

INFLUENCE DE LA FEUILLE ET DE L'AOÛTEMENT DE LA TIGE SUR L'ENRACINEMENT DES BOUTURES DE CACAOYER

(*Theobroma cacao* L., Sterculiacées) *

M. VOGEL **

Docteur ès sciences, 3^e cycle

Chargé de recherches de l'ORSTOM

INTRODUCTION

Les diverses méthodes de bouturage utilisées chez le cacaoyer font toutes appel à des fragments feuillés de tiges semi-aoûtées (Archibald J. F. et Mc Kelvie A. D., 1955 ; Braudeau J., 1969 ; Charrier A., 1969 ; Couraud A., 1960 ; Deuss J., 1962 ; Evans H., 1953 ; Grimaldi J. et Divaret F., 1960 ; Hall T. H. R., 1963 ; Hardy F., 1961 ; Mc Kelvie A. D., 1962 ; Roussel M. et Couraud A., 1968 ; Urquhart D. H., 1961 ; Van Himme M., 1960). Sans feuille en effet, les boutures ne s'enracinent pas. Avec feuilles, elles se dessèchent si on les plante à l'air libre. De ce fait, on doit réduire la surface foliaire des boutures, leur éviter un ensoleillement direct et les maintenir dans une atmosphère saturée d'humidité. Par ailleurs, l'utilisation de « boutures vertes » (c'est-à-dire à tige verte) conduit à de fortes attaques mycéliennes, tandis que celle de « boutures aoûtées » (à tige brune) donne un enracinement lent et difficile (Séquier J., 1966-1970).

La bouture type utilisée pour le bouturage industriel dans le sud du Cameroun (à la station

de Nkoemvone) consiste en un fragment de tige plagiotrope semi-aoûtée (c'est-à-dire à épiderme supérieur brun clair et à épiderme inférieur vert) provenant de plantes ou de portions de plantes ombragées (Braudeau J., 1969). Une telle bouture possède trois à six feuilles, dont on sectionne le limbe au quart proximal de sa longueur. La base de la tige est trempée dans une hormone rhizogène, telle que l'acide bêta-indolbutyrique (Exubérone poudre de Rhône-Poulenc). Dans ces conditions, l'enracinement est généralement bon. Quel rôle peuvent avoir les feuilles et l'aoûté de la tige sur l'enracinement ? Une expérience de Charrier A. (1969) nous donne un premier élément de réponse. Cet auteur utilise des boutures semi-aoûtées à base biseauté et montre la double tendance de leur enracinement : 1° vers la base et 2° préférentiellement du côté aoûté (fig. 2 : T, A, B). Pour préciser davantage ces phénomènes, l'hypothèse des corrélations internes, vérifiée sur d'autres végétaux (Nozeran R., Bancilhon L. et Neville P., 1971) a suggéré l'expérience suivante.

EXPÉRIMENTATION

Pour mettre à l'épreuve l'influence de l'aoûté de la tige sur l'enracinement des boutures

de cacaoyer, on a utilisé quatre-vingt-dix boutures plagiotropes semi-aoûtées à un seul nœud d'environ 7 cm de longueur et appartenant toutes au clone Amelonado n° SNK 37. On a fendu longitudinalement la base des boutures, de manière à séparer les deux types de « bois » : vert et aoûté. L'écartement a été maintenu par une lame d'aluminium coincée dans la tige (fig. 1, p. 92).

(*) Cette note s'appuie sur une expérimentation réalisée par J. Séquier, au Cameroun.

(**) Adresse actuelle :

— Vogel Marc, Botanique II, Bâtiment 360, Université Paris-sud, 91405 Orsay, France.

