

Sélection et nutrition minérale du caféier robusta

J. FORESTIER

*Chef de la Division de chimie-pédologie
au Centre de Recherches Agronomiques
de Boukoko (R. C. A.)*

I. — BUT DE L'ÉTUDE

L'adaptation des plantes au sol est bien connue et l'on distingue couramment les plantes calcicoles, silicicoles, halophytes, nitrophiles, etc... De même, parmi les plantes cultivées, on différencie les plantes exigeantes de celles qui le sont peu : il s'agit d'espèces qui, pour un même terrain, donneront une médiocre ou une bonne production ; ainsi le cacaoyer est réputé plus exigeant que le caféier ou le palmier à huile.

A l'intérieur d'un même genre, les espèces ont également des besoins variables, quelquefois à propos des conditions climatiques, d'autrefois pour les sols. Ainsi, dans le genre *Coffea*, l'*Arabica* serait plus exigeant que le *Robusta*, lui-même l'étant plus que l'*Excelsa*. Ces différences se traduisent dans l'alimentation des plantes, et le diagnostic foliaire de ces trois espèces montre des niveaux sensiblement variés.

TABLEAU 1

*Diagnostic foliaire de plusieurs espèces de Coffea.
Niveau correct d'alimentation en pourcentage de matière sèche*

	<i>C. arabica</i>	<i>C. robusta</i>	<i>C. excelsa</i> (provisoire)
Azote	3,00	3,00	2,20
Phosphore ...	0,20	0,13-0,15	0,11
Calcium	1,10	1,35	1,50
Magnésium ...	0,30	0,29-0,36	0,20-0,30
Potassium ...	2,35	1,80-2,20	1,60

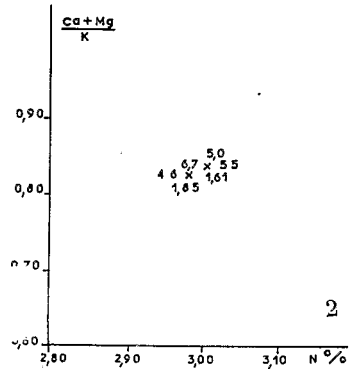
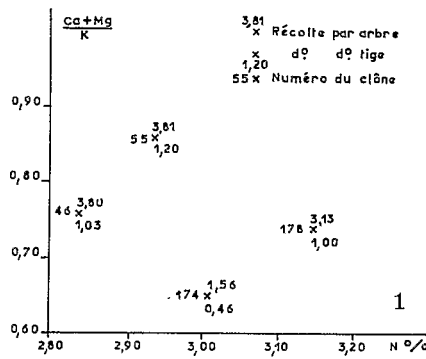
L'étude que nous avons faite avait donc pour but de rechercher si les différences d'adaptation au sol existant au niveau des familles et des espèces se retrouvaient au niveau des variétés et des races et si, dans ce dernier cas, un intérêt agronomique pouvait en être dégagé.

II. — REVUE DE LA LITTÉRATURE

NYE et FOSTER (1) ont montré que certaines espèces sont plus efficaces que d'autres dans l'absorption de phosphates du sol à bas potentiel.

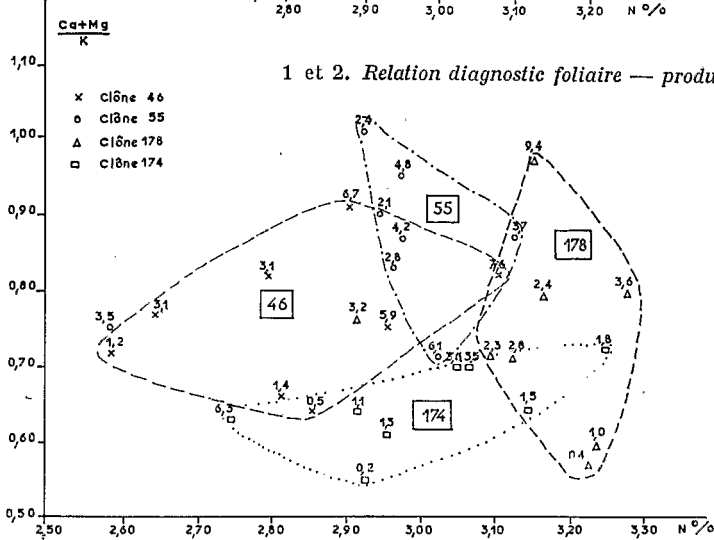
BOUYCHOU (2) rapportant les travaux de l'Institut de Recherches du Caoutchouc au Vietnam signale que les clones d'hévéa ont des exigences différentes pour le calcium : l'un, le BD 5, est sensible aux carences calciques, l'autre, le Tjir I, craint l'excès de calcium.

