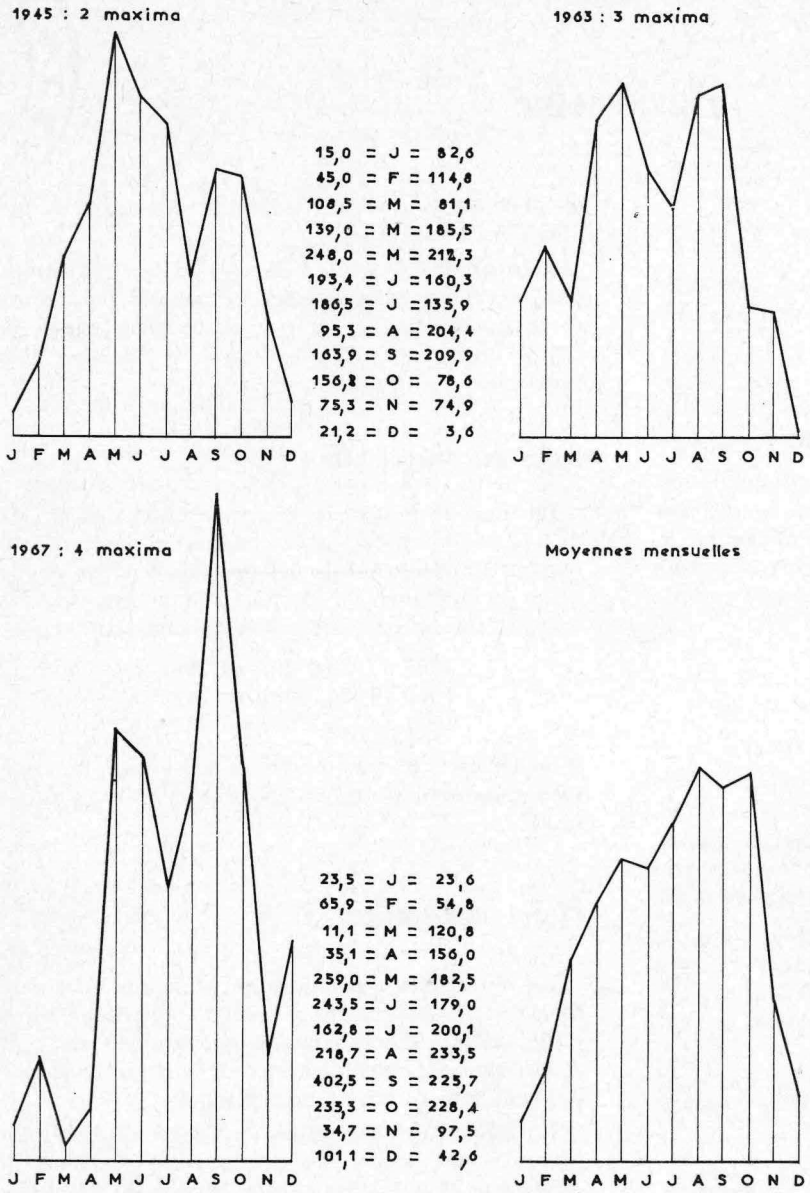
Pluies mensuelles

La répartition des chutes de pluie sur les divers mois de l'année caractérise le régime pluviométrique d'une station. A cote udométrique annuelle égale, la répartition des précipitations et partant le climat peuvent être en effet très différents.

La répartition des pluies au Centre de Boukoko présente une seule saison pluvieuse de mars à novembre et une saison sèche hivernale. Le maximum des précipitations mensuelles est atteint en août et se maintient sensiblement au même niveau pendant les mois de septembre et d'octobre.

La régularité croissante puis décroissante de cette répartition des moyennes mensuelles est en fait assez rare et l'examen des pluies annuelles sur vingt-sept ans fait ressortir des variations comportant deux, trois ou quatre maxima annuels pouvant apparaître pendant n'importe quel mois de la saison pluvieuse. Les graphiques p. 206 illustrent cette répartition mensuelle des pluies pour trois années ayant présenté deux, trois ou quatre maxima.

Nous avons choisi à dessein les répartitions les plus caractéristiques ; elles montrent que les déficits mensuels par rapport à la normale sont toujours relativement peu importants et n'excèdent pas 65-70 % (tableau I p. 206).



Précipitations annuelles (mm)

Durée de la saison des pluies et de la saison sèche

Le début de la saison des pluies apparaît à des dates variables suivant les années.

Du point de vue agricole, en admettant d'après le critère de GAUSSEN qu'un mois est sec lorsque sa pluviosité, exprimée en mm, est inférieure au double de la valeur de la température moyenne de ce mois, exprimée en degré, on est amené à adopter comme équivalent de la sécheresse pour la R. C. A. des pluviosités mensuelles inférieures à 50 mm.

