

Conférence internationale sur les recherches
agronomiques cacaoyères - Abidjan 15 - 20 Nov.
1968 - Paris, 1967.

1967

u:5

ESSAIS D'ENGRAIS SUR CACAOYERS DANS LA RÉGION DE YAOUNDÉ (CAMEROUN)

R. BÉNAC

Centre de Recherches de l'IFCC au Cameroun

Ces essais, commencés en mai 1958, durent encore :
nous faisons actuellement la huitième récolte.

Nous allons exposer le schéma adopté, puis les
quelques résultats que nous en avons tirés.

Toutes les observations recueillies ont été transcrites
sur cartes perforées et nous en commencerons l'étude
détaillée au début de 1966.

SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

En mai 1958, aucun essai d'engrais n'avait été pour-
suivi de façon continue sur cette plante au Cameroun et
les résultats acquis alors au Brésil, en Amérique Cen-
trale, au Ghana, au Nigeria et à la Trinidad pouvaient
se résumer ainsi :

— les engrais azotés augmentent la production des
parcelles ombragées où les arbres sont espacés (3.50 m)

— par l'ombrage dont la densité et la qualité varient
largement d'une plantation à l'autre et à l'intérieur d'une
même plantation : les cacaoyers ont été plantés sous
forêt éclaircie, sans ordre, avec des espacements
variables, sur terrain non nivelé,

— par le matériel végétal lui-même : la population
actuelle résulte de croisements de variétés locales et

Cameroun des enquêtes agro-économiques, retient pour juger l'effet d'un traitement la différence de production d'un même arbre par rapport à une année témoin.

Pour des arbres suffisamment âgés, où l'influence de la croissance sur la production peut être considérée comme négligeable — c'est le cas du matériel choisi — les facteurs constants au cours des années successives sont les suivants :

- caractères héréditaires de l'arbre,
- sol,
- ombrage (en cas de mort ou de détérioration partielle d'un arbre d'ombrage, les cacaoyers dans le rayon intéressé sont éliminés de l'expérience).

Les principaux facteurs variables d'une année à l'autre sont :

- les traitements effectués tous les ans sauf la première année, année témoin,
- la climatologie particulière à chaque année.

Pour mettre en évidence l'importance relative de ces deux facteurs principaux, aucun traitement ne sera fait la première année : on connaîtra ainsi la production « à blanc » de l'ensemble des parcelles. Sur celles qui seront conservées par la suite comme témoins, l'effet du climat pourra être estimé.

On admettra que cette influence s'exerce de la même façon sur les parcelles traitées et les parcelles témoins. Si les différences par rapport à l'année témoin sont d'un ordre de grandeur différent pour les premières et les secondes années, on admettra qu'elles sont dues aux traitements.

Soient T_0 et A_0 les productions des témoins et des parcelles A (traitement A non effectué) l'année témoin ; T_1 et A_1 celles des témoins et des parcelles A (traitement A effectué) l'année i . A_1 résulte de l'influence propre à l'année i et du traitement A . On va calculer une production « corrigée » des parcelles A pour l'année i :

$$A_{1c} = \frac{A_0 T_1}{T_0}$$

cette production A_{1c} est celle qu'on observerait s'il n'y avait pas eu de traitement A et que seul le climat de l'année i ait influencé la production.

Si $\frac{A_1}{A_{1c}}$ (c'est-à-dire $\frac{A_1 T_0}{A_0 T_1}$) a une valeur significativement différente de 1, c'est que le traitement A a eu une influence sur la production.

Ignorant la variabilité des différences de production d'un même arbre d'une année à l'autre, on ne pouvait fixer la taille minimum de la parcelle ni le nombre de répétitions.

Pour pouvoir éliminer les arbres morts ou détériorés pendant la longue période prévue pour l'expérience, nous avons pris de grandes parcelles : 300 arbres portant chacun un numéro, c'est-à-dire 200 arbres utiles environ.

Nous avons mis en place cinq blocs de cinq parcelles, séparés les uns des autres.

Les traitements, appliqués à partir de mars 1959 sont donnés dans le tableau 1.

Les chiffres indiquent le poids d'engrais (en g) appliqué chaque année à chaque arbre. Le sulfate d'ammoniaque est épandu en deux doses égales, en mars et en septembre, les autres engrais en une seule fois, en mars.