Café Cacao Thé, vol. XXI, n° 2, avril-juin 1977

21 DEC. 1983

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

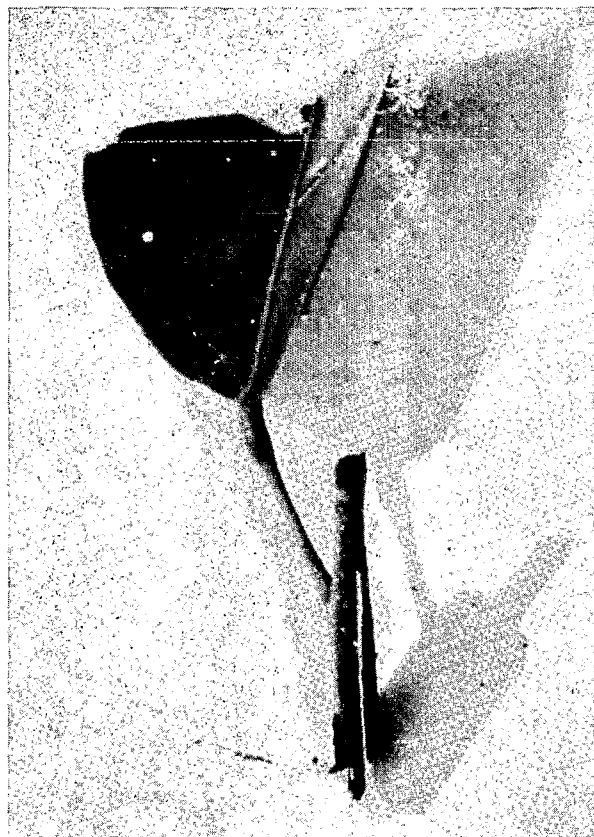
N° : 4290ex1

Cote : B

O. R. S. T. O. M. 23 SEP. 1977

Collection de Référence

no 8788 BAPU



Cl. J. Séquier

Fig. 1. — Bouture « semi-aoûtée » fendue. Enracinement obtenu du côté du bois aoûté et de la feuille (écartement maintenu ici par une lame d'aluminium de 4 cm de longueur)

En ce qui concerne l'unique feuille de chaque bouture, son limbe a été réduit approximativement au quart de sa longueur. Son pétiole s'insère, comme toujours, à la jonction des deux zones

caulinaires, verte et aoûtée. Son insertion se trouve donc dans l'axe de la fente basale, qui a été faite, selon les cas, sur 1,5 cm ou 2,5 cm de longueur. Sur d'autres boutures, une fente de 4 cm a été pratiquée de façon très légèrement oblique, de manière à maintenir le pétiole de la feuille en continuité soit avec le « bois » vert, soit avec le « bois » aoûté. On pense ainsi mettre en évidence l'influence que la feuille peut avoir sur tel ou tel type de bois. Quatre lots : C, D, E, F (fig. 2) ont été constitués, en utilisant des lames d'aluminium de 1,5, 2,5 et 4 cm de longueur. Celles-ci permettent de maintenir le sommet de la fente à trois niveaux possibles par rapport à la feuille, deux en dessous, un au-dessus.

TABLEAU I

Lots	Longueur de lame ou d'entaille (cm)	Feuille en continuité avec le bois	Nombre de boutures
C	1,5	vert et aoûté	30
D	2,5	vert et aoûté	30
E	4	vert	15
F	4	aoûté	15

Dans ces essais, on a utilisé des boutures de base, prises à un même niveau sur la portion semi-aoûtée des rameaux mères. Les boutures ont été placées sans hormone en bacs de bouturage (Charrier A., 1969) et observées après sept semaines, en distinguant d'une part les enracinements unilatéraux, d'autre part les enracinements bilatéraux. Dans ce deuxième cas, un comptage des racines sur chacun des deux côtés a permis de chiffrer la nature symétrique ou dissymétrique du phénomène. Une comparaison est faite avec les résultats de Charrier.

RÉSULTATS

En observant la partie centrale de la figure 2, on voit l'essentiel des résultats.

C (lame de 1,5 cm) : enracinement côté aoûté ou de part et d'autre

D (lame de 2,5 cm) : enracinement apparemment au hasard (comme deux demi-boutures)

E (feuille côté vert) : enracinement côté feuille

F (feuille côté aoûté) : enracinement côté feuille

De façon plus détaillée, notons les divers types d'enracinement rencontrés.

Boutures C (lame de 1,5 cm)

N = 30 = 5 boutures avec cal seul
 + 13 boutures à enracinement côté aoûté
 + 12 boutures à enracinement bilatéral, correspondant aux couples donnés dans le tableau II.

TABLEAU II

« Bois »	Nombre de racines par demi-bouture											Σ	n	
Aoûté...	2	1	2	1	2	1	1	2	2	6	4	1	25	12
Vert....	1	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	17	

Ces racines sont, au moins pour l'une d'entre elles, plus grosses et bien plus longues côté « bois » aotûté que côté « bois » vert, sur chacune des boutures observées.