L'échelle suivante caractérise en outre les précipitations mensuelles en région tropicale (LOUÉ, 1957) :

au-dessous de 25 mm : mois très sec
de 25 à 50 mm : mois sec
50 à 75 mm : mois mi-sec
75 à 125 mm : mois mi-humide
125 à 200 mm : mois humide
au-dessus de 200 mm : mois très humide

TABLEAU I

Relevé mensuel des pluies (moyenne 27 ans)

Mois	Moyenne $\bar{x}$	Extrêmes (mm)				Maximum en 24 heures		Nombre de jours de pluie				
		Hn	Année	Hx	Année	H (mm)	Année	⩾ 0,1 mm	⩾ 1 mm	⩾ 10 mm	⩾ 30 mm	⩾ 50 mm
Janv.	23,6	0	—	82,6	1963	53,8	1963	2,4	2,2	0,8	0,1	Except.
Févr.	54,8	1,2	1958	199,3	1954	64,1	1953	3,8	3,6	2,1	0,5	0,2
Mars	120,8	11,1	1967	247,7	1944	120,8	1957	7,8	6,8	3,5	1,3	0,2
Avril.....	156,0	35,1	1967	275,3	1966	95,8	1956	9,5	8,9	5,0	1,6	0,5
Mai	182,5	53,6	1965	353,5	1946	97,5	1946	11,2	10,2	6,1	2,1	0,5
Juin	179,0	46,0	1954	376,7	1957	87,3	1946	11,6	10,2	5,3	2,0	0,7
Juil.	200,1	75,8	1947	400,4	1959	114,0	1951	13,0	11,5	5,9	2,0	0,8
Août	233,5	95,3	1945	372,4	1950	101,8	1946	15,3	12,9	6,5	2,5	0,9
Sept.....	225,7	112,1	1951	402,5	1967	92,0	1963	15,7	14,0	6,7	2,3	0,8
Oct.	228,8	78,6	1963	398,3	1955	124,2	1955	15,2	14,0	7,5	2,1	0,2
Nov.	97,5	34,7	1967	219,5	1952	74,8	1953	8,1	7,1	3,4	0,8	Except.
Déc.	42,7	0	1965	143,3	1956	84,1	1967	3,2	2,8	1,5	0,2	Except.
Année....	1.745,0	1.406,7	1961	2.380,6	1957	124,2	1955	116,8	104,8	54,3	17,5	4,8

En considérant comme première décade pluvieuse celle recevant plus de 25 mm de pluie, on constate que l'amorce de la saison des pluies se situe en général à Boukoko entre le 5 et le 15 mars. Les fluctuations normales sont de plus ou moins 20 jours par rapport à cette période.

Le tableau suivant portant sur vingt-deux ans (1945-1967) montre que les saisons des pluies précoces représentent 31,8 % et les saisons des pluies débutant tardivement 22,7 %.

TABLEAU II

Pourcentage de saisons des pluies précoces et tardives

Dates de début de saison pluvieuse	Pourcentage	Pourcentage cumulé
15 février	22,7	22,7
25 février	9,1	31,8
5 mars	18,2	50,0
15 mars	27,3	77,3
25 mars	9,1	86,4
5 avril	9,1	95,5
5 mai	4,5	100,0

L'arrêt de la saison des pluies est plus facile à préciser et coïncide généralement avec le début du mois de décembre, les moyennes décadaires des précipitations en novembre étant encore de 44,2 mm, 29,9 mm, 28,0 mm.

En considérant comme première décade de saison sèche celle recevant moins de 20 mm de pluie, on constate qu'en vingt-deux ans les saisons sèches ont débuté aux dates suivantes :

	Fréquences
11 novembre	5
21 novembre	4
1er décembre	7
11 décembre	2
21 décembre	4
Total	22

La durée moyenne de la saison sèche est de 96 jours.

Intensité de la saison sèche

La saison sèche n'est pas rigoureusement sans pluies, mais se trouve parfois entrecoupée de précipitations orageuses plus ou moins abondantes. L'importance de ces pluies de saison sèche et leur bonne répartition est capitale pour l'écologie de la région forestière où la culture du caféier Robusta est prédominante et pour laquelle les floraisons sont sous la dépendance des pluies de décembre, janvier et février. Au cours de cette période, des pluies de quelques millimètres sont sans effet ou parfois nuisibles à la culture du caféier, lorsque le seuil pluvio-floral, estimé à 8 mm par PORTÈRE, n'est pas atteint ou, également, lorsqu'après une pluie donnant lieu à une floraison, une longue sécheresse s'installe de nouveau.

Ainsi, en 1966, une pluie de 8,3 mm survenant le 22 janvier après 64 jours de sécheresse totale a déclenché une très belle floraison, qui avorta ensuite à 50 %, voire même à 100 % dans les jeunes plantations, aucune pluie utile n'étant tombée ensuite avant le 16 février.

Au cours des vingt-deux saisons sèches telles que nous les avons définies au chapitre précédent, les précipitations ont été en moyenne de 78,2 mm par saison. L'intensité de la saison sèche varie en outre en fonction de sa durée et de sa position sur les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars. En dénombrant les décades sèches successives et en notant du signe + les décades ayant reçu plus de 30 mm de pluie, la série des saisons sèches 1946-1967 se répartit de la façon suivante, par ordre d'intensité croissante.

Saisons sèches peu marquées

5 Décades	2 + 4 + 2 D	3 + + 2 + 2 + 2 D
1948	1965	1961
1953		
1963		

Saisons sèches marquées

2 + 1 + 5 D	7 D	7 + 2 D	5 + [illegible] D	8 D	7 + 4 D
1951	1946	1964	1955	1956	1947
	1954			1957	
	1960			1958	
				1959	

Saisons sèches très marquées

1 + 8 D	7 + 2 + 1 D	6 + 7 D	8 + 4 D	11 D
1949	1952	1967	1966	1950
				1962

Les séquences les plus longues sans pluies ont été :