Sur chacun des arbres, du début de mai à la fin de février, sont comptées en moyenne tous les quinze jours :

- les cabosses pourries (pourriture brune) ;
- les cabosses desséchées (wilt) sur tronc et sur branches ayant de 0 à 3 cm de long,
 - de 3 à 7 cm de long,
 - de 7 à 12 cm de long ;
- les cabosses mûres.

Pour chaque arbre, à chaque passage, les cabosses mûres sont ouvertes et le cacao frais est pesé.

Les plantations sont régulièrement débarrassées des mauvaises herbes et traitées contre les capsides et la pourriture brune.

TABLEAU 1

Traitements appliqués à partir de mars 1959 (en g)

Engrais	Témoin	N dominant	P dominant	K dominant	CaMg dominant
Sulfate d'ammoniaque	0	250	75	75	75
Phosphate bicalcique	0	75	250	75	75
Sulfate de potasse	0	75	75	250	50
Dolomie	0	100	100	100	300

ÉTUDE DE LA DISTRIBUTION DE LA PRODUCTION SUR LES PARCELLES TÉMOINS PENDANT SIX ANS

Moyennes générales

Elles sont obtenues sur 1.033 arbres témoins observés de 1958 (année témoin) à 1963 (sixième année d'étude).

Production

Un arbre produit en moyenne par an :

19,7 cabosses mûres,
1,593 kg de cacao frais (637 g de cacao sec).

Une cabosse contient en moyenne 80,9 g de cacao frais. 30,5 % des cabosses produites par un arbre (cabosses mûres + cabosses pourries + cabosses desséchées) arrivent à maturité.

Nous avons signalé que la production était très variable d'un arbre à l'autre ; en effet, si certains ne produisent rien, l'un d'eux a produit, en 1960, 5 kg de cacao sec. Voici sur la population observée les pourcentages d'arbres improductifs, mauvais, moyens, bons et très bons producteurs :

Arbres improductifs	7,9 %
Arbres produisant moins de 400 g de cacao sec	34,5 %
— de 400 à 800 g	27,2 %
— de 800 à 1.600 g	21,7 %
— plus de 1.600 g	8,7 %

Pourriture brune

Malgré les traitements anticryptogamiques régulièrement faits, 3,3 cabosses pourrissent en moyenne par arbre et par an, ce qui représente 16,75 % du nombre de fruits qui arrivent à maturité. La plupart d'entre elles sont atteintes quand elles sont tout près d'être récoltées.

Les cabosses pourries représentent 5,1 % de l'ensemble des cabosses produites (mûres + pourries + desséchées).

« Wilt »

Les floraisons sont très abondantes et il se forme un grand nombre de cabosses. Beaucoup d'entre elles, à un stade plus ou moins jeune, cessent de se développer : c'est le dessèchement des chérelles des auteurs français, le « wilt » des auteurs anglais.

Nous les avons comptées sur chacun des arbres en observation, sur tronc d'une part, sur branches d'autre part, en distinguant trois classes suivant la taille :

- de 0 à 3 cm de long (petites),
- de 3 à 7 cm — (moyennes),
- de 7 à 12 cm — (grosses).

Voici comment se répartit le « wilt » sur 1.033 arbres témoins observés de 1958 à 1963 :

40,8 par arbre et par an, dont :	
6,8 sur tronc	(16,5 % du total)
34,0 sur branches	(83,5 % du total)
24,0 entre 0 et 3 cm de long	
14,0 — 3 et 7 cm —	
2,8 — 7 et 12 cm —	

soit 58,9, 34,4 et 6,7 % du total.

On en compte :

3,1 sur tronc de 0 à 3 cm	(7,6 % du total)
20,9 sur branches —	(51,3 % —)
2,8 sur tronc de 3 à 7 cm	(6,9 % —)
11,2 sur branches —	(27,5 % —)
0,8 sur tronc de 7 à 12 cm	(2,0 % —)
1,9 sur branches —	(4,7 % —)

La proportion de ces cabosses atteint 64,4 % de l'ensemble des fruits formés.

Nous avons essayé de voir si le dessèchement d'un certain nombre au moins de ces fruits n'était pas dû à des agents extérieurs. Du 19 juin au 19 octobre 1961 — année où le « wilt » a été particulièrement intense — nous avons tous les dix jours rapporté au laboratoire les cabosses desséchées, ramassées en une journée dans une parcelle prise au hasard.