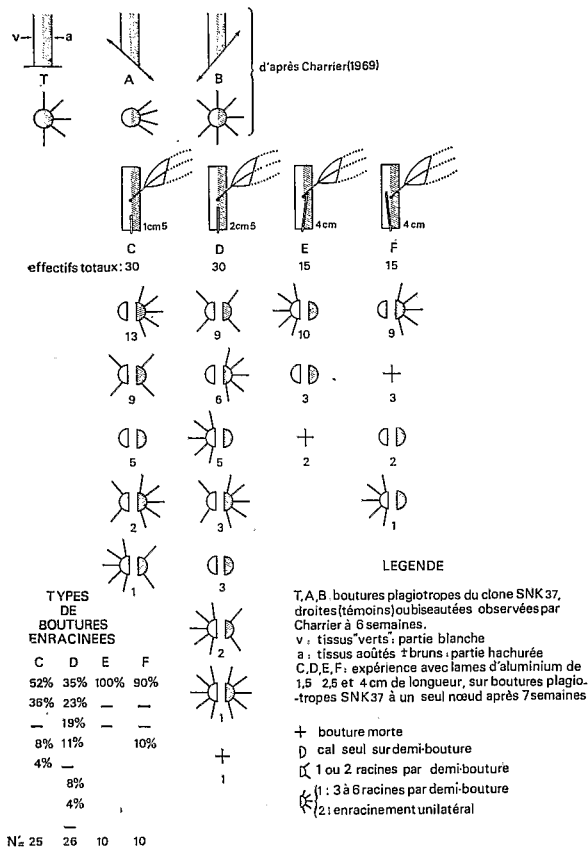


Figure 2

INTERPRÉTATION STATISTIQUE

L'interprétation statistique n'est pas facile, car malheureusement seules les boutures à enracinement bilatéral ont fait l'objet de comptages de racines. Nous ne connaissons donc pas la distribution générale des racines pour l'ensemble des plantes. Cette difficulté peut cependant être tournée, d'une part en créant un coefficient de « dissymétrie radicale », d'autre part en faisant une estimation aussi juste que possible des données manquantes, c'est-à-dire du nombre de racines des boutures enracinées d'un seul côté.

Boutures D (lame de 2,5 cm)

N = 30 = 1 bouture morte
 + 3 boutures avec cal seul
 + 5 boutures à enracinement côté vert
 + 6 boutures à enracinement côté aotûté
 + 15 boutures à enracinement bilatéral, correspondant aux couples donnés dans le tableau III.

TABLEAU III

« Bois »	Nombre de racines par demi-bouture												Σ	n			
Aotûté	1	1	2	3	1	2	3	1	3	1	1	1	3	2	1	26	15
Vert	1	3	3	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	23	

Ces racines sont de taille et de grosseur comparables des deux côtés (vert et aotûté).

Boutures E (feuille côté vert)

N = 15 = 2 boutures mortes
 + 3 boutures avec cal seul
 + 10 boutures à enracinement côté feuille

Boutures F (feuille côté aotûté)

N = 15 = 3 boutures mortes
 + 2 boutures avec cal seul
 + 9 boutures à enracinement côté feuille
 + 1 bouture aberrante (nécrose basale et cal côté feuille ; une racine très grêle de l'autre côté).

Coefficient x de dissymétrie radicale (distribution observée)

On définit un coefficient x, individuel, de dissymétrie radicale, valable pour chaque bouture vivante enracinée et tel que :

$$x = \frac{100 a}{v + a}$$

avec a = nombre de racines/côté aotûté
 v = nombre de racines/côté vert

TABLEAU IV

Traitements	x			Σn'	Σx	x moyen	Tendance
	b. v. ← 0-32	33-67	→ b. a. 68-100				
C (1,5 cm)	1	9	15	25	1.975	79	± aoûtée
D (2,5 cm)	6	11	9	26	1.390	53	symétrique
E (f./v.)	10	0	0	10	0	0	verte
F (f./a.)	1	0	9	10	900	90	aoûtée

b. v. : bois vert ; b. a. : bois aoûté.

TABLEAU V

Nombre r de racines par bouture vivante CD	0	1	2	3	4	5	6	7	8
« Poisson » 2,22/59	6,41	14,23	15,79	11,69	6,49	2,88	1,07	0,34	0,09
Distribution proposée (n _{CD})	8	13	15	11	8	2	1	1	0

C'est en fait une évaluation individuelle de la « tendance aoûtée » de l'enracinement, abstraction faite de la longueur et de la grosseur des racines. Après répartition des cas observés en trois classes arbitraires de dissymétrie radicale (0-32, 33-67, 68-100), on obtient les distributions de boutures enracinées consignées dans le tableau IV.

Les vingt-quatre boutures CD à enracinement unilatéral apparaissent par différence avec la distribution précédente. Donc, parmi elles, treize auraient une racine ; six, deux racines (= 15 - 9) ; et cinq, trois racines (= 11 - 6).