Sur le palmier à huile, PRÉVOST et ZILLER (3) avaient montré que les familles génalogiques avaient une influence sur les rendements, mais ils estimaient qu'il était très délicat de faire la distinction entre la potentialité génétique et les conditions écologiques (substances minérales, eau) dont les actions réciproques seraient très complexes. Ils étaient amenés à conclure qu'il existe des différences d'origine génétique quant aux relations entre teneur en éléments minéraux et rendements (graphique 5).

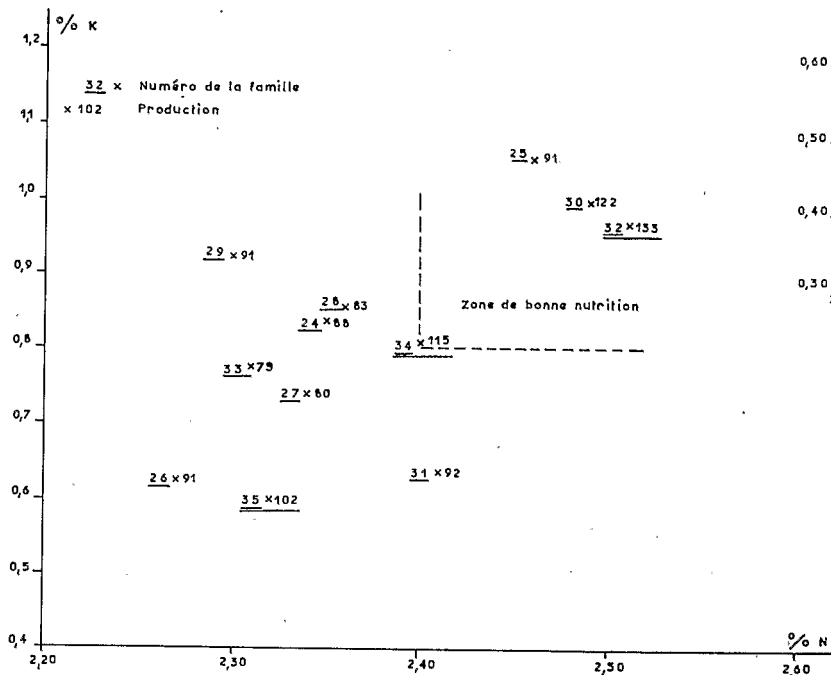


1. Moyennes de huit répétitions pour quatre clones.
2. Moyennes des trois meilleures répétitions pour deux clones.

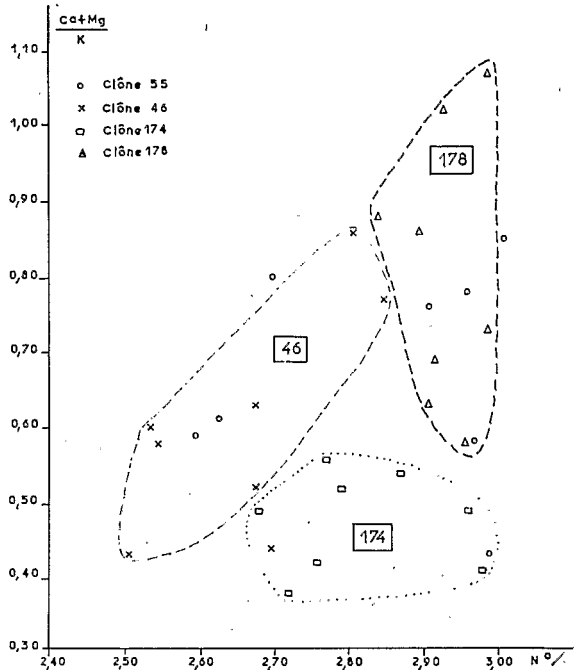
1 et 2. Relation diagnostic foliaire — production pour les clones. Récolte sur tige de trois ans.



3. Relation diagnostic foliaire-production pour les clones. Récolte sur tige de trois ans.



(d'après Prévot-Ziller)



4. Diagnostic foliaire pour les clones, décembre 1959

5. Influence de la famille généalogique et de la nutrition sur la production du palmier à huile.

III. — PRINCIPES DE SÉLECTION

A l'intérieur de chaque espèce, pour les besoins culturaux, les travaux des sélectionneurs ont abouti à l'isolement de variétés ou de races présentant des qualités de production supérieures à la moyenne de l'espèce.

