

## INFLUENCE DES VARIATIONS SPATIALES ET SAISONNIERES DE CERTAINS FACTEURS DU MICRO-CLIMAT SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE CACAOYERS CULTIVES AU CAMEROUN

J. Boyer

Centre de Recherches de l'I.F.C.C. au Cameroun

### SUMMARY

The flowering of cacao follows an annual rhythm determined by distribution of rainfall and light intensity. The optimal time is when soil moisture is close to field capacity and when there is 4 to 6 hours of sunlight per day. At this time, during the months March to May, the quantity of flowers produced is 60 to 75% of the total for the year. It appears that the quantity of flowers produced under moderate shade is always greater than from trees growing in full light. Over a period of three years the mean number of flowers under shade is 60 to 70% higher than on unshaded trees.

During the different stages of development of the pods, it was found that the take, as a percentage of flowers produced, is low. At maturity, it may be only 1 to 5%. At the start, the setting rate is 10 to 30%, but during the 2nd to 3rd month heavy losses occur from cherelle wilt. After this stage, the losses are due to fungal attack.

In general, the success rate at all stages of growth, is much greater than from pods resulting from later flowerings. The rate for flowerings from May to July is 1.5 to 2 times higher than for those of February to April and 2 to 3 times more for those from November to January. If a shortage in soil moisture and exposure to high light intensity are limiting factors, it is probable that this phenomenon must depend on internal factors which are difficult to understand in a heterogeneous population.

### RÉSUMÉ

Dans les conditions de nos observations, la floraison des cacaoyers obéit à un rythme annuel très net. Elle semble conditionnée par l'action conjointe du régime saisonnier des précipitations et de l'intensité du rayonnement solaire. La période optimale se situe au moment où l'humidité du sol est voisine de sa rétention maximum (Field capacity) et où la durée d'insolation est comprise entre 4 et 6 heures par jour, ce qui correspond à une valeur énergétique de la radiation globale de 300 à 450 cal. cm.<sup>2</sup>/jour. A cette époque, qui se situe pendant les mois de Mars, Avril et Mai, les quantités de fleurs relevées représentent 65 à 75% du total émis au cours d'une année. Il semble bien que les quantités de fleurs apparues sous ombrage modéré soient toujours plus élevées que chez les arbres situés en tache de lumière. (Cette supériorité se manifeste essentiellement sur les ramifications les plus exposées aux facteurs de l'environnement). Il apparaît en effet, qu'au cours de 3 années consécutives d'observations, le nombre moyen de fleurs apparues sous ombrage modéré à ces niveaux est de 60 à 70% supérieur à celui relevé sur les arbres non ombragés. Sur les branches principales, ces chiffres s'abaissent entre 35 et 50%, et sur les troncs les écarts sont le plus souvent inférieurs à 10%. A ce dernier niveau, les différences sont vraisemblablement d'ordre individuel car elles peuvent être observées au profit de l'une ou l'autre de ces conditions stationnelles.

L'étude des diverses étapes du développement des fruits montre que les taux de réussite, calculés à partir du nombre de fleurs émises, sont en général faibles. Au stade final de maturité, ils peuvent être compris entre moins de 1 et un peu plus de 5%. A l'origine, les taux de nouaison sont de 10 à 30% en moyenne. Mais dès les premières semaines, et surtout au cours des 2ème et 3ème mois qui suivent la nouaison, il se produit une importante chute de fruits par jaunissement et flétrissement (cherelle wilt). A la fin de ce stade, le taux des réussites s'abaisse entre 3 et 16%, ce qui représente une perte de 45 à 65% de fruits noués. Par la suite et jusqu'à maturité, les pertes sont dues aux attaques parasitaires.

La variabilité des valeurs observées montre qu'il existe de nettes différences qui peuvent être d'ordre individuel, spatial et saisonnier. En général le taux des réussites, à tous les stades du grossissement est d'autant plus élevé que les fruits sont issus de floraisons plus tardives, ce qui montre le rôle joué par l'action conjointe de l'humidité du sol et de la valeur énergétique des radiations solaires. Pour les floraisons de Mai à Juillet, les taux sont de 1,5 à 2 fois plus élevés que pour celles de Février à Avril et 2 à 3 fois plus que pour celles de Novembre à Janvier. Des différences analogues peuvent être observées d'un point à un autre de la charpente des arbres. Pour des arbres soumis à une même condition écologique, le taux des réussites est de 1.5 à 3 fois plus élevé sur les troncs que sur les ramifications secondaires les plus exposées aux facteurs de l'environnement. Cependant on ne peut pas mettre en évidence des différences nettes entre le comportement des arbres soumis ou non à l'influence de l'ombrage naturel. Si le déficit en eau du sol et l'exposition à une insolation trop élevée peuvent constituer un facteur limitant le développement des fruits, il reste néanmoins probable que ce phénomène doit surtout dépendre de facteurs internes dont les mécanismes peuvent difficilement être mis en évidence sur une population génétiquement très hétérogène.

Depuis 1967, une étude écologique de la production du cacaoyer a été entreprise au Cameroun, et dont un des buts est de déterminer d'une façon aussi précise que possible le comportement de cette culture vis à vis des conditions d'habitat qui y règnent habituellement.

Bien que de nombreux travaux aient déjà été effectués, et dont on trouvera des références dans les ouvrages de BURLE (1961) et de BRAUDEAU (1969), les problèmes liés à l'activité générative des cacaoyers restent obscurs, et les connaissances acquises dans ce domaine sont encore fragmentaires et ne permettent aucune vue synthétique. En ce qui concerne la floraison, les effets des variations du milieu et l'importance relative de chaque facteur ne sont pas encore clairs. Le nombre considérable de recherches qui ont été entreprises sur les problèmes liés aux diverses étapes de la fructification, sans aboutir à autre chose qu'à des hypothèses, montre bien leur complexité. La présente note ne constitue donc qu'une contribution, dont la valeur d'interprétation se limite aux conditions de nos observations.

Les lieux et dispositifs d'étude sont décrits dans la lère note (\*). Rappelons simplement que les points d'observations ont été groupés en un seul lieu, de façon à permettre des mesures simultanées aussi comparatives que possible, dans les trois conditions types d'environnement qui régissent le plus souvent en cacao-culture au Cameroun:

- absence d'ombrage
- ombrage léger, qui intercepte  $\frac{1}{3}$  environ de la radiation ambiante
- ombrage moyen ou "modéré", qui laisse passer la moitié environ de ces radiations.