Evaluation des données manquantes des lots C et D (cinquante et une boutures enracinées + huit boutures à cal seul)

Valeurs théoriques du coefficient x

En regroupant les plantes C et D, on voit que seulement trente-cinq boutures vivantes CD sur cinquante-neuf ont fait l'objet de comptages de racines (enracinement bilatéral) :

Supposons que le hasard répartisse équitablement chaque racine autant à droite qu'à gauche de la fente pour toute bouture CD vivante. En s'appuyant sur la distribution proposée « 8 13 15 11 8 2 1 1 » et après analyse combinatoire des probabilités, on obtient des moyennes théoriques, que l'on pondère relativement aux nombres vingt-cinq et vingt-six de boutures enracinées, observées respectivement dans les lots C et D. Le calcul donne les effectifs théoriques, exprimés en boutures enracinées (tableau VI).

	(cals seuls)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
— Nbre r racines/bouture..	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
— Nbre n boutures CD vivantes mesurées	8	0	9	6	8	2	1	1	0	

TABLEAU VI

Traitements	x			Σn'	Σx	x moyen
	b. v. ← 0-32	33-67	→ b. a. 68-100			
C (1,5 cm) .	7,3	10,4	7,3	25	1.250	50
D (2,5 cm) .	7,6	10,8	7,6	26	1.300	50

b. v. : bois vert ; b. a. : bois aoûté.

Pour les vingt-quatre plantes restantes, on peut supposer que l'enracinement unilatéral strict est d'autant plus facile que le nombre de racines par bouture est plus faible, par exemple 1, 2 ou 3. Dès lors un ajustement avec une loi normale, binomiale ou de Poisson, peut être recherché (après gonflement préalable des effectifs n₁, n₂ et n₃, de sorte que ΣΔ n = 24). A l'issue de tâtonnements successifs, on est en mesure de proposer, comme vraisemblable, une distribution des racines (tableau V) selon la loi de Poisson suivante :

Pour C :

$$\chi^2 = \frac{(6,3)^2}{7,3} + \frac{(1,4)^2}{10,4} + \frac{(7,7)^2}{7,3} = 13,75$$

très significatif (α = 1 ‰).

Pour D :

$$\chi^2 = \frac{(1,6)^2}{7,6} + \frac{(0,2)^2}{10,8} + \frac{(1,4)^2}{7,6} = 0,60$$

non significatif.

$$59 P(R = r) = 59 e^{-2,22} \frac{(2,22)^r}{r!}$$

(Dagnelie P., 1973, tome I, p. 206).

Discussion

Sous réserve d'une bonne évaluation des données manquantes dans les lots C et D, ces calculs, basés sur le nombre et la position des racines, conduisent aux résultats suivants :

— boutures C (lame de 1,5 cm) : nombreux types d'enracinement (fig. 2), avec une préférence

très significative (risque $\alpha = 1 \text{ ‰}$) pour le bois aoûté ($x = 79$) ;

— boutures D (lame de 2,5 cm) : pratiquement tous les types possibles d'enracinement (fig. 2), répartis suivant une distribution aléatoire symétrique ($x = 53$) ;

— quant aux boutures E et F, leurs résultats sont trop nets pour nécessiter une analyse statistique.

INTERPRÉTATION BIOLOGIQUE

En ce qui concerne le rôle joué par l'aoûté d'une des portions de la tige, ces résultats confirment ceux de Charrier, à savoir la double tendance de l'enracinement : 1) vers la base et 2) préférentiellement du côté aoûté (fig. 2).

En outre, il existe manifestement un message d'origine foliaire, et nous sommes en mesure de donner quelques informations sur son parcours. Reprenons pour cela la figure 2, cas par cas.

— Traitement E (entaille très légèrement oblique de 4 cm, dépassant le pétiole et maintenant celui-ci en continuité avec le « bois » vert). L'absence d'enracinement côté aoûté montre que le message foliaire ne peut contourner l'entaille pour atteindre la demi-base aoûtée. Le message ne peut donc évoluer dans la tige dans le sens distal.

— Traitement D (entaille droite de 2,5 cm, n'atteignant pas le pétiole). L'enracinement est non préférentiel. Le message circule donc vraisemblablement de façon longitudinale vers la base de la bouture.

— Traitement C (entaille droite basale de 1,5 cm). L'enracinement manifeste une préférence non exclusive pour le côté aoûté. Le message chemine donc de façon légèrement oblique, comme dans le lot A de Charrier.

— Revenons enfin au traitement D (entaille droite de 2,5 cm). L'enracinement non préférentiel de ce lot montre cependant que le message ne peut pas évoluer de façon fortement oblique.