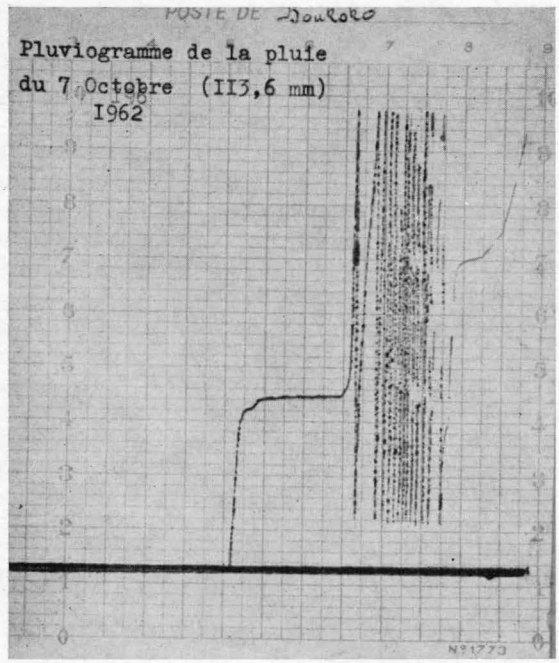
75 jours en 1962 (29 novembre 1961-11 février 1962) ; 1,6 mm le 31 décembre.

63 jours en 1966 (21 novembre 1965-22 janvier 1966) ; 0,6 mm le 26 novembre.

Les sécheresses prolongées s'accompagnent d'autre part d'un degré hygrométrique très bas, voisin de 25 % à partir de février, mois à compter duquel la moyenne mensuelle des températures maxima augmente sensiblement tant que se prolonge la saison sèche.

Nombre de jours de pluie. Intensité des précipitations

Le tableau I indique le nombre moyen de jours de pluie pour les douze mois de l'année, en distinguant les précipitations supérieures à 0,1 mm-1 mm-10 mm-30 mm-50 mm.



Le nombre de jours de pluie par an (117 jours) varie assez peu :

Amplitude de variation : 92-130
Ecart-type : 11,8
Coefficient de variation : 10 %.

L'intensité des précipitations ou hauteur d'eau tombée en n minutes est en général élevée. Les maxima enregistrés depuis l'installation en 1956 d'un pluviographe sont de l'ordre de 10 mm en 5 mn, 30 mm en 15 mn, 40 mm en 30 mn, etc... La pluie du 7 octobre 1962 représentée sur le pluviogramme ci-contre a fourni 113,6 mm en 1 h 30.

Si l'on considère la physionomie des pluies annuelles en fonction de leur intensité, on obtient sur neuf ans la répartition suivante :

Pourcentage de la lame d'eau tombée sous forme de :

— Averses violentes (supérieures à 18 mm/h) : 56,5 %.
— Averses modérées (de 10 à 18 mm/h) : 25 %.
— Pluies douces (inférieures à 10 mm/h) : 18,5 %.

Variation diurne des précipitations

Il est intéressant pour certaines cultures telles que l'hévéa de connaître la probabilité des pluies aux différentes heures de la journée. Pour l'exploitation de l'hévéa en effet, les pluies matinales sont gênantes et sont la source d'une diminution des rendements par suite d'une perte de latex provoquée par le débordement des tasses.

L'étude de la répartition horaire des pluies pour l'année 1964 à Boukoko a donné les résultats qui sont consignés dans le tableau III ci-dessous.

On constate un maximum des précipitations entre 9 h et 12 h et entre 15 h et 18 h, très accentué en pleine saison des pluies.

TABLEAU III

Heures	0-3 h	3 h-6 h	6 h-9 h	9 h-12 h	12 h-15 h	15 h-18 h	18 h-21 h	21 h-24 h
Pourcentage de la lame d'eau annuelle	5,33	11,69	12,20	20,67	15,70	19,47	9,43	5,61

TABLEAU IV

Analyse statistique (N = 27 années)

Mois	Médiane	Quintiles				Ecart type S	Coefficient de variation (%)
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4		
Janvier	23,5	4,1	15,0	28,6	36,0	20,0	84,7
Février	45,1	19,6	38,6	55,8	85,9	45,4	82,8
Mars	119,9	73,2	108,5	131,3	165,6	64,0	52,9
Avril	143,9	119,7	131,4	163,0	195,8	61,2	39,2
Mai	177,7	111,2	169,4	208,6	251,5	77,7	42,5
Juin	175,2	105,5	159,8	192,7	243,8	84,5	47,2
Juillet	192,1	118,4	186,5	205,0	255,1	88,8	44,3
Août	225,2	177,3	214,7	254,6	279,3	83,2	35,6
Septembre	213,8	167,2	198,2	232,1	295,9	84,5	37,4
Octobre	217,9	177,3	204,1	243,9	281,3	85,1	37,2
Novembre	83,7	57,5	75,3	90,5	153,6	53,7	55,0
Décembre	33,3	4,0	21,2	36,3	80,4	40,1	93,9

Analyse des données pluviométriques mensuelles

Le tableau IV complète les données du tableau I en indiquant pour chaque mois la valeur médiane des précipitations mensuelles, les intervalles interquintiles, l'écart-type et le coefficient de variation.

Comme pour les pluies annuelles, les quintiles déterminent pour chaque mois une échelle de comparaison par rapport à la normale : très subnormal, subnormal, normal, surnormal, très surnormal.

Les douze valeurs médianes caractérisent le régime probable des précipitations de la station.

L'écart-type, s, est tel que la somme des probabilités pour une distribution gaussienne est de 0,68 dans l'intervalle $\pm$ s autour de la moyenne, et d'environ 0,95 pour l'intervalle $\pm$ 2 s.

