

Influence de l'humidité du sol sur le développement du cacaoyer

G. VERLIÈRE

*Maître de recherches de l'O. R. S. T. O. M.
Chef de la division d'agronomie du Centre de
recherches de l'I.F.C.C. en Côte d'Ivoire*

Les essais d'engrais sur cacaoyers effectués en pleins champs ne donnent souvent que des résultats décevants. Cela est dû en grande partie à la forte hétérogénéité des plantations, hétérogénéité concernant :

- le matériel végétal,
- le sol,
- l'ombrage.

Celui-ci intervient, d'une part, par sa densité, d'autre part, par sa composition, certaines espèces végétales étant favorables au cacaoyer, d'autres indifférentes et d'autres antagonistes.

Enfin, le climat, très différent d'une année à l'autre par l'importance et la répartition de la pluviosité, empêche les répétitions pluriannuelles d'un essai dans des conditions identiques.

Afin de remédier à ces inconvénients, il avait été envisagé en Côte d'Ivoire de réaliser des essais avec des cacaoyers d'origine génétique connue, cultivés dans des buses remplies de terre homogène et placées sous un abri vitré. Il n'y aurait pas eu d'ombrage et pour chaque buse le régime hydrique aurait été déterminé à l'avance et reproductible.

Un essai orientatif en vue de déterminer les possibilités de culture de cacaoyers dans des buses fut tout d'abord mis en place sans abri. En effet, le rôle du pivot du cacaoyer est encore mal connu et le fait qu'il rencontre une couche peu pénétrable, telle qu'un horizon très gravillonnaire ou une dalle latéritique, est généralement considéré comme pouvant entraîner la mort de l'arbre. Cet aspect de la question ne pouvait être négligé ici, les buses reposant sur un socle en béton.



Café Cacao Thé, vol. XIV, n° 4, oct.-déc. 1970

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

15 JUIN 1971

Collection de Référence

n° 4727

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Implantation matérielle

L'essai préliminaire, établi seulement dans un but indicatif, ne permet pas une interprétation statistique ; en effet, le nombre des répétitions est trop faible et chacun des objets étudiés ne comprend pas le même nombre d'arbres que les autres.

Les buses en ciment mesurent 1 m de haut et 80 cm de diamètre. Elles sont disposées en quinconce et les distances entre les centres des buses sont de 3 m sur la ligne est-ouest. Les lignes sont à 1,5 m les unes des autres, la plus petite distance entre deux buses, toujours mesurée de centre à centre, est donc de 2,12 m.

Il y a 9 rangées comprenant alternativement 9 et 8 buses, soit un total de 77 buses. Les 24 buses des lignes extérieures servent de bordure, principalement en ce qui concerne les effets du vent et de l'éclairage latéral. Les observations portent donc sur 53 buses ; parmi celles-ci, 21 sont simplement posées sur un socle en béton et le drainage se fait librement ; les autres sont cimentées hermétiquement sur le socle et l'on peut ainsi maintenir le plan d'eau dans le sol à une distance déterminée de la surface. A cet effet, on utilise un tuyau en matière plastique fixé au fond de la buse et terminé par un entonnoir dont on peut régler la hauteur par rapport à la surface du sol ; il suffit de maintenir l'entonnoir plein d'eau pour que le niveau de l'eau reste constant dans la buse.

Les buses sont remplies, après homogénéisation, de terre sablo-argileuse, d'origine granitique, légèrement gravillonnaire. La masse d'eau utile pour les plantes dans ce type de sol est assez faible, de l'ordre de 6 % du poids du sol. Au fond de chaque buse se trouve un lit de graviers surmonté d'un lit de sable grossier. Chaque buse est munie d'un tube en lucoflex permettant de faire des mesures d'humidité à l'aide d'une sonde à neutrons.

Au début de l'essai, le sol de toutes les buses était à l'air libre, sans aucune couverture. Puis au cours de la deuxième partie de l'essai, à partir de février 1968, 18 buses ont été recouvertes de plaques de polystyrène de 3 cm d'épaisseur afin qu'il n'y ait plus de pertes d'eau par évaporation par le sol, ni d'apport d'eau par les pluies. On a alors mesuré la quantité d'eau apportée chaque jour, laquelle correspond à l'eau utilisée par l'arbre.

Matériel végétal

Trois types de cacaoyers ont été expérimentés : afin d'être sûr de leur origine génétique, ils avaient été obtenus par fécondation artificielle. Ceci explique que les cabosses utilisées ne soient pas arrivées à maturité en même temps et que les dates de semis en pépinière aient été échelonnées sur environ trois semaines.

Les trois types utilisés sont :

— Forastero Amelonado, type « Blachon », semé le 23 novembre 1965 ;

— Haut Amazonien : UPA 620 × UPA 701, semé le 18 novembre 1965 ;

— Trinitario : C 405 × C 407, semé le 10 décembre 1965.

Les arbres ont été transplantés le 7 août 1965 à racines nues afin de ne pas perturber l'homogénéité de la terre des buses. Sur les 53 arbres en observation, 3 ont dû être remplacés le 21 avril, 4, le 9 juin et 1, le 15 juillet 1966.

Ils ont été plantés sous des abris de feuilles de palmiers qui sont restés en place jusqu'en octobre 1966. Aucun ombrage n'a ensuite été donné aux cacaoyers.

Régimes hydriques

Trois régimes hydriques sont établis dans les buses scellées sur leur socle en béton :

A : plan d'eau à 45 cm de la surface du sol,

B : plan d'eau à 60 cm de la surface du sol,

C : plan d'eau à 75 cm de la surface du sol.