Les résultats exposés ne portent que sur les 2 conditions extrêmes, de façon à pouvoir dégager plus nettement l'action respective des principales composantes du micro-climat et leur incidence sur les processus de floraison et fructification des cacaoyers.

#### 1) Floraison.

Tous les auteurs s'accordent en général pour signaler que le cacaoyer fleurit abondamment et produit le plus souvent plusieurs milliers de fleurs par an. Cependant, un grand nombre d'entre elles tombent rapidement 2 ou 3 jours après épanouissement, faute d'avoir été fécondées. Dans ces conditions, il est très difficile d'en évaluer le nombre avec une approximation suffisamment bonne, sans risque d'erreurs importantes. Notre méthode de comptage, basée sur des passages hebdomadaires, sous-estime certainement ce nombre. Mais ces décomptes n'étant effectués qu'à titre comparatif, pour pouvoir éventuellement mettre en évidence des différences stationnelles, la valeur de notre méthode demeure, si imparfaite soit-elle. En fin de compte, nous verrons que seul le nombre de fruits noués est important. Certains auteurs citent en effet le cas d'arbres stériles qui peuvent émettre un très grand nombre de fleurs tout au long d'une année (BRAUDEAU, 1969).

Dans une étude précédente, effectuée au cours de 2 années consécutives (BOYER, 1970), nous avons montré l'importance de l'exposition des diverses parties de la charpente des arbres sur l'intensité des floraisons. C'est pourquoi nos observations ont été effectuées aux niveaux suivants:

- sur les troncs (TR)
- sur les branches principales (DR)
- sur les ramifications secondaires (RS)

TABLEAU I

Nombre moyen de fleurs/arbre/an aux principaux niveaux de la charpente des arbres, dans 2 conditions écologiques types :

	1967/68				1968/69				1969/70			
	TR	BR	RS	Total	TR	BR	RS	Total	TR	BR	RS	Total
Absence d'ombrage	121	184	525	830	187	215	397	799	186	312	725	1223
Ombrage modéré	143	277	866	1286	175	290	689	1154	194	455	1233	1882

\* "Evolution saisonnière de la production de litière et de la décomposition des feuilles dans une cacaoyère camerounaise".

Les résultats sont schématisés par les graphiques de la fig. 1. Ils montrent que l'émission des fleurs obéit à un rythme très net et dont l'intensité peut être variable d'une année à l'autre. Au cours des années considérées, l'intensité des floraisons a toujours été plus élevée sur les arbres

soumis à l'ombrage naturel. Cette supériorité apparaît essentiellement sur les niveaux les plus exposés aux variations des facteurs de l'environnement, comme le montrent les chiffres du tableau I:

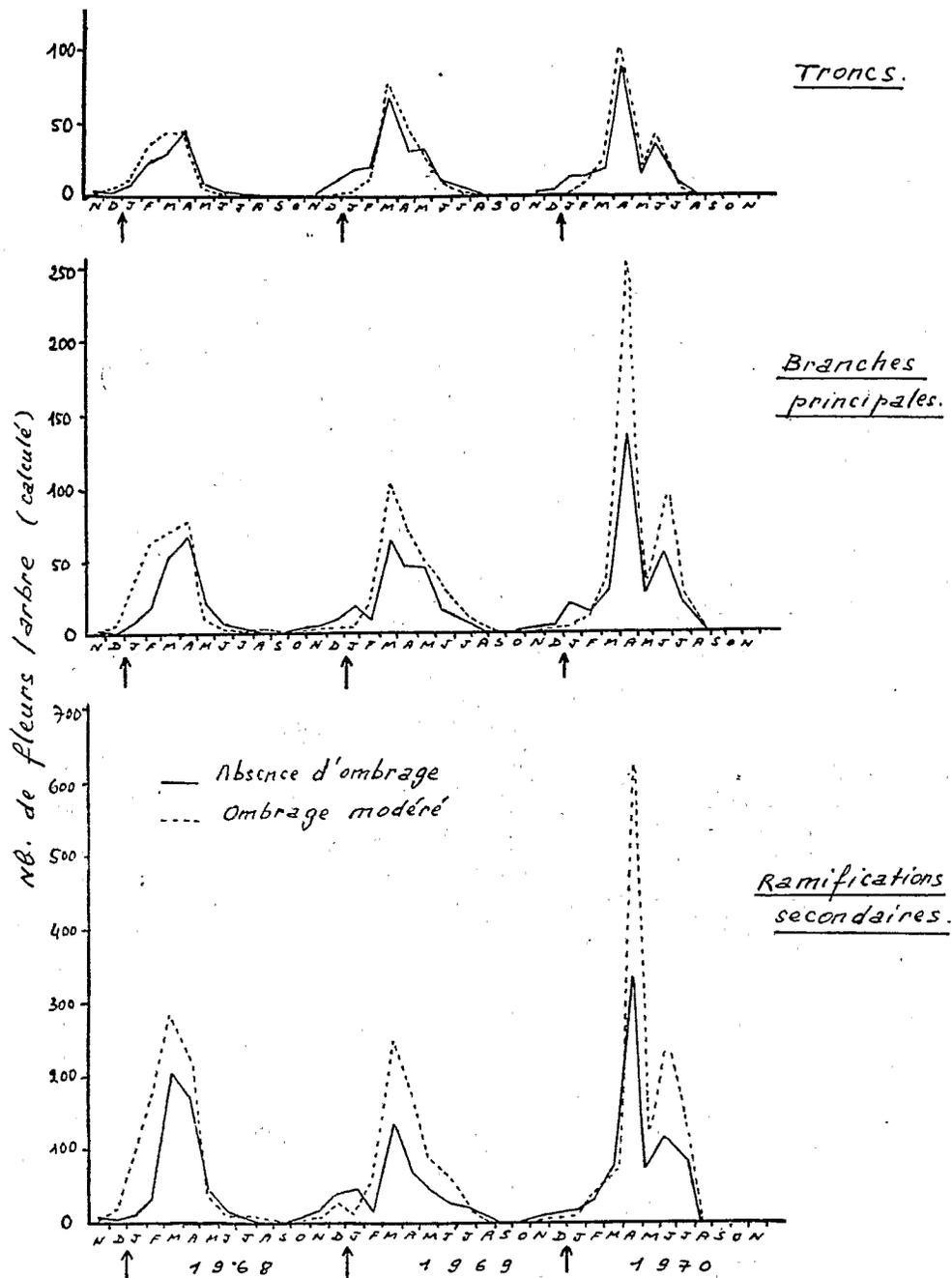


Fig. 1 Rythme annuel et intensité des émissions florales aux différents niveaux de la charpente des cacaoyers.