Du point de vue de la production, la sélection d'une plante est basée sur l'isolement d'un génotype fixé qui, placé dans les mêmes conditions que les autres plantes de la même espèce ou variété, produira plus. Sous le vocable « mêmes conditions », on entend aussi bien les conditions climatiques qu'édaphiques. C'est ainsi qu'au début la sélection s'est effectuée sur des sols ordinaires, mais très rapidement on en est venu à la conception qu'une plante produisant plus, exigeait plus d'aliments et la sélection s'est opérée en présence d'engrais.

Deux possibilités existent alors pour expliquer la meilleure production d'une plante : soit que pour un même état physiologique une production soit meilleure, ce qui indique un potentiel de productivité plus élevé, soit qu'il y ait meilleure adaptation au sol, d'où meilleur état physiologique, d'où meilleure production. Par dénomination « potentiel de productivité » il faut entendre non pas un, mais plusieurs facteurs génétiques qui, en dehors de la nutrition minérale de la plante, règlent la production : plus ou moins grande formation d'hydrates de carbone pour un même taux de phosphore ou de potassium par exemple, plus ou moins grande aptitude à former des primordia floraux, etc... Par meilleure adaptation au sol il semble que l'on puisse se référer aux facilités d'absorption par une race donnée des différents éléments minéraux, soit de tous, soit de l'un favorisant particulièrement la production de la plante.

Pour des plantes autofertiles annuelles, cette question de l'adaptation au sol a été relativement facile à éliminer en faisant les essais en plusieurs stations où nécessairement les conditions de sol et de climat varient, et en apportant des engrais. Pour des plantes autostériles et pérennes comme le caféier Robusta, il est nécessaire de faire une multiplication par bouture, moins rapide, et il n'est pas toujours possible d'avoir un grand nombre de stations d'essai dans les Etats africains en voie de développement.

C'est pourquoi les recherches sur l'adaptation des variétés au sol, sur la facilité d'absorption des éléments minéraux, nous paraissent d'un intérêt non négligeable dans le cas des plantes arbustives pérennes, en milieu tropical à agriculture encore peu évoluée. Il y a vraisemblablement un intérêt scientifique et probablement agronomique à faire la dis-

tinction entre potentialités génétiques et conditions écologiques quelle que soit la complexité des relations réciproques.

IV. — DIFFÉRENCIATION DES CLONES

L'ensemble des travaux que nous avons effectués sur la nutrition minérale des clones de caféier Robusta ont eu lieu sur un essai de comparaison clonale comportant 8 répétitions de 15 clones avec 7 arbres pour chaque clone par parcelle élémentaire. Cet essai a été mis en place en 1956 par la Section de Génétique du centre de Boukoko.

Pour les premières mesures, seuls quatre clones ont été choisis. En même temps les analyses de sol ont été faites à raison d'un prélèvement par clone et par répétition, soit 32 échantillons en tout. Les moyennes des analyses de sol donnent des résultats figurant au tableau 2. Notons que pour une même parcelle, les différences de teneurs en éléments fins (20 à 30 % d'éléments fins) peuvent être tenues pour négligeables et seuls les cations échangeables ont de l'importance.

TABLEAU 2

Caractéristiques du complexe absorbant d'un sol supportant un essai clonal

Caractéristiques du sol	Clones n°			
	174	178	55	46
Calcium	4,83	3,64	4,56	3,32
Magnésium	0,57	0,57	0,55	0,47
Potassium	0,35	0,37	0,36	0,35
Mg/K	1,65	1,55	1,50	1,35

On se trouve en présence d'un sol appauvri et déséquilibré avec un rapport Mg/K trop faible. Nous aurons donc des caféiers manifestant une déficience en magnésium.

Les résultats d'analyse de diagnostic foliaire du 11 décembre 1958 pour chacun des quatre clones (moyenne des 8 répétitions) sont donnés dans le tableau 3 (sur tige de deux ans) (graphique 1).

Ces quelques chiffres montrent qu'il existe des différences non négligeables dans l'alimentation des clones, différences qui pourront peut-être expliquer en partie les variations de production. Ainsi le clone 46 qui présente des caractéristiques moyennes du sol plus mauvaises que le clone 174 parvient à avoir

TABLEAU 3

Diagnostic foliaire de quatre clones en essai comparatif de production (décembre 1958)

Nature de la détermination	Clones n°			
	174	178	55	46
Rapport poids sec/poids frais	32,2	33,3	34,2	31,45
Azote	3,01	3,15	2,94	2,84
Phosphore	0,12	0,14	0,14	0,13
Potassium	2,25	2,18	1,98	2,20
Calcium	1,27	1,37	1,44	1,45
Magnésium	0,18	0,22	0,26	0,22
(Ca + Mg)/K ...	0,65	0,74	0,86	0,76

une meilleure alimentation cationique, puisque le rapport (Ca + Mg)/K est de 0,76 au lieu de 0,65 pour le clone 174 (optimum de 0,90). Le clone 46 présente donc une bonne adaptation aux sols ayant un rapport Mg/K faible, de même que le clone 55. Le clone 174 est, lui, mal adapté à de tels sols et il ne pourra y développer toutes ses possibilités de productivité.