En somme, la progression du message foliaire dans la tige semble n'avoir que deux possibilités, fort voisines d'ailleurs : une progression basipète axiale, une progression basipète très légèrement oblique. Tout autre parcours semble apparemment proscrit.

Quelle est l'origine du message rhizogène des boutures mises à l'épreuve ? La feuille agit, nous le savons, puisque des boutures sans feuille ne

s'enracinent pas. Mais elle peut fort bien agir par l'entremise du bourgeon axillaire, car ce dernier n'a pas été supprimé dans l'expérience.

Il reste encore trois inconnues majeures dans ce problème : 1) En quoi consiste le message ? 2) Dans ces boutures plagiotropes semi-aoûtées, qu'est-ce qui confère un avantage au côté aoûté, pour la rhizogenèse ? 3) Le stade apparemment idéal de semi-aoûté ne serait-il pas lié également à l'âge de la feuille ?

D'une manière plus générale, différents chercheurs ont tenté de préciser les mécanismes de la rhizogenèse sur les boutures de végétaux supérieurs. Ce sont notamment les travaux de Dostal R. (1926) sur *Lythrum*, de Went F. W. (1929) sur *Acalypha*, de Van der Lek H. A. (1931) sur peuplier, de Bouillenne R. (1933) sur *Impatiens balsamina* L., de Libbert E. (1956) sur *Pisum*, de Ruge U. (1957) sur *Tradescantia*, de Julliard B. (1963) sur vigne, de Leroux R. (1965) sur *Pisum*, de Guillot A. (1967) sur tomate. Plus récemment Favre J. M. (1973) a pu apporter des précisions supplémentaires particulièrement intéressantes, en utilisant des fragments uninodaux de vigne *in vitro* en conditions définies.

En première approximation, on peut supposer que les phénomènes en cause chez ces végétaux sont grossièrement identiques ou, tout au moins, voisins. Les conditions extérieures jouent un rôle important au niveau de la bouture. Mais il y a aussi des facteurs internes. Au moment du bouturage, une partie des corrélations internes (Nozeran R., Bancelhon L., Neville P., 1971) existant au sein de la plante entière sont rompues et remplacées par un autre type de corrélations internes, qui orienteront la vie du fragment dans une autre voie. Cette nouvelle évolution dépend de la dimension de la bouture, de son âge, de sa forme, de la nature de ses organes, de leur état, de leurs distances entre eux, et même de l'histoire du fragment

bouturé. Ainsi chez le pois, comme chez le cacaoyer, un éclaircissement trop fort des branches de la plante mère nuit à l'enracinement ultérieur des boutures qu'on y prélève (Leroux R., 1965). L'action organisatrice et inductrice de la rhizogenèse, sur une bouture uninodale, est assurée en grande partie par le bourgeon et la feuille, et pour une faible partie par le nœud et l'entre-nœud. En outre, une action activatrice peut intervenir également, mais, au contraire de l'action organisatrice, elle semble être le privilège exclusif de la feuille et du bourgeon. Ces actions sont d'autant plus efficaces qu'il s'agit d'une feuille jeune ou mature (peuplier, *Lythrum*), d'une feuille grande (*Acalypha*), d'un bourgeon en croissance (vigne). Dans certaines situations, il apparaît que ce dernier peut jouer en même temps un rôle inhibiteur sur l'enracinement, particulièrement dans la zone de la tige très proche de lui, de sorte que la résultante des deux actions contradictoires, activatrice et inhibitrice du bourgeon, va dépendre de sa position par rapport à la base de la bouture. Elle dépend d'ailleurs également de sa position par rapport au sommet de la bouture uninodale, sans que l'on puisse expliquer pourquoi.

La transmission de ces messages organogènes est mal connue : par le phloème (Julliard B., 1963) ? Dans les tissus de cellule à cellule ? Leur

réception finale est faite par les tissus secondaires libéro-ligneux, à condition qu'ils aient atteint un certain état de « compétence » (vigne *in vitro*). Un dispositif régulateur limite le nombre de racines émises, grâce à une rétro-inhibition des méristèmes radicaux néoformés sur les tissus qui leur ont donné naissance. Plus tard une deuxième limitation se fait au travers du milieu de culture. L'enracinement (vigne *in vitro*) apparaît donc comme la résultante d'une « suite d'étapes mettant en jeu, chacune, des systèmes de corrélation complexes, nécessitant la réalisation d'équilibres précis entre divers effecteurs et récepteurs et en même temps leur modification progressive pour conduire à l'étape suivante » (Favre J. M., 1973).