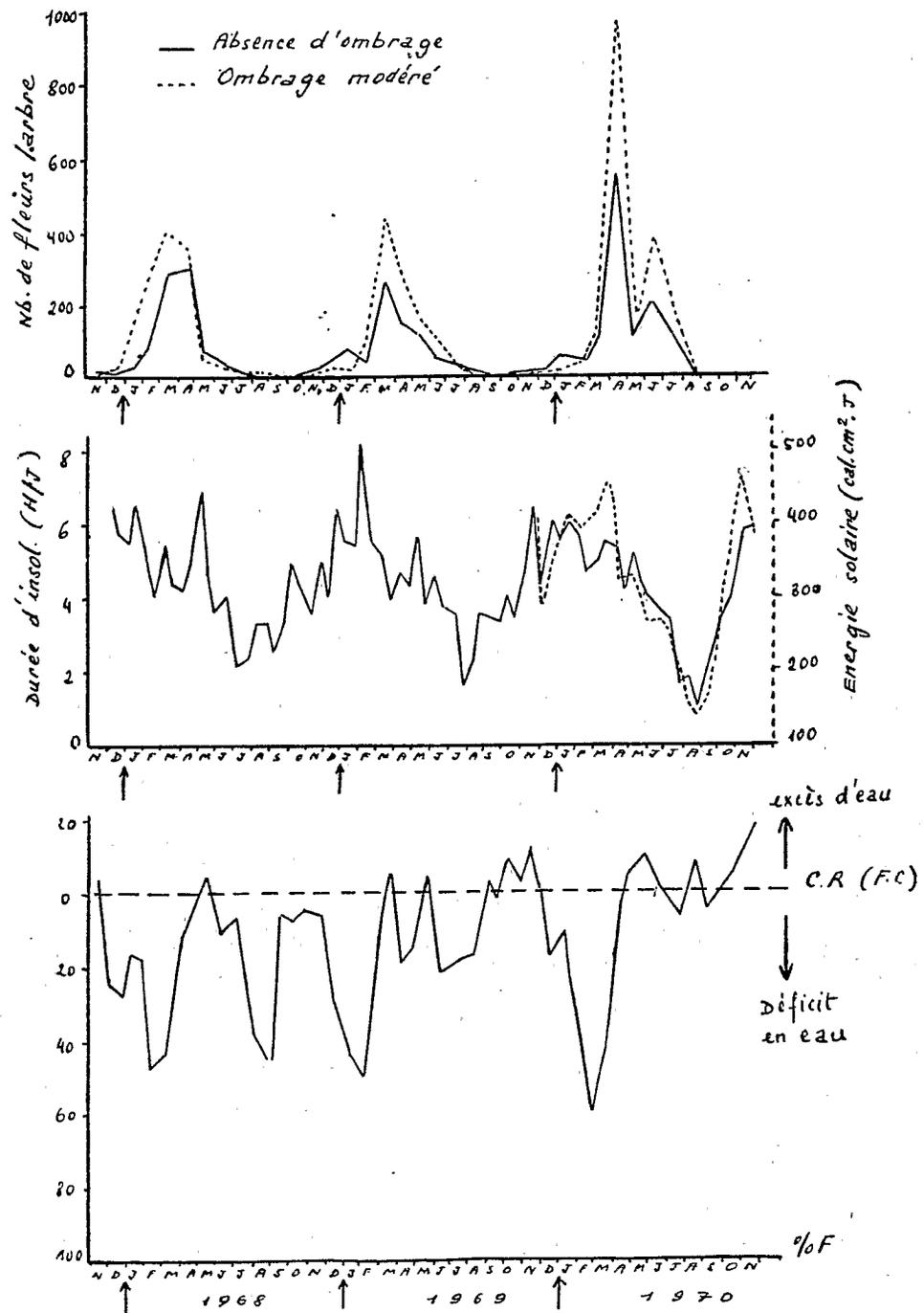


Fig. 2 Relations entre la floraison des cacaoyers et certains facteurs climatiques locaux (ensoleillement et humidité du sol).

CR (F.C.) = capacité de rétention maxim.  
 %F = Point de flétrissement permanent.

Pour ces 3 années d'observations, nous obtenons donc les moyennes annuelles suivantes :

— en l'absence d'ombrage : 165, 237 et 549 fleurs par arbre et par an, respectivement sur les troncs, les branches principales et les ramifications secondaires.

— sous ombrage modéré : 171, 341 et 929 fleurs aux mêmes niveaux.

Par rapport aux chiffres recueillis sur cacaoyers non ombragés, les résultats relatifs aux arbres sous ombrage modéré sont donc supérieurs de près de 70% au niveau des ramifications secondaires, 45% environ sur les branches principales. Sur les troncs, les valeurs restent très voisines. L'interprétation de ces résultats est difficile, car ils peuvent à la fois être d'ordre individuel et stationnel. On sait que cette cacaoyère est constituée par un matériel végétal hétérogène en âge et origine génétique, ce qui peut être la source de grandes variations d'un individu à l'autre. Dans des études réalisées en Côte d'Ivoire sur Robusta, nous avons en effet constaté (BOYER, 1968) que l'ombrage léger augmente la floraison d'un clone A1 d'origine locale, alors qu'elle la diminue chez un clone d'origine différente (INEAC 33). Si l'ombrage appliqué est plus dense, les résultats obtenus sont encore différents. Il est donc probable que l'intensité de la radiation ambiante agisse en tant que facteur limitant, lorsque l'alimentation en eau est suffisamment bonne. Bien que peu d'études aient été faites jusqu'à ce jour, ALVIM (1965) pense que l'activité florale est très réduite au dessous d'un seuil thermique de 22 °C, même en périodes non déficitaires en eau. Nos propres observations tendent à confirmer ce fait, puisqu'il n'y a pratiquement aucun seuil thermique de 22 °C, même en périodes estivales (Juillet à Septembre) où la durée d'insolation est inférieure à 3 h/jour, ce qui correspond sensiblement à une valeur énergétique du rayonnement de 250 cal/cm<sup>2</sup>/jour en Station découverte. Dans une étude réalisée en Côte d'Ivoire LEMEE. (1956) montre en effet que l'activité photosynthétique des cacaoyers est très réduite, surtout lorsque l'effet d'ombrage augmente, si la valeur de la radiation incidente est inférieure à une limite proche de ce seuil. L'examen de la fig. 2 montre en outre que les floraisons sont les plus fortes lorsque la durée d'insolation est comprise entre 4 et 6 heures/jour, ce qui correspond à une valeur énergétique de 300 à 450 cal. cm<sup>2</sup>/jour (Mars à Mai). Il semble donc qu'une répartition différente de cette énergie aux niveaux les plus exposés de la charpente des arbres soit une