Donc, dans un terrain relativement homogène, compte tenu des huit répétitions, la nutrition minérale moyenne des clones d'une même variété (*C. canephora* var. *robusta*) peut présenter des variations sensibles.

V. — LES TYPES D'ALIMENTATION DES CLONES

Définition du type d'alimentation

Nous avons vu dans le paragraphe précédent qu'il était possible de mettre en évidence des différences de nutrition pour les clones en nous basant sur les moyennes. Il nous a paru intéressant de rechercher si toutes les valeurs obtenues pour un clone se groupaient selon certaines modalités. Le graphique n° 3 donne la dispersion des points représentatifs des huit répétitions pour chacun des quatre clones analysés. Il est évident qu'il existe une zone d'alimentation pour chacun des clones malgré l'homogénéité du sol. Selon les clones, il apparaît que la sensibilité aux qualités du sol n'est pas la même pour chacun des éléments. Ainsi le clone 174 présente toujours un rapport (Ca + Mg)/K faible, variant peu, de 0,55 à 0,72, du fait d'une forte absorption du potassium et de la faiblesse de celles du calcium et du magnésium, alors que sa teneur en azote varie beaucoup plus largement de 2,75 à 3,25 %. Au contraire, pour le clone 178, selon la composition du sol, le rapport (Ca + Mg)/K de la feuille

passé de 0,57 à 0,97, tandis que le taux d'azote reste compris dans les limites étroites de 3,10 à 3,30 % en général.

Il semble donc que selon le clone, il soit possible d'obtenir des plantes à alimentation cationique ou à alimentation azotée présentant une faible dispersion. Ceci représente un type d'alimentation, le niveau moyen jouant aussi un rôle.

Evolution du type d'alimentation

Cette caractérisation d'un type d'alimentation ne présente d'intérêt que si elle est durable. Nous avons donc comparé pendant trois années successives, de 1958 à 1960, la nutrition minérale des quatre clones. Les graphiques 4 et 6 comparés au graphique 1 montrent que l'évolution de la

TABLEAU 4

Diagnostic foliaire des clones en décembre 1959 (en pourcentage de matière sèche)

Déterminations	N° du clone			
	174	178	55	46
Azote	2,82	2,93	2,82	2,67
Phosphore	0,13	0,15	0,14	0,13
Potassium	2,62	2,29	2,37	2,42
Calcium	1,03	1,54	1,30	1,21
Magnésium	0,22	0,30	0,28	0,22
(Ca + Mg)/K ...	0,48	0,81	0,68	0,60

nutrition des clones reste parallèle, et que chaque zone d'alimentation reste placée dans la même position par rapport aux autres. Cependant, l'aire de dispersion peut augmenter et notamment pour les clones présentant une sensibilité au sol aussi bien pour la nutrition azotée que pour la nutrition cationique.

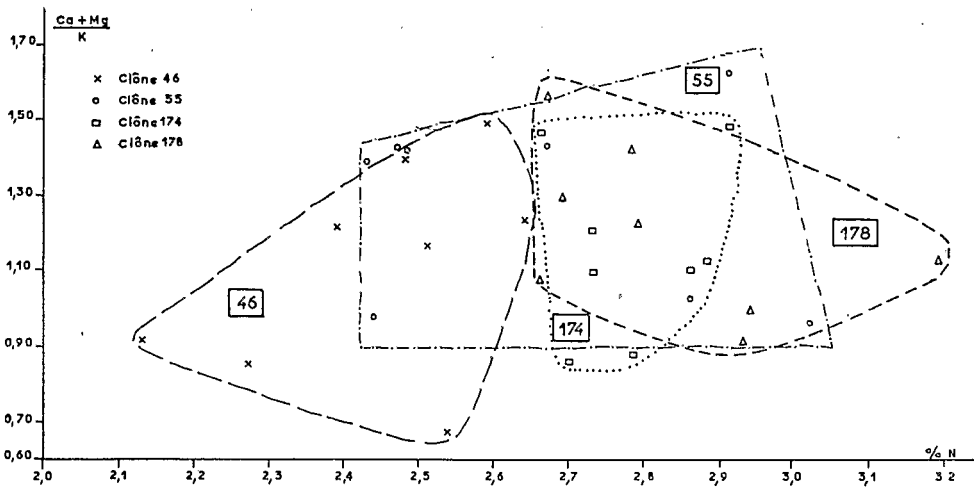
TABLEAU 5

Diagnostic foliaire des clones en décembre 1960 (en pourcentage de matière sèche)