Nous, les avons classées, à l'intérieur de chaque groupe précédemment défini (petites, moyennes et grandes) en distinguant celles des troncs de celles des branches, en quatre catégories :

- 1) cabosses creusées par des « vers de cabosses »,
- 2) — à pédoncule abîmé,
- 3) — à surface abondamment piquée,
- 4) — d'apparence saine.

Sur 32.467 cabosses examinées :

- 4,9 % sont creusées par des « vers »,
- 4,9 % ont le pédoncule piqué ou en partie rongé,
- 48,1 % portent la trace de nombreuses piqûres,
- 42,1 % ont une apparence saine.

On peut considérer par conséquent que cette année-là (1961) 58 % du « wilt » a été dû à des attaques d'insectes (le « ver de cabosse » est une chenille) et 42 % à des causes internes : « wilt physiologique ».

Les cabosses atteintes de wilt physiologique peuvent ensuite être attaquées par des insectes et il est possible que certains fruits rangés principalement dans les première et troisième catégories appartiennent en réalité à la quatrième et qu'il y ait méprise sur la cause du

dessèchement. Mais, à cette période, chaque arbre a été examiné tous les huit jours et par conséquent les erreurs de ce genre n'ont pu être très nombreuses. De toutes façons, ces simples comptages n'avaient pour but que de donner quelques indications.

Comportement des différents blocs

Production

La production moyenne des arbres témoins est sensiblement la même au cours de la période étudiée pour les blocs II, III et V ; celle des blocs I et IV est plus faible (voir tableau 2).

Le bloc I, qui a la plus faible production, donne 88,1 g de cacao frais par cabosse, tandis que le bloc II, le meilleur producteur, n'en fournit que 75,3.

Il a été souvent observé que le poids de cacao frais par cabosse diminuait quand augmentait le nombre de cabosses. Nous avons calculé à partir de nos chiffres le coefficient de corrélation qui unit ces deux grandeurs : $r = -0,67$ (hautement significatif). Si on considère le nombre total de cabosses produites (desséchées + mûres + pourries), 34,2 % d'entre elles arrivent à maturité dans le bloc V, 23,8 % dans le bloc I.

Comment se distingue la production dans les divers blocs ? Le tableau 2 montre que I et IV, les plus faibles producteurs, comprennent 9,4 et 9,5 % d'arbres improductifs, 49,4 et 39,5 % de mauvais producteurs. Par contre II, III et V ont un pourcentage assez élevé d'arbres à bonne et très bonne production.

TABLEAU 2

Production des différents blocs

Bloc	Arbres sans production	Moins de 400 g de cacao sec	Entre 400 et 800 g de cacao sec	Entre 800 et 1600 g de cacao sec	Plus de 1600 g de cacao sec
I ...	9,4	49,4	29,4	11,4	0,4
II ...	5,1	29,2	25,8	25,9	14,0
III ...	4,2	27,2	30,6	26,8	11,1
IV ...	9,5	39,5	28,8	19,1	3,1
V ...	11,5	26,7	21,3	25,3	15,2

Pourriture brune

Le plus grand nombre de cabosses pourries se trouve dans le bloc II : 6,9 en moyenne par arbre et par an ; 1,2 dans le bloc V.

Le pourcentage de cabosses pourries par rapport au nombre de cabosses mûres reste le plus faible pour le bloc V : 5,2 % ; élevé pour le bloc II : 26,4 %, il atteint 33,3 % pour le bloc I qui est le moins productif. Cela représente pour ce dernier 7,9 % de l'ensemble des cabosses produites, 1,7 % seulement pour le bloc V.

« Wilt »

Le pourcentage de cabosses desséchées par rapport au nombre total de fruits formés reste assez constant pour les cinq blocs puisqu'il varie de 61,7 % (bloc IV) à 68,3 % (bloc I).