des causes essentielles des différences qui existent entre cacaoyers soumis ou non aux effets d'un ombrage naturel. Lorsqu'on pénètre sous leur couvert, ces différences diminuent de plus en plus au fur et à mesure que l'on se rapproche du sol. Au niveau des troncs en effet, les faibles écarts relevés ne reflètent que des différences individuelles.

## 2) Fructification

En général, les auteurs sont d'accord pour fixer la durée du développement des fruits à 6 mois environ (5 à 7 mois suivant l'origine génétique de l'arbre-mère), de la fécondation à la maturité. Pendant ce laps de temps, le développement des cabosses est continu au cours d'une phase d'accroissement en volume, qui dure en général 4 à 5 mois. Une seconde phase beaucoup plus courte lui fait suite, au cours de laquelle les fèves se développent jusqu'à maturité. Mais toutes ces étapes ne se déroulent intégralement que chez un nombre restreint de fruits, un grand nombre d'entre eux tombant au cours du développement. Lors des premiers stades notamment, les pertes sont dues à un dessèchement des jeunes fruits, qui peut être accompagné d'attaques parasitaires, communément désigné sous le terme de "cherelle wilt".

A ces pertes, qui peuvent être très importantes, s'ajoutent les dégâts des prédateurs et parasites, qui peuvent être variables d'une année à l'autre. L'examen de l'importance respective de ces pertes au cours du grossissement des fruits et l'influence que peuvent avoir les facteurs de l'environnement sur les diverses étapes qui conduisent à la production finale constituent les buts de notre étude. Pour faciliter cet examen, nous avons distingué 4 stades principaux, en prenant pour base l'accroissement des fruits en volume et en matière sèche totale (fig. 3) :

— Stade 1 "de nouaison" (1er mois) au cours duquel le volume reste très petit. Les fruits sont particulièrement fragiles et sensibles à l'action mécanique des agents externes.

— Stade 2 des "petits fruits" (2° mois) : le volume s'accroît, mais le poids de matière sèche reste peu élevé en valeur absolue. La teneur en eau des fruits augmente nettement.

— Stade 3 des "fruits moyens" (3° et 4° mois) au cours duquel se produit le plus fort accroissement en volume. La teneur en eau est la plus élevée à la fin du 3<sup>e</sup> mois. Malgré une forte augmentation du poids sec, celle-ci reste encore

proportionnellement plus faible que l'accroissement en volume. Le fruit a alors une taille proche de son maximum à la fin du 4<sup>e</sup> mois.

— Stade 4 "de maturité" : le volume varie peu, mais on assiste à une forte élévation du poids sec des fruits, par suite du développement des fèves.

Dans cette note, nous nous proposons d'examiner le "taux des réussites" à tous les stades du développement des cabosses, c'est-à-dire le pourcentage des fruits qui subsistent à l'issue de chacune de ces étapes par rapport au nombre de fleurs enregistrées. Les résultats peuvent être schématisés par les diagrammes de la fig. 4. On remarque que ces taux, à tous les stades, sont d'autant plus élevés que la période de floraison est plus tardive, que les cacaoyers subissent ou non l'influence d'un ombrage naturel modéré.

Ceci est dû essentiellement à une valeur très supérieure du *taux des nouaisons* à une époque où l'humidité du sol est voisine de sa rétention maximum. COUPRIE (1971) a fait la même observation en Ouganda où il trouve une corrélation très élevée entre la nouaison et les pluies des 12 à 4 semaines précédentes. Il est également probable, comme l'établit ce même auteur, que la valeur énergétique des radiations et les températures des 2 semaines qui précèdent ce phénomène constituent des facteurs favorables à la nouaison. En Avril—Mai par exemple, où l'humidité du sol est à son optimum, on a pu enregistrer pour l'année 1970 des moyennes journalières presque toujours comprises entre 300 et 400 cal. cm<sup>2</sup> (fig. 2), ce qui pourrait expliquer la valeur plus élevée du taux de nouaison pour les floraisons de Mai—Juin.