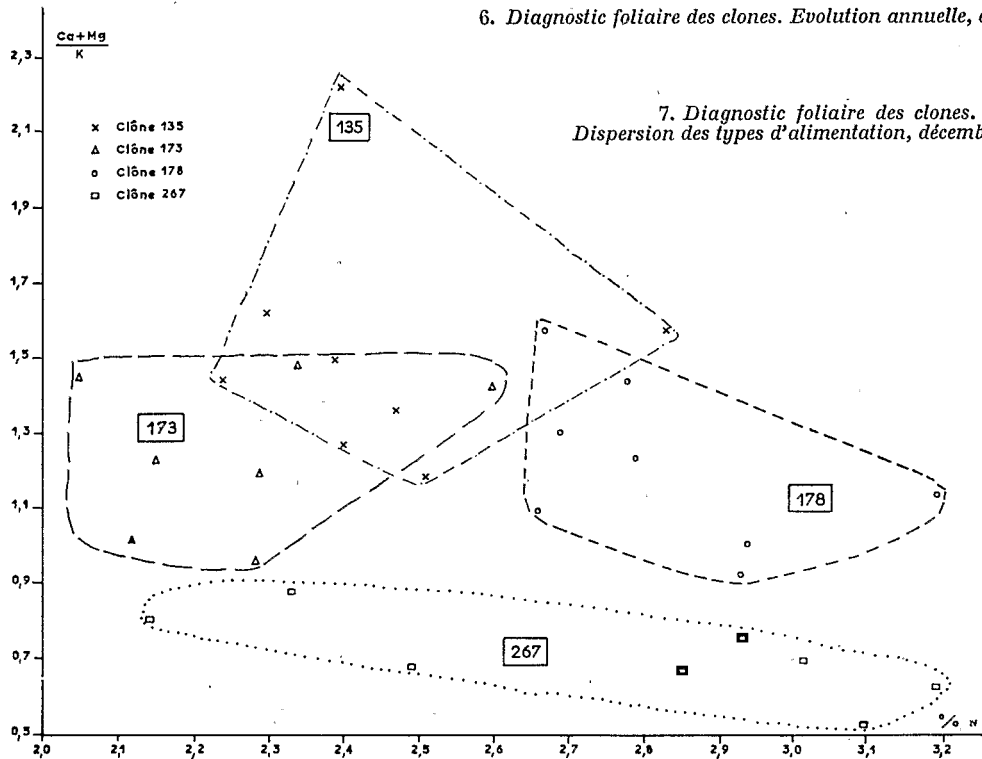
Déterminations	N° du clone			
	174	178	55	46
Azote	2,78	2,83	2,66	2,44
Phosphore	0,11	0,11	0,12	0,10
Potassium	1,80	1,92	1,71	1,89
Calcium	1,76	1,97	1,78	1,80
Magnésium	0,28	0,33	0,38	0,25
(Ca + Mg)/K ...	1,16	1,21	1,29	1,11

Amplitude des variations clones

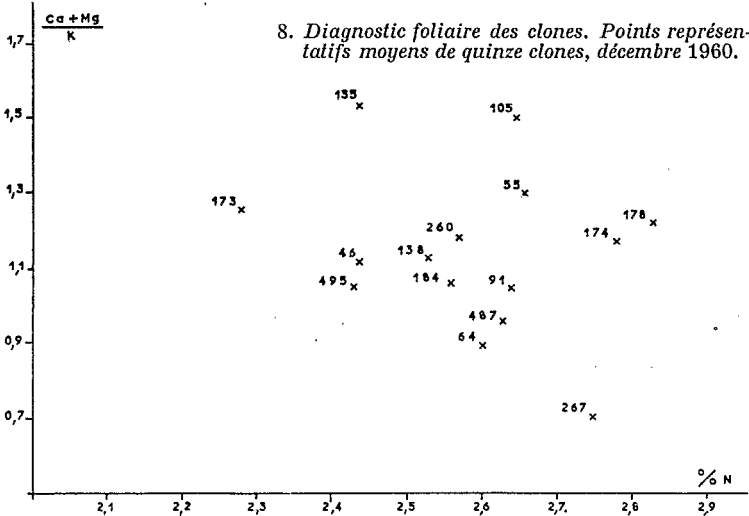
Les premiers résultats nous ayant montré l'existence des différences d'alimentation pour les clones se trouvant dans un même terrain, l'amplitude de