Le plus grand nombre est donné par le bloc II : 59,3 en moyenne par arbre et par an dont 52,1 sur branches et 7,2 sur tronc, avec :

33,8	de 0 à 3 cm	(3,5 sur tronc — 30,3 sur branches)
21,5	de 3 à 7 cm	(— — 18,6 —)
4,0	de 7 à 12 cm	(1,8 — — 3,2 —)

Le bloc IV en a le moins avec 28,2 cabosses desséchées en moyenne par arbre et par an dont 5,9 sur tronc et 22,3 sur branches, avec :

16,8	de 0 à 3 cm	(2,6 sur tronc — 14,1 sur branches)
9,7	de 3 à 7 cm	(2,5 — — 7,2 —)
1,7	de 7 à 12 cm	(0,7 — — 1,0 —)

Variations annuelles

Production

L'année la moins productive est 1959 (deuxième année d'observation) avec 1,283 kg de cacao frais et 15,1 cabosses mûres par arbre — 1961 et 1963 ont donné 1,962 et 1,995 kg de cacao frais et 25,8 et 23,4 cabosses mûres.

Le poids de cacao frais par cabosse est élevé en 1959 (mauvaise production) : 85,0 g, mais il l'est aussi en 1963 (bonne production) : 85,2 g ; par contre, en 1961, (également bonne production) il est plus faible : 76,0 g.

Il paraît difficile avec les renseignements dont nous disposons de relier la production à la pluviométrie, ou à la température, ou à l'humidité relative. 1961 et 1963 sont de bonnes années, 1959 est la plus mauvaise. Or si juillet et août ont été secs en 1959 — 49,4 et 39,8 mm de pluies —, nettement plus pluvieux en 1963 — 79,6 et 93,0 mm — ils ont été encore plus secs en 1961 — 47,7 et 13,6 mm.

La proportion de cabosses mûres par rapport au nombre total de fruits formés varie de 22,5 % en 1961 à 42,1 % en 1958.

Comme le montre le tableau 3, en 1961 et 1963 les pourcentages d'arbres improductifs sont les plus bas (4,9 et 3,8 %) ; ceux des moyens, bons et très bons producteurs, les plus élevés.

Pourriture brune

C'est en 1958 qu'il y a eu le moins de cabosses pourries : 0,7 en moyenne par arbre et par an ; en 1961 on atteint le chiffre le plus élevé : 7,2. La grande saison des pluies a été très arrosée cette année-là : 809,5 mm contre 603,0 en moyenne pour septembre-octobre-novembre des années : 1958-1959-1960-1962 et 1963.

TABLEAU 3

Variations annuelles de la production

An- nées	Pas de pro- duction	Moins de 400 g de cacao sec	De 400 à 800 g de cacao sec	De 800 à 1600 g de cacao sec	Plus de 1600 g de cacao sec
1959	7,2	40,6	28,3	18,9	5,0
1960	5,8	39,7	27,4	20,1	7,0
1961	4,9	25,8	30,0	28,2	11,1
1962	17,9	39,1	19,3	16,4	7,3
1963	3,8	27,3	31,2	24,9	12,8

Par rapport à la somme de cabosses produites, le pourcentage varie de 71,2 % en 1961 à 56,3 % en 1958. Il est de 63,9 % en 1959 (mauvaise année) et de 57,8 % en 1963 qui est une bonne année de production, comme 1961. Donc le pourcentage de cabosses desséchées ne varie pas avec l'intensité de la production.

En 1958 (année de faible « wilt »), la petite saison sèche a été marquée, mais elle fut précédée d'une petite saison des pluies assez arrosée : 603,7 mm contre 564,4 en moyenne les cinq autres années. En 1961, où le « wilt » a été très important, la petite saison sèche a été moins marquée : 153,4 mm, mais précédée d'une petite saison des pluies peu arrosée : 389,9 mm contre 607,2 mm en moyenne les autres années considérées.

En 1958, au contraire, la petite saison sèche (juin-juillet-août) a été très marquée : 55,2 mm contre 281,3 en moyenne pour les cinq années suivantes. Aussi le pourcentage de cabosses pourries atteint-il 1,6 % de l'ensemble des fruits formés et 3,8 % par rapport aux fruits mûrs seuls.

En 1960, 8,2 % du total, et 30,3 % par rapport aux cabosses mûres : la petite saison des pluies (mars-avril-mai) a été très arrosée : 692,8 mm contre 546,6 pour la moyenne de 1958-59-61-62-63 ; la petite saison sèche (juin-juillet-août) a été très peu marquée puisqu'il est tombé 401,2 mm de pluie contre 212,4 en moyenne pour les années considérées.

