BIOLOGIE FLORALE DU *COFFEA DEWEVREI* DE WILD RACE *EXCELSA* A. CHEVALIER

TROISIÈME PARTIE

FLORAISON. POLLINISATION. FÉCONDATION

par

Pierre DUBLIN
Chargé de Recherches ORSTOM, Généticiste
Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko (République Centrafricaine)

INTRODUCTION

Jusqu'en 1956, *le* Coffea excelsa *n'était représenté, en République Centrafricaine, que par quelques milliers d'arbres, âgés de vingt-cinq à trente ans, vestiges d'anciennes plantations détruites par la trachéomycose, et disséminés le long des routes, en bordure des villages, dans la région du M'Bomou en particulier.*

La découverte de types résistant à la trachéomycose a permis d'envisager une reprise de la culture de cette espèce ; et depuis, chaque année, des dizaines de milliers de caféiers excelsa, *sont plantés aussi bien par des Européens que par des Africains. Chez ces derniers, les plantations se présentent, soit sous forme de parcelles isolées de quelques centaines d'arbres, soit sous forme de plantations groupées, du type dit « Paysanat », qui, par leur étendue et leur beauté, présentent, très souvent, l'allure de plantations européennes*

*La destruction des anciennes plantations d'*excelsa, *qui s'étendaient à l'époque sur environ* 15.000 *hectares, au moment même où elles entraient en fructification, est responsable du fait que ce caféier n'ait jamais touché qu'un très petit nombre de consommateurs, et est resté absolument inconnu dans plusieurs domaines.*

*La culture de l'*excelsa *revêt une importance capitale pour la République Centrafricaine ; c'est en effet, à l'heure actuelle, la seule culture « riche », possible dans le nord et l'est de ce pays, d'une façon plus générale dans toutes les zones de savane, dont les conditions climatiques, trop rigoureuses, s'opposent à la culture du* robusta.

*La culture de l'*excelsa *est le seul moyen de relever le niveau de vie de ces populations limitrophes du Soudan, et qui se trouvent en dehors de la zone du cotonnier, du fait de leur éloignement trop important des centres cotonniers.*

En dehors de la description botanique de cette espèce, faite par Aug. Chevalier, *son « inventeur », et de quelques observations isolées faites sur la variabilité des caractères de ce caféier, on ne possédait aucune donnée sur la biologie florale de cette espèce.*

La connaissance de la biologie florale et des limites de variation des principaux caractères d'un végétal étant indispensable, pour l'établissement d'un programme d'amélioration, notre premier soin a été donc de procéder à un inventaire des connaissances déjà acquises sur cette espèce et de compléter par de nouvelles observations les données qui, à notre avis, étaient insuffisantes pour permettre de jeter les bases d'un programme d'amélioration de ce caféier.

Nous avons traité dans deux notes antérieures (L'Agronomie Tropicale, 1957 (*sept.-oct.*) *et* 1958 (*nov.-déc.*) *les problèmes se rapportant à la microsporogénèse et à la mégasporogénèse chez se caféier.*

Dans les pages qui suivent, nous avons consigné les résultats des différentes observations faites sur la floraison, la pollinisation et la fécondation chez ce caféier.

*La fructification, les caractères du fruit et de la graine, feront l'objet de deux autres notes, qui seront publiées ultérieurement. Enfin, le potentiel de productivité chez l'*excelsa, *si controversé jusque-là, constituera également la matière d'une prochaine publication.*

Les données qui suivent n'ont nullement la prétention d'être complètes, elles permettent néanmoins de fixer les limites des exigences que l'on peut demander à cette espèce, et d'orienter son programme d'amélioration.

MORPHOLOGIE FLORALE

INFLORESCENCES

Elles se développent aussi bien sur du bois jeune d'un an, à l'aisselle des feuilles, que sur du bois de plusieurs années, aux emplacements d'anciennes fructifications. Elles se composent de une à cinq cymes, chaque cyme comprenant le plus souvent quatre à cinq fleurs développées. Le nombre total de fleurs par aisselle est variable avec les individus et de ce nombre, dépend, en partie, l'abondance des fruits par glomérule. Chaque cyme comprend une collerette bractéale, portant à son aisselle une ou plusieurs fleurs, et une collerette inférieure, à l'aisselle de laquelle se trouvent deux petites cymes de position opposée. Dans certains cas d'allongement végétatif des axes floraux, les bractées foliaires sont très développées, elles sont alors généralement obovales et peuvent mesurer 3 mm de long et 2 mm de large.

LA FLEUR

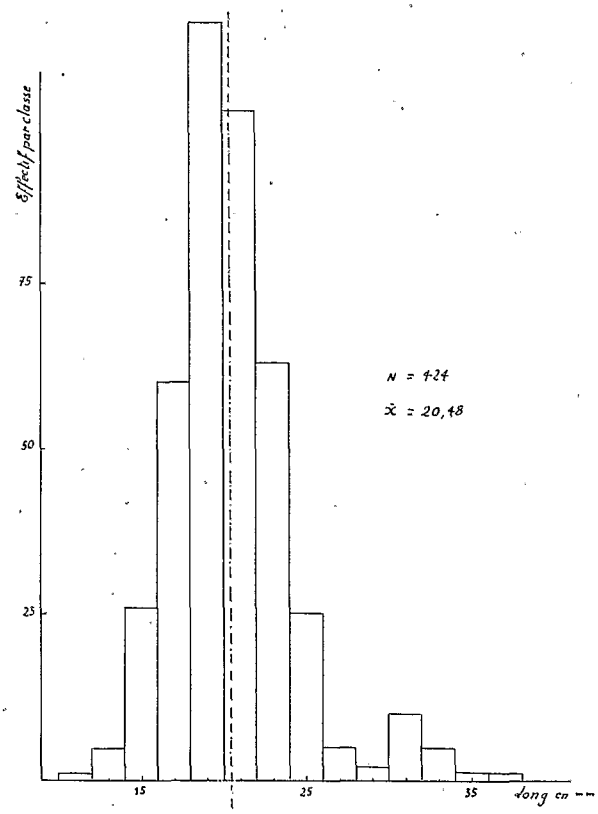

FIG. 1.— Longueur du style chez la fleur de *C. excelsa*

PÉDICELLE FLORAL :

De longueur variable, il mesure en général 2 à 3 mm de longueur.

CALICE :

Il a un limbe libre plus court que le disque, généralement tronqué, parfois ondulé, quelquefois à denticules bien marquées plus ou moins profondes.

DISQUE :

Annulaire, charnu, habituellement lobé, le nombre de lobes, ou de denticules correspondant au nombre floral; le plus souvent proéminent, atteignant 1 mm de hauteur et 2 mm de diamètre. Au centre se trouve l'orifice pour le passage du style et qui mesure 0,3 à 0,5 mm de diamètre.

STYLE :

Cylindrique, de longueur variable avec les origines, il mesure en moyenne 20,5 mm (Fig. 1). Ce style se termine par deux stigmates plus ou moins aplatis, d'abord appliqués l'un contre l'autre, puis étalés et divergents chez la fleur épanouie. Ils atteignent 5-6 mm de longueur en moyenne. A côté des styles à deux branches on en rencontre qui présentent trois branches stigmatiques correspondant en prin-

cipe à des ovaires tricarpellés, mais la proportion de styles trifides est en général faible chez l'*excelsa*. En effet parmi les cent cinquante-cinq origines examinées, nous avons trouvé seulement deux, dont le pourcentage de styles à trois branches était supérieure à 3 %, la moyenne générale a été de 0,56 % de style trifide par origine. (Tableau I).

TABLEAU I

PROPORTION DE STYLES A TROIS BRANCHES STIGMATIQUES CHEZ L'*EXCELSA*

Classes % de styles trifides	Effectif par classe
< 1,0	151
1,0 — 2,0	1
2,0 — 3,0	1
> 3,0	2

N = 155 origines
x = 0,56 %

La face interne des stigmates est tapissée de papilles pluricellulaires. En coupe transversale et suivant le niveau de cette coupe, le style présente des images différentes.

Dans la partie supérieure proche des stigmates, le style se présente comme un tissu creux. Son centre est occupé par un canal, dont les parois sont tapissées de papilles stigmatiques moins longues que celles des stigmates.

Plus bas, ce canal stylaire existe encore, mais, à la place des papilles pariétales, on ne trouve plus que de grosses cellules d'aspect glandulaire à cytoplasme très dense.

Enfin, dans la partie inférieure, tout près de l'ovaire, toute trace de canal a disparu, le style est plein avec au centre un tissu nourricier composé de petites cellules arrondies, isodiamétriques, à cytoplasme dense et à noyau fortement chromatique.

COROLLE :

Elle comprend un tube cylindrique évasé à la gorge, atteignant en moyenne 9,0 mm de longueur. Les pétales sont elliptiques, obovales, ou oblongues, obtues ou arrondies, atteignant en moyenne 15,0 mm de long sur 5,0 mm de large. Elles sont très généralement au nombre de cinq. Néanmoins il n'est pas rare de trouver certaines origines avec une prédominance de fleurs construites sur le type six, sept (Tableau II et III) (Fig. 1-7).

Parmi les neuf mille soixante et onze fleurs recueillies sur cent cinquante-cinq arbres différents, 91,5 % des fleurs étaient construites sur le type cinq et seulement 6,7 % sur le type six.

En considérant, comme appartenant à un type n, toute origine, dont plus de 50 % des fleurs ont n pétales, on trouve que, parmi les cent cinquante-cinq origines examinées, cent cinquante et une soit 96,8 % sont du type cinq ; et quatre soit 2,5 % sont du type six. Parmi les cent cinquante origines construites sur le type cinq, soixante arbres avaient 100 % de leurs fleurs constuites sur le type cinq (Tableau III).

TABLEAU II

	Nombre de pétales					
	4	5	6	7	8	Total
Nombre de fleurs.....	129	8.303	611	25	3	9.071
Pourcentage	1,44	91,53	6,75	0,27	0,03	100

ANTHÈRES :

Etroitement linéaires, lancéolées, elles atteignent environ 10 à 15 mm de longueur, habituellement contortées après déhiscence. Le filet inséré sur le tiers inférieur de l'anthère mesure 2,5 mm à 10 mm de long.

