

SYNTHESE DES ETUDES DE FERTILISATION MINERALE SUR CAFEIER ROBUSTA EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

par
 J. FORESTIER

Maître de Recherches de l'ORSTOM

Dans cette étude, les résultats des recherches de base effectuées au Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko (I.F.C.C.) sur la fertilisation minérale du caféier Robusta en République Centrafricaine sont résumés et ordonnés. Les publications plus détaillées les concernant sont mentionnées in fine.

DEFINITION DES CONDITIONS D'ETUDE

La région propice à la culture du caféier Robusta en République Centrafricaine est située dans le Sud du pays et ne dépasse pas la latitude Nord 5°.

Climat

Le caféier Robusta donne de bons rendements dans les conditions naturelles si la saison sèche n'est ni trop longue, ni trop sévère. En République Centrafricaine de telles conditions sont remplies seulement avec des précipitations annuelles moyennes approchant 1.600 m/m et une saison dite sèche ne dépassant pas trois mois et recevant au minimum 100 m/m d'eau. Pour les plantations situées dans la partie Nord de cette zone, du fait de la variation mensuelle des pluies, très élevée pendant la saison sèche, la récolte est compromise deux années sur cinq.

Les températures moyennes mensuelles varient peu et restent au-dessus de 20° et aucun accident de végétation n'a jamais été signalé du fait des températures trop faibles.

Par contre la présence d'un vent sec appelé harmattan qui souffle généralement en février pendant la saison sèche provoque des dégâts importants pour les plantations situées dans certaines zones. Il semble que la culture du café Robusta soit compromise lorsque l'un des minima moyens mensuels de l'humidité relative descend au-dessous de 35 % en saison sèche.

L'ensoleillement dans les régions de culture du Robusta est d'environ 2.000 à 2.100 heures par an en République Centrafricaine, peut-être plus faible dans la zone Sud-Ouest où règne la forêt dense ombrophile;

Il existe également une petite saison sèche correspondant au solstice de juin qui dure environ une quinzaine de jours. Dans certains cas, elle peut atteindre 45 jours et compromet alors la récolte pendante. Son effet sur la production, c'est-à-dire chute de grains, grossissement moindre des cerises restantes, n'a pas été exactement mesuré.

Ce climat correspond en général à la forêt dense tropophile à Triplochiton scléroxyton et Terminalia superba dans le domaine forestier guinéen-oubanguien. Quelques plantations sont situées dans la zone de la forêt dense ombrophile dans le Sud-Ouest du pays.

O. R. I. C. M.

Collection de Référence

n° 13545

Sols

La zone de culture du café Robusta correspond à celle des sols fortement ferrallitiques dominants, ou associés avec des sols faiblement ferrallitiques. Ces sols sont faiblement ou moyennement lessivés.

On trouve quelquefois les caféiers sur des sols à hydromorphie temporaire mais le caféier y donne de mauvais résultats ou dépérit.

Si une cuirasse se trouve à moins de 30 cm de profondeur le caféier meurt. Entre 30 cm et 1 mètre, le régime hydrique du sol devient un facteur limitant de la production tous les ans.

Les roches mères sont très diverses donnant toute la gamme de sols au point de vue texture (de 10 à 85 % d'éléments fins) et richesse chimique : grès, quartzites, granit, gneiss, schistes et dolérites.

Matériel végétal

Nature : le caféier Robusta est pratiquement autostérile. Sa multiplication se faisant actuellement par graine et la sélection étant peu avancée, les études sont donc effectuées avec un matériel hétérogène en général. Quelques essais ont été faits avec des clones, mais cela sera précisé.

Le caféier Robusta étant une plante pérenne, les expériences sont longues. Le matériel végétal assez hétérogène entraîne des parcelles élémentaires relativement grandes et des expériences coûteuses. Il est donc apparu nécessaire de tirer le maximum d'enseignements de chaque essai, et des cultures existant dans le pays, en étudiant les conditions de sol (analyse physique et chimique), les réactions de la plante (diagnostic foliaire) et le rendement à chaque fois qu'il était possible.