Dans le cas particulier du cacaoyer, ce travail a pu préciser certains aspects de la rhizogenèse des boutures de cette plante, en rapport avec la feuille et la portion caulinaire destinée à s'enraciner, ainsi que les liaisons possibles qui existent entre ces deux organes. Bien des choses restent à faire sur le cacaoyer pour préciser davantage ces phénomènes en ce qui concerne le parcours réel des messages morphogènes, leur nature et les rôles véritables de la feuille et du bourgeon, en fonction de leurs âges et de leurs distances au sommet et à la base de la bouture.

CONCLUSION

L'expérience réalisée sur *Theobroma cacao* L., clone SNK 37, précise certains aspects de la rhizogenèse des boutures de cacaoyer et met en lumière la justesse du choix des spécialistes du bouturage de cette plante, à savoir des portions feuillées semi-aotûtées. Elle demanderait à être reprise avec des effectifs supérieurs et en notant la position des racines. Mais d'ores et déjà, elle montre une partie des phénomènes en cause. L'enracinement est le fruit de corrélations internes morphogènes (Nozeran R., Bancelhon L., Neville P.,

1971) entre un site émetteur et un site récepteur. Le premier est la feuille, associée peut-être à son bourgeon. Le second : la partie caulinaire la plus basale et la plus aotûtée de la bouture. Le ou les message(s) circule(nt) dans la tige de façon longitudinale ou très légèrement oblique, suivant une polarité assez stricte, dont on ne peut pas dire avec certitude si elle est le fait d'arrangements cellulaires longitudinaux dans les tissus transporteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ARCHIBALD (J. F.), MC KELVIE (A. D.), 1955. — The propagation of cacao by cuttings. W. A. C. R. I. Tech. Bull. 3, W. A. C. R. I., Tafo (Ghana).
- BOEHM (J.), 1867. — Physiologische Bedingungen der Bildung von Nebenwurzeln bei Stecklingen der Bruchweide. In VERLEYEN (E. J. B.), 1948, thèse Univ. Louvain, 198 p. Anvers.
- BOUILLENNE (R.), WENT (F. W.), 1933. — Recherches expérimentales sur la néoformation des racines dans les plantules et les boutures des plantes supérieures. *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 43, 25-202.
- BRAUDEAU (J.), 1960. — 8^e conférence interaméricaine du cacao, Trinidad, 15-25 juin 1960. *Café Cacao Thé* (Paris), 4, 3, 115-132.
- BRAUDEAU (J.), 1969. — Le Cacaoyer. Techniques agricoles et productions tropicales (Paris), XVII, 133-150.
- CHARRIER (A.), 1969. — Contribution à l'étude de la morphogenèse et de la multiplication végétative du cacaoyer (*Theobroma cacao*). *Café Cacao Thé* (Paris), 13, 2, 103-105.