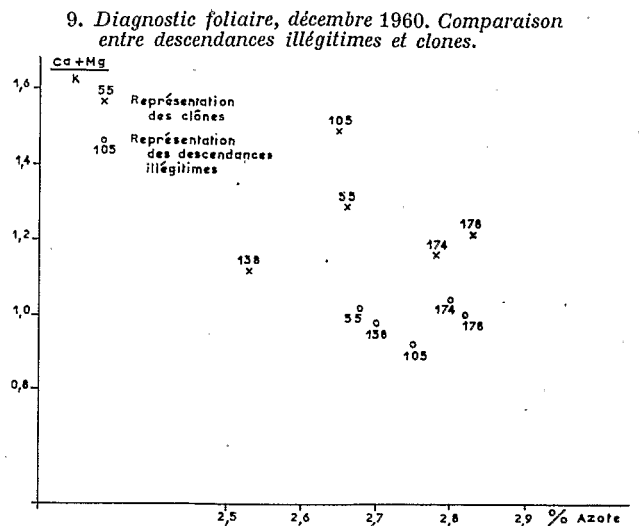
6. Diagnostic foliaire des clones. Evolution annuelle, décembre 1960.



7. Diagnostic foliaire des clones. Dispersion des types d'alimentation, décembre 1960.



8. Diagnostic foliaire des clones. Points représentatifs moyens de quinze clones, décembre 1960.



9. Diagnostic foliaire, décembre 1960. Comparaison entre descendance illégitimes et clones.

ces variations a pu être estimée en comparant les analyses de quinze clones, fin 1960. Les résultats soulignent que pour un même sol la nutrition des clones du caféier Robusta peut être très différente (graphique 8).

TABEAU 6

Diagnostic foliaire des clones en décembre 1960
(en pourcentage de matière sèche, moyenne de 8 répétitions)

Clone	Azote	Phosphore	Potassium	Calcium	Magnésium	(Ca + Mg)/K
46	2,44	0,098	1,89	1,80	0,25	1,11
55	2,66	0,118	1,71	1,78	0,38	1,29
64	2,60	0,099	2,00	1,44	0,25	0,89
91	2,64	0,106	1,78	1,58	0,26	1,04
105	2,65	0,103	1,56	1,88	0,41	1,49
135	2,44	0,094	1,59	1,94	0,43	1,52
138	2,53	0,095	1,99	1,88	0,30	1,12
173	2,28	0,092	1,61	1,84	0,34	1,25
174	2,78	0,108	1,80	1,76	0,28	1,16
178	2,83	0,110	1,92	1,97	0,33	1,21
184	2,56	0,097	1,91	1,64	0,31	1,06
260	2,57	0,102	1,71	1,65	0,34	1,17
267	2,75	0,118	2,20	1,27	0,25	0,70
487	2,63	0,102	2,03	1,64	0,23	0,95
495	2,43	0,104	1,76	1,58	0,24	1,04

Ce tableau montre des valeurs extrêmes de 2,28 à 2,83 % pour l'azote, de 1,56 à 2,20 % pour le potassium, de 0,23 à 0,43 % pour le magnésium et des rapports (Ca + Mg)/K allant de 0,70 à 1,52.

Le graphique 7 qui représente les aires de dispersion les plus caractéristiques de quelques clones au point de vue type d'alimentation démontre que certains n'ont rien de commun.

VI. — NUTRITION ET PRODUCTIVITÉ DES CLONES

Le tableau 3 donnait les caractéristiques de la nutrition minérale de quatre clones jeunes, fin 58. Le tableau 7 donne les productions de ces mêmes quatre clones à la récolte 1959-1960 en kilogrammes de cerises fraîches.

TABEAU 7

Production en kg de cerises fraîches

Clone n°	Production par pied	Production par tige
55	3,81	1,20
46	3,80	1,03
178	3,13	1,00
174	1,56	0,46

Ainsi, la meilleure production du clone 55 et la production inférieure du clone 174 peuvent s'expliquer en partie par la différence dans la nutrition à partir d'un même terrain, donc par une meilleure adaptation au sol et non pas une meilleure potentialité de production, c'est-à-dire un rendement supérieur pour un même état physiologique.

Par ailleurs, si l'on compare la production des clones 55 et 46, nous observons que pour un sol plus défavorable, et un état physiologique sensiblement moins bon, le clone 46 présente une production par pied identique, mais inférieure par tige. Si l'on peut amener l'état physiologique du clone 46 à une valeur égale à celle du clone 55, on peut espérer obtenir une production par tige au moins égale et une production par pied nettement supérieure. En choisissant les trois meilleures productions de chacun des deux clones, on obtient des états physiologiques très voisins et dans ce cas, la production moyenne du clone 46 devient de 6,7 kg de cerises fraîches par pied et 1,85 kg par tige contre respectivement 5,0 kg et 1,61 kg pour le clone 55 (graphique 2).