Partant de ces données théoriques, CHAPMAN, pour qualifier une valeur individuelle xi par rapport à la normale $\bar{x}$, a proposé l'emploi des définitions suivantes :

$(xi - \bar{x}) \leqslant s$	Fréquence 68,2 %	= Normal
$s \leqslant (xi - \bar{x}) \leqslant 2\,s$	Fréquence 27,2 %	= Anormal
$2\,s \leqslant (xi - \bar{x}) \leqslant 3\,s$	Fréquence 4,3 %	= Très anormal
$(xi - \bar{x}) \geqslant 3\,s$	Fréquence 0,3 %	= Exceptionnel

Ce critère donne un sens plus large au qualificatif « normal » que l'emploi des quintiles pour lesquels l'intervalle interquintile « normal » n'englobe que 20 % des observations.

Le coefficient de variation, v, caractérise numériquement l'importance de la dispersion autour de la moyenne $\bar{x}$ et par suite la valeur représentative de celle-ci. On constate que les coefficients de variation mensuels sont d'autant plus faibles que les mois sont pluvieux, ce qui est normal du fait qu'à cette période le régime des pluies est bien établi. Pendant la saison pluvieuse, le coefficient de variation est voisin de 35 % pour août, septembre et octobre, de 40 % en avril et mai ; il atteint 47 % en juin et 44 % en juillet. Ces chiffres montrent que la saison des pluies est déjà régulièrement amorcée en avril et que par ailleurs les mois de juin et de juillet accusent certaines années des déficits assez marqués, manifestation plus ou moins sensible de la petite saison sèche du solstice d'été au voisinage de l'équateur.

En décembre, janvier et février, le coefficient de variation est très élevé et supérieur à 80 % : les précipitations de cette période correspondent en effet à des pluies d'orage très incertaines.

Recherche d'une tendance générale de la pluviosité

On entend dire parfois que le climat de la République Centrafricaine évolue vers un climat plus sec de type soudanien et que la savane s'étend aux dépens de la forêt (BOULANGER 1963 ; SILLANS).

Notre but n'est pas de discuter les conclusions de ces auteurs, la région qui nous occupe ici ayant un climat très différent de celui de la Ouaka.

Il convient naturellement d'être prudent dans la recherche d'une tendance évolutive, car il est nécessaire pour pouvoir faire des comparaisons valables de disposer d'un nombre minimum de données, en harmonie avec la grande variabilité de la pluviosité, ceci afin de tenir compte des variations pseudo-périodiques pouvant affecter la pluviosité de quelques années.

Dans le tableau V, nous avons comparé les moyennes mensuelles et annuelles de la station de Boukoko pour les deux périodes 1941-1953 et 1954-1967.

Les deux séries de données pluviométriques annuelles ont pour écart-type :

1941-1953 : $S_2 = 210{,}6$
1954-1967 : $S_1 = 270{,}9$

La comparaison des variances par le test de FISHER-SNÉDECOR donne :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1{,}65$$

Pour P = 0,05, la table de Snédecor donne :

$$Fo = 2{,}69$$

TABLEAU V

Précipitations mensuelles (en mm)

Mois	Période 1941-1953	Période 1954-1967
Janvier	23,2	23,9
Février	46,7	62,4
Mars	132,2	110,3
Avril	134,2	176,2
Mai	200,5	165,8
Juin	179,0	179,0
Juillet	182,2	216,7
Août	244,5	223,2
Septembre	231,8	220,0
Octobre	207,5	248,6
Novembre	92,7	102,0
Décembre	40,2	44,9
Total	1.714,7	1.773,0

La probabilité d'obtenir par le seul jeu de fluctuations de climat une valeur de $F \geqslant 1{,}60$ est supérieure à 0,05 ; la différence entre S_1^2 et S_2^2 n'est pas significative ; les deux séries ont une même variance, ce qui montre qu'il n'y a pas eu de variation de la pluviosité au cours des vingt-sept dernières années.

Etude fréquentielle du régime pluvial par décade
Détermination des périodes favorables à la plantation

M. Borget a étudié en 1958 la pluviosité de la station par pentade, sur quatorze ans, afin de rechercher les périodes de l'année les plus favorables pour la mise en place des cultures arbustives.

Nous avons repris cette étude en considérant la décade, période suffisamment courte et recommandée par l'O. M. M. pour l'étude détaillée de la pluviométrie.

La méthode utilisée est la même que celle employée pour l'étude des pluies mensuelles et consiste à déterminer au moyen des tests statistiques classiques la variabilité des moyennes pluviométriques décadaires (hauteur de pluie en mm, nombre de jours de pluie).

L'expérience montre que l'époque la plus favorable à l'établissement des plantations en région forestière en R. C. A. se situe au début de la saison pluvieuse lorsque les pluies sont déjà bien établies. Des pluies régulières au moment de la plantation assurent toujours une reprise pratiquement totale à condition d'utiliser des méthodes convenables. Une plantation précoce est d'autre part une assurance pour que les jeunes plants supportent dans de bonnes conditions l'épreuve de la première saison sèche qui, comme nous l'avons vu, peut être assez dure. Compte tenu de ces observations, nous pensons qu'il n'est pas recommandé de planter après le 15 août.