Emploi : les essais de fertilisation ont été conduits sous forme d'essai factoriel (confounding 2⁶ avec 1/2 répétition), d'essais en bloc avec en général 4 répétitions, ce qui est insuffisant pour des essais très précis et de courte durée, d'essai en split-plot à 4 répétitions avec comme facteur principal une technique culturale qu'il est possible de répéter dans d'autres essais.

Les parcelles élémentaires utiles sont de 15 à 24 arbustes pour des plants illégitimes issus d'un même pied et de 6 à 8 pieds en cas de plantation clonale.

Rendement : les rendements sont de préférence donnés en kilogrammes de café marchand, par pied vivant, le poids en cerises fraîches ayant été multiplié par 0,225 qui est un coefficient moyen obtenu sur plusieurs campagnes.

Les rendements maxima réalisés jusqu'à présent varient selon les effets suivants : durée et année de mesure, engrais, grandeur de parcelles.

GRANDEUR DES PARCELLES	DUREE DES MESURES	ANNEES DEFAVORABLES	FUMURE	RENDEMENT
15	1 an	aucune	oui	5,65
60	1 an	aucune	oui	4,75
1000	1 an	aucune	oui, en partie	3,85
400	5 ans, 1 cycle de taille	1 année	oui	2,50
1800	5 ans, 1 cycle de taille	1 année	oui, en partie	1,95
15.000	5 ans, 1 cycle de taille	2 années	oui, en partie	1,50

Le rendement moyen peut donc varier de 1 à 3,5 ou 4 selon les conditions d'obtention.

Les augmentations de rendement données en pourcentage sont intéressantes seulement si les niveaux des témoins sont comparables dans plusieurs expériences et déjà relativement élevés.

Dans certains résultats, le rendement a été rapporté à la tige car le diagnostic foliaire n'est pas influencé par le nombre de tiges sauf peut-être dans quelques cas extrêmes (moins de 2 tiges ou au moins 6).

RELATION ENGRAIS - SOL

Ces relations sont de deux ordres et peuvent concerner soit le diagnostic du besoin en engrais à partir des analyses de sol, soit les effets des engrais sur les sols et le comportement de l'engrais dans le sol.

Diagnostic du besoin en engrais

Ce diagnostic peut être établi pour le caféier Robusta à la suite des nombreuses analyses de sol effectuées et de leur mise en relation avec l'alimentation de la plante. Il peut servir soit à définir les sols fertiles dans les prospections pédologiques, soit les quantités d'engrais K Mg à apporter, éventuellement P, mais de façon moins précise que le diagnostic foliaire.

Méthode d'interprétation des analyses de sol.

Il est nécessaire auparavant d'interpréter correctement les analyses courantes de sol. L'interprétation que nous avons faite a porté sur les résultats d'analyse de 300 échantillons de sol couvrant toutes les textures de 10 à 80 % d'éléments fins (argile + limon) et des richesses de sol allant de 0,18 à 3 méq/Mg pour 100g de terre fine, de 0,06 à 2 méq. pour le potassium.

L'interprétation risque toujours d'être erronée en ne considérant qu'un résultat seul, sauf s'il est très élevé ou très faible. C'est seulement dans un faible pourcentage des cas qu'une analyse permet de dire sans erreur si un sol a besoin d'engrais potassique ou magnésien en ne connaissant que le taux de potassium ou de magnésium échangeable.

L'interprétation, présentée ici, des résultats d'analyse courante correspond à un jugement global porté à l'échelle agronomique et ne préjuge pas des divers mécanismes mis en jeu à des niveaux déterminés. Les résultats acquis nous permettent de conclure que l'interprétation correcte de la richesse en éléments minéraux disponibles pour une culture immédiate dans un sol ne peut se faire qu'en considérant les résultats sous un triple aspect.

Tout d'abord il faut une appréciation du niveau des réserves facilement mobiles qui correspond au pool (cas des bases échangeables par exemple) ou partielle (méthode TRUOG pour le phosphore). Dans ce dernier cas, il faut penser que la fraction extraite du pool n'est pas toujours en relation avec la réserve globale sous forme d'une droite (fraction constante) mais sous forme d'une courbe (fraction variable) qui changera selon la texture et la classe pédologique du sol. Il y a évidemment intérêt à employer une méthode qui donne le niveau global ou qui au moins représente une fraction extraite constante.