- COURAUD (A.), 1960. — La multiplication végétative du cacaoyer. Rapport de mission effectuée au Cameroun, juin 1960. Ambanja, I. R. A. M., 29 p.
- DESBIEZ (M. O.), 1975. — Base expérimentale d'une interprétation nouvelle des corrélations entre le cotylédon et son bourgeon axillaire. Thèse d'Etat, Clermont-Ferrand, France.
- DEUSS (J.), 1962. — Rapport de mission d'information sur la culture du cacaoyer au Cameroun, 24 avril-7 mai 1962. I. F. C. C., Boukoko (R. C. A.), 15 p.
- DOSTAL (R.), 1926. — *Acta Soc. Sci. Nat. Morav.* (Brno), 3, 83.
- DYANAT-NEJAD (H.), 1970. — Contrôle de la plagiotropie des racines latérales chez *Theobroma cacao* L. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, Mém. 117, 183-192.
- EVANS (H.), 1953. — Recent investigations on the propagation of cacao. Report on cacao research, 1945-1951, Trinidad.
- FAVRE (J. M.), 1973. — Effets corrélatifs de facteurs internes et externes sur la rhizogenèse d'un clone de vigne (*Vitis riparia* × *Vitis rupestris*) cultivé *in vitro*. 4^e partie. *Rev. Gén. Bot.*, 80, 338-361.
- GRIMALDI (J.), DIVARET (F.), 1960. — Contribution à l'étude du bouturage du cacaoyer. *Café Cacao Thé* (Paris), 4, 1, 3-15.
- GUILLOT (A.), 1967. — Recherches physiologiques sur la rhizogenèse chez la jeune plante étiolée de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). Thèse. Paris.
- HALL (T. H. R.), 1963. — The cutting production and rooting potential of some W. A. C. R. I. cocoa clones. *Trop. agric.*, 40, 3, 223-228.
- HARDY (F.), 1961. — Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 439 p.
- JULLIARD (B.), 1963. — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 257, 3200.
- MC KELVIE (A. D.), 1962. — Vegetative Propagation; in: Agriculture and Land Use in Ghana; J. B. Wills Ed., Oxford University Press publ., 263-266.
- LEROUX (R.), 1965. — Étude de la rhizogenèse de segments d'épicotyles de pois (*Pisum sativum* L.) en fonction de la lumière reçue par les plantules sur lesquelles ils ont été prélevés. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 261, 5609-5611.
- LIBBERT (E.), 1956. — Untersuchungen über die Physiologie der Adventivwurzelbildung. I. — *Flora*, 144, 101-150. II. — *Planta*, 48, 157-189. III. — *Zeitschrift für Botanik*, 45, 57-76.
- NEVILLE (P.), 1968. — *Ann. Sci. Natur. Bot.*, Paris, 12^e série, 9, 433.
- NOZERAN (R.), 1968. — Intérêt de la connaissance de la morphogenèse des plantes supérieures pour la conduite de leur multiplication végétative. Résumé de la conférence donnée à l'École d'Horticulture de Châtelaine lors des cours de perfectionnement des 25 et 26 janvier 1968. *Revue Horticole Suisse*, 41, 10, 247-258.
- NOZERAN (R.), BANCILHON (L.), NEVILLE (P.), 1971. — Intervention of internal correlations in the morphogenesis of higher plants. *Advances in morphogenesis* (New York, Londres) 9; 2-3, 32-34, 42-43, 60-62.
- ROUSSEL (M.), COURAUD (A.), 1968. — Notes sur le bouturage du cacaoyer à la station d'Ambanja (République Malagasy). *Café Cacao Thé* (Paris), 12, 3, 215-222.
- RUGE (U.), 1957. — Zur Wirkstoffanalyse des Rhizokalin-komplexes. *Zeitschrift für Botanik*, 45, 273-296.
- SEQUIER (J.), 1966-1969. — Travaux non publiés. Rapports annuels d'activité déposés à l'O. R. S. T. O. M. et à l'I. F. C. C. à Paris.
- URQUHART (D. H.), 1961. — Cocoa, 293 p., Longmans, Londres.
- VAN DER LEK (H. A.), 1925. — *Meded. Rijksfac. Landbouwwetensch.*, Gent, 28 (2), 204.
- VAN DER LEK (H. A.), 1931. — In: CHAMPAGNAT (P.) 1961. *Handb. Pflanzenphysiol.*, 14, 839.
- VAN HIMME (M.), 1960. — Le bouturage du cacaoyer, technique d'avenir. *Bull. inf. I. N. E. A. C.*, 9, 5, 273-296.
- VOGEL (M.), 1966. — Étude des effets du bouturage sur le comportement de rameaux plagiotropes de *Phyllanthus amarus*. D. E. A. botanique approfondie. Université Paris XI, Centre d'Orsay (non publié).
- VOGEL (M.), 1967-1974. — Travaux non publiés. Rapports annuels d'activité déposés à l'O. R. S. T. O. M. et à l'I. F. C. C. à Paris.
- VOGEL (M.), 1975. — Observation et recherche du déterminisme du rythme de croissance des parties aériennes et souterraines du cacaoyer (*Theobroma cacao* L., Sterculiacées). Rôle des jeunes feuilles. C. R. 99^e Congrès Nat. Soc. Sav. (Besançon, 1974). Bibliothèque Nationale (Paris), II, 35-46.
- VOGEL (M.), 1975. — Croissance rythmique du cacaoyer. Thèse 3^e cycle (24.04.75), Université Paris-sud, Centre d'Orsay.
- VOGEL (M.), 1975. — Recherche du déterminisme du rythme de croissance du cacaoyer. *Café Cacao Thé* (Paris), 19, 4, 265-290.
- WENT (F. W.), 1929. — *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, 32, 35.

VOGEL (M.). — Influence de la feuille et de l'aoutement de la tige sur l'enracinement des boutures de cacaoyer (*Theobroma cacao* L., Sterculiacées). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXI, n° 2, avr.-juin 1977, p. 91-98, fig., tabl., réf.