Les buses non scellées recevaient chaque matin en surface une quantité d'eau suffisante pour que le drainage s'établisse au bas de la buse (objet D).

L'objet D se rapproche plus que les autres de ce qui se passe réellement pendant la saison des pluies, alors que l'inverse a lieu pendant la saison sèche où la seule source d'eau possible est celle qui se trouve en profondeur dans le sol.

Aucun arrosage n'est effectué le samedi ni le dimanche, ce qui détermine une baisse du plan d'eau permettant une certaine aération des racines.

OBSERVATIONS

Humidité du sol

L'humidité du sol a été étudiée pendant un an, d'avril 1967 à avril 1968. Les mesures étaient effectuées au moyen d'une sonde à neutrons C. S. F., type C. E. A. L'étalonnage de la sonde, fait pour un autre essai, sur un sol du même type, avait donné la formule suivante :

$$y = 32,548 x - 6,3$$

avec y = teneur en eau en g pour 100 g de terre sèche (l'eau d'hygroscopicité n'étant pas comprise dans y),

$$x = \frac{\text{comptage de la sonde dans le sol}}{\text{comptage de la sonde dans son étui}}$$

Les mesures ont été faites à quatre profondeurs : à 10, 30, 50 et 70 cm de la surface du sol. Les valeurs indiquées dans le tableau I sont chacune les moyennes des teneurs en eau de 6 buses.

On peut remarquer que l'influence de la saison sèche se fait sentir en surface, même lorsque le plan d'eau n'est qu'à 45 cm de la surface du sol ; la capacité de circulation de l'eau dans le sol, même sur une si courte distance, est alors trop faible pour pouvoir compenser les pertes résultant des besoins de la plante et de l'évaporation.

Par ailleurs, l'examen des moyennes annuelles (fig. 1) montre que :

— la capacité de rétention maximale correspond à une teneur en eau de 27 % ;

— l'humidité varie très peu en profondeur dans les buses arrosées en surface (objet D) ;

— les teneurs en eau les plus faibles en surface, c'est-à-dire dans la zone où se trouvent les racines, sont enregistrées dans l'objet C ;

— l'objet A présente à tous les niveaux un sol plus humide que celui des autres objets ; par contre, l'objet B n'est pas plus humide en surface que l'objet D.

A titre de contrôle, on peut vérifier sur la figure 1 que l'humidité est bien la même dans les objets A et B à la profondeur correspondant à celle où est établi le plan d'eau (45 cm pour A et 60 cm pour B).

Fig. 1. — Humidité du sol
(P : profondeur en cm, H : teneur en eau en g)

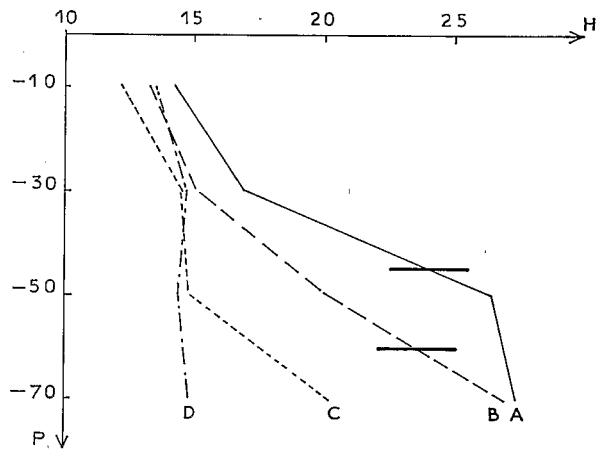


TABLEAU I

Teneur en eau du sol (g/100 g terre sèche)

Objet	Profondeur (cm)	14/4/67	5/5	25/7	26/8	28/9	13/10	27/10	10/11	24/11	23/12	25/1/68	19/1	2/2	16/3	5/4	19/4	\bar{m}	
A	10	17,0	15,7	14,9	15,7	14,1	13,7	12,2	16,4	16,7	13,2	13,0	11,6	11,8	16,2	13,2	13,9	14,3	
	30	17,9	17,6	17,2	16,6	15,5	15,5	15,3	16,4	16,3	16,0	15,1	15,5	14,9	18,1	15,3	16,2	16,9	
	50	24,0	22,7	25,9	25,2	24,4	26,9	26,9	24,2	24,1	25,9	27,3	27,3	27,5	28,0	27,7	26,9	26,4	
	70	26,9	26,3	26,9	27,3	26,3	27,7	27,3	27,7	26,9	27,1	28,0	27,7	28,0	28,8	27,7	27,3	27,3	
B	10	15,5	13,7	14,3	14,7	12,8	13,0	11,6	16,0	16,2	12,4	12,8	11,1	11,1	14,5	11,6	12,2	13,3	
	30	16,8	15,5	15,5	16,0	14,5	14,5	14,1	16,6	16,6	16,2	14,7	14,3	14,7	16,8	13,7	14,3	15,1	
	50	20,0	19,3	21,4	19,7	18,7	18,9	19,1	21,4	21,9	21,0	20,2	20,2	19,7	19,5	22,3	20,0	21,2	20,2
	70	25,6	28,8	28,4	28,8	26,5	26,5	25,4	27,1	26,9	28,0	27,1	27,5	26,3	27,3	24,8	25,9	26,9	
C	10	16,2	13,4	13,9	13,2	11,1	11,1	10,4	14,3	14,7	10,9	10,5	9,7	9,5	13,7	11,1	10,9	12,2	
	30	17,9	15,1	16,8	14,5	13,7	13,9	13,0	15,5	16,0	14,9	13,7	13,0	13,0	15,5	12,4	13,2	14,5	
	50	17,0	15,3	15,1	14,1	14,5	14,7	13,4	15,5	16,2	15,5	14,5	13,9	13,7	16,0	13,2	14,3	14,8	
	70	20,4	17,9	19,7	17,4	21,0	21,4	18,5	21,6	21,9	21,4	20,4	20,6	17,9	22,5	20,2	20,3	20,2	
D	10	13,7	10,9	11,3	13,9	13,9	12,8	13,0	16,2	15,5	14,5	12,0	11,1	13,2	14,7	13,7	15,1	13,5	
	30	14,9	13,2	14,3	14,5	14,5	13,7	16,0	17,2	17,6	15,3	13,9	13,4	13,7	14,9	12,6	15,3	14,7	
	50	14,7	13,2	13,9	14,5	14,5	13,7	13,9	16,2	16,8	15,3	13,9	13,4	14,1	14,7	12,4	14,7	14,4	
	70	15,1	13,7	14,3	14,1	14,9	14,5	16,0	15,5	16,8	15,3	14,9	14,3	14,9	15,7	13,0	14,5	14,8	