TABLEAU III

NOMBRE DE PÉTALES CHEZ LA FLEUR DE L'*EXCELSA*

Origines \ Nombre de pétales	4	5	6	7	Origines \ Nombre de pétales	4	5	6	7
	%	%	%	%		%	%	%	%
M — 04-05									
— 137	14,0	61,4	24,6	—	— 122	—	96,8	3,2	—
— 183	—	21,4	41,7	36,9	— 240	5,0	80,0	15,0	—
— 222	—	69,6	28,6	1,8	— 12	4,4	95,6	—	—
— 193	—	95,6	4,4	—	— 209	1,7	98,3	—	—
— 120	3,1	90,6	6,3	—	— 248	10,9	87,6	3,5	—
— 15	5,1	92,3	2,6	—	— 79	—	71,0	29,0	—
— 103	3,3	91,8	4,9	—	— 157	—	96,7	3,3	—
— 284	—	82,8	17,2	—	— 16	5,3	66,7	26,7	1,3
— 297	—	1,9	*98,1*	—	— 20	2,3	79,5	18,2	—
— 310	—	86,8	13,2	—	— 123	1,8	89,3	8,9	—
— 286	—	87,3	12,7	—	— 68	—	60,0	40,0	—
— 305	—	94,6	5,4	—	— 57	1,3	98,7	—	—
— 307	—	97,7	2,3	—	— 132	—	92,3	7,7	—
— 283	—	82,3	17,7	—	— 269	—	74,3	25,7	—
— 275	1,8	98,2	—	—	— 217	1,8	64,9	33,3	—
— 290	2,6	97,4	—	—	— 59	—	62,5	37,5	—
— 30	—	96,1	3,9	—	— 78	—	97,6	2,4	—
— 251	3,5	87,7	8,8	—	— 116	—	94,9	5,1	—
— 188	—	96,7	3,3	—	— 235	—	97,8	2,2	—
— 93	—	68,8	23,9	7,3	— 225	—	82,9	7,1	—
— 106	—	92,2	7,8	—	— 152	—	91,8	8,2	—
— 269	1,4	95,9	2,7	—	— 140	4,3	89,1	6,6	—
— 203	—	98,3	1,7	—	— 150	13,6	86,4	—	—
— 202	2,8	84,5	12,7	—	— 158	—	96,0	4,0	—
— 66	—	61,3	38,7	—	— 167	33,3	66,7	—	—
— 48	6,1	72,7	21,2	—	— 12	2,8	97,2	—	—
— 87	1,4	84,2	14,4	—	— 80	—	67,7	31,5	0,8
— 37	6,9	93,1	—	—	— 113	—	37,7	*59,5*	1,7
— 108	4,6	89,7	5,7	—	— 107	—	98,1	1,9	—
— 9	10,0	90,0	—	—	— 43	—	90,1	9,9	—
— 67	5,4	89,3	5,3	—	— 6	2,0	98,0	—	—
— 101	5,7	94,3	—	—	— 28	3,8	19,2	*53,8*	23,2
— 91	—	87,5	12,5	—	— 120	20,0	80,0	—	—
— 124	—	73,3	22,7	—	— 51	—	89,6	10,4	—
— 38	4,5	95,5	—	—	— 117	2,0	96,0	2,0	—
— 41	—	92,3	7,7	—	— 97	1,9	98,1	—	—
— 233	3,3	96,7	—	—	— 169	—	81,7	18,3	—
— 212	—	98,1	1,9	—	— 173	6,6	86,7	6,7	—
— 211	5,5	94,5	—	—	— 238	—	76,5	24,5	—
— 204	—	96,6	3,4	—	— 236	—	91,6	8,4	—
— 131	2,9	99,1	—	—	— 229	1,0	99,0	—	—
— 239	—	76,2	23,8	—	— 164	7,4	92,6	—	—
— 179	6,9	14,0	*65,1*	14,0	— 226	2,1	81,6	16,3	—
— 253	5,4	94,6	—	—	— 81	1,3	93,1	7,6	—
— 119	4,8	95,2	—	—	— 146	5,1	94,9	—	—
— 146	5,1	94,9	—	—	— 249	—	88,2	11,8	—
— 213	—	98,9	1,1	—	— 172	5,7	83,1	11,2	—
Soixante orig. diff.	—	100	—	—	— 214	1,9	98,1	—	—

Les pourcentages ont été calculés à partir d'échantillons, qui groupaient chacun une centaine de fleurs prélevées au hasard sur la plante.

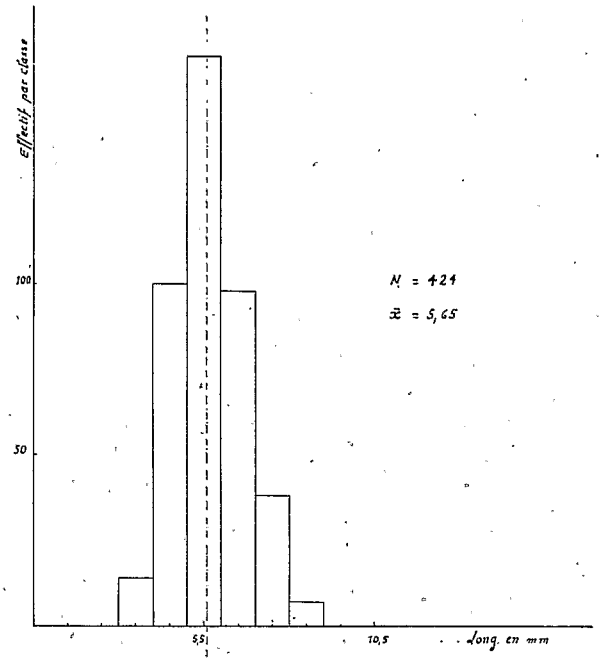

FIG. 2. — Longueur des stigmates. chez la fleur de l'*excelsa*.

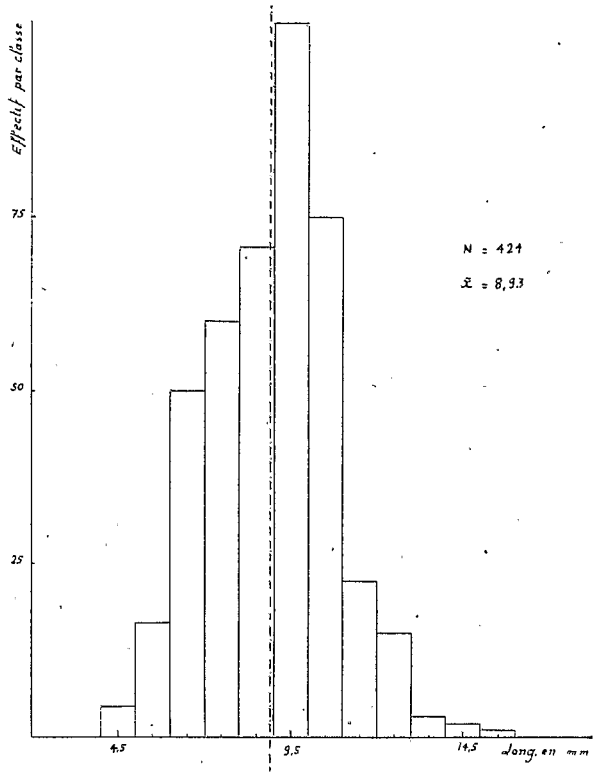

FIG. 3. — Longueur du tube corollin chez la fleur de l'*excelsa*.

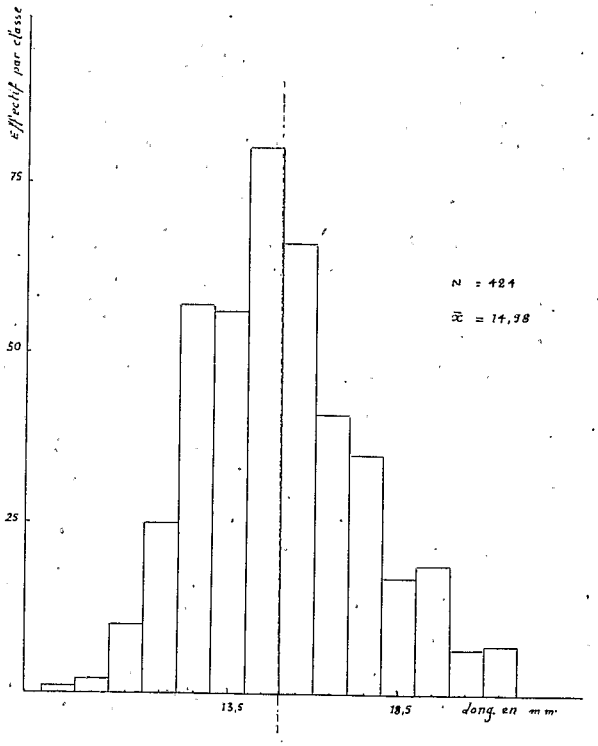

FIG. 4. — Longueur des pétales chez la fleur de l'*excelsa*.

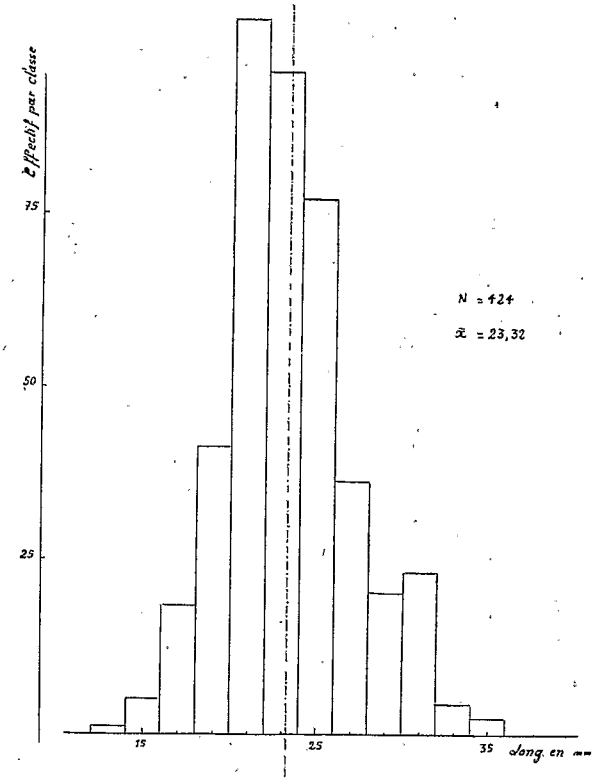

FIG. 5. — Longueur totale de la fleur de l'*excelsa*.

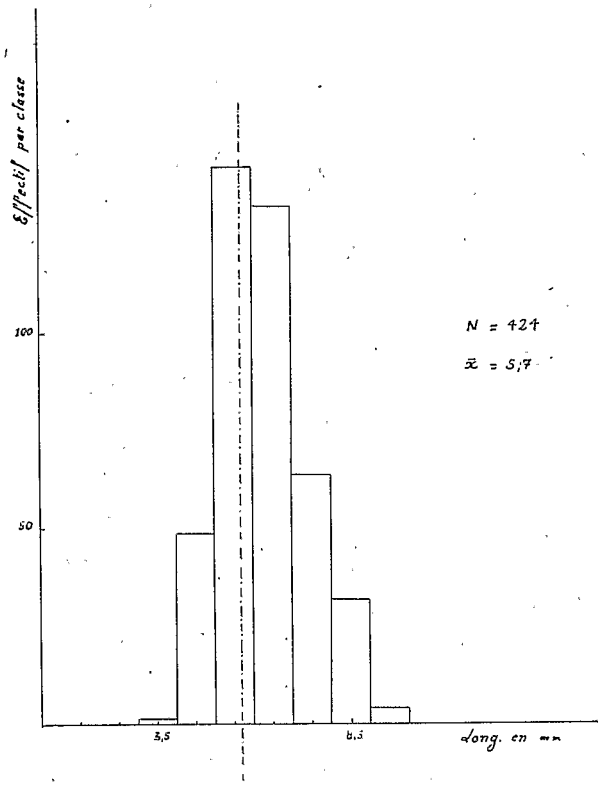

FIG. 6. — Largeur des pétales chez la fleur de l'*excelsa*.

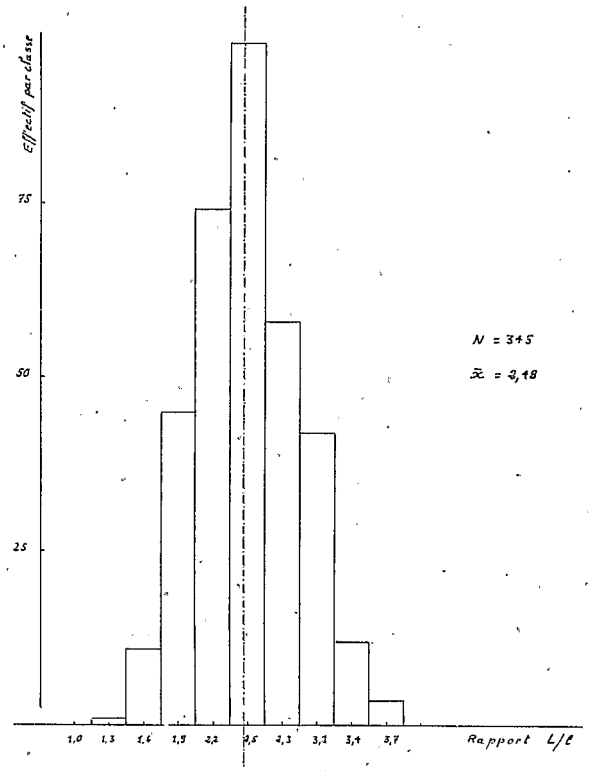

FIG. 7. — Courbe de fréquence du rapport longueur/largeur des pétales chez la fleur de l'*excelsa*.

ANOMALIES : VIRESCENCE, STÉRILITÉ MALE, STÉRILITÉ FEMELLE

La description, qui précède, concerne les fleurs, qui ont eu un développement normal, n'ayant jamais été entravé par des facteurs internes ou externes. Mais à côté de celles-ci, on trouve de nombreux cas de fleurs anormales qui sont, soit la manifestation d'un patrimoine héréditaire donné, soit le résultat d'actions externes. Les plus fréquentes de ces anomalies sont des fleurs atrophiées, atrophies qui atteignent des degrés très différents. Les cas d'atrophie florale ont été signalés depuis fort longtemps par de nombreux auteurs chez toutes les espèces cultivées du genre *Coffea*.