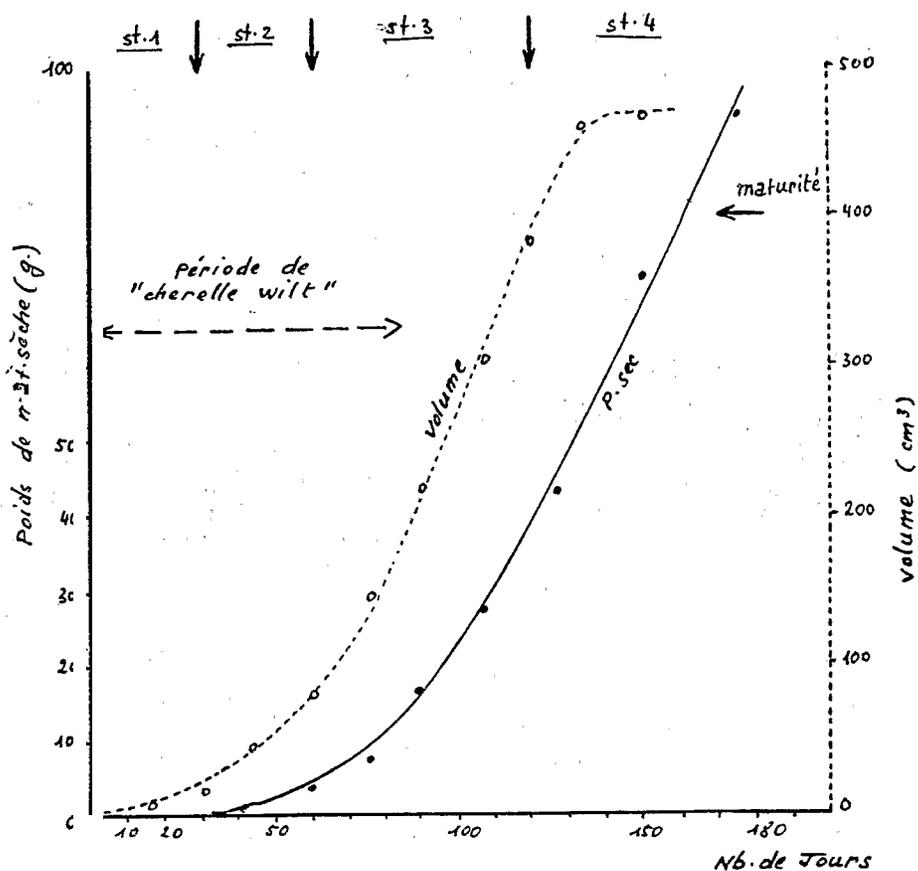


Fig. 3 Croissance des fruits de cacaoyers en volume et en Poids sec au cours de leur développement.

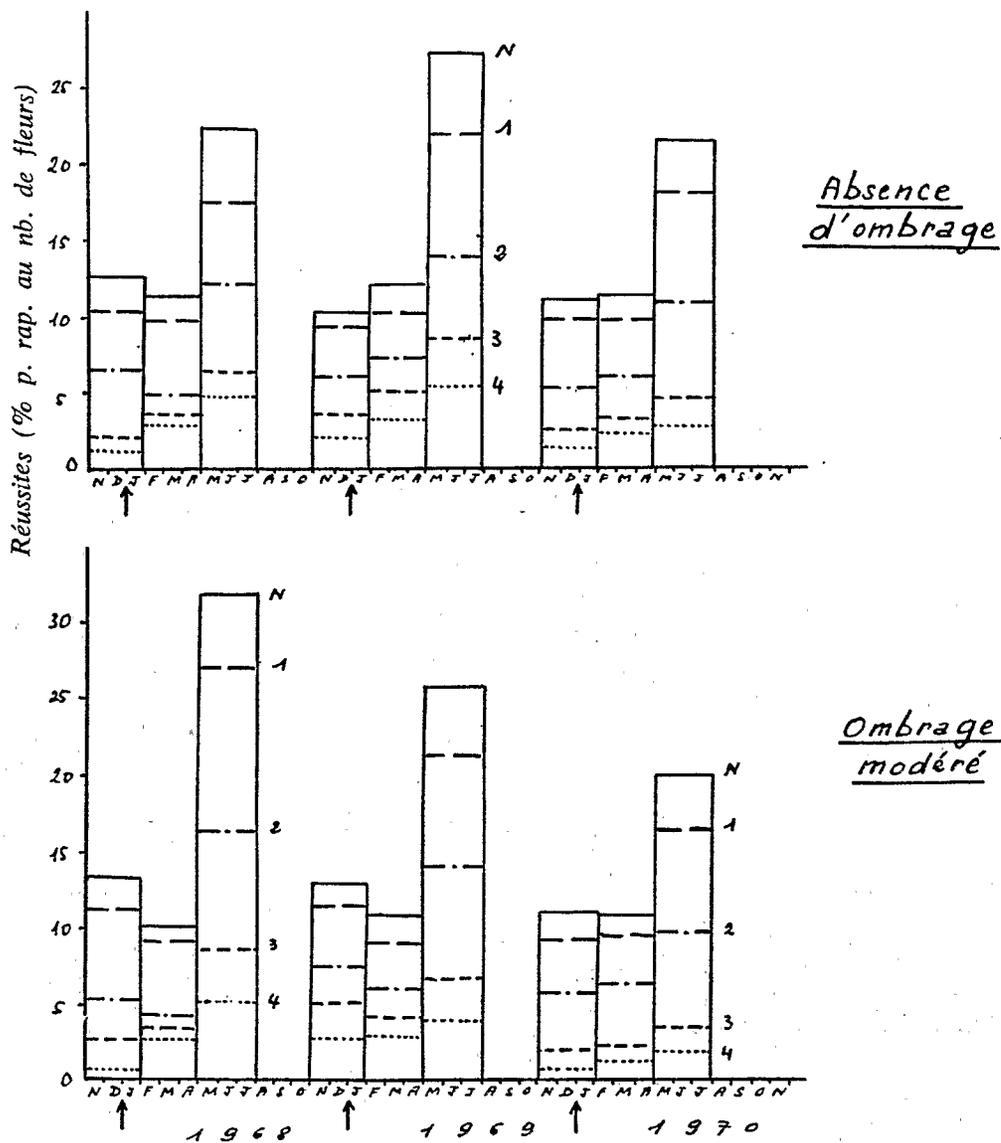


Fig. 4 Pourcentages des réussites aux principaux stades du grossissement des fruits des cacaoyers cultivés dans deux conditions écologiques types au Cameroun (Yaoundé).  
 N = Nouaison.  
 1.2.3.4 = stades de devt.