« Wilt »

C'est en 1961 qu'on a le plus grand nombre de cabosses desséchées :

79,1 par arbre et par an dont 14,4 sur tronc et 64,7 sur branches, avec :

51,6 de 0 à 3 cm (7,4 sur tronc — 44,2 sur branches)
21,2 de 3 à 7 cm (5,0 — — 16,2 —)
6,3 de 7 à 12 cm (2,0 — — 4,3 —)

En 1958, les chiffres sont les plus faibles : 24,3 cabosses par arbre et par an dont 3,9 sur tronc et 20,4 sur branches, avec :

14,7 de 0 à 3 cm (1,6 sur tronc — 13,1 sur branches)
7,7 de 3 à 7 cm (1,7 — — 6,0 —)

nees :

TABLEAU 4

Production moyenne des témoins par arbre et par bloc de 1958 à 1963

Blocs	Cacao frais (kg)	Ca- bosses mûres	Cacao frais/ca- bosses mûres (g)	Ca- bosses pourries	Cabosses dessé- chées
I ...	0,925	10,5	88,1	3,5	30,1
II ...	1,966	26,1	75,3	6,9	61,3
III ...	1,903	23,4	81,3	2,9	44,6
IV ...	1,263	15,2	83,1	2,5	28,5
V ...	1,905	23,2	82,1	1,2	43,5

TABLEAU 5

Production moyenne des témoins par arbre et par année

An- nées	Cacao frais (kg)	Ca- bosses mûres	Cacao frais/ca- bosses mûres (g)	Ca- bosses pourries	Cabosses dessé- chées
1958	1,436	18,3	78,5	0,7	24,5
1959	1,283	15,1	85,0	1,2	28,8
1960	1,499	17,8	84,0	5,4	42,7
1961	1,962	25,8	76,0	7,2	81,5
1962	1,381	17,7	78,0	1,6	35,0
1963	1,005	22,4	82,0	2,0	27,0

Le principal obstacle à l'augmentation de la production par les engrais est la pourriture brune. Le taux d'attaque est très élevé dans le bloc II en particulier, et nous ne pouvons en pleine récolte, faute de personnel, maîtriser suffisamment la propagation de la maladie en enlevant toutes les cabosses atteintes avant qu'elles n'aient contaminé leurs voisines.

Nous avons calculé sur l'ensemble de nos parcelles que l'accroissement en poids de cacao frais est fortement relié au pourcentage de cabosses pourries par rapport au nombre total (pourries + mûres) : $r = -0,67$ (significatif à $P = 0,05$). Le calcul de la droite de régression indique qu'en l'absence de pourriture, l'accroissement de production des parcelles traitées par rapport à celle des témoins serait de 60 %.

Nous n'avons mis en évidence aucune différence

significative de rendements entre les divers traitements, ni l'année V, ni l'année VI ; quelle que soit la formule d'engrais appliquée, la production est augmentée dans les mêmes proportions par rapport aux témoins.

Jusqu'ici la fumure minérale ne semble pas avoir influencé le taux de « wilt » : il n'y a entre les traitements aucune différence significative quant au nombre de cabosses desséchées.

Ces quelques conclusions bien sommaires seront complétées dans l'année qui vient.

Il est possible que l'effet des engrais, assez faible sur l'ensemble des arbres étudiés, dont une proportion notable donne sans fumure une faible production, se montre beaucoup plus important sur les sujets bons producteurs.

BÉNAC (R.). — Essais d'engrais sur cacaoyers dans la région de Yaoundé (Cameroun). Conférence internationale sur les recherches agronomiques cacaoyères, Abidjan, 15-20 novembre 1965. Paris (1967), p. 67-73, tabl.

Le schéma expérimental utilisé est celui des blocs de Fisher. Il comprend cinq répétitions de cinq traitements. Quatre formules d'engrais apportant chacune N-P-K-Ca-Mg (sous forme de sulfate d'ammoniaque, phosphate bicalcique, sulfate de potasse et dolomie) sont comparées à un témoin ; la première apporte trois fois plus d'azote que les autres, les deuxième, troisième et quatrième respectivement trois fois plus de phosphore, potasse, calcium et magnésium. Les parcelles choisies sont très grandes : 300 arbres dont environ 200 utiles. Chacun porte un numéro et les récoltes se font arbre par arbre. La première année, seuls ont été faits les traitements insecticides et anticryptogamiques : les comptages de cette année « à blanc » constituent une référence à partir de laquelle seront calculées les variations de production des années ultérieures. Ces essais ne sont pas faits en station, mais en milieu rural.