Le tableau VI indique pour chaque décade la hauteur de pluie moyenne en vingt-trois ans, le

Tableau VI

Données pluviométriques par décade (période : 1945-1967)

		H (mm)	S_H	V_H %	Nbre de jours	S_J	V_J %	V moyen			H (mm)	S_H	V_H %	Nbre de jours	S_J	V_J	V moyen
	1	6,2	10,0	161,2	0,7	0,9	128,5	144,8		1	65,7	40,4	61,4	4,1	1,8	44,8	53,1
J	2	4,7	8,3	176,5	0,5	0,7	130,5	153,5	J	2	57,6	43,0	74,6	4,3	1,8	41,0	57,8
	3	11,8	16,8	142,3	1,1	1,0	96,1	119,2		3	70,3	56,7	80,6	4,7	2,2	47,2	63,9
	1	10,2	17,8	174,5	0,9	1,2	129,6	152,0		1	48,8	42,2	86,5	3,8	2,3	59,2	72,8
F	2	24,9	33,8	135,7	1,4	1,6	116,0	125,8	A	2	81,2	54,8	67,5	5,6	1,8	32,9	50,2
	3	23,0	25,6	111,3	1,7	1,4	85,0	98,1		3	96,7	47,9	49,5	5,8	1,9	32,8	41,1
	1	33,0	40,0	121,2	2,4	1,5	65,2	93,2		1	76,6	56,7	74,0	4,9	1,8	36,2	55,1
M	2	37,7	33,0	87,5	2,5	1,6	64,5	76,0	S	2	75,3	39,0	51,7	5,5	2,1	39,6	45,6
	3	40,6	33,0	81,2	2,8	1,4	51,9	66,5		3	72,0	34,7	48,1	5,5	2,1	38,0	43,0
	1	51,9	34,1	65,7	3,5	1,5	43,7	54,7		1	83,4	51,3	61,5	5,1	1,8	35,9	48,7
A	2	50,6	42,0	83,0	3,0	1,9	63,7	73,3	O	2	63,6	36,1	56,7	4,9	1,9	39,7	48,2
	3	56,8	42,5	74,8	3,4	1,7	50,7	62,7		3	85,5	37,4	43,7	5,5	1,8	32,5	38,1
	1	51,5	32,6	63,3	3,3	1,6	48,2	55,7		1	43,8	29,7	67,6	3,6	1,90	52,9	60,2
M	2	66,4	43,6	65,6	3,8	1,7	44,5	55,0	N	2	28,6	24,9	87,1	2,7	1,9	70,7	78,9
	3	66,6	32,9	49,3	4,2	1,5	36,4	42,8		3	26,7	30,6	114,6	1,9	1,4	72,1	93,3
	1	64,4	40,4	62,7	3,7	1,6	43,7	53,2		1	20,9	32,1	153,6	1,3	1,2	94,6	124,1
J	2	59,0	47,7	80,8	4,1	1,7	40,5	60,6	D	2	13,2	18,7	141,6	0,8	1,1	137,5	139,5
	3	51,9	35,5	68,4	3,9	1,5	39,0	53,7		3	8,8	16,7	190,4	0,9	0,9	100,0	145,2

H (mm) = Hauteur de pluie en mm.
S_H = Ecart-type de la hauteur de pluie par décade.
V_H = Coefficient de variation de la hauteur de pluie par décade.
S_J = Ecart-type du nombre de jours de pluie par décade.
V_J = Coefficient de variation du nombre de jours de pluie par décade.

nombre de jours de pluie, l'écart-type et le coefficient de variation correspondant à ces deux chiffres ainsi que le coefficient de variation moyen :

$$\left(\frac{VH + VJ}{2}\right).$$

On admet généralement que pour les cultures arbustives en région tropicale, la plantation est possible avec le maximum de chance de reprise lorsque le total des précipitations pour la dernière décade aura atteint 60 à 70 mm au total. D'après le tableau VI, la cote de 60 mm par décade est atteinte du 10 mai au 10 juin, du 1er juillet au 10 juillet, puis du 21 au 30 juillet et enfin du 10 août au 30 octobre. Si pour tenir compte également du facteur « nombre de jours de pluie » et de la variabilité de la hauteur des précipitations, on prend 55 % comme limite supérieure du coefficient de variation moyen, on constate que les périodes favorables à la plantation répondant à ces exigences se répartissent comme suit :

10 mai - 10 juin

Du 10 mai au 20 mai, période favorable, devenant très favorable du 20 au 31 mai. Cette période se prolonge jusqu'au 10 juin, décade pendant laquelle les conditions restent bonnes.

20 juin - 10 juillet

Deuxième période un peu moins favorable que la précédente.

10 août - 20 août

Période tardive au cours de laquelle les conditions d'humidité deviennent très bonnes.

On remarque que les périodes ci-dessus sont séparées par des périodes à pluies moins régulières ou moins importantes, notamment du 10 juin au 20 juin, du 10 juillet au 31 juillet et du 1er août au 10 août, cette dernière décade étant même assez dangereuse.

Ces constatations, confirmées également par des essais de dates de plantation, ne sont valables évidemment que pour la région forestière de la préfecture de la Lobaye. Elles s'appuient sur des moyennes statistiques et ne prétendent pas établir des dates précises de plantation ; elles n'en dégagent pas moins clairement des périodes plus spécialement favorables à la mise en place des plantations, périodes à partir desquelles le calendrier cultural pourra être fixé.

Autres éléments du climat

Les tableaux VII à XII, qui suivent, indiquent les valeurs moyennes mensuelles de la température, de l'insolation, de l'évaporation, de l'humidité relative et du déficit de saturation. La variation interannuelle de ces différents éléments du climat est très faible en région tropicale pour une station donnée. A titre de comparaison, nous avons donné les moyennes ou les totaux mensuels de ces différents éléments pour l'année 1967, qui a été marquée par des chutes de pluie déficitaires de 90,8 % en mars, de 77,5 % en avril, par des précipitations très supérieures à la normale, en mai-juin et en septembre, une saison sèche ayant débuté précocement dès le 8 novembre, mais interrompue par une pluie exceptionnelle de 83,3 mm le 1er décembre et un total des précipitations pour ce mois de 101,1 mm.