D'après R. PORTÈRES, qui fit un travail très complet sur ces anomalies chez différentes espèces de caféiers :

« L'atrophie des fleurs de caféiers est caractérisée par une diminution des dimensions relatives des organes sexuels et de tout l'ensemble floral avec tendance vers la disparition ou généralement avec une perte complète de la fertilité ».

Il a décrit, les différentes formes d'atrophie florale que l'on rencontre le plus souvent chez l'*excelsa*. Nous en faisons un bref rappel.

a) Au premier degré, on distingue les « fleurs minutes », qui sont caractérisées par une réduction de un quart à un cinquième sauf, pour les anthères qui, dimensionnellement, sont réduites de moitié.

« Ces fleurs, dit l'auteur, sont généralement fertiles par le gynécée et les anthères émettent un pollen qui semble actif. »

Les atrophies de ce type, que nous avons observées à la station ; étaient moins poussées au point de vue réduction dimensionnelle. Par contre, elles étaient stériles par le gynécée, dont les branches stigmatiques présentaient une coloration verdâtre, et dont les faces internes étaient dépourvues de papilles.

C'est à cette catégorie qu'il faut rattacher les « boutons roses », très caractéristiques et très connus des planteurs de l'est. Ces boutons roses, ne s'épanouissent jamais et, à la dissection, ils montrent

un style verdâtre non développé, tandis que les anthères laissent échapper un pollen d'apparence normale.

b) Au deuxième degré, ce sont les fleurs « en tonnelet », chez lesquelles la réduction des pièces florales est beaucoup plus accentuée ; les pétales deviennent charnues, restent jaune verdâtre, s'entrouvent peu ou jamais. Il n'y a aucune déhiscence de l'anthère.

c) Au troisième degré, la fleur est minuscule, à lobes jaunes, triangulaires, allongés et aigus. Les anthères sont très brèves non déhiscents, le style exerst. L'aspect d'ensemble de la fleur est étoilée, d'où les termes de fleurs étoilées, de fleurs en étoiles (sterretjes des Néerlandais) (Fig. 8).

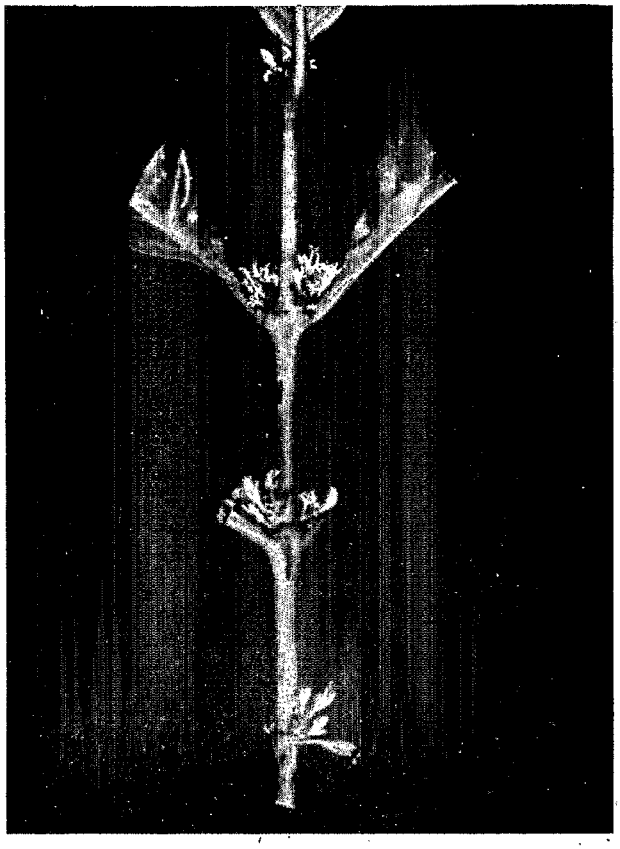

Fig. 8. — Anomalies florales. Fleurs étoilées chez l'*excelsa*

En dehors des cas examinés par Portères et que nous avons retrouvés également sur l'*excelsa*, nous avons rencontré deux autres anomalies :

un cas de stérilité mâle.
un cas de stérilité femelle.

Chez les fleurs mâles stériles, les étamines étaient réduites à l'état de staminodes, tandis que le style était tout à fait normal. Ces fleurs mâles stériles étaient de dimensions plus réduites que les fleurs normales, hermaphrodites, de la même plante, mais leur taille était tout à fait comparable à celle des fleurs de certains autres arbres.

Chez un autre arbre, parmi les autres fleurs normales, nous avons trouvé une grosse proportion de fleurs qui, à l'examen, montraient un style très réduit inclus dans le tube corollin, verdâtre à branches stigmatiques accolées, tandis que les étamines étaient bien constituées avec des anthères qui laissaient échapper un pollen normal. Les dimensions de ces fleurs femelles stériles étaient comparables à celles des autres fleurs normales de la plante.

Causes de l'atrophie florale :

Selon Burck (1897), une récolte antérieure très forte peut être responsable d'une augmentation du taux d'atrophie florale pendant l'année suivante.

Touchay en 1900 a signalé que les cas de virescence étaient, au Tonkin, plus élevés sur les arbres âgés que sur les jeunes arbres.

Zimmermann A. (1904) a observé qu'un arrosage artificiel de l'*arabica*, en période de mousson sèche, augmentait également le taux de l'étoilement des fleurs.

Selon Du Pasquier, la « virescence » se produit surtout à la fin de la période de floraison. Une sécheresse prolongée, une attaque d'*Hemileia* ou tout autre arrêt de végétation peuvent provoquer de tels phénomènes au moment des floraisons principales.

Le taux de virescence permet de se rendre compte du degré de résistance des races aux conditions écologiques défavorables.

Portères (1934) incrimine, hypothétiquement, une mauvaise adaptation locale au climat ou au sol. Ce même auteur, à la suite d'arrosages artificiels faits sur *arabica*, a constaté une rapide décroissance du nombre de fleurs atrophiées avec l'augmentation de la hauteur d'eau.

A notre avis, l'atrophie florale est due à des causes multiples, d'origine externe et interne. Une

mauvaise adaptation, des conditions écologiques défavorables, une saison sèche trop poussée, peuvent être responsables de l'apparition de fleurs étoilées.

Néanmoins, il est manifeste que certains génotypes ont une réelle tendance à former des fleurs étoilées, indépendamment des conditions climatiques. En effet le taux de virescence, chez les arbres prédisposés à former des fleurs de ce type, reste sensiblement constant quelle que soit l'année climatique.

Nous avons, par ailleurs, trouvé dans une plantation (S A F A) un jeune *excelsa*, dont toutes les fleurs étaient étoilées sans exception. Cet étoilement atteignait les boutons à peine dégagés de cette gangue résineuse qui les entoure, quand ils sont encore très jeunes. Des boutures ont été prélevées sur cet arbre et mises à Boukoko pour observer si ce caractère se maintenait en dépit des conditions climatiques, nettement plus clémentes de la Station.

Deux cas identiques ont été trouvés sur *robusta* à la station. Chez ces deux arbres, les fleurs sont étoilées dès les tous premiers stades de développement du bouton floral. Ces deux arbres sont donc totalement stériles depuis plusieurs années.

FLORAISON

L'époque exacte de la différenciation des méristèmes végétatifs en primordia floraux n'a pas été déterminée. Elle se situe, pour les conditions écologiques de Boukoko, autour de juillet-août, et, dès septembre, il apparaît, à l'aisselle des feuilles, des amas de jeunes boutons floraux, emprisonnés encore dans leur gangue de résine (Fig. 9).

FIG. 9. — Très jeunes boutons floraux d'*excelsa*

L'étude cytologique des anthères de ces jeunes boutons montre que les cellules-mères primordiales des grains de pollen sont déjà différenciées.

Par la suite, le bouton poursuit sa croissance très régulièrement. Extérieurement, cette croissance se traduit par une émergence progressive des boutons de leur gangue, un accroissement des dimensions du bouton floral. A l'intérieur, l'activité cellulaire se poursuit et les cellules-mères primordiales des microspores, après plusieurs divisions successives, donnent naissance aux cellules-mères définitives, qui sont disposées en coupe longitudinale suivant deux ou trois rangs superposés.

Quant à l'ovaire, il présente, à ce stade, dans chacun de ses deux ovules, une cellule-mère primordiale de macrospores, entourée d'un nucelle visible qui est constitué par une dizaine de cellules allongées. Ce stade, cellule-mère primordiale de macrospores, est atteint au moment où, dans les anthères, les cellules-mères définitives sont déjà différenciées.

Arrivés à ce stade, les boutons floraux entrent dans une période de croissance très lente, augmentant faiblement leurs dimensions externes. Quant aux cellules-mères des microspores et mascrospores, elles arrêtent leur croissance et ne changent guère.

C'est cette période de repos, que l'on peut noter dès début novembre, qui a été qualifiée par PORTERES de **« pause florale »**.

Le schéma de développement précédant semble, dans ses grandes lignes, généralisable aux principales espèces du genre.

Les différences spécifiques et variétales ne se manifestent que par un déroulement plus ou moins rapide, fonction des conditions climatiques locales.

C'est ainsi que chez les *excelsa* des régions de l'est oubanguien, où le climat est plus sec,

(Djemah, Obo) l'apparition des boutons floraux ne se fait qu'aux environs de décembre-janvier. La différenciation de primordia ayant lieu, dans ces régions, seulement vers octobre.

L'observation détaillée d'un amas de boutons floraux, situés soit à l'aisselle des feuilles sur du bois de l'année, soit sur du bois de plusieurs années, aux anciens emplacements de glomérule, montre que cet amas peut se décomposer dans une juxtaposition de séries de cymes, dont chacune comprend deux à cinq boutons. Les cymes supérieures sont toujours les plus développées et, dans une même cyme, le bouton supérieur central est également plus développé que les autres.

Selon PORTERES, les cymes les plus développées, les supérieures, entravent le développement des autres. Il y existe, dit l'auteur, tout un équilibre mouvant d'actions diverses, se hiérarchisant pour effectuer les croissances. Ainsi s'expliquent les séries successives d'émissions de boutons floraux pour un même glomérule.

Les boutons floraux parvenus au stade pause florale peuvent rester dans cette période de latence pendant un temps variable : quelques jours à plusieurs semaines.

Si on provoque brutalement une importante variation de l'humidité du sol (arrosage, pluie...) les boutons, en pause florale, reprennent vie, augmentent très rapidement leurs dimensions, changent de teinte, et s'épanouissent dans les cinq-six jours qui suivent cet apport d'eau.

Dans les pages qui suivent, le terme « floraison » sera souvent usité ; il doit être pris dans le sens de développement et épanouissement, consécutifs à une pluie, de boutons floraux restés jusque-là en pause florale.

Nous entendrons toujours par « anthèse » la déhiscence des anthères et non, comme certains auteurs, une formule pour qualifier les émissions de séries successives de boutons floraux à l'aisselle des feuilles chez le caféier.

Le développement saccadé du bouton floral chez le caféier a, de tout temps, retenu l'attention de tous ceux qui ont travaillé sur ce matériel végétal. On a alors cherché toutes les relations qui existaient entre la pluie (eau) et la floraison. Parmi les principaux auteurs qui firent des observations dans ce domaine il faut citer : PORTERES (Côte d'Ivoire), HACQUART (Congo Belge).

Induction florale et pause florale :

La potentialité reproductrice du caféier est, en grande partie, fonction de la relation qui existe dans sa nutrition entre le taux de matières hydrocarbonées et celui des matières azotées (rapport C/N). Toute augmentation de ce rapport agit en faveur du développement de la potentialité reproductrice, tandis que toute diminution marquerait la prédominance de la potentialité végétative. Dans le cas du caféier, une assimilation carbonée en saison sèche, combinée avec une restriction hydrique et en aliments minéraux, se traduit par une augmentation des émissions florales.

PORTERES estime que l'importance de l'induction florale n'est pas seulement sous la dépendance d'une valeur élevée de C/N mais qu'elle exige, en outre, qu'il se produise un accroissement brusque de ce rapport.