Du début du mois de mai à la fin du mois de février sont comptées sur chacun des arbres utiles, tous les quinze jours en moyenne :

- les cabosses pourries (pourriture brune),
- les cabosses desséchées (wilt), sur tronc et sur branches, ayant de 0 à 3 cm de long, de 3 à 7 cm de long, de 7 à 12 cm de long,
- les cabosses mûres.

De plus, pour chacun des arbres observés, le cacao frais est pesé.

On expose quels ont été, au cours des six années étudiées :

- le pourcentage de cabosses desséchées par rapport à celles parvenues à maturité ;
- la répartition de ces pourcentages d'après la taille des cabosses, sur branches et sur tronc ;
- la production de cacao frais et le poids moyen par cabosse.

Au cours d'une année, on a fait sur cabosses desséchées des comptages partiels de fruits d'apparence saine, de fruits piqués, de fruits à pétiole abimé pour avoir une idée de l'importance des insectes dans le phénomène du « wilt ».

Cet essai est en cours : on fait en ce moment la récolte de la huitième année d'observations. L'étude des chiffres recueillis (faite mécanographiquement) commence à peine.

On ne peut donner que les indications suivantes :

- au cours des quatre premières années, la production a par rapport à la première significativement augmenté de 30 %, tant dans les parcelles témoins que dans celles recevant des engrais, du fait de l'entretien effectué ;
- au cours des cinquième et sixième années d'observations, on a pu mettre en évidence dans les parcelles recevant des engrais un accroissement significatif de production par rapport au témoin de 47 et 26 % respectivement ;
- aucune différence n'a pu encore être montrée entre les quatre traitements étudiés.

BÉNAC (R.). — **Fertilizer experiments on cocoa trees in the Yaoundé area (Cameroons).** Conférence internationale sur les recherches agronomiques cacaoyères, Abidjan, 15-20 novembre 1965. Paris (1967), p. 67-73, tabl.

The experimental design was laid down according to the Fisher blocks system and includes five repetitions of five treatments. Four fertilizer formulas each supplying N, P, K, Ca, Mg (in the form of sulphate of ammonia, dibasic calcium phosphate, sulphate of potash and dolomite) are compared to a control. The first formula includes three times as much nitrogen as the others; the second, third and fourth formulas bring respectively three times as much phosphorus, potash, calcium and magnesium. The selected plots are big : 300 trees among which 200 are usable. The trees are numbered and are harvested one by one. The first year, only insecticide and fungicide treatments were applied. The records of this « blank » year are considered as the reference in comparison to which the yield variations of the coming years will be calculated. These experiments are not carried out in a research station but on ordinary plantations.

From the beginning of May to the end of February counts are carried out every fortnight or so on the usable trees :

- the rotted pods (black pod disease) ;
- the wilted pods, on the trunks and on the branches, which are 0 to 3 cm long, 3 to 7 cm long and 7 to 12 cm long ;
- the ripe pods.

Moreover for each tree under observation, the fresh beans are weighed.

During six years of study, the following information were recorded :

- the percentage of wilted pods compared to those which had ripened,
- the repartition of this percentage according to the size of the pods, on the trunks and on the branches,
- the yield in fresh beans and the mean weight per pod.

Over a year, partial counts of apparently sound fruit, bored fruit, petiole damaged fruit, were made on the wilted pods in order to have an idea of the importance of the part played by insects in the phenomenon of wilt.

This experiment is still in progress : the harvest of the 8th year of study is now being made. The mechanographical examination of the recorded figures is just beginning.

Up till now, only the following information can be given :

- during the first four years, there is a significant 30 % increase in yield in comparison to the first one, both in the control plots and in the treated plots because of the maintenance given to the former,
- during the 5th and 6th years of observations, significant increases in yield of respectively 47 and 26 % have been recorded in the plots to which fertilizers were applied, in comparison to the control plot,
- no difference has yet appeared between the four treatments under study.