Températures

Il s'agit des températures de l'air, mesurées à l'ombre à l'intérieur de l'abri météorologique.

L'amplitude thermique annuelle, différence entre la moyenne du mois le plus chaud de l'année et celle du mois le plus froid, est très faible : 2° 1.

Variation diurne de la température : la température minimum de la journée se produit un peu avant le lever du soleil, soit vers 5 h 30. Le maximum est enregistré 2 h environ après le passage du soleil au méridien, vers 14 h.

L'écart entre minimum et maximum quotidien est fonction principalement de la nébulosité. L'amplitude moyenne mensuelle varie de 11° 8 en février à 7° 7 en août.

Les températures extrêmes sont atteintes pendant la saison sèche, les températures les plus basses se produisent en décembre, janvier ou février, les températures les plus élevées en février, mars et avril.

Insolation

La durée de l'insolation mesurée à l'héliographe de Campbell est de 1.990,1 h par an en moyenne pour la période 1954-1967. Ce chiffre est assez élevé pour une région équatoriale.

L'insolation et la nébulosité sont évidemment en fonction inverse, aussi les plus longues insolations

TABLEAUX VII-VIII

Température de l'air sous abri (en degrés C)

1. Moyenne 23 ans (période : 1945-1967)

	Moyennes mensuelles			Minim. absolu	Maxim. absolu
	Minim.	Maxim.	Moyenne (M+m)/2		
Janvier	18,72	31,15	24,9	11,2	34,0
Février	19,13	30,92	25,0	12,5	36,5
Mars	20,40	31,00	25,7	15,5	37,5
Avril	20,55	30,39	25,5	17,0	37,1
Mai	20,43	29,60	25,0	16,7	34,5
Juin	20,03	28,44	24,2	17,0	34,0
Juillet	19,73	27,46	23,6	16,2	34,0
Août	19,73	27,43	23,6	16,5	35,0
Septembre	19,74	28,02	23,9	16,9	32,0
Octobre	19,76	28,35	24,0	16,0	33,0
Novembre	19,70	28,85	24,3	16,3	34,0
Décembre	18,84	29,35	24,1	12,5	34,0
Année	19,73	29,24	24,5	11,2	37,5

2. Année 1967

Janvier	19,66	29,60	23,1	12,5	32,0
Février	19,02	31,09	25,1	13,5	32,7
Mars	20,40	31,60	26,0	17,1	34,0
Avril	20,80	32,95	26,9	17,0	37,1
Mai	20,10	30,42	25,2	16,7	34,5
Juin	19,50	27,97	23,7	17,2	31,5
Juillet	19,41	26,74	23,1	16,4	29,2
Août	19,42	27,10	23,2	17,8	30,3
Septembre	19,20	27,75	23,5	17,1	30,0
Octobre	19,10	28,31	23,7	17,0	31,0
Novembre	18,70	29,66	24,2	16,3	31,6
Décembre	19,40	29,44	24,4	16,2	31,5
Année	19,55	29,38	24,4	12,5	37,1

TABLEAU IX

Insolation (durée en heures et 1/10e)

	1967	Moyenne 14 ans (période 1954-1967)
Janvier	216,0	204,1
Février	204,0	190,6
Mars	188,0	179,8
Avril	207,5	176,7
Mai	208,8	188,1
Juin	164,1	158,2
Juillet	125,7	130,2
Août	144,5	121,1
Septembre	150,8	124,1
Octobre	146,2	148,7
Novembre	224,7	169,9
Décembre	197,1	198,6
Année	2.177,4	1.990,1

TABLEAU X

Evaporation (en mm d'eau)

	1967	Moyenne 16 ans (période 1952-1967)
Janvier	67,5	62,6
Février	62,2	70,0
Mars	73,9	66,8
Avril	50,9	52,3
Mai	39,7	49,3
Juin	38,2	41,2
Juillet	34,3	35,8
Août	30,5	36,3
Septembre	35,4	37,7
Octobre	37,6	40,3
Novembre	54,1	42,3
Décembre	45,3	54,9
Année	569,6	589,5

TABLEAU XI

Humidité relative et tension de vapeur

	Humidité relative %				Tension de vapeur (1967) en millibars	
	Moyenne 21 ans (période 1947-1967)		1967			
	7 h	12 h	7 h	12 h	7 h	12 h
Janvier	91,7	63,5	91,4	64,6	19,0	24,1
Février	90,9	60,9	92,9	64,2	22,4	25,8
Mars	86,8	63,0	90,9	58,5	23,5	24,2
Avril	92,0	66,8	87,2	57,0	23,9	24,8
Mai	92,7	69,7	92,9	66,2	23,8	25,4
Juin	93,0	73,7	94,9	72,9	23,0	25,0
Juillet	94,3	76,3	95,3	77,3	22,9	25,0
Août	93,8	77,1	96,0	77,8	22,8	25,0
Septembre	94,0	74,5	95,1	77,0	22,8	25,5
Octobre	93,8	74,2	94,7	74,4	23,2	25,5
Novembre	93,1	70,5	94,0	63,7	22,7	23,9
Décembre	93,0	65,6	95,2	70,2	23,4	26,4
Année	92,4	69,6	93,4	68,6	22,8	25,5