Tout ceci n'exclut pas pour autant l'intervention d'hormones stimulatrices de l'induction florale, elles-mêmes dépendant d'un métabolisme général.

La tendance actuelle n'est-elle pas d'imputer la différenciation des bourgeons floraux à une hormone (anthocaline de CHOUARD), étroitement dépendante elle-même des photopériodes, qui arbitrent aussi les rapports entre l'élaboration et la migration des glucides.

La pause florale correspond à une période de latence du bouton floral et se traduit extérieurement, par un arrêt ou presque de la croissance du bouton floral et, intérieurement, par un arrêt du développement des cellules-mères des microspores et macrospores. Elle correspond à un stade de maturation physiologique.

La durée de cette pause florale est extrêmement variable, elle peut être de quelques jours à quelques semaines. Dans d'autres cas elle est inexistante, c'est le cas pour les boutons floraux qui, ayant accompli la première phase de développement et étant parvenus au stade de maturité physiologique, qui correspond à l'entrée en pause, reçoivent aussitôt une pluie suffisante. Ils poursuivent alors leur développement sans arrêt visible ; sur la courbe de croissance, ceci se traduit par un simple changement de pente, mais sans palier.

C'est, compte tenu de ce fait, que PORTERES a pu dire, à juste titre, que la pause florale n'est nullement un impératif physiologique.

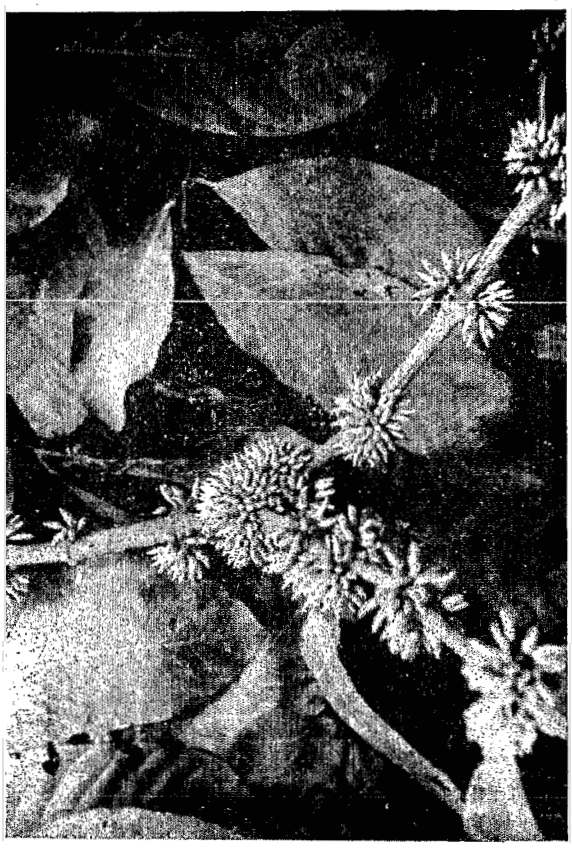

FIG. 10. — *Coffea excelsa.* Boutons floraux au stade « pause florale ».

Relation : Pluie. Floraison :

Les boutons floraux qui, en pause florale (disons : ayant atteint la maturité physiologique pour poursuivre leur développement sous l'action d'une pluie), reçoivent une quantité d'eau suffisante, reprennent leur activité et poursuivent leur développement jusqu'à l'épanouissement (Fig. 10-14).

Extérieurement, cette reprise d'activité se traduit par une élongation du bouton floral, un changement de teinte. Le bouton, préalablement vert, devient de plus en plus blanchâtre jusqu'à acquérir une teinte blanche franche la veille de l'épanouissement.

Intérieurement, les cellules-mères définitives, qui existaient la veille de la pluie, reprennent leur activité et, dans les quarante-huit heures qui suivent cette action stimulatrice de l'eau, la méiose est complètement terminée et les stades : séparation de tétrade et formation de microspores sont atteints.

Quant à la cellule-mère primordiale des macrospores, elle subit également une méiose, qui donne lieu à la formation de macrospores généralement disposées en tétrades linéaires.

PORTERES a cherché quelle devait être la quantité minima d'eau, qui était nécessaire pour déclencher une reprise d'activité des boutons floraux en pause ; il a également cherché quel était l'intervalle de temps, qui s'écoulait entre la pluie (dite déclencheuse) et la floraison, de même, quelles étaient les relations existant entre l'importance de la pluie et celle de la floraison.

FIG. 11. — *Coffea excelsa.* Boutons floraux activés, quarante-huit heures après l'action d'une pluie.

C'est ainsi qu'il a défini, ce qu'il a appelé le « seuil pluvio-floral », comme étant l'épaisseur de la lame d'eau reçue par le sol, susceptible d'élever et de maintenir l'état turgescent nécessaire et suffisant pour déclencher la floraison.

La valeur de ce seuil a été de 3,3 mm dans les expériences faites en Côte d'Ivoire, par l'auteur.

Il a constaté que le temps requis, pour le développement des boutons floraux jusqu'au stade de l'anthèse, était constant quel que soit l'état initial et la quantité d'eau tombée au-dessus du seuil « pluvio-floral », mais que l'abondance de la floraison était en relation directe avec la hauteur jusqu'à 20 mm.

D'autre part l'intervalle de temps, qui s'écoulait entre la pluie et l'épanouissement, était fonction de la somme d'eau reçue.

La pluie apparaît donc comme indispensable à la floraison chez le caféier. Son mode d'action étant surtout physique, elle modifie la turgescence des cellules.

Plus récemment, un spécialiste de l'Organisation des Etats Américains, le Brésilien Paulo de T. Aloui, de l'Institut Interaméricain des Sciences Agricoles, a mis au point au Pérou une méthode de contrôle de la floraison, qui consiste à vaporiser les bourgeons de caféiers avec un liquide contenant des hormones.

La solution s'appelle « Gibberellina », elle est extraite de champignons vénéneux, le *Gibberella Fujikuroi*, dont on en dissout 10 à 20 milligrammes dans un litre d'eau. Environ 2 à 8 g suffisent, d'après l'auteur, pour traiter un are de plantation. Les fleurs s'épanouissent dans les neuf jours qui suivent la vaporisation ; les cerises mûrissent uniformément. (Extrait du *Bulletin du Comptoir de Vente des cafés du Congo*. Léopoldville, 1958 (mars), n° 135, p. 13.

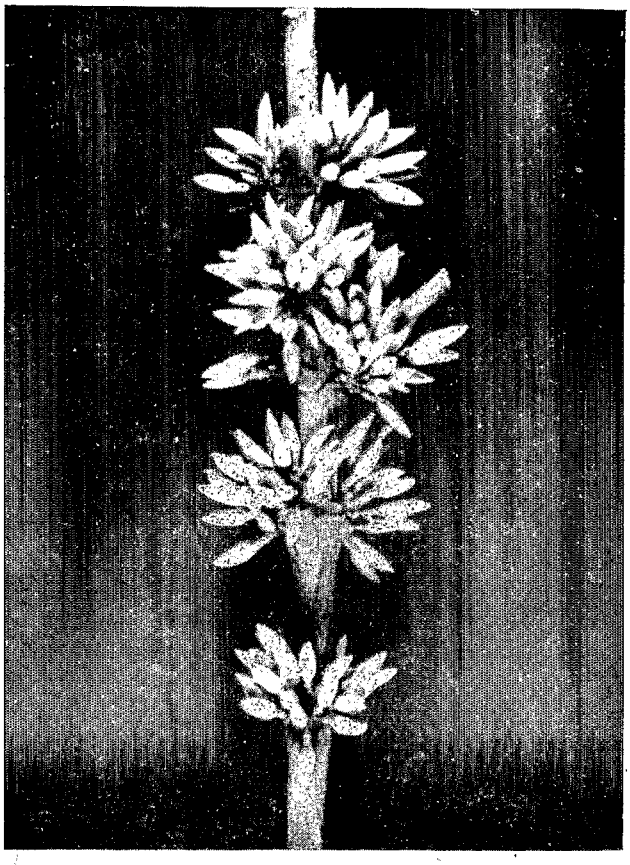

Fig. 12. — *Coffea excelsa*. Boutons floraux activés, trois jours après l'action d'une pluie.

La floraison chez l'*excelsa* :

Les observations ont été faites, pendant deux années consécutives, sur deux populations d'*excelsa* comprenant chacune quelques trois cents caféiers. En outre, au cours des tournées effectuées dans l'est de l'Oubangui, de nombreuses observations ont été faites sur la biologie florale des vieux *excelsa* de ces régions.

Au moins, pour les conditions climatiques de Boukoko, la période de floraison de l'*excelsa* coïncide très exactement avec celle du *canephora*. Cette période se situe entre novembre et mai, les plus fortes explosions florales se produisent entre mars et avril.

La différence fondamentale, qui existe entre l'*excelsa* et le *canephora* au point de vue période de floraison, est que, chez l'*excelsa*, en dehors de l'époque de floraison normale, variant d'une année à l'autre de quelques semaines, il n'y a aucune floraison inter-saison comme cela est fréquent chez le *robusta*.

Ce sont ces floraisons d'inter-saison, qui sont responsables, chez le *robusta*, de la présence constante de fruits de développement très différent et qui maintiennent l'endémisme des scolytes.

Chez l'*excelsa*, en dehors de la période de récolte, on ne trouve jamais de fruits sur les arbres.

Une explosion florale est importante et a une grosse répercussion sur la récolte quand il y a

un grand nombre d'arbres qui fleurissent simultanément, et que la floraison par arbre est également très abondante.

En fait, ces deux données sont corrélatives, c'est-à-dire, que la floraison par arbre est d'autant plus abondante qu'il y a, dans la population étudiée, un plus grand nombre d'arbres qui arrivent à floraison le même jour.

L'examen des tableaux qui suivent montre que les explosions florales les plus importantes ont lieu toujours en fin de saison sèche.

Chez l'*excelsa*, l'époque des explosions florales massives se situe, pour les conditions climatiques de Boukoko, entre mars et avril (Fig. 15-16).

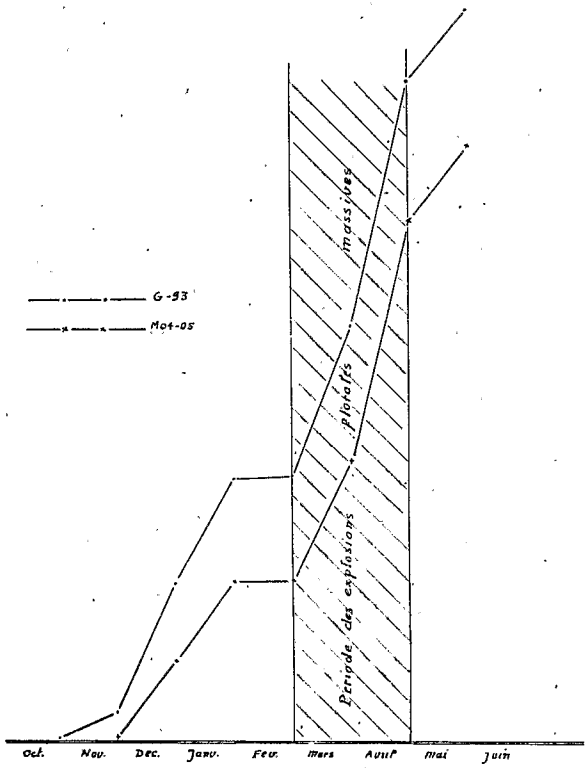

FIG. 15. — *Coffea excelsa*. Courbes des floraisons cumulées. Station de Boukoko. Campagne 1957-1958