Cette expérience, qui a pour but l'étude de l'influence de la feuille et de l'aoutement de la tige sur l'enracinement des boutures de cacaoyer, a été réalisée sur le clone Amelonado SNK 37. Quatre-vingt-dix boutures plagiotropes semi-aoutées à un seul nœud ont été fendues longitudinalement à leur base de manière à séparer les deux types de « bois » : vert et aouté. Le limbe de chaque feuille a été réduit au quart de sa longueur.

Le dénombrement des racines et leur position par rapport aux bois aouté et vert montrent que l'enracinement a tendance à s'effectuer d'une part vers le bas de la bouture, d'autre part préférentiellement du côté aouté. L'enracinement est le fruit de corrélations internes morphogènes entre un site émetteur, la feuille (associée peut-être à son bourgeon), et un site récepteur, la partie la plus basale et la plus aoutée de la bouture. Le ou les message(s) circule(ent) dans la tige de façon longitudinale ou très légèrement oblique, suivant une polarité stricte.

VOGEL (M.). — Influence of the leaf and lignification of the stem on the rooting of the cuttings from cocoa trees (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXI, n° 2, avril-juin 1977, p. 91-98, fig., tabl., réf.

This experiment, the object of which was to study the influence of the leaf and lignification of the stem on the rooting of cocoa tree cuttings, was carried out with the clone Amelonado SNK 37. Ninety semi-lignified plagiotropic cuttings with a single node were split longitudinally at their base, so as to separate the two types of « wood » : green and lignified. The limb of each leaf was reduced to a quarter of its length.

An enumeration of the roots and their position with respect to the lignified and green woods showed that rooting tended to take place towards the base of the cutting, and preferentially on the lignified side. Rooting is the result of internal morphogenous correlations between an emitter site, the leaf (associated perhaps with its bud) and a receptor site, the most basal and lignified part of the cutting. The message or messages passes or pass through the stem longitudinally or very slightly obliquely, according to a strict polarity.

VOGEL (M.). — Einfluss des Blattes und der Reife des Stengels auf die Verwurzelung der Kakaobaumsetzlinge (*Theobroma cacao* L., *Sterculiaceae*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXI, n° 2, avril-juin 1977, p. 91-98, fig., tabl., réf.

Dieser Versuch bezweckte den Einfluss des Blattes und der Reife des Stengels auf die Verwurzelung von Kakaobaumsetzlingen zu prüfen und wurde am Klon Amelonado SNK 37 vorgenommen. Neunzig plagiotrope halbreife Setzlinge mit einem einzigen Astknoten wurden an ihrem Fuss der Länge nach gespalten, so dass die beiden Arten « Holz », grün und reif, getrennt werden. Die Blattspreite eines jeden Blattes wurde auf ein Viertel ihrer Länge verringert.

Die Zählung der Wurzeln und ihre Stellung im Vergleich zum grünen und zum reifen Holz zeigen, dass die Verwurzelung dazu neigt, sich einerseits gegen den unteren Teil des Setzlings und andererseits vorzugsweise auf der reifen Seite zu vollziehen. Die Verwurzelung ist das Ergebnis von inneren morphogenen Korrelationen zwischen einer Sendestelle das Blatt (vielleicht im Verein mit seiner Knospe) und einer Empfangsstelle der unterste und reifste Teil des Setzlings. Die Botschaft (en) verbreitet oder verbreiten sich im Stengel der Länge nach oder leicht schrägs gemäss einer genauen Polarität.

VOGEL (M.). — Influencia de la hoja y del agostamiento del tallo sobre el arraigamiento de los esquejes del cacao (*Theobroma cacao* L., *Sterculiaceae*). *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXI, n° 2, avril-juin 1977, p. 91-98, fig., tabl., réf.

Esta experimentación, que tiene por objeto el estudio de la influencia de la hoja y del agostamiento del tallo sobre el arraigamiento de estacas de cacao, ha sido llevada a cabo mediante el clon Amelonado SNK 37. Noventa esquejes plagiotropos semiagostados, de un nudo único, han sido hendidos longitudinalmente en su base, con objeto de separar los dos tipos de « madera » : verde y agostada. El limbo de cada hoja ha sido reducido a la cuarta parte de su longitud.

El recuento de las raíces y su posición en relación con la madera agostada y verde demuestran que el arraigamiento tiene tendencia a efectuarse, por un lado hacia abajo del esqueje y, por otro lado, de forma preferente, por el lado agostado. El arraigamiento es el resultado de correlaciones internas morfológicas entre un sitio emisor, la hoja (combinada posiblemente con su yema) y un sitio receptor, la parte la más basal y la más agostada del esqueje. El o los mensaje(s) circula(n) en el tallo de forma longitudinal o muy ligeramente oblicua, según una polaridad estricta.