TABLEAU XII

Déficit de saturation (en millibars)

	Moyenne 7 ans (période 1961-1967)		1967	
	7 h	12 h	7 h	12 h
Janvier	1,5	14,6	1,7	13,1
Février	2,0	16,3	1,7	14,5
Mars	2,2	15,2	2,4	17,5
Avril	2,0	13,1	3,4	19,7
Mai	1,6	11,1	1,9	13,8
Juin	1,4	9,3	1,2	9,7
Juillet	1,1	7,3	1,1	7,5
Août	1,1	7,6	0,9	7,4
Septembre	1,2	9,0	1,2	8,0
Octobre	1,3	9,0	1,5	9,2
Novembre	1,3	10,5	1,4	14,2
Décembre	1,3	13,1	1,1	11,5
Année	1,5	11,3	1,6	12,2

sont-elles enregistrées en saison sèche : décembre-janvier, et les plus faibles insolations pendant la saison pluvieuse (août-septembre).

Evaporation

L'évaporation est un élément climatique important compte tenu de son rôle écologique. Sa mesure, en millimètres d'eau évaporée, dans un temps donné est effectuée au moyen d'un évaporomètre PICHE. Les variations journalières et mensuelles de l'évaporation suivent la marche de la température et de l'état hygrométrique de l'air. L'évaporation est maximum en février et minimum en juillet, mois pour lesquels les déficits de saturation à 12 h sont respectivement de 16,3 et 7,3 mb, valeurs extrêmes de l'année.

Humidité de l'air

L'humidité de l'air s'exprime par plusieurs caractéristiques :

— **La tension de vapeur :** sa valeur est de l'ordre de 25 mb pendant toute l'année. Les tensions de vapeur minimales enregistrées en saison sèche sont voisines de 10 mb.

— **L'humidité relative :** $e = 100 \frac{f}{F}$, rapport de la tension de vapeur f à la température t, à la tension maximale F de la vapeur à cette même température.

A Boukoko, l'humidité relative est voisine de 95 % le matin à 6 h ; elle présente une variation diurne à peu près inverse de celle de la température. Les moyennes mensuelles les plus basses se produisent en février et mars et sont voisines de 60 % à 12 h. A 14 h, des minima de 25 % sont enregistrés couramment pendant ces deux mêmes mois.

— **Le déficit de saturation**

C'est la meilleure caractéristique écologique de l'état de siccité de l'air et de son pouvoir transpirant vis-à-vis des végétaux. Il s'exprime par la différence entre la tension maximale de la vapeur d'eau et sa tension actuelle pour une température donnée de l'air.

A Boukoko et en Lobaye le déficit de saturation atteint fréquemment 35 mb en pleine saison sèche, chiffre très élevé pour une région forestière équatoriale. L'adaptation des cultures pérennes comme le cacaoyer, exigeant une forte humidité de l'air pendant toute l'année, se heurte ici à sa principale difficulté.

Conclusion

Nous avons voulu grouper dans ce mémoire l'ensemble des données météorologiques recueillies par le poste d'agroclimatologie de Boukoko depuis 1941. L'analyse statistique des précipitations mensuelles et décadaires a permis de mieux saisir le caractère très variable de la pluviosité du Centre de recherches agronomiques de Boukoko et de la région forestière du sud de la République Centrafricaine. Des périodes à pluviosité régulière et suffisamment abondante, favorables à la mise en place des cultures pérennes, ont été mises en évidence.

Dans sa dernière partie, cette note donne les valeurs moyennes des autres éléments du climat et, en comparaison, les caractéristiques climatiques de l'année 1967. Ces éléments permettront aux agronomes soucieux de diversifier les productions de la région forestière et chargés d'élaborer les programmes de développement, de mieux connaître les possibilités et les limites écologiques de cette région forestière centrafricaine.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBRÉVILLE (A.). — Climat, forêts et désertification de l'Afrique tropicale (1949).
2. BORGET (M.). — Rapport annuel 1958, C. R. A. de Boukoko.
3. BOULANGER (J.), JARRY (A.). — Le climat de la station de l'I. R. C. T. de Bambari et sa tendance évolutive. *Coton et fibres tropicales*, vol. XVIII, 1963.
4. CARTON (M. P.). — Météorologie et éléments d'écologie climatologique (1946).
5. GOULÉE (A.). — Note sur la pluviométrie en R. C. A. (1964).
6. GRISOLLET (M.), GUILMET (B.), ARLERY (R.). — Climatologie, méthodes et pratique (1962).
7. LOUÉ (A.). — La nutrition minérale du caféier en Côte d'Ivoire (1957).
8. SILLANS (R.). — Les savanes de l'Afrique Centrale (1958).

DEUSS (J.). — **Conditions climatiques du Centre de recherches agronomiques de Boukoko (R. C. A.). Vingt-sept années d'observations météorologiques.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XII, n° 3, juil.-sept. 1968, p. 203-214, fig., tabl., réf.

Le climat intervient en agriculture comme facteur limitant pour la culture de certaines espèces et pour celles bien adaptées au milieu, il a une action importante sur le rendement.

En région tropicale, sous une même latitude, les précipitations constituent l'élément principal du climat, les autres éléments (température, lumière, hygrométrie, évaporation) ayant une variabilité moindre, d'ailleurs liée au régime des précipitations. Dans cet article, l'auteur présente les données météorologiques recueillies pendant vingt-sept années par le poste d'agroclimatologie installé au Centre de Boukoko, situé au sud-ouest de la République Centrafricaine, à 3° 55 N et 17° 56 E, à une altitude de 580 m, en zone forestière correspondant à la limite septentrionale de la forêt équatoriale.