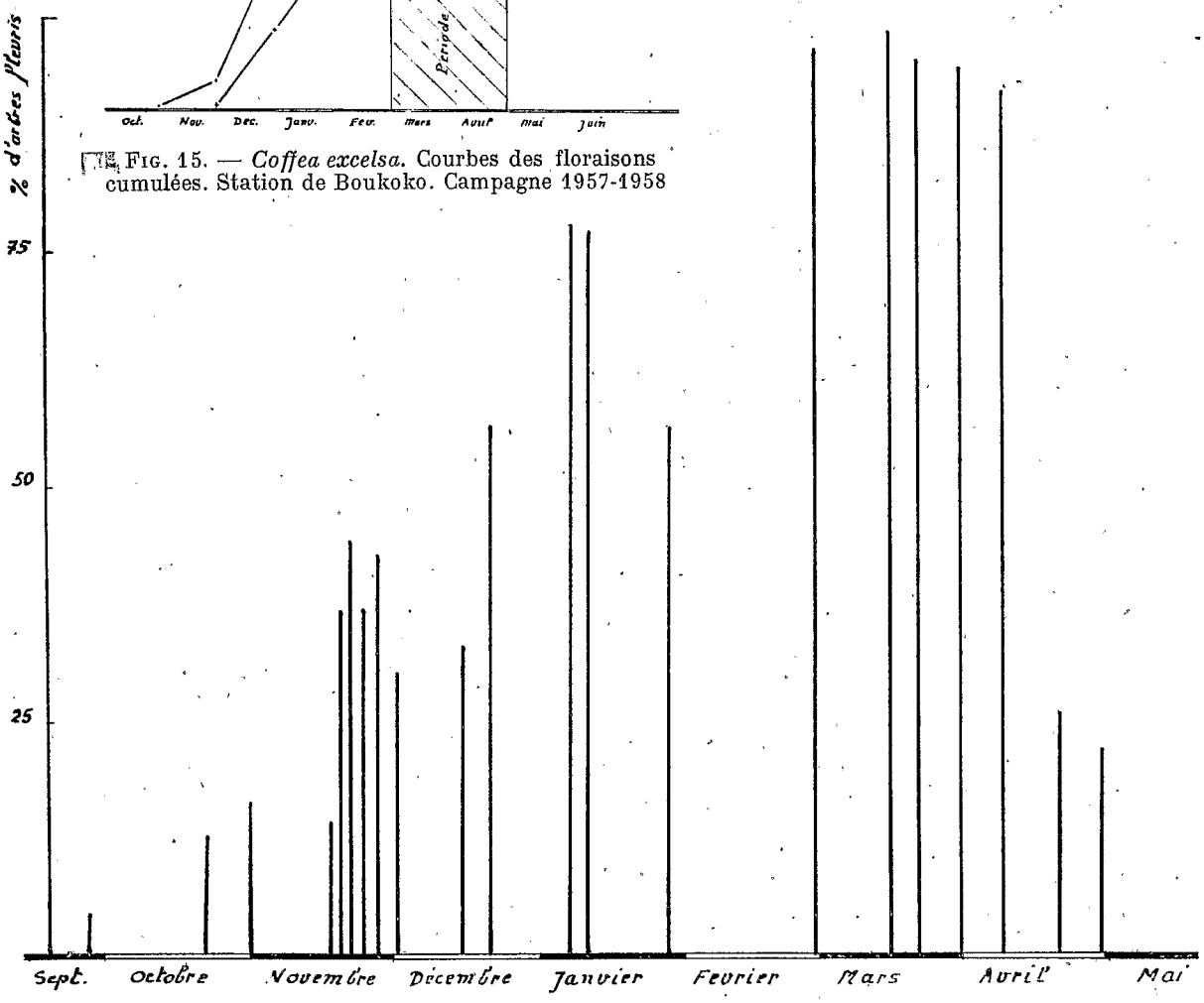

FIG. 16. — *Coffea excelsa*. Dates et importance des explosions florales à la station de Boukoko entre septembre 1958 et mai 1959.

Chez le *canephora*, les explosions florales importantes, tant par le nombre d'arbres fleuris, que par l'importance des fleurs par arbre, ont lieu beaucoup plus tôt et se situent entre décembre et janvier (Fig. 17).

Le décalage que l'on note entre les périodes des explosions florales importantes pour l'*excelsa* et le *canephora*, va de pair avec ce que l'on observe dans la maturation, et les périodes de récolte pour ces deux espèces.

L'*excelsa*, aussi bien en zone forestière (Lobaye-Bangassou), qu'en zone sèche (Bakouma, Obo), ne mûrit ses fruits que vers janvier-février, alors que, à cette date, la récolte des *canephora* touche à sa fin.

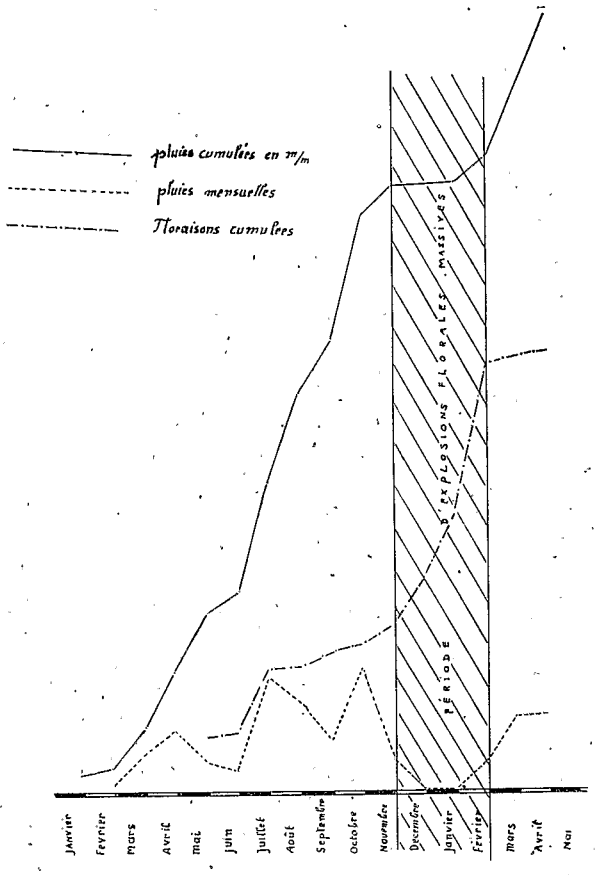

FIG. 17. — Courbes des floraisons cumulées chez le *Coffea canephora* var. de la Nana à la station de Boukoko (Extrait de : recherches sur la floraison et la fructification du ca éier de la Nana par P. DUBLIN : *L'Agronomie Tropicale* : 1957 (mars-avril), n° 2, p. 78.

Rythme des floraisons :

Le rythme des floraisons chez l'*excelsa* est étroitement soumis au régime pluviométrique.

Nous avons calculé, pour les deux populations observées, le nombre de floraison par arbre, pour les années 1957-1958 et 1958-1959.

Nous avons considéré comme fleuri tout arbre ayant au moins une fleur normale épanouie le jour de l'observation.

On constate : que les moyennes de floraison pour les deux populations M. 04-05 et G. 93 sont respectivement : 7,045 et 8,953 et diffèrent significativement. Les deux populations étudiées étaient voisines l'une de l'autre et par conséquent soumises aux mêmes conditions climatiques (Tableau IV, Figures 18-19.

Le rythme de floraison, pour la population d'*excelsa*, varie d'un arbre à l'autre, comme le montre la courbe de distribution.

TABLEAU IV

RYTHME DES EXPLOSIONS FLORALES CHEZ LE *C. EXCELSA* A LA STATION DE BOUKOKO
Observations faites entre septembre 1958 et juin 1959

Caractéristiques	N.	x	σ	C. V	Extrêmes
PARCELLE G-93					
Septembre 1957 ..... Juin 1958	292	8,953	2,717	30,3	2-17
Septembre 1958 ..... Juin 1959	291	9,800	4,118	42,0	1-19
PARCELLE M-04-05					
Septembre 1959 ..... Juin 1958	308	7,046	2,326	33,0	3-16
Septembre 1958 ..... Juin 1959	304	6,49	2,870	44,2	2-18

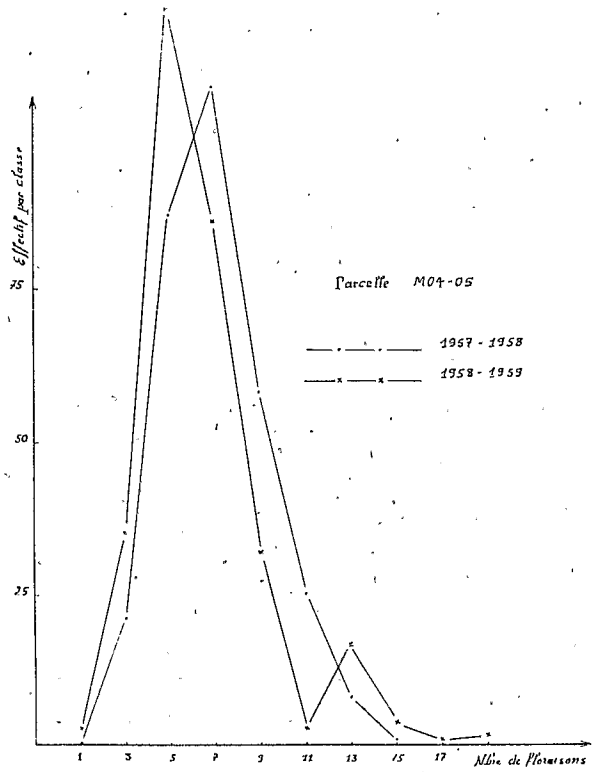

FIG. 18. — *Coffea excelsa.* Courbes de fréquence des floraisons par arbre à la station de Boukoko, parcelle M. 04-05.

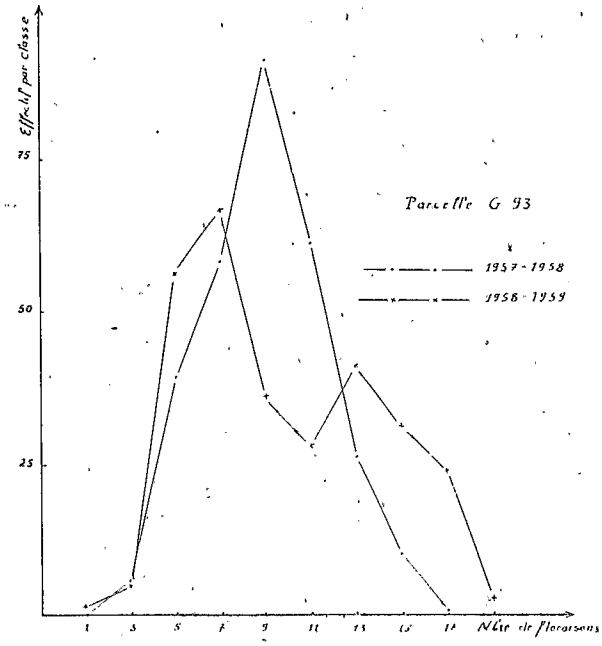

FIG. 19. — *Coffea excelsa.* Courbes de fréquence des floraisons par arbre à la station de Boukoko, parcelle G-93

Certains arbres ne fleurissent que deux à quatre fois dans une année, tandis que d'autres ont fleuri plus de seize fois au cours de la même période.

Le rythme de floraison apparaît comme un caractère dépendant étroitement des conditions externes, climat, soins culturaux et sol. En effet nous avons observé des fréquences de floraison différentes d'un individu à un autre pour un même clone.

Les floraisons sont beaucoup plus fréquentes chez l'*excelsa* pour les régions à pluviosité abondante (Bangassou, Boukoko) que pour les régions sèches (Djémah, Obo etc...).

Dans ces dernières régions, il n'y a, en général, qu'une à trois floraisons par an. Il en résulte, pour ces régions sèches une maturation beaucoup moins échelonnés mais plus tardive, car les deux ou trois floraisons n'ont lieu qu'aux premières pluies : avril-mai.

Intervalle : pluie-floraison :

Dans le tableau qui suit nous avons groupé les dates de toutes les floraisons observées pendant la campagne 1957-58, sur les deux parcelles examinées. En outre, nous y avons inscrit les dates des pluies responsables, l'importance de ces pluies et les intervalles pluie-floraison pour chaque explosion florale observée.

Il n'existe pas, selon toute apparence, de relation étroite entre l'importance de la floraison (% d'arbres ayant fleuri) et la quantité d'eau responsable de cette floraison.

Le temps qui s'écoule entre la pluie et la floraison est de cinq à six jours chez l'*excelsa*, tandis que ce cycle est de sept jours pour les *canephora*.

On constate en effet un décalage d'un jour entre les floraisons des *excelsa* et celles des *canephora* pour une même pluie « déclencheuse ».