Développement des arbres

Les observations ont porté sur la croissance de la circonférence des troncs ainsi que sur les dates d'apparition des poussées foliaires (ou « flushes »).

Il avait été prévu initialement de suivre la croissance d'un rameau sur chaque arbre, mais des attaques de parasites, en particulier de cicadelles, ont provoqué des perturbations dans la végétation et ont déterminé l'abandon de cette étude.

L'« environnement » des cacaoyers est caractérisé par la quantité d'énergie solaire (E) à la disposition des plantes. Cette quantité est mesurée par un

actinographe enregistreur Fuess et exprimée en millithermies par cm² et par jour.

Les circonférences des arbres sont mesurées en millimètres tous les mois, à 10 cm du sol ; une ligne de peinture a été tracée sur l'arbre afin que les mesures soient toujours faites à la même place.

On recense une fois par semaine les arbres venant de donner une poussée foliaire.

Etude de la circonférence du tronc

Les mensurations ont été effectuées de février 1967 à mai 1969. Nous avons regroupé les résultats suivant des périodes correspondant au rythme des pluies.

Ces périodes sont ainsi définies :

TABLEAU II

Circonférence des troncs (mm)

Variété	Période		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11-1
	Objet													
Amelonado	A		96	150	167	194	200	211	224	227	231	244	257	161
	B		98	148	170	190	199	214	226	241	244	251	262	163
	C		88	127	151	173	177	201	219	236	248	255	258	170
	D		94	130	146	166	175	184	205	221	227	232	239	145
Haut-Amazonien	A		108	162	186	205	217	237	246	250	257	263	270	162
	B		98	130	153	176	183	198	214	227	236	245	251	153
	C		94	135	160	182	190	212	222	232	242	252	256	160
	D		96	126	142	157	164	177	194	203	222	232	243	147
Trinitario	A		103	142	157	176	184	197	211	223	227	233	238	135
	B		91	124	146	168	177	197	205	209	214	220	226	135
	C		104	150	162	175	183	199	211	220	226	230	239	135
	D		94	128	145	159	169	188	205	222	233	239	246	152

TABLEAU III

Accroissement mensuel de la circonférence des troncs (mm)

Variété	Période		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Objet											
Amelonado	A		18,0	8,5	9,0	3,0	3,7	6,5	1,0	1,0	4,3	6,5
	B		16,7	11,0	6,7	4,5	5,0	6,0	5,0	0,8	2,3	5,5
	C		13,0	12,0	7,3	2,0	8,0	9,0	5,7	3,0	2,3	1,5
	D		12,0	8,0	6,7	4,5	3,0	10,5	5,3	1,5	1,7	3,5
	\bar{m}		14,9	9,9	7,4	3,5	4,7	8,0	4,3	1,6	2,7	4,3
Haut-Amazonien	A		18,0	12,0	6,3	6,0	6,7	4,5	1,3	1,8	2,0	3,5
	B		10,7	11,5	7,7	3,5	5,0	8,0	4,3	2,3	3,0	3,0
	C		13,7	12,5	7,3	4,0	7,3	5,0	3,3	2,5	3,3	2,0
	D		10,0	8,0	5,0	3,5	4,3	8,5	3,0	4,8	3,3	5,5
	\bar{m}		13,1	10,8	6,6	4,3	5,8	6,5	3,2	2,9	2,9	3,5
Trinitario	A		13,0	7,5	6,7	4,0	4,3	7,0	4,0	1,0	2,0	2,5
	B		11,0	11,0	7,3	4,5	6,7	4,0	1,3	1,3	2,0	3,0
	C		15,3	6,0	4,3	4,0	5,3	6,0	3,0	1,5	1,3	4,5
	D		11,3	8,5	4,7	5,0	6,3	8,5	5,7	2,8	2,0	3,5
	\bar{m}		12,7	8,3	5,8	4,4	5,7	6,4	3,5	1,7	1,8	3,4
Moyenne		13,6	9,7	6,6	4,0	5,4	6,9	3,6	2,0	2,5	3,8	

N°	Epoque	Pluviométrie mensuelle (mm)	Energie solaire (mth)
1	Janvier-février 1967	40	338
2	Mars-mai	139	382
3	Juin-juillet	518	290
4	Août-octobre	30	293
5	Novembre-décembre	146	323
6	Janvier-mars 1968	89	353
7	Avril-mai	125	370
8	Juin-août	396	265
9	Septembre-décembre	191	334
10	Janvier-mars 1969	53	374
11	Avril-mai	156	383

Les circonférences des arbres, mesurées à la fin de chacune de ces périodes, ont les valeurs indiquées dans le tableau II. On peut en déduire les valeurs des accroissements mensuels, lesquelles ont été portées dans le tableau III.