TABEAU 8

Caractéristiques des trois meilleures répétitions des clones 55 et 46

Caractéristiques	Sol		Plante		
	Clone 46	Clone 55	Caractéristiques	Clone 46	Clone 55
Calcium	4,33	4,22	Azote	2,99	3,00
Magnésium	0,53	0,54	Potassium	2,18	2,04
Potassium	0,37	0,35	Calcium	1,57	1,45
Mg/K	1,40	1,6	Magnésium	0,23	0,26
			(Ca + Mg)/K	0,83	0,84

Ce dernier graphique montre donc que pour une sélection poussée aboutissant au clone, il existe des différences de production d'une famille à l'autre pour un même état minéral de la feuille du caféier. Ceci implique qu'il existe des différences de potentialité de productivité liées à des facteurs génétiques autres que ceux concernant la nutrition minérale. Ces facteurs peuvent être par exemple ceux régissant les relations entre les éléments minéraux et les différents mécanismes physiologiques de la plante.

Ce graphique montre aussi qu'une sélection, pour bien mettre en évidence les potentialités de productivité des plantes et faire le choix entre les clones, devrait se faire pour des nutriments minéraux équivalents. Sinon il est évident que l'on teste pour une bonne part l'adaptation au terrain.

Il est possible de donner les productions cumulées de 3 ans des divers clones analysés.

TABLEAU 9

Production cumulée sur 3 ans des différents clones
en kg de cerises fraîches par pied

Clone		Clone	
135	13,17	64	9,50
105	12,57	260	9,02
138	12,53	495	8,85
46	11,86	184	8,40
55	11,28	91	8,15
173	11,02	487	6,51
174	10,47	267	3,31
178	10,16		

On voit que les clones 173 et 178 ont une production peu différente. Or, le diagnostic foliaire met en évidence que le clone 173 a une nutrition azotée très faible (2,28 %) alors que le clone 178 a une bonne nutrition azotée (2,83 %) : il semble donc que le clone 173 devrait avoir des possibilités de production très supérieures à celles du clone 178, s'il devient possible d'améliorer sa nutrition azotée.

Ces raisonnements sur la production en fonction des états physiologiques supposent un principe : à l'intérieur d'une même espèce ou variété botanique l'état physiologique de la plante assurant la meilleure production reste toujours dans les limites définies pour l'espèce. Un tel principe ne pourra être démontré ou précisé qu'ultérieurement, lorsque les expériences clonales seront très nombreuses.

VII. — COMPARAISON ENTRE DESCENDANCE CLONALE ET DESCENDANCE ILLÉGITIME

Cette comparaison a porté sur 5 clones et 5 descendances illégitimes de 5 pieds-mères. Sa valeur exacte reste limitée, car les champs d'expérience

étaient différents. Les descendances clonales étaient implantées sur un terrain appauvri, les descendances illégitimes sur terrain non cultivé auparavant. Or, les différences d'alimentation ressortent d'autant mieux que le terrain est plus pauvre.

Le résultat de la comparaison montre que les différences existant entre clones issus de divers pieds ne se retrouvent pas dans les descendances illégitimes de ces mêmes pieds (graphique 9).

En conséquence, si l'on ne retrouve pas le même classement décroissant de productivité entre clones et descendances illégitimes, ceci peut provenir en partie du fait que les types de nutrition des descendances illégitimes ne sont pas aussi distincts l'un de l'autre que pour les clones.

VIII. — APPLICATIONS

Plusieurs applications agronomiques peuvent prendre leur origine dans les différences d'alimentation que nous avons mis en évidence pour les clones du caféier Robusta.

Dans les pays à agriculture encore peu évoluée, la sélection doit rechercher des clones ayant une bonne production, même dans des sols pas trop fertiles, sans qu'il y ait un apport d'engrais. Mais il peut exister quelques exploitations où les applications d'engrais sont possibles : au lieu de recommencer totalement la sélection, il serait peut-être préférable d'agir en prenant des clones ayant une bonne production moyenne au départ sans avoir une alimentation parfaite.

L'apport d'engrais améliorant nettement cette nutrition, il serait possible d'avoir une réponse aux engrais beaucoup plus intéressante que pour un clone ayant déjà un bon état physiologique au départ. C'est ainsi qu'avec l'application d'engrais, on peut espérer que le clone 173 donnera une production très supérieure au clone 178 auquel les engrais seraient moins profitables.