L'analyse statistique des chutes de pluie mensuelles et décadaires a mis en évidence le caractère très variable de la pluviosité du Centre de Boukoko et de la région forestière du sud de la R. C. A. Elle a fait apparaître des périodes à pluviosité régulière et suffisamment abondante, favorables aux cultures pérennes.

L'auteur donne également les moyennes des autres éléments du climat et les caractéristiques climatiques de l'année 1967, ce qui permet de mieux connaître les possibilités et les limites écologiques de la région forestière centrafricaine.

DEUSS (J.). — **Climatic conditions at the Agronomical Research Centre of Boukoko (C. A. R.). Twenty-seven years of meteorological observations.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XII, n° 3, juil.-sept. 1968, p. 203-214, fig., tabl., réf.

In agriculture, climate becomes a limiting factor for certain kinds of crops and for those well adapted to their environment, it has a considerable effect on yield.

In tropical regions, at a given latitude, rainfall constitutes the main feature of the climate, the others (temperature, sunlight, higrometry, evaporation) possessing less variability which moreover is linked to the rainfall pattern.

In this article the writer sets forth the meteorological data collected during twenty seven years by the post of agroclimatology at the Boukoko Centre, situated in the South West of the Central African Republic, at 3° 55 N and 17° 56 E, at an altitude of 580 m, in a forest area corresponding to the northern limit of the equatorial forest.

A statistical analysis of the monthly and « ten daily » rainfall has exposed the extremely variable character of the rainfall at the Boukoko Centre and of the forest region south of the C. A. R. It has revealed periods of regular and sufficiently abundant rainfall, favourable to perennial crops.

The writer also gives the averages for the other climatic elements and the climatic characteristics for the year 1967, all of which makes it easier to appreciate the possibilities and the ecological limiting factors of the Central African forest region.

DEUSS (J.). — **Klimatische Bedingungen der landwirtschaftlichen Forschungsstation von Bukoko (Z. A. R.). Siebenundzwanzig Jahre meteorologischer Beobachtungen.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XII, n° 3, juil.-sept. 1968, p. 203-214, fig., tabl., réf.

In der Landwirtschaft erweist sich das Klima bei gewissen Kulturen als begrenzender Faktor während es bei anderen dem Milieu gut angepassten Kulturen eine bedeutende Wirkung ausübt.

In tropischer Gegend, unter der selben Breite, stellen die Niederschläge das hauptsächlichste Element des Klimas dar, da die übrigen Elemente (Temperatur, Licht, Luftfeuchtigkeit, Verdunstung) eine geringe Veränderlichkeit aufweisen, die übrigens mit den Niederschlägen zusammenhängt. In diesem Artikel berichtet der Autor über das Ergebnis einer siebenundzwanzigjährigen Untersuchung der Witterungsverhältnisse auf der landwirtschaftlichen klimatologischen Stelle der Forschungsstation von Bukoko im Südwesten der Zentralafrikanischen Republik, bei 3° 55 nördlich und 17° 56 östlich in einer in 580 Meter Höhe gelegenen Waldzone an der nördlichen Grenze des Äquatorwaldes.

Die statistische Analyse der monatlichen und zehntägigen Regenmengen erbrachte den Nachweis des sehr veränderlichen Charakters der Niederschlagsmenge in Bukoko und in der Waldgegend im südlichen Teil der Zentralafrikanischen Republik. Ebenso gestattete sie die Feststellung von Perioden mit regelmässigem und hinreichendem Niederschlag die den perennierenden Anbau begünstigen.

Der Autor gibt ebenfalls die Durchschnittszahlen der übrigen Elemente des Klimas und die klimatischen Merkmale des Jahres 1967 bekannt, was eine bessere Kenntnis der ökologischen Möglichkeiten und Grenzen der zentralafrikanischen Waldzone erlaubt.

DEUSS (J.). — **Condiciones climáticas del Centro de investigaciones agronómicas de Boukoko (República Centroafricana). Veinte y siete años de observaciones meteorológicas.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XII, n° 3, juil.-sept. 1968, p. 203-214, fig., tabl., réf.

El clima es un factor limitante para el cultivo de varias especies y tiene un efecto importante en el rendimiento de las especies bien adaptadas al medio.

En región tropical, en una misma latitud, las precipitaciones constituyen el elemento principal del clima. Los demás elementos (temperatura, luz, higrometría, evaporación) tienen una menor variabilidad, que se halla relacionada con el régimen de las precipitaciones. En este artículo el autor presenta los dados meteorológicos recogidos durante veinte y siete años en el puesto de agriclimatología instalado en el Centro de Boukoko, que se halla al sudoeste de la República Centroafricana, a 3° 55 N y 17° 56 E, a una altitud de 580 m, en zona forestal correspondiente al límite setentrional de la selva ecuatorial.

El análisis estadístico de las lluvias mensuales y decadarias evidenció el carácter muy variable de la pluviosidad en el Centro de Boukoko y en la región forestal del sur de la República Centroafricana. Reveló la existencia de períodos caracterizados por una pluviosidad regular y bastante abundante favorable a los cultivos perennes.

También el autor da los valores medios de los demás elementos del clima y las características climáticas del año 1967, contribuyendo así a un mejor conocimiento de las posibilidades y los límites ecológicos de la región forestal centroafricana.

Imprimé en France. — Imp. JOUVE. 12. Rue de Tournon. Paris (6e)