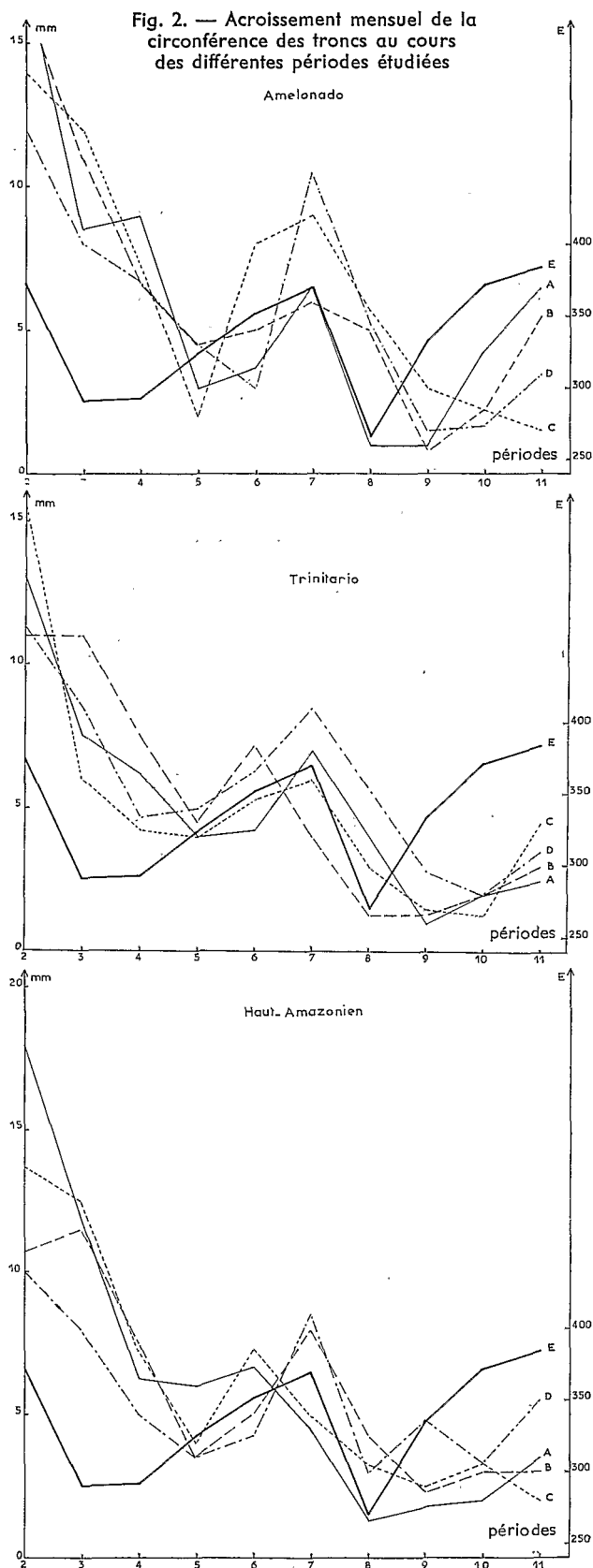
L'étude de ces deux tableaux montre que :

— Le taux de croissance est sensiblement le même chez les Amelonado et chez les Haut-Amazoniens ; il est plus faible chez les Trinitario pour les objets A, B et C, mais par contre plus fort pour l'objet D.

— Les différents régimes hydriques n'ont pas la même influence sur la croissance des trois types de cacaoyers : dès la fin de la quatrième période, l'arrosage superficiel donne la plus forte croissance chez les Trinitario. Cette supériorité de l'arrosage en pluie n'apparaît chez les Haut-Amazoniens qu'à partir de la septième période ; enfin, elle ne se manifeste qu'une fois chez les Amelonado, au cours de la septième période. Peut-être y a-t-il chez les Trinitario une plus grande sensibilité à l'asphyxie du pivot ou bien le pivot a-t-il un rôle moins important que dans les autres types en ce qui concerne l'absorption de l'eau, celle-ci étant alors assurée par les racines traçantes superficielles.

— Si la croissance totale est à peu près la même avec les trois régimes A, B et C, il existe cependant des différences dans le temps. Le traitement A donne de bons résultats au début chez les Amelonado et les Haut-Amazoniens, mais il devient ensuite inférieur aux deux autres, surtout chez les Haut-Amazoniens. On pourrait penser qu'en se développant les racines peuvent aller chercher de l'eau de plus en plus profondément, tandis qu'au contraire le traitement A finirait par provoquer une asphyxie ; mais cela semble alors en contradiction avec le fait que le traitement A se révèle être le meilleur au cours de la dernière période, surtout en ce qui concerne les Amelonado.

Au contraire, il y a moins de différence chez les Trinitario, le traitement A n'étant supérieur aux deux autres qu'au cours des septième et huitième périodes.