TABLEAU 10

Nutrition des clones et des descendances illégitimes issus de 5 pieds-mères
(en pourcentage de matière sèche)

N°	Descendances illégitimes						Clones					
	N	P	K	Ca	Mg	(Ca + Mg)/K	N	P	K	Ca	Mg	(Ca + Mg)/K
55 ..	2,68	0,113	2,12	1,84	0,29	1,02	2,66	0,118	1,71	1,78	0,38	1,29
105 ..	2,75	0,112	2,13	1,65	0,28	0,92	2,65	0,103	1,56	1,88	0,41	1,49
138 ..	2,70	0,107	2,17	1,83	0,26	0,98	2,53	0,095	1,99	1,88	0,30	1,12
174 ..	2,80	0,113	2,06	1,84	0,28	1,04	2,78	0,108	1,80	1,76	0,28	1,16
178 ..	2,82	0,117	2,10	1,80	0,28	1,00	2,83	0,110	1,92	1,97	0,33	1,21

Il serait également possible d'améliorer en partie la production du clone 173 en le greffant sur le clone 178, l'alimentation du porte-greffe se reflétant en partie sur celle du greffon. La comparaison entre descendance illégitime et descendance clonale montre qu'il y aurait probablement intérêt à ce que le porte greffe soit issu comme le greffon de boutures, et non pas de graines, pour garder parfaitement les propriétés d'adaptation au sol.

IX. — CONCLUSION

Entre les clones issus d'une même variété de caféiers (*Coffea canephora* var. *robusta*), il existe des différences de nutrition minérale très nettes, ces différences se conservent d'année en année. Chaque clone possède un type d'alimentation qui semble

CONCLUSION

Perfectly distinct differences in mineral nutrition are factual between clones of a same variety of coffee trees (*Coffea canephora* var. *robusta*) and such differences remain year after year. Each of these clones has a type of nutrition which seems constant. From these variations, one may explain, at least in part, the existing differences in yield.

One should, taking advantage of these findings, apply them to practical coffee tree fertilisation and grafting tests.

SCHLUSSERGEBNIS

Zwischen zwei aus einer selben Varietät, bzw. *Coffea canephora* var. *robusta* stammenden Klonen bestehen sehr scharfe Unterschiede in den Mineralnahrungsbedürfnissen, die jahrelang halten. Jeder Klon hat seine eigenen Nahrungsbedürfnisse und diese sind scheinbar konstant. Diese Abweichungen der Nahrungsbedürfnisse erklären wenigstens teilweise die Differenzen in der Produktivität.

Dem obigen Befund Folge gebend, würde es sich lohnen Pfropfen und Düngungsversuchen in den Kaffeeplantagen auszuführen.

CONCLUSION

Entre los clones de una misma variedad de cafetos (*Coffea canephora* var. *robusta*) existen unas diferencias de nutrición mineral muy marcadas que se conservan de un año a otro. Cada clon tiene un tipo de nutrición que parece constante. Estas variaciones en la nutrición de los clones permiten explicar en parte las diferencias de productividad. Basándose en estas observaciones podríanse estudiar experimentalmente los efectos de los abonos y de los injertos en la producción de los cafetos.

constant. Ces variations dans la nutrition des clones permettent d'expliquer en partie les différences de productivité. Plusieurs expériences pratiques sur les engrais, le greffage, mettant à profit ces observations, pourront être conduites sur caféier.

BIBLIOGRAPHIE

1. NYE (P. H.), FOSTER (W. N. M.). — Soil phosphate uptake and plant species. *Plant and soil*, juil. 1958, vol 9, n° 4, p. 338-352.
2. BOUYCHOU. — Les problèmes posés dans l'application du diagnostic physiologique et de ses conclusions. In « Nutrition minérale et engrais », Compte rendu du Colloque d'Abidjan, janvier 1959.
3. PREVOT (P.), ZILLER (R.). — Etude d'une carence en potasse et en azote sur palmier à huile au Dahomey. *Oléagineux*, juin 1957, vol. 12, n° 6, p. 369-376.



**CAFÉ
CACAO
THÉ**

Extrait des n^{os} 4-1961
3-1962, 1-1963, 2-1964

**Études sur la nutrition minérale
du caféier *C. canephora* (Robusta)
en République Centrafricaine
(Centre de Recherches
Agronomiques de Boukoko)**

J. FORESTIER
J. DEUSS

M. BORGET

23 MAI 1966

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

N^o : 20 193 - 20 197

Cote : B.

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

~~Collection de Référence~~

~~n^o 70~~

~~31 MAI 1965~~

Bio et
Annel