Donc, dans les conditions naturelles, les chances de fécondation entre les deux espèces se trouvent réduites et seraient pratiquement impossibles, si les floraisons importantes n'étaient pas souvent échelonnées sur deux à trois jours.

TABLEAU V

RELATION ENTRE LA PLUIE ET LA FLORAISON CHEZ L'*EXCELSA*.
INTERVALLE. PLUIE/FLORAISON

Dates des floraisons	Importance % arbres fleuris	Date « pluie » déclencheuse	Pluie en mm	Intervalle : pluie-floraison
18-10-57	0,6	12-10-57	40,4	6 jours
9-11-57	6,1	3-11-57	15,5	6 jours
13-11-57	2,3	6-11-57	8,1	7 —
25/26/11-57	22,9	19-11-57	5,8	6 —
3-12-57	23,9	27-11-57	27,6	6 jours
12-12-57	50,6	5-12-57	18,1	7 —
24/25/26/27/28-12-57	72,6	18-12-57	22,7	6 —
8-1-58	65,4	2-1-58	11,9	6 jours
18/19-1-58	57,5	13-1-58	13,3	6 —
12-2-58	1,0	5-2-58	1,2	7 jours
11-3-58	44,5	5-3-58	3,6	6 jours
16-3-58	33,5	11-3-58	3,1	5 —
19/20-3-58	98,6	15-3-58	31,1	5 —
5/6-4-58	99,6	31-3-58	35,4	5 jours
10-4-58	98,2	5-4-58	5,9	5 —
13/14-4-58	80,8	9-4-58	41,5	5 —
28-4-58	7,8			
4-5-58	59,9	28-4-58	2,2	6 jours
28-5-58	22,6	23-5-58	2,7	5 —

Ces floraisons consécutives sont : soit le résultat des pluies également successives, soit la conséquence d'une seule pluie très importante.

On a fourni l'explication suivante pour expliquer ces floraisons successives, conséquence d'une seule pluie.

Une pluie peut être à l'origine de deux floraisons différentes espacées d'une journée ou deux. En effet, quand une pluie est « déclencheuse », elle n'agit pas seulement sur les boutons floraux latents pour les amener à s'épanouir en très peu de jours, mais elle induit les possibilités d'une autre floraison.

Il est vraisemblable que les floraisons d'un nombre important de fleurs d'un glomérule conduisent à une élévation du taux d'hormone de ce glomérule, dont la diffusion dans les jeunes bourgeons accélère le développement de ces derniers. C'est ainsi qu'on s'explique le développement accéléré de boutons qui, selon toute apparence, étaient loin d'avoir atteint le stade de pause florale.

Il semble que l'épaisseur de la lame d'eau, nécessaire pour provoquer une floraison soit beaucoup moins importante que ne l'a formulée PORTÈRES.

Les tableaux précédents montrent des floraisons relativement importantes déclenchées par des pluies très nettement inférieures à 3-4 mm.

Par ailleurs, nous avons noté dans l'est de l'Oubangui, des floraisons consécutives à des pluies inférieures à 1 m/m.

Certains planteurs de ces régions prétendent même avoir noté des floraisons déclenchées, disent-ils par un épais brouillard, mais nous n'avons pas pu confirmer ces assertions.

POLLINISATION. FÉCONDATION. NOUAISON

La fleur du caféier s'épanouit généralement très tôt le matin. L'heure de cet épanouissement varie peu avec les espèces, si les conditions écologiques restent identiques.

L'*excelsa* n'échappe pas à la règle et épanouit ses fleurs très tôt le matin. Nous avons cependant observé une floraison, où, sur plusieurs arbres, l'épanouissement avait commencé au coucher du soleil, vers 17 heures.

L'anthèse par temps sec se produit immédiatement après l'épanouissement ; en cas de temps humide, pluvieux et moins ensoleillé elle n'a lieu que plusieurs heures après.

Le transport du pollen est assuré par le vent et en grande partie par les mélipones et les abeilles.

De nombreuses observations ont été faites sur les différents agents vecteurs de pollen chez le caféier et sur leur importance relative.

Selon FERWEDA, l'agent primordial, dans le transport du pollen chez le caféier, est le vent.

Par contre STOFFELS au Congo Belge, travaillant sur *arabica*, a estimé qu'au delà de 5 m de distance, les déplacements eoliens sont d'importance minime, et que le rôle des insectes, dans la pollinisation, n'est pas très important.

Le Dr CRAMER, à la suite d'essais effectués à Java, signale qu'il a pu recueillir du pollen jusqu'à 100 mètres de distance, à 8 mètres de hauteur du sol.

Au Brésil, CARVALHO et KRUG ont trouvé que les effets combinés des vents, des insectes et de la gravité étaient responsables, de 18,5 % à 32,5 % des autofécondations, et seulement de 4,1 à 5,2 % des fécondations croisées. Selon ces mêmes auteurs, dans le cas de fécondations croisées, le vent serait l'agent essentiel.

Quoi qu'il en soit, ces divergences d'opinion des différents spécialistes attestent que, selon les régions et les conditions locales, l'intervention des agents pollinisateurs (vent, insecte, gravité) se manifeste différemment.

Chez l'*excelsa*, le vent et les insectes restent les agents principaux de fécondation, la gravité ne pouvant intervenir que pour les arbres très voisins qui se touchent. Son rôle à l'intérieur d'un même arbre, entre fleurs d'étages différents, est nul puisque, comme nous le verrons plus loin, l'*excelsa* est à allogamie exclusive, étant auto-incompatible.

Le pollen de l'*excelsa* transporté sur le style réceptif d'un autre arbre, compatible avec le premier, germe dans les trente minutes qui suivent son dépôt.

Le tube pollinique, après avoir cheminé au travers des papilles gagne le canal stylaire, puis le tissu conducteur du style et atteint l'ovaire au bout de vingt-quatre heures environ.

Nous avons utilisé, pour l'examen de la progression des tubes polliniques, dans le style, une technique indiquée par LINDER (1950) et dont nous avions déjà fait usage pour l'étude de la croissance du tube pollinique dans le style du caféier de la Nana (10).

La veille de l'épanouissement, les boutons floraux ont été isolés sous manchon de papier cristal ; le lendemain, après anthèse, ils ont été pollinisés avec un mélange de pollen, et le manchon a été enlevé.

Puis des prélèvements de style ont été faits très régulièrement. Les styles, coupés au-dessus de l'ovaire et à la base des branches stigmatiques, ont été fendus longitudinalement et, à l'aide d'une aiguille très fine, l'ensemble du tissu conducteur, avec les tubes polliniques, a été extrait de l'enveloppe plus dure. Ce faisceau de tubes a été chauffé presque à ébullition dans du lacto-phénol, puis passé dans du bleu coton lactique, chauffé légèrement pendant quelques minutes. Le montage se fait entre lame et lamelle dans une goutte de lacto-phénol frais. Ainsi on a pu suivre la progression des tubes polliniques jusqu'au moment où ils atteignent l'ovaire.

Après fécondation, le zygote formé entre dans une période de repos, dont la durée n'a pas été encore précisée chez l'*excelsa*.

Dans l'intervalle, le tégument s'agrandit par divisions cellulaires surtout en direction tangentielle.

Ceci se traduit à l'extérieur par une augmentation du volume de l'ovaire qui est visible dans les trente à quarante jours qui suivent la pollinisation.

On peut, à ce stade de développement de l'ovaire, considérer qu'il y a fécondation et nouaison.

Réceptivité des stigmates :

Les différentes étapes d'évolution de la fleur après pollinisation ont été chronométrées par REYES, chez l'*arabica*.

Immédiatement après l'évacuation du pollen, on assiste à un brunissement, qui atteint toute l'anthère, environ six heures après l'anthèse ; puis c'est la corolle qui se détache par autonomie au bout de quarante à cinquante heures. Enfin le pistil tombe au bout de quatre-vingt à quatre-vingt-dix heures.

Ces chutes successives marquent, d'après l'auteur, les étapes de la fécondation et peuvent servir de comptage de fécondation dans les manipulations de pollinisations artificielles.

Burck et Von Faber avaient également considéré la chute de la corolle comme liée à la fécondation. En fait, il ne semble pas que ces deux phénomènes soient indissolublement liés, puisque le comportement de la corolle reste le même dans le cas de fleurs, dont le style a été supprimé dès épanouissement, et qui, par conséquent, n'ont sûrement pas été fécondées.

Les phénomènes décrits précédemment, tels : le brunissement des anthères, la chute des styles etc... sont généraux et s'observent chez tous les caféiers. Mais la vitesse d'évolution de la fleur est différente suivant les conditions externes. Si le temps est ensoleillé, on note un brunissement rapide des anthères et des stigmates ; par temps couvert ce brunissement est beaucoup plus lent, et les stigmates peuvent garder leur fraîcheur jusqu'à trois jours après épanouissement.

Les stigmates chez l'*excelsa*, sont réceptifs douze heures avant épanouissement, ils le sont encore trois à quatre jours après épanouissement. Il n'y a donc aucun danger, mais au contraire un réel avantage dans les hybridations, de faire les pollinisations un jour après épanouissement. Le pollen, dans certaines conditions déjà précisées, conserve très bien son pouvoir germinatif jusque-là et les risques de fécondation étrangère se trouvent diminués du fait de l'absence dans l'air de masse importante de microspores.

Nouaison et avortement chez l'*excelsa* :

Il s'établit toujours chez un arbre fruitier quelconque un certain équilibre entre l'arbre et le nombre de fruits qu'il peut porter.

Donc, toutes les fleurs, que produit un arbre, n'arrivent pas obligatoirement à fruit, mais seulement un pourcentage variable, avec les espèces, la vigueur de la plante et les conditions culturales.

Chez le caféier, il n'y a, parmi les très nombreuses fleurs produites, qu'un petit nombre qui parviennent à fruit.

Ferweda, à la suite de comptage fait sur le *robusta* à Java, prétend qu'il n'y a, chez cette espèce, guère que 20 à 25 % de fleurs, qui nouent, tandis que 75 à 80 % tombent, soit sous forme de fruits immatures, soit sous forme d'ovaires avortés.

Chez un autre *canephora*, la var. Nana, nous avons observé que moins de 50 % des fleurs formées arrivaient à fruit, le reste avortant à des stades très divers.

Ce faible pourcentage de fructification a fait l'objet de longues discussions, et plusieurs causes ont été invoquées dont les principales sont : stérilité femelle, combinaison zygotique léthale, empêchement à la fécondation, déficiences physiologiques, attaques cryptogamiques, attaques d'insectes...

A la suite d'études minutieuses faites sur la coulure, on distingue trois phases : une première phase immédiatement après la floraison, une deuxième se produisant environ trois mois après la pollinisation et une troisième encore plus tard.

La chute est particulièrement prononcée pendant les deux premières phases. D'après les observations cytologiques faites par Frahm Leliveld, il semble que les avortements, qui se produisent pendant la première période, touchent surtout des ovaires non fécondés, tandis que pendant la deuxième période, c'est le surplus des ovaires fécondés qui est éliminé.

En Afrique, en dehors des avortements infaillibles dus, soit à une déficience de fécondation, ou à une autre cause physiologique on constate, dans le cas de traitement entomologique insuffisant, une coulure importante due à des attaques de jeunes fruits par les scolytes (*Stephanoderes hampei*).

Chez l'*excelsa*, l'avortement intéresse surtout la première phase, en général, la plupart des ovaires fécondés tiennent, on ne note pas cet avortement spectaculaire touchant des fruits déjà bien noués, si fréquent chez les *canephora*. Les avortements dus à des attaques de scolytes sont aussi moins importants.

Par contre les attaques de champignons : fusariose.... peuvent être responsables d'avortement de fruits déjà bien développés chez cette espèce.

Le pourcentage de fructification chez l'*excelsa* est très variable d'un arbre à un autre, pour un même arbre, d'une floraison à l'autre, et, pour une même floraison, il dépend de l'état sanitaire de la plante, et des conditions climatiques antérieures et postérieures à cette floraison.

En particulier, les arbres, très atteints d'anthracnose et qui sont particulièrement défeuillés, ont un faible pourcentage de fructification.