— Pour les trois types, les taux de croissance varient dans le temps. La courbe théorique de croissance donne pour les accroissements mensuels des valeurs de plus en plus faibles. Or, nous trouvons ici des courbes en dents de scie (fig. 2, p. 269) indiquant qu'un facteur non contrôlé a agi sur la croissance des arbres. Il est alors logique de relier celle-ci à la quantité d'énergie mise à la disposition de l'arbre, c'est-à-dire d'énergie solaire E.

Il y a une grande analogie entre les deux courbes : en particulier, les maxima se trouvent aux mêmes périodes. Par contre, les minima des taux de croissance se situent environ quatre mois après les minima de E. On peut alors supposer que le taux de croissance continue à diminuer tant que E reste au-dessous d'une certaine valeur. Le dépassement de cette valeur limite, qui semblait ici se fixer aux environs de $325 \text{ mth/cm}^2/\text{j}$, provoque alors à nouveau une augmentation du taux de croissance.

Etude des dates d'apparition des poussées foliaires

Si l'on considère le nombre de « flushes » apparus pendant les différentes périodes définies au chapitre précédent (étude de la circonférence du tronc), on trouve les valeurs moyennes par arbre indiquées dans le tableau IV.

L'examen de ce tableau montre que :

— Les Amelonado ont davantage de « flushes » que les deux autres types, surtout lorsqu'ils ont beaucoup d'eau à leur disposition (traitements A et B).

— Chez les Amelonado, ce sont les arbres qui ont le plus d'eau à leur disposition qui produisent le

Fig. 3. — Nombre de poussées foliaires.

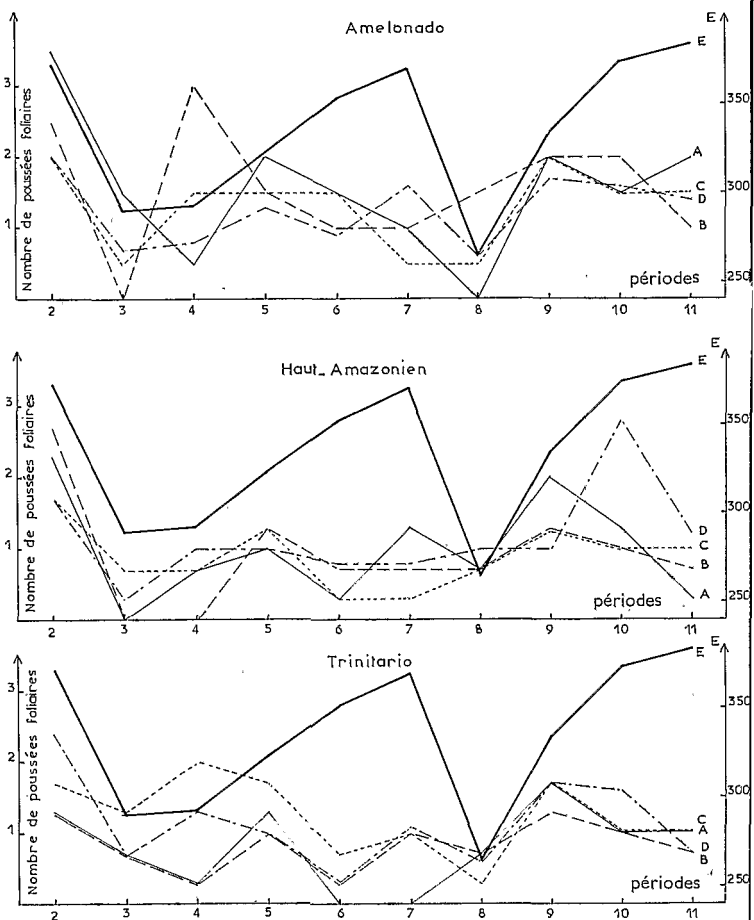


TABLEAU IV

Nombre de poussées foliaires

Variété	Objet	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Amelonado	A	3,5	1,5	0,5	2,0	1,5	1,0	0	2,0	1,5	2,0	15,5
	B	2,5	0	3,0	1,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,0	15,5
	C	2,0	0,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	2,0	1,5	1,5	13,0
	D	2,0	0,7	0,8	1,3	0,9	1,6	0,6	1,7	1,6	1,4	12,6
	\bar{m}	2,50	0,68	1,45	1,58	1,29	1,03	0,65	1,98	1,65	1,48	
Haut-Amazonien	A	2,3	0	0,7	1,0	0,3	1,3	0,7	2,0	1,3	0,3	9,9
	B	2,7	0	0	1,3	0,7	0,7	0,7	1,3	1,0	0,7	9,1
	C	1,7	0,7	0,7	1,3	0,3	0,3	0,7	1,3	1,0	1,0	9,0
	D	1,7	0,3	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	2,8	1,2	11,6
	\bar{m}	2,10	0,25	0,60	1,15	0,53	0,78	0,78	1,40	1,53	0,80	
Trinitario	A	1,3	0,7	0,3	1,3	0	0	0,7	1,7	1,0	1,0	8,0
	B	1,3	0,7	0,3	1,0	0,3	1,0	0,7	1,3	1,0	0,7	8,3
	C	1,7	1,3	2,0	1,7	0,7	1,0	0,3	1,7	1,0	1,0	12,4
	D	2,4	0,7	1,3	1,0	0,3	1,1	0,6	1,7	1,6	0,7	11,0
	\bar{m}	1,68	0,85	0,98	1,25	0,33	0,78	0,58	1,60	1,15	0,85	
Moyenne		2,09	0,59	1,01	1,33	0,70	0,86	0,67	1,66	1,44	1,04	

maximum de « flushes », alors que c'est le contraire pour les Trinitario. Il y a peu de différence chez les Haut-Amazoniens, où la valeur trouvée pour le traitement D ne doit d'être la plus forte qu'à un accroissement du nombre de « flushes » dans les deux seules dernières périodes.