Mais l'intensité des floraisons est très variable d'une époque à l'autre (fig. 1 et 2) et difficilement chiffrable avec exactitude. D'autres part, la production des cacaoyers ne dépend pas toujours du nombre de fleurs émises, puisque certains arbres peuvent fleurir abondamment et être d'une productivité médiocre, et même parfois nulle. Il semble donc plus logique d'établir les pourcentages des réussites à tous les stades du développe-

ment des fruits *par rapport aux nouaisons*. Les résultats, qui figurent dans le tableau II, montrent des différences nettes avec ceux représentés sur les diagrammes de la fig. 4. Jusqu'à la fin du stade 2, les pertes sont dues au flétrissement des jeunes cabosses ("cherelle wilt") et atteignent 40 à 60 % des fruits noués. A partir de ce moment, et au cours du stade 3, les pertes sont encore importantes. Le flétrissement des cherelles peut

encore se poursuivre pendant le 3<sup>e</sup> mois, mais comme beaucoup d'entre elles sont atteintes de taches de pourriture, il est difficile de déterminer si ces attaques sont la cause primaire des pertes ou si elles n'apparaissent que secondairement. On constate en effet que dès la fin de ce 3<sup>e</sup> mois, les pertes sont presque exclusivement dues aux attaques de la pourriture brune (*Phytophthora palmivora*). Dans ce type de plantation en effet, les traitements phytosanitaires sont effectués trop irrégulièrement pour éliminer ce parasite, qui cause en moyenne une perte de 25 à 30 % du total des fruits noués. D'autres parts, les bouillies cupriques employées sont facilement lessivées au cours des périodes de fortes chutes d'eau. Par conséquent, les pertes dues au flétrissement des cherelles représentent 45 à 65 % du total des fruits noués. En général le taux de fruits arrivant au stade final de maturité est plus élevé pour les floraisons de février à avril, alors que si on effectue ce calcul par rapport au nombre de fleurs les chiffres sont plus élevés pour les floraisons de mai à juillet. Ceci montre donc que les taux de nouaisons sont nettement plus élevés chez ces floraisons tardives. En outre, les pertes dues aux attaques de la pourriture brune

sont beaucoup plus grandes chez les fruits issus de ces floraisons, puisque les stades vulnérables se déroulent pendant la période la plus pluvieuse de l'année (septembre à octobre).

En fin de compte, les résultats les plus démonstratifs sont donnés par l'évolution du *nombre moyen de fruits/arbre* au cours des diverses étapes de leur développement (fig. 5).

Ils montrent que:

— les premières floraisons de novembre à janvier sont très peu productives. Le nombre de fleurs émises est en général très réduit, et le taux des nouaisons souvent inférieur à 10 %. A cette époque, où les valeurs radiatives et thermiques sont pourtant élevées, la sécheresse édaphique est vraisemblablement le facteur limitant.

— celles de février à avril, qui constituent le plus souvent les 2/3 environ des quantités totales émises en une année, montrent que les taux des chutes sont élevés au cours des stades 1, 2 et même une bonne partie du stade 3, c'est-à-dire jusqu'à la fin du 3<sup>e</sup> mois après la fécondation. A cette époque, le sol ne récupère ses réserves normales en eau que dans le courant du mois de Mars. Par conséquent, et en accord

TABLEAU II

Pourcentages des réussites aux principaux stades du développement des fruits au cours de 3 années consécutives (% par rapport au nombre de fruits noués).

Epoque	Stades de devt	Absence d'ombrage			Ombrage modéré		
		1967-68	1968-69	1969-70	1967-68	1968-69	1969-70
Nov.	1	82,2	90,2	85,4	85,8	88,7	81,0
	2	50,4	58,8	48,8	40,5	58,3	51,7
Janv.	3	17,0	36,1	23,2	20,1	39,7	17,2
	4	10,4	19,9	11,6	5,5	21,9	6,9
Février	1	83,8	84,8	82,6	89,0	84,5	86,9
	2	41,8	59,5	53,4	44,2	57,0	58,3
Avril	3	31,5	41,6	28,8	32,2	39,5	20,2
	4	26,4	27,3	22,1	25,7	26,9	12,5
Mai	1	77,1	80,8	84,2	84,7	82,9	83,3
	2	53,8	48,8	51,4	51,3	54,6	48,5
Juillet	3	29,4	31,4	20,5	26,6	25,7	17,6
	4	21,5	19,6	13,1	15,5	15,4	9,0

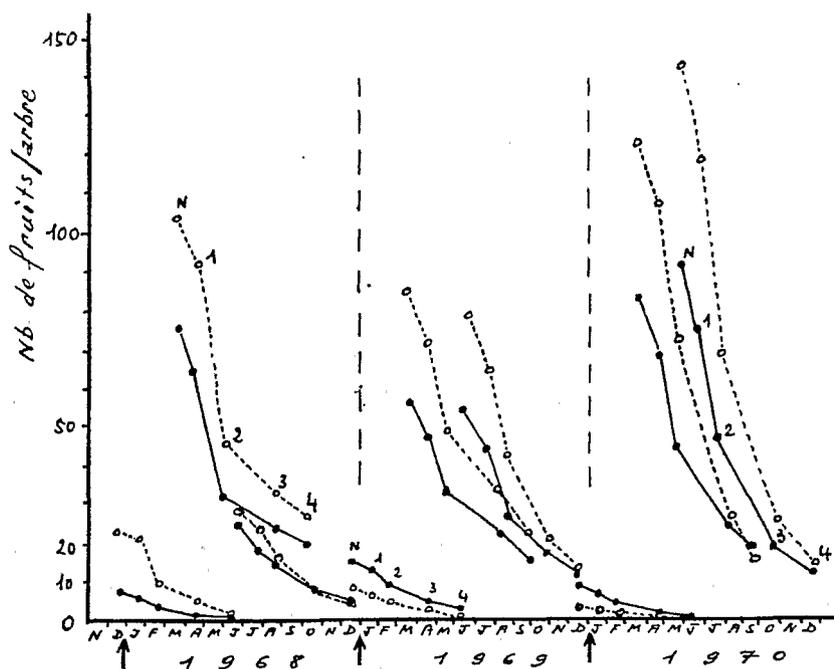


Fig. 5 Evolution saisonnière du nombre de fruits par arbre au cours des principales étapes de leur développement dans deux conditions écologiques types d'une cacaoyère camerounaise.

●—● Absence d'ombrage.  
 o---o Ombrage modéré.  
 N = nouaison  
 1.2.3.4. : Principaux stades du grossissement.

avec les observations de COUPRIE (1971) en Ouganda, l'action des pluies ne se fait pas sentir avant la fin de Mars. Comme ces mois sont également les plus chauds de l'année, ce qui correspond à une valeur élevée de la radiation ambiante riche en IR (BOYER, 1971), on peut encore penser que l'humidité du sol constitue une fois de plus le facteur limitant. En réalité, il peut s'ajouter à cet effet l'action d'une insolation trop élevée, dont la valeur radiative peut atteindre en moyenne 450 cal. cm<sup>2</sup> jour. L'examen, de l'ensemble des résultats obtenus au cours de nos 3 années consécutives d'observations, qui figurent dans le tableau III joint en annexe montre que le taux des chutes est 1.5 à 3 fois plus élevé sur les ramifications secondaires que sur les troncs qui se trouvent dans un milieu plus confiné, où ces composantes climatiques subissent beaucoup moins de variations spatiales et saisonnières.