Le pourcentage de nouaison peut dépendre également de la position de la fleur sur l'arbre ; les fleurs bien exposées, dont les chances de fécondation sont plus grandes, nouent en plus grand nombre que celles, qui sont situées à l'intérieur de l'arbre et par conséquent mal aérées.

Auto-incompatibilité chez l'*excelsa* :

L'auto-pollinisation s'effectue spontanément chez de très nombreux végétaux. C'est ainsi qu'au cours de l'anthèse de *Talinum triangulaire*, Portulacacée tropicale, stigmates et anthèses entrent en contact.

L'auto-gamie est également la règle chez beaucoup de Graminées cultivées (blé, orge, avoine) et également chez des Papilionacées (pois, haricot).

FIG. 20. — Autofécondation chez l'*excelsa*. Pose des manchons.

On connaît, d'autre part, un nombre important de Phanérogames, appartenant aux unités systématiques les plus diverses, qui, bien que possédant un appareil sexuel complet et fertile, sont stériles avec leur propre pollen, et fertiles avec celui d'un autre individu de la même espèce ; ces plantes sont dites auto-stériles.

EAST (1929) avait évalué leur nombre à cent soixante-seize espèces se répartissant en cinquante-cinq familles monocotylédones et dicotylédones ; depuis, grâce aux recherches récentes de BATEMAN et de LINDER, leur nombre n'a cessé de s'accroître.

Parmi les différents mécanismes de l'auto-incompatibilité, un des plus fréquents et des plus connus à l'heure actuelle a été étudié, entre autres, par EAST et ses collaborateurs. Selon cet auteur, l'auto-incompatibilité serait régie par le jeu d'une série de gènes allèlomorphes S1, S2... Un tube pollinique porteur d'un facteur de stérilité est inhibé dans sa croissance quand, dans le tissu du style, il rencontre le même facteur, par contre la croissance du tube se fait normalement, quand le style est porteur d'un gène de stérilité différent de celui du gamétophyte mâle.

Ainsi une plante de constitution S1, S2, produit des grains de pollen qui contiennent, soit le facteur S1, soit le facteur S2. Les tubes polliniques S1 et les tubes S2 seront tous les deux inhibés sur un style S2, S1, et germeront par contre sur un style S3, S4.

L'auto-stérilité est donc due à la présence de substances inhibitrices, qui interdisent au pollen d'une catégorie florale de germer sur les stigmates de fleurs appartenant à cette même catégorie.

Les substances responsables de cette action ont pu être identifiées à des hétérosides flavanoliques.

Dans le genre *Coffea*, on rencontre des espèces autogames et d'autres qui sont allogames et auto-stériles.

FIG. 21. — Autofécondation chez l'*excelsa*. Pose des manchons.

C'est ainsi, qu'il a été prouvé, depuis très longtemps, que le *C. arabica* L. est autogame (KRUG, CRAMER, VON FABER, ELGUETTA, COWGILL). L'importance de l'autofécondation chez cette espèce a été mise en évidence à la suite d'expériences réalisées par de nombreux généticiens. STOFFELS, au Congo Belge, a obtenu 76,7 % de succès tandis que ELGUETTA à la station expérimentale de Turrialba n'a obtenu que 66 % dans les autofécondations entreprises sur cette espèce. L'autogamie est donc nettement prépondérante chez l'*arabica*.

Les *canephora* par contre, ainsi que plusieurs autres espèces à vingt-deux chromosomes, sont autostériles.

Les premiers indices de l'existence de l'auto-stérilité chez les *canephora* ont été fournis par les travaux des Hollandais à Java. En 1916, en effet, sous l'impulsion de CRAMER, on mit en place les premières parcelles monoclonales de *robusta* à Bangelan. On s'aperçut vite alors, que la production de ces parcelles était extrêmement faible et que, par ailleurs, les rares graines obtenues ne germaient que très difficilement.

Des essais d'autofécondation furent alors entrepris à cette même station, et révélèrent chez le *robusta* la présence de facteurs d'auto-incompatibilité.

Plus récemment, MENDES (1949), ayant repris les recherches sur l'autostérilité chez le *canephora*, avait conclu à une stérilité totale chez cette espèce, qui, selon l'auteur, serait due probablement à des facteurs d'opposition identiques à ceux qui ont été découverts par EAST et ses collaborateurs chez le genre *Nicotiana*.

Signalons, par contre, que THOMAS, à la suite d'essais effectués en Ouganda, sur *canephora*, certifie avoir obtenu jusqu'à 50 % de succès dans les autofécondations faites sur ce caféier.

L'existence d'une auto-incompatibilité a été démontrée par nous en 1956, sur le *C. canephora* var. de la Nana.

Selon VON FABER, le *C. liberia* HIERN serait autofécond, il suppose que cette autofécondation se produit dans les boutons non épanouis. Selon ce même auteur, une autofécondation se produirait également chez le *C. excelsa* et chez l'*abeokuta*.

C'est à la lumière de toutes ces données que nous avons entrepris de déterminer le degré d'autofécondité chez l'*excelsa*, sans essayer pour autant de rechercher à quel mécanisme d'auto-incompatibilité éventuelle devait se rattacher ce végétal.

TECHNIQUE :

Les manchons d'autofécondation que nous avons utilisés étaient constitués par du papier cristal. Les expériences antérieures avaient en effet démontré que les manchons en drill, même serré, n'offraient pas suffisamment de garantie contre le passage d'un pollen étranger. Les manchons ont été placés, la veille de l'épanouissement, sur les branches florifères ; par temps sec, ils restent rigides.

FIG. 22. — Autofécondation chez l'*excelsa*. Pose des manchons.

Il est, en effet, très facile de se rendre compte de l'état de développement des différents boutons des branches florifères. Tous ceux qui doivent s'épanouir le lendemain, ont, la veille, une teinte blanche et une taille plus grande.

On supprime alors les boutons non parvenus au stade : veille d'épanouissement ainsi que les ovaires déjà fécondés.

Le lendemain, quand l'anthèse est déjà bien avancée, on tape légèrement la branche de façon à provoquer un déplacement important de microspores à l'intérieur du manchon (Fig. 20-21-22).

Les deux extrémités de manchons étaient garnies de coton, qui laisse filtrer l'air tout en s'opposant au passage du pollen. Cinquante-trois arbres ont été ainsi autofécondés au cours des campagnes 1957-58 et 1958-59.

Les résultats sont groupés dans le tableau qui suit.

On constate que, sur trois mille sept cent treize fleurs autopollinisées, on a récolté quarante-quatre fruits, ce qui correspond à environ 1,2 % d'autofécondité. On peut donc conclure, que l'*excelsa* est, en pratique totalement auto-incompatible. Les quelques rares fruits, que nous avons obtenus, sont probablement dus à des infiltrations de pollen étranger.

Disons qu'après enlèvement des manchons, deux à trois jours après fécondation, des rondes régulières ont été faites afin de supprimer tous les nouveaux boutons floraux qui apparaissaient sur les branches autofécondées.

Il est certain que la présence des manchons crée une atmosphère particulière, qui peut gêner la fécondation, mais les pourcentages obtenus par hybridation, dans les mêmes conditions d'expérience, démontrent que l'insuccès des autofécondations, ne peut, en aucun cas, être imputé à la seule présence des manchons.

TABLEAU VI

AUTOFÉCONDATION CHEZ L'*EXCELSA*

Origines	Date de fécondation	Nombre de fleurs fécondées	Nombre de fruits récoltés	% d'auto-fécondité
G — 93 — 1	27-11-57	34	1	2,9 %
G — 93 — 18	—	31	0	—
G — 93 — 36	—	119	2	1,6 %
G — 93 — 55	—	96	2	2,0 %
G — 93 — 180	—	170	0	—
G — 93 — 122	—	37	0	—
G — 93 — 159	—	33	3	9,0 %
G — 93 — 309	3-12-57	25	0	—
G — 93 — 98	12-12-57	43	5	11,6 %
G — 93 — 125	—	60	0	—
G — 93 — 187	—	75	1	1,3 %
G — 93 — 240	—	110	8	7,2 %
G — 93 — 302	—	73	5	6,8 %
G — 93 — 37	—	46	0	—
G — 93 — 115	—	65	0	—
G — 93 — 147	—	50	1	2,0 %
G — 93 — 155	—	66	3	4,5 %
M-04-05 — 18	—	100	0	—
— 138	—	53	0	—
— 161	—	82	3	3,6 %
— 173	—	100	0	—
— 284	—	121	1	0,8 %
— 353	—	28	0	—
— 421	27-42-57	110	0	—
— 422	—	61	0	—
— 249	—	132	2	1,5 %
— 338	—	43	0	—
— 383	—	50	0	—
— 404	—	107	0	—
— 403	—	103	1	0,9 %
— 426	—	65	0	—
— 459	—	32	0	—
— 24	—	58	1	1,7 %
— 38	—	27	0	—
— 87	—	31	0	—
— 249	—	95	0	—
— 361	—	33	0	—
— 178	—	30	0	—
— 68	—	45	0	—
— 364	—	53	0	—
— 376	—	58	0	—
— 415	—	39	0	—
— 24	—	124	2	1,6 %
— 59	—	89	0	—
— 81	20- 3-58	71	0	—
— 143	—	86	0	—
— 142	—	67	0	—
— 173	—	70	0	—
— 330	—	69	3	4,3 %
— 351	—	150	0	—
— 450	—	67	0	—
— 436	—	75	0	—
— 462	—	56	0	—
Total		3.713	44	1,18 %

RÉSUMÉ, CONCLUSIONS. — *L'étude dimensionnelle et morphologique de la fleur montre que cette dernière présente des variations très importantes d'un individu à un autre, et à l'intérieur d'un même individu.*

La proportion de styles à trois branches, théoriquement liée à autant d'ovaires tricarpellés, très importante chez certains canephora, *tel le cafier de la Nana, est chez l'*excelsa, *très faible ; il n'existe en effet, chez l'*excelsa, *que* 0,56 % *de fleurs, qui présentent trois branches stigmatiques.*

*Chez l'*excelsa, *les fleurs sont en général construites sur le type V*, 95 % *des arbres ayant des fleurs pentamères, il existe cependant* 2,5 % *d'origines, dont plus de* 50 % *des fleurs sont du type VI.*

Les différentes anomalies florales classiques, étudiées par PORTERES *chez plusieurs espèces du genre* Coffea, *ont toutes été retrouvées chez l'*excelsa ; *en outre nous avons rencontré, chez cette espèce, un cas de stérilité mâle et un autre de stérilité femelle.*

La plupart des auteurs, qui ont fait des observations sur les atrophies florales chez le genre Coffea, *pensent que les anomalies seraient uniquement la conséquence de mauvaises conditions climatiques ; il semble, à la suite d'observations faites aussi bien sur le* robusta *que sur l'*excelsa, *que la tendance à produire en proportion importante des fleurs virescentes soit manifestement liée à un patrimoine héréditaire ; c'est une forme de stérilité.*

*En République Centrafricaine, les époques de floraison de l'*excelsa, *varient en fonction de conditions climatiques locales. Les floraisons, étant liées aux pluies, sont beaucoup plus tardives dans les zones sèches de savane, et plus précoces dans les zones forestières (Lobaye-Bangassou), humides et pluvieuses.*

*Chez l'*excelsa, *la pause florale est, comme chez les autres espèces du genre, d'importance variable et en fonction du régime pluviométrique.*

Le seuil pluvio-floral de PORTÈRES *(épaisseur de la lame d'eau nécessaire pour activer des boutons en pause florale et les amener à épanouissement) est beaucoup moins important que ne l'a formulé cet auteur ; on a noté, chez l'*excelsa, *des floraisons provoquées par des pluies inférieures à* 1 *mm.*

*Pour les mêmes conditions climatiques, la période des explosions florales massives chez l'*excelsa, *est plus tardive (mars-avril) que chez les* canephora *(déc.-janv.).*

Par rapport au canephora, *l'*excelsa *présente l'énorme avantage de ne jamais fleurir pendant l'inter-saison, et, par conséquent, de ne jamais avoir de fruits immatures en dehors des périodes de récolte.*

Le rythme des floraisons par arbre est un caractère très variable, lié à la plante, à la richesse du sol et aux conditions climatiques.