— Les courbes de poussées foliaires semblent moins liées à l'énergie solaires que ne le sont les courbes de croissance du tronc (fig. 3). Les corrélations sont cependant meilleures chez les Amelonado où les périodes de faible énergie solaire correspondent dans l'ensemble au minimum de production de feuilles ; mais, dans ce type de cacaoyer, le nombre de « flushes » s'accroît ensuite dès que E augmente, et atteint son maximum lorsque E est de l'ordre de 325 mth/cm²/j. Les périodes de croissance du tronc et de formation des feuilles sont donc décalées de la façon suivante : une baisse de la valeur de E détermine une diminution de l'activité de la plante, tant au point de vue de la croissance du tronc qu'à celui de la formation des feuilles ; puis l'augmentation de E provoquerait dans un premier temps la formation de feuilles, la croissance du tronc continuant à avoir des valeurs de plus en plus faibles. Enfin, dans un deuxième temps, c'est-à-dire lorsque la valeur moyenne de E dépasse environ 325 mth/cm²/j, la croissance du tronc reprend, sans doute grâce à l'activité des feuilles formées précédemment, tandis que le nombre des « flushes » va, lui, en diminuant.

Quantités d'eau utilisées par les arbres

La mesure des quantités d'eau utilisées par les arbres a été effectuée sur les 18 buses qui ont été

recouvertes de plaques de polystyrène expansé, à savoir deux pour chaque type de cacaoyer et pour chacun des traitements A, B et C. Cette étude a porté sur les périodes 6 à 11, c'est-à-dire de février 1968 à mai 1969 ; rappelons que les arbres avaient été plantés en avril 1966.

Les quantités d'eau utilisées par jour et par arbre, exprimées en centilitres, sont indiquées dans le tableau V.

L'étude de ce tableau montre que :

— Sur l'ensemble de la période considérée, les Haut-Amazoniens ont consommé plus d'eau (362 cl/j en moyenne) que les Amelonado (330 cl/j) et que les Trinitario (288 cl/j) ; si l'on exprime ces résultats en pourcentage, on constate que les Amelonado et les Haut-Amazoniens consomment respectivement 15 % et 26 % d'eau de plus que les Trinitario.

— Le traitement C entraîne une consommation d'eau inférieure à celle des deux autres traitements ; cette différence est de l'ordre de 8 % avec le traitement A ; elle est plus forte avec le traitement B (13 % environ), sauf chez les Haut-Amazoniens.

— Chez les Trinitario, la consommation d'eau est toujours plus élevée avec le traitement B pendant les six périodes étudiées. Au contraire, pour les deux autres variétés, il n'en est ainsi que pendant les quatre premières périodes ; ensuite c'est le traitement A qui entraîne un appel d'eau plus fort, surtout chez les Haut-Amazoniens. Ceci peut confirmer que le maintien du plan d'eau à 45 cm de la surface du sol ne provoquerait pas l'asphyxie des arbres chez les Amelonado et les Haut-Amazoniens, ainsi que nous l'avions déjà envisagé lors de l'étude de la croissance du tronc.

Par ailleurs, les quantités d'eau consommées pendant la grande saison des pluies (huitième

TABLEAU V

Quantités d'eau utilisées par jour et par arbre (cl)

Variété	Objet	6	7	8	9	10	11	\bar{m}
Amelonado	A	356	345	45	198	488	574	334
	B	400	404	61	239	480	515	350
	C	403	337	45	174	407	467	305
	\bar{m}	386	362	50	204	458	519	330
Haut-Amazonien	A	411	404	42	221	584	579	374
	B	434	416	56	263	568	443	363
	C	427	390	55	230	513	480	349
	\bar{m}	424	403	51	238	555	501	362
Trinitario	A	305	311	33	200	430	475	292
	B	312	322	34	201	439	502	302
	C	286	274	31	162	407	458	269
	\bar{m}	301	302	33	188	425	478	288
Moyenne		370	356	45	210	479	499	327

période) sont très faibles. Mais il faut rappeler que les arbres n'étaient pas plantés dans une serre et qu'ils n'étaient pas à l'abri des pluies ; le sol était recouvert, mais le feuillage n'était pas protégé. Cependant, les besoins en eau doivent être très réduits à l'époque des pluies, moment où l'énergie

solaire est faible, l'hygrométrie en permanence voisine de 100 % et où l'arbre ne produit que peu de matière nouvelle, que ce soit sous forme de bois ou sous forme de feuilles. La consommation d'eau est alors particulièrement réduite chez les Trinitario.

CONCLUSIONS

Cet essai a permis de montrer qu'il était possible de cultiver des cacaoyers dans des bacs contenant 0,5 m³ de terre pendant au moins trois ans.

Ainsi que nous l'avons dit, il s'agissait d'un essai orientatif et les résultats qu'on a pu en tirer doivent être considérés plutôt comme des indications que comme des conclusions. En maintenant ces réserves, il résulte des observations précédentes que :

— les différents régimes hydriques essayés n'ont pas eu la même influence sur la croissance de la circonférence du tronc chez les trois variétés étudiées ;

— le maximum de croissance de la circonférence du tronc est enregistré au moment où l'énergie solaire à la disposition de la plante est la plus forte ;

— les poussées foliaires sont plus nombreuses chez les Amelonado que chez les deux autres types ;

— les différents régimes hydriques ont des effets différents sur le nombre de « flushes » suivant les trois types de cacaoyers ;

— les quantités d'eau utilisées par arbre varient avec les types de cacaoyers et avec les traitements hydriques.