— les floraisons de Mai à Juillet, dont l'importance peut être variable d'une année à l'autre, contribuent pour 20 à 45 % de la production annuelle, quelles que soient les conditions écologiques, alors que les quantités de fleurs émises

au cours de cette période ne représentent que 7 à 35 % du total annuel. Ceci s'explique par un pourcentage des chutes moins élevé aux stades de flétrissement physiologique, alors que les dégâts dus à la pourriture brune sont plus importants si les traitements phytosanitaires ne sont pas rigoureusement effectués.

Toutes ces observations montrent donc que la productivité des cacaoyers dépend avant tout de la nouaison et de l'intensité des chutes par flétrissement des jeunes fruits au cours des 3 premiers mois qui suivent la fécondation ("cherelle wilt"). Les facteurs de l'environnement qui peuvent avoir une action déterminante sont donc ceux qui influencent le plus ces deux importantes phases de l'activité générative des cacaoyers. Dans les conditions de nos observations, l'humidité du sol et la valeur énergétique de la radiation semblent bien être les deux principaux facteurs limitants. L'action des autres composantes du micro-climat est certainement secondaire. Les effets de la température atmosphérique peuvent, dans certains cas limités, être déterminant comme l'ont déjà montré MURRAY et SALE (1967), ALVIM (1965) et plus récemment COUPRIE

en Ouganda (1971). Mais dans le contexte climatique de la zone culturale de Yaoundé (Cameroun), où ce facteur a tout au long d'une année des variations de faible amplitude, encore atténuées par l'action de l'ombage naturel, cette composante n'agit qu'indirectement et, comme le pense ALVIM (1965), son action doit être fortuite.

D'autres parts, il est clair que les valeurs limites d'un facteur climatique déterminé, qui agit sur certaines fonctions physiologiques du cacaoyer, risquent de ne pas être les mêmes d'un pays à l'autre, comme le pense COUPRIE (1971). Il est donc vraisemblable que des mécanismes internes, peut être liés à la nature génétique du matériel végétal étudié, puissent intervenir pour déclencher ou limiter les diverses phases du développement de ces arbres. Dans les populations très hétérogènes qui constituent les cacaoyères du Cameroun, de fortes variations individuelles existent (pour le "cherelle wilt"), mais qui se retrouvent presque toujours du même ordre d'une année à l'autre.

Les conclusions de la présente étude ne peuvent donc être valables que dans les conditions propres à nos observations, et non à toutes les régions à cacao du globe.

#### RESUME ET CONCLUSION

Dans les conditions de nos observations la floraison des cacaoyers obéit à un rythme annuel très net. Elle semble conditionnée par l'action conjointe du régime saisonnier des précipitations et de l'intensité du rayonnement solaire. La période optimale se situe au moment où l'humidité du sol est voisine de sa rétention maximum (Field capacity) et où la durée d'insolation est comprise entre 4 et 6 heures par jour, ce qui correspond à une valeur énergétique de la radiation globale de 300 à 450 cal. cm<sup>2</sup>/jour. A cette époque, qui se situe pendant les mois de Mars, Avril et Mai, les quantités de fleurs relevées représentent 65 à 75 % du total émis au cours d'une année. Il semble bien que les quantités de fleurs apparues sous ombrage modéré soient toujours plus élevées que chez les arbres situés en tache de lumière. Cette supériorité se manifeste essentiellement sur les ramifications les plus exposées aux facteurs de l'environnement. Il apparaît en effet, qu'au cours de 3 années consécutives d'observations, le nombre moyen de fleurs apparues sous ombrage modéré à ces niveaux est de 60 à 70 % supérieur à

celui relevé sur les arbres non ombragés. Sur les branches principales, ces chiffres s'abaissent entre 35 et 50 %, et sur les troncs les écarts sont le plus souvent inférieurs à 10 %. A ce dernier niveau, les différences sont vraisemblablement d'ordre individuel car elles peuvent être observées au profit de l'une ou l'autre de ces conditions stationnelles.

L'étude des diverses étapes du développement des fruits montre que les taux de réussite, calculés à partir du nombre de fleurs émises, sont en général faibles. Au stade final de maturité, ils peuvent être compris entre moins de 1 et un peu plus de 5 %. A l'origine, les taux de nouaisons sont de 10 à 30 % en moyenne. Mais dès les premières semaines, et au cours des 2ème et 3ème mois qui suivent la nouaison, il se produit une importante chute de fruits par jaunissement et flétrissement (cherelle wilt). A la fin de ce stade, le taux des réussites s'abaisse entre 3 et 16 %, ce qui représente une perte de 45 à 65 % de fruits noués. Par la suite et jusqu'à maturité, les pertes sont dues aux attaques parasitaires.

La variabilité des valeurs observées montre qu'il existe de nettes différences qui peuvent être d'ordre individuel, spatial et saisonnier. En général le taux des réussites, à tous les stades du grossissement, est d'autant plus élevé que les fruits sont issus de floraisons plus tardives, ce qui montre le rôle joué par l'action conjointe de l'humidité du sol et de la valeur énergétique des radiations solaires. Pour les floraisons de Mai à Juillet, les taux sont de 1,5 à 2 fois plus élevés que pour celles de Février à Avril et 2 à 3 fois plus que pour celles de Novembre à Janvier. Des différences analogues peuvent être observées d'un point à un autre de la charpente des arbres. Pour des arbres soumis à une même condition écologique, le taux des réussites est de 1,5 à 3 fois plus élevé sur les troncs que sur les ramifications secondaires les plus exposées aux facteurs de l'environnement. Cependant, on ne peut pas mettre en évidence des différences nettes entre le comportement des arbres soumis ou non à l'influence de l'ombage naturel. Si le déficit en eau du sol et l'exposition à une insolation trop élevée peuvent constituer un facteur limitant le développement des fruits, il reste néanmoins probable que ce phénomène doit surtout dépendre de facteurs internes dont les mécanismes peuvent difficilement être mis en évidence sur une population génétiquement très hétérogène.