*Les intervalles : pluie-épanouissement des fleurs est de cinq jours chez l'*excelsa, *alors qu'il est de six jours chez les* canephora ; *aussi pour une même pluie, les floraisons chez ces deux espèces sont toujours décalées et les chances de fécondation entre elles seraient pratiquement impossibles, si certaines explosions florales importantes n'étaient pas souvent échelonnées sur deux à trois jours.*

La pollinisation est assurée uniquement par le vent, et les insectes, en particulier les mélipones.

*Les stigmates des fleurs de l'*excelsa *conservent leur fraîcheur et leur receptivité pendant trois à quatre jours après épanouissement des fleurs, suivant les conditions climatiques, c'est là un gros avantage pour exécuter les hybridations artificielles.*

La proportion de fleurs, qui arrivent à fruit, varie d'un arbre à un autre pour une même floraison, et, pour un même arbre d'une floraison à une autre. La nouaison est liée, entre autres, à l'état sanitaire de la plante, elle est faible pour les arbres déficients, atteints par des maladies cryptogamiques (rouille, fusariose...).

Les avortements massifs dus à des attaques des fruits immatures par des scolytes, que l'on observe fréquemment chez les robusta, *sont très rares chez l'*excelsa.

*L'*excelsa *se comporte comme une espèce pratiquement auto-stérile ; le pourcentage d'autofécondité, obtenu à la suite d'autofécondation, étant de* 1,0 %.

SUMMARY. — *The dimensional and morphological study of the flower shows that the latter reveals very important variations from one individual to the other and within the same individual.*

The proportion of three-branched styles, theoretically linked with as many three-carpelled ovaries, is very low in excelsa, *while it is very high in some* canephora, *such as the Nana coffee-tree ; in* excelsa, *some* 0,56 % *of the flowers only show three stigmatic branches.*

In excelsa *the flowers are generally built after type V*, 95 % *of the flowers having pentamerous flowers ; however there are about* 2,5 % *of original ones*, 50 % *of whose flowers are type VI.*

It seems from observation made on robusta *as well as on* excelsa *that the tendency to produce an important proportion of virescent flowers, is obviously linked with an hereditary inheritance ; it is a form of sterility.*

In the Central African Republic, flowering-times of excelsa *vary according to local climatic conditions. Flowering, being linked with rains, occurs much later in dry savanna areas, and earlier in forest areas, wet and rainy.*

In excelsa *the floral pause is, as in other species of the genus, of various importance according to the rain-fall cycle.* PORTERES *rain-floral threshold (the thickness of the sheet of water necessary for activating buds during the floral pause and bring them to blossom) is less significant than this author declared ; blossoming caused by rainfalls inferior to* 1 *mm have been observed in* excelsa.

Under the same climatic conditions the time of mass blossoming in excelsa *is later (mars-april) than in* canephora *(december-january) ; compared with* canephora, excelsa *has the great advantage of never flowering during inter-season, and consequently of never having immature fruit out of gathering times.*

The rythm of flowering of each tree is a most variable characteristic, dependent on the plant, soil-richness and climatic conditions.

The interval between rain and blossoming streches over five days in excelsa *while it streches over six days in* canephora : *thus blossomings of these two species are always shifted after the same rain, and the chances of fertilization between the two would be practically impossible if some important blossomings were not often spaced over two or three days. Pollination is exclusively performed by the wind and insects, particularly melipones.*

The stigmata of excelsa *flowers keep their freshness and receptivity during three to four days after the flowers have opened out, according to climatic conditions ; that is a great advantage for articial hybridations. The proportion of flowers giving fruit, varies from one tree to the other in the same blossom and within the same tree from one blossom to the other. The setting depends, amongst others, on the sanitary state of the plant ; it is poor in deficient tree, damaged by criptogamic diseases (rust, fusariosis...).*

Miscarriages in mass, due to attaks of immature fruit by scolytes, are very rare in excelsa *but frequently observed in* robusta.

Excelsa *behaves like a practically self-sterile species ; the percentage of self-fertility, obtained after self-fertilization is* 10 %.

RESUMEN Y CONCLUSIONES — *El estudio dimensional y morfológico de la flor muestra que esa misma flor presenta variaciones muy importantes de un individuo a otro tambien como a dentro de un mismo individuo.*

La proporción des estilos de tres ramos esta teoricamente dependiente de una misma cantidad de ovarios tricarpelados. Tal proporción se encuentra, muy importante, en algunos, canephora, *tal como el cafeto de la Nana y esta muy pequeña en* excelsa ; *adónde no hay, efectivemante mas de* 0,56 % *de las flores presentando tres ramos estigmáticos.*

En general, la flores de excelsa *son de tipo morfológico V,* 95% *de los cafetos tienen flores pentameras, pero hay,* 2,5% *de los originales, los cuales tienen mas de* 50% *de las flores son de tipo VI.*

Las diferente anomalias florales clasícas, estudiadas por PORTERES *sobre varias especies del genero Coffea encuentránse todas en* excelsa *aparte de eso hemos encontrado en esta especie, un caso de esterilidad varonile y otro de sterilidad femenile.*

La mayoria de los autores que se han dedicado a observaciones, sobre las atrofias florales en el genero Coffea, *piensan que estas anomalias resultan únicamente de malas condiciones climáticas. A lo que parece, según observaciones llevadas a cabo sobre robusta aun sobre excelsa, la tendencia a dar una importante proporción de flores virescentes esta manifiestamente sujeta al patrimonio hereditario ; es una forma de esterilidad.*

En la « Republique Centrafricaine » las épocas de florescencia de excelsa *varian en fucion de las condiciones climáticas locales. Ya como las florescencias depienden de las lluvias, estas ocurren mucho más tarde en las zonas secas de sabana y son precozes en las zonas forestales (Lobaye-Bangasson) humedas y lluviosas.*

En excelsa, *la pausa floral tiene como la de las otras especies del género, una importancia variable dependiente del régimen de lluvias.*

El umbral pluvio-floral de PORTERES (espesor de la chapa de agua necesaria para activar las yemas, en pausa floral, y producir la florescencia) tieno mucho menos importancia que le atribuye el autor. Notase en excelsa floraciones causadas por lluvias de menos de 1 *mm.*

Dado las mismas condiciones climáticas el periodo de aberturas florales macizas en excelsa *ocurre mas tarde (marzo-abril) que en* canephora *(diciembre-enero).*

En comparación con Canephora, excelsa *tiene la enorme ventaja de no dar flores entre las temporadas, y por consiguiente nunca dar furtos inmaturos fuera de los periodos de cosecha.*

El ritmo de las florescencias varia mucho de un árbol a otro y es dependiente de la planta, de la riqueza del suelo tambien como de las condiciones climáticas.

Intervalos : el de lluvia-florescencia es de cinco dias en excelsa, *en vez de seis en* canephora ; *asi que, dado una misma lluvia las florescencias de esas dos especies ocorren siempre en fechas diferentes, de manera que una fecundación entre ellas seria practicamente imposible excepto si algunos florecimientos importantes se desarollian durante dos o tres dias.*

La polinización esta llevada a cabo por el viento, los insectos y particularmente por los melipones.

Los estigmas de las flores de excelsa *quedan frescos y receptivos durante los tres o cuatro dias siguiente el florecimiento, sugún las condiciones climáticas, siendo eso una gran ventaja para llevar a cabo hibridaciones artificiales.*

La proporción de flores dando frutas varia de un arbol a otro, durante una misma floración, tal variación produciendose tambien de una floración a otra sobre el mismo arbol. La fructificación depiende, entre otro, del estado sanitario de la planta. Tal fructificación siendo muy escasa en los árboles deficientes afectados por enfermedades hongosas (anublo, fusariosis).

Los abortamientos macizos debidos a ataques de frutos inmaturos, por escolites, los cuales son frecuentes en robusta, *quedan muy escasos en* excelsa.

El comportamiento de excelsa es *practicamente el de una especie auto-esterile. El porcentaje de auto fecundidad resultando de tal auto-fecundación, es de* 1,0 %.

Bibliographie

Alves A. 1954. — Melhoramento do cafeeiro, VIII Novas determinaçoes sôbre poliembrionia. Sementes sem embriäo e lojas dos frutos sem sementes em *Coffea. Bragantia*, 14, 285-300.

Carvalho A. 1949. — Agentes de polinizaçao da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), *Bragantia*, vol. 9, N° 1-4, p. 11-24.

Chevalier A. 1929. — Les caféiers du Globe. Généralités sur les Caféiers, Tome I. Editions Paul Lechevalier, 12 rue de Tournon, Paris.

— — 1942. — Les caféiers du Globe. Iconographie des caféiers sauvages et cultivés et des Rubiacées prises pour des caféiers. Tome II. Editions Paul Lechevalier, 12 rue de Tournon, Paris.

— — 1947. — Les caféiers du Globe. Systématique des caféiers et faux-caféiers. Maladies et insectes nuisibles. Tome III. Editions Paul Lechevalier, 12 rue de Tournon, Paris.

Coste R. 1955. — Les caféiers et les cafés dans le Monde, Tome I. Editions Larose, Paris.

Cramer Dr P. J. S. 1953. — *Coffea excelsa*, Note sur la culture du caféier en Indochine, n° 92. Office Technique des Planteurs d'Indochine, 60 rue Taitbout, Paris.

— — *Coffea excelsa. Rev. Bot. Ap.*, n° 138, p. 21-30.

Darlington C. D., Lacour L. F. — The handling of chromosomes. London, Georges Allen & Unwin Ltd,... 3e édition, I vol., 180 p.

Dublin P. 1957. — Biologie florale du *C. Dewevrei* de Wild, race *Excelsa* A. Chevalier, Première partie : Microsporogénèse du gamétophyte mâle. *L'Agronomie Tropicale*, n° 5, p. 576-94.

— — 1958. — Biologie florale du *C. Dewevrei* de Wild, race *Excelsa*, A. Chevalier, 2e partie, Mégasporogénèse et étude du gamétophyte femelle. *L'Agronomie Tropicale*, n° 6, p. 704-31.

— — 1957. — Recherches sur la floraison et la fructification du caféier de la Nana. *L'Agronomie Tropicale*, n° 2, mars, p. 173-208.

Hocquart. 1941. — Périodicité de la floraison et de la fructification du caféier « *Robusta* » à l'Equateur. *Bull. Agron. Belge*, Tome XXXII.

Krug, Carvalho A. 1951. — Advances in Genetics, Volume IV, p. 128-157. Academic Press Inc... Publishers, New York.

Lebrun J. 1937. — Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo. *Mém. Inst. Royal Colonial Belge.*

Linder R. 1952. — L'incompatibilité dans *Oenothera missouriensis* Sims. *Ann. Amélior. des Plantes*, n° 2, p. 189-213.

Mendes C. H T. 1946. — Introduçao ao estudo da auto-esterlidade do genero *Coffea. Bragantia*, IX, p. 35.

Portères R. 1946. — L'atrophie florale non parasitaire chez le caféier et les causes physiologiques. *Rev. de Bot. Appl. et agr. trop.*, n° 279-80, p. 111-9.

— — 1934. — Etude sur le phénomène de virescence des caféiers à la Station de Bingerville. Extrait. Bull. Comité Etudes historiques et scientifiques de l'A. O. F., n° 3.

— — 1946. — Action de l'eau après une période sèche sur le déclenchement de la floraison chez *Coffea arabica* L. *L'Agronomie Tropicale*, n° 3-4, p. 148-58, vol. 1, n° 1.

Pessanha M. 1956. — Contribuiçao para o estudo da relaçao entre a chuva e a produçao do *Coffea canephora*, Pierre. *Agron. Angol.*, n° 10, p. 9-14.

Saccas A. M. — La trachéomycose des *Coffea excelsa, neo-arnoldiana* et *robusta* en Afrique Equatoriale Française. Conférence Franco-Belge sur la trachéomycose des caféiers d'Afrique.

Dcte

L'AGRONOMIE
TROPICALE

Extrait du n° 2
Mars-Avril 1960

BIOLOGIE FLORALE DU *COFFEA DEWEVREI* DE WILD RACE *EXCELSA* A. CHEVALIER

TROISIÈME PARTIE

FLORAISON. POLLINISATION. FÉCONDATION

par

Pierre DUBLIN
Chargé de Recherches ORSTOM, Généticiste
Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko (République Centrafricaine)

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 28138
Cote : B