Mais le point le plus important à notre avis est la

mise en évidence des réactions très différentes des trois variétés aux facteurs écologiques. On peut penser que ces différences intervariétales dans les quantités d'eau absorbées ainsi que dans les rythmes d'absorption de l'eau en fonction du temps entraînent également des différences dans l'absorption des éléments minéraux. Or, si l'on base l'amélioration de la production cacaoyère sur la diffusion d'hybrides de première génération, il sera intéressant de savoir si ces hybrides ont des besoins intermédiaires entre ceux de leurs parents, ou s'ils se rapprochent davantage de l'un ou de l'autre. Ainsi, il semble que le Trinitario s'accommode mieux d'un arrosage en surface, tandis que le Haut-Amazonien semble préférer un sol où les réserves d'eau sont importantes. Certains sols et climats conviendraient donc mieux à l'une ou à l'autre des deux variétés ; mais où se placeront les hybrides Trinitario × Haut-Amazonien et auront-ils tous le même comportement ?

La réponse à ces questions permettrait peut-être d'expliquer partiellement les grandes différences que l'on enregistre dans les réponses aux engrais de différents cacaoyers placés dans les mêmes conditions écologiques.

VERLIÈRE (G.). — **Influence de l'humidité du sol sur le développement du cacaoyer.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XIV, n° 4, oct.-déc. 1970, p. 265-274, fig., tabl.

Pour étudier l'influence de l'humidité du sol sur le développement du cacaoyer, on a mis en place en Côte d'Ivoire un essai préliminaire dans un but indicatif. Des cacaoyers d'origine génétique connue ont été transplantés à racines nues en 1965 dans des buses en ciment de 1 m × 0,8 m, disposées en quinconce, au nombre de 77 et remplies de terre homogénéisée ; 32 buses étaient scellées sur un socle en béton. On a pu y maintenir le plan d'eau à une distance déterminée du sol. A partir de 1968, 18 buses ont été recouvertes de plaques de polystyrène pour éliminer les pertes d'eau par évaporation par le sol et les apports d'eau par les pluies.

VERLIÈRE (G.). — **The influence of soil humidity on the development of the cacao tree.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XIV, n° 4, oct.-déc. 1970, p. 265-274, fig., tabl.

In order to study the influence of soil humidity upon the development of the cacao tree a preliminary indicative trial had been laid down in the Ivory Coast. Seventy seven cacao trees of known genetical origin were transplanted in 1965 with naked roots into 1 m × 0.8 m cement pipes arranged quincuncially and filled with homogenized soil. Thirty two of these pipes were sealed onto concrete foundations. The water levels were maintained at fixed distances from the surface. From 1968, 18 pipes were covered with polystyrene slabs in order to eliminate water loss by evaporation from the soil and the introduction of rain water.

Trois types de cacaoyers ont été utilisés : Forastero Amelonado (type Blachon), Haut-Amazoniens et Trinitario. A partir d'octobre 1966, l'ombrage a été supprimé.

Trois régimes hydriques ont été établis : plans d'eau à 45 cm, 60 cm et 75 cm de la surface du sol.

21 buses non scellées recevaient chaque matin une quantité d'eau suffisante pour que le drainage s'établisse au bas de la buse.

L'humidité du sol a été étudiée pendant un an, les mesures étant effectuées au moyen d'une sonde à neutrons.

Les observations effectuées ont montré qu'il était possible de cultiver des cacaoyers dans des bacs contenant 0,5 m³ de terre pendant au moins trois ans. Des résultats obtenus, les indications suivantes ont pu être tirées :

— les différents régimes hydriques n'ont pas eu la même influence sur la croissance de la circonférence du tronc chez les trois variétés étudiées ;

— le maximum de croissance de la circonférence du tronc est enregistré quand l'énergie solaire est la plus forte ;

— les poussées foliaires sont plus nombreuses chez les Amelonado ;

— les différents régimes hydriques ont des effets différents sur le nombre des poussées foliaires suivant le type de cacaoyer ;

— les quantités d'eau utilisées par arbre varient en fonction des types de cacaoyer et des traitements hydriques.

Se révèle importante la mise en évidence des réactions très différentes des trois variétés aux facteurs écologiques. Certains sols et climats semblent mieux convenir à certaines variétés.

VERLIÈRE (G.). — **Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Kakaobaums.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XIV, n° 4, oct.-déc. 1970, p. 265-274, fig., tabl.

Zwecks Prüfung des Einflusses der Bodenfeuchtigkeit auf die Entwicklung des Kakaobaums wurde in der Elfenbeinküste ein Vorversuch zur Unterrichtung bereitgestellt. Kakaobäume, deren genetische Herkunft bekannt war, wurden 1965 mit kahler Wurzel in Zementdüsen von 1 m × 0,8 m verpflanzt, die, 77 an der Zahl, in Fünferordnung aufgestellt waren und homogeneisierte Erde enthielten ; 32 Düsen waren auf einem Betonsockel festgemauert. Die Wasserfläche konnte darin in einem bestimmten Abstand vom Boden gehalten werden. Ab 1968 wurden 18 Düsen mit Polystyrolplatten bedeckt, um die Wasserausscheidung durch Bodenausdünstung und die Wasserzufuhr durch Regenfälle auszuschalten.