## ANNEXE

### TABLEAU II

*Etude saisonnière de la fructification aux principaux niveaux de la charpente des cacaoyers à cours de 3 années consécutives d'observations au Cameroun.*

Epoque	Stades de devt	Nbre moyen de cabosses/arbre (calculé)							
		Absence d'ombrage				ombrage modéré			
		TR	BR	RS	Total	TR	BR	RS	Total
Nov. 67	Nouaison	1.8	2.0	2.95	6.75	2.25	6.2	15.15	23.6
	1	1.45	1.6	2.5	5.55	1.9	5.2	13.15	20.25
	2	0.9	0.9	1.6	3.4	1.05	2.8	5.7	9.55
	3	0.4	0.35	0.4	1.15	0.7	1.7	2.35	4.75
Janv. 68	4	0.3	0.25	0.15	0.7	0.3	0.55	0.45	1.3
	Nouaison	15.45	18.7	41.0	75.15	14.7	20.2	68.45	103.35
	1	12.9	14.85	35.2	62.95	12.7	18.3	61.0	92.0
	2	6.35	8.5	16.55	31.4	7.4	9.8	28.45	45.65
Février	3	4.7	7.55	11.45	23.7	5.65	7.3	20.35	33.3
	4	4.1	6.85	8.9	19.85	4.7	6.25	15.6	26.55
	Nouaison	3.45	7.9	13.1	24.45	3.95	6.95	16.9	27.8
	1	2.8	6.35	9.7	18.85	3.5	5.35	14.7	23.55
Avril	2	1.95	4.5	6.7	13.15	2.7	3.65	7.9	14.25
	3	0.85	2.0	4.35	7.2	0.95	1.9	4.55	7.4
	4	0.6	1.6	3.05	5.25	0.65	1.15	2.5	4.3
	Nouaison	2.9	4.25	7.65	14.8	0.3	0.9	6.35	7.55
Nov. 68	1	2.55	3.8	7.0	13.35	0.25	0.8	5.65	6.7
	2	1.9	2.5	4.3	8.7	0.2	0.5	3.7	4.4
	3	1.2	1.35	2.8	5.35	0.15	0.3	2.55	3.0
	4	0.85	1.0	1.1	2.95	0.1	0.25	1.3	1.65
Janv. 69	Nouaison	15.45	14.8	24.5	54.75	19.45	23.9	41.15	84.5
	1	12.65	12.15	21.65	46.45	15.85	19.95	35.6	71.4
	2	9.85	8.9	13.8	32.55	10.55	13.6	24.05	48.2
	3	7.2	6.35	9.2	22.75	7.5	8.8	17.1	33.4
Février	4	4.65	4.4	5.9	14.95	5.4	7.1	10.2	22.7
	Nouaison	13.45	19.4	21.75	54.60	14.15	19.45	44.4	78.0
	1	11.35	15.2	17.3	43.85	11.65	17.1	35.95	64.7
	2	8.05	9.1	9.5	26.65	8.0	10.35	24.2	42.55
Avril	3	4.15	6.15	6.85	17.15	3.45	6.05	10.55	20.05
	4	2.85	3.7	4.15	10.7	2.65	3.85	5.55	12.05
	Nouaison	2.15	3.0	3.05	8.2	0.45	0.75	1.7	2.9
	1	1.85	2.45	2.7	7.0	0.35	0.6	1.4	2.35
Nov. 69	2	1.35	1.35	1.3	4.0	0.25	0.4	0.85	1.5
	3	0.8	0.65	0.45	1.9	0.15	0.15	0.2	0.5
	4	0.3	0.45	0.2	0.95	—	0.1	0.1	0.2
	Nouaison	14.0	23.05	45.5	82.55	16.45	34.1	73.05	123.6
Février	1	12.05	18.35	38.20	68.20	14.15	30.25	63.05	107.45
	2	8.15	11.5	24.45	44.1	9.5	19.6	43.0	72.1
	3	4.8	7.0	12.0	23.8	3.85	6.8	14.35	25.0
	4	3.9	5.75	8.6	18.25	2.45	4.45	8.6	15.5
Avril	Nouaison	14.55	24.15	52.40	91.1	17.3	34.75	90.0	142.05
	1	11.9	20.6	44.2	76.7	14.45	30.35	73.5	118.3
	2	8.05	11.75	27.0	46.8	8.7	17.75	42.5	68.95
	3	3.05	4.75	10.85	18.65	3.15	6.65	15.0	25.0
Mai	4	2.2	3.35	6.35	11.9	1.5	4.25	7.0	12.75

#### BIBLIOGRAPHIE

- Alvim P. de T.** (1965) Eco-physiology of the cacao tree lère Conf. Intern. Rech. Cacaoyères, Abidjan, 23-35.
- Boyer J.** (1968) Influence de l'ombrage artificiel sur la croissance végétative, la floraison et la fructification des caféiers Robusta. *Café-cacao-thé* XII, 4, 302-20.
- Boyer J.** (1970) Influence des régimes hydrique, radiatif et thermique du climat sur l'activité végétative et la floraison de cacaoyers cultivés au Cameroun. *Café-cacao-thé*, XIV, 3, 189-201.
- Boyer J.** (1971) Etude des principales composantes du micro-climat d'une cacaoyère au Cameroun—Importance écologique des variations Spatiales et saisonnières. (A paraître prochainement dans café-cacao-thé).
- Braudeau J.** (1969) Le cacaoyer, Techn. Agr. et prod. trop. (Coll. dirigée par R. COSTE) XVII, 304 p.
- Burle L.** (1961) Le cacaoyer, Ed Maisonneuve et Larose, Paris, I, 316 p.
- Coupré F.** (1971) Etude de certains aspects de l'éco-pysiologie du cacaoyer en Ouganda. Rapp. Intr. IFCC, sept. 1971.
- Lemee G.** (1956) Recherches éco-physiologiques sur le cacaoyer *Rev. Gen. Bot.* 63, 41-94.
- Murray D.B., Sale P.J.M.** (1967) Physiological research on Cacao in Trinidad, 2è Conf. Intern. Rech. Cacaoyères Bahia, 311-315.
- Sale P.J.M.** (1967) Effect of temperature on growth, Rep. on Cacao Res. Trinidad, 1966.