Drei Kakaobaumsorten wurden verwendet : Forastero Amelonado (Typ Blachon), Oberamazonier und Trinitario. Ab Oktober 1966 wurde das schattige Laubwerk entfernt.

Drei Wasserstandsverhältnisse wurden geschaffen : Wasserflächen mit 45, 60 und 75 cm Abstand von der Bodenfläche.

Three types of cacao were used : Forastero Amelonado (type Blachon), Upper Amazon and Trinitario. From October 1966 shade was suppressed.

Three water regimes were established : water levels at 45 cm, 60 cm and 75 cm from the surface of the soil.

Twenty one unsealed pipes received each morning sufficient water to give a drainage run-off at the base of the pipes.

Soil humidity was studied for one year, measurements being taken with a neutron probe.

Observation showed that it was possible to cultivate cacao trees in receptacles containing 0.5 m³ of earth for at least three years. The following conclusions may be drawn from the results obtained :

— the different water regimes produced different effects on the circumferential growth of the trunks of the three varieties examined ;

— maximum circumferential growth occurred when solar energy was at its most intense level ;

— foliar shoots were more numerous in Amelonado ;

— the different water regimes produced different effects on the number of foliar shoots according to the type of cacao involved ;

— the amounts of water taken up per tree varied with the type of cacao and the water regime received.

The very different reactions of the cacao varieties to ecological factors were shown to be important. Certain soils and climates seemed to be preferred by certain varieties.

VERLIÈRE (G.). — **Influencia de la humedad del suelo sobre el desarrollo del cacao.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XIV, n° 4, oct.-déc. 1970, p. 265-274, fig., tabl.

Para estudiar la influencia de la humedad del suelo sobre el desarrollo del cacao se estableció en Costa del Marfil un ensayo preliminar cuyo objeto era indicativo. En 1965 se transplantaron con las raíces desnudas cacaos de origen genético conocido en cubetas de cemento de 1 m × 0,8 m, dispuestas al tresbolillo ; se utilizaron 77 cubetas llenas de tierra homogeneizada y 32 de ellas se empotraron en un zócalo de hormigón. Se pudo mantener el nivel del agua a una distancia determinada del suelo. A partir de 1968 se cubrieron 18 cubetas con placas de poliestireno para eliminar las pérdidas de agua por evaporación del suelo y los aportes de agua llovediza.

Fueron utilizados tres tipos de cacaos : Forastero Amelonado (tipo Blachon), Alto Amazónicos y Trinitario. A partir de octubre de 1966, se eliminó la sombra.

Tres regimenes hídricos se establecieron : nivel del agua a 45 cm, 60 cm y 75 cm de la superficie del suelo.

Cada mañana 21 cubetas no empotradas recibieron una

21 nicht festgemauerte Düsen erhielten jeden Morgen eine genügende Menge Wasser, um eine Entwässerung am unteren Teil der Düse herbeizuführen.

Die Bodenfeuchtigkeit wurde während eines Jahres geprüft, wobei die Messungen mittels einer Neutronensonde ausgeführt wurden.

Die gemachten Beobachtungen zeigten, dass es möglich war, Kakaobäume in Bottichen mit 0,5 m³ Erde während drei Jahre wenigstens zu kultivieren.

Folgende Folgerungen konnten auf Grund der erzielten Ergebnisse gezogen werden :

— die verschiedenen Wasserstandsverhältnisse hatten bei den drei untersuchten Varietäten nicht den gleichen Einfluss auf das Wachstum des Stammumfangs ;

— das Höchstmass an Wachstum des Stammumfangs wurde verzeichnet, wenn die Sonnenenergie am stärksten war ;

— die Blattausschläge war am zahlreichsten bei den Amelonado ;

— die verschiedenen Wasserstandsverhältnisse hatten verschiedene Auswirkungen auf die Zahl der Blattausschläge je nach der Kakaobaumsorte ;

— die je Baum verwendeten Wassermengen variieren in Abhängigkeit von den Kakaobaumsorten und den Wasserbehandlungen.

Als wichtig erweist sich der Nachweis der sehr verschiedenen Reaktionen der drei Sorten auf die ökologischen Faktoren. Gewisse Böden und Klimate scheinen gewissen Varietäten besser zu bekommen.

cantidad de agua suficiente para que el drenaje pueda hacerse en el fondo.

Durante un período de un año se estudió la humedad del suelo, haciéndose las medidas con una sonda de neutrones.

Las observaciones efectuadas mostraron que es posible cultivar cacao en cubetas con 0,5 m³ de tierra durante tres años por lo menos. Los resultados del ensayo dieron las indicaciones siguientes :

— los varios regímenes hídricos no tuvieron la misma influencia sobre el crecimiento de la circunferencia del tronco de las tres variedades estudiadas ;

— el valor máximo de crecimiento de la circunferencia del tronco se observa cuando la energía solar es más fuerte ;

— los Amelonado echan hojas con más frecuencia que los demás tipos ;

— los varios regímenes hídricos tienen efectos diferentes sobre la frecuencia con que hechan hojas los diversos tipos de cacao ;

— las cantidades de agua utilizadas por cada árbol varían según los tipos de cacao y los tratamientos hídricos.

Durante el ensayo se destacaron reacciones muy diferentes de las tres variedades a los factores ecológicos. Ciertos suelos y climas parecen mas apropiados que otros para variedades determinadas.