En second lieu, il faut un résultat qui détermine la facilité avec laquelle le sol libère ces ions mobiles. Ce résultat peut être la mesure du potentiel de l'ion (SCHOFIELD) ou d'une conséquence (vitesse de libération - BLANCHET) ou d'un facteur prépondérant déterminant ce potentiel (capacité de sorption du sol pour un élément). Nous avons utilisé comme facteur prépondérant la teneur en éléments fins, qui en restant dans une même classe pédologique de sols paraît suffisant.

Enfin, intervient également le rapport entre les éléments pour envisager les problèmes d'antagonisme. Nous avons utilisé comme facteur prépondérant la teneur en éléments fins, qui en restant dans une même classe pédologique de sols paraît suffisant.

Nous avons utilisé successivement la teneur en K % échangeable de la somme des bases échangeables pour le potassium, le rapport Mg/K pour le magnésium et le rapport (Ca + Mg)/K pour le calcium.

La considération du niveau de l'élément, de sa disponibilité et de ses rapports avec les autres éléments permet seule de donner un diagnostic exact sur les possibilités chimiques du sol en culture caféière dans la majorité des cas.

Quelques facteurs secondaires peuvent venir modifier l'interprétation. Le pédo-climat joue sur l'absorption du potassium. Dans un sol sableux, le caféier absorbe relativement moins facilement le magnésium que le potassium. Dans un sol trop humide (hydromorphie temporaire) le potassium est moins absorbé que prévu dans un sol normal.

Les oligo-éléments peuvent perturber l'absorption des éléments majeurs. Ils sont encore très rarement dosés dans les sols dans les études de fertilité.

Enfin, la plante intervient et peut être plus ou moins exigeante. De telles différences existent à l'intérieur d'une variété botanique comme le Robusta.

Résultats par éléments

Pour les éléments PKMgCa, une interprétation détaillée avec mise en relation des analyses de sol et de diagnostic foliaire a été publiée dans la revue de l'I.F.C.C.. Nous résumons ici certains de ces résultats.

Azote : Il n'a pas été possible de prévoir les besoins en azote du sol à partir des seuls résultats d'azote total ou de rapport C/N. Des problèmes de minéralisation interviennent (cas de la végétation de paspalum qui ralentit beaucoup la nitrification).

Phosphore : L'apport d'engrais est nécessaire pour des teneurs inférieures à 8 ppm de P Truog (6 ppm dans les sols à moins de 15 % d'éléments fins) dans la couche superficielle du sol (0-7 centimètres). Dans ce cas le phosphore est un facteur limitant pour des productions moyennes supérieures à 500 kg/ha de café marchand (c.m.). Au-dessus de 20 ppm de P Truog jusqu'à 50 % d'éléments fins, il n'y a pas besoin de fumure autre que d'entretien pour des rendements allant jusqu'à 1,5 t/ha de café marchand.

La quantité d'engrais nécessaire est de 60 à 80 kg/ha d'anhydride phosphorique pour corriger une carence (production inférieure à 500 kg/ha c.m.) et une quantité égale pour amener le sol à une possibilité de production de 1,5 t/ha c.m. en moyenne.

Potassium : En dessous de 0,05 méq. K échangeable, il y a une carence grave. Des applications localisées de 120 kg/K₂O/ha/an sont alors nécessaires pendant 2 ou 3 ans. En dessous de 0,10 méq. K en sol sableux (< 20 % élément fin) et 0,45 méq. K à 60 % éléments fins, il faut apporter de 60 à 120 kg de K₂O/ha comme fumure de redressement.

Ces chiffres sont valables lorsque le pourcentage de K échangeable dans la somme des bases échangeables est compris entre 2,5 et 11 %. En dehors de ces limites, les phénomènes de libération par le sol et d'antagonisme, ont une influence dont il faut tenir compte pour fixer la fumure.

Magnésium : Plus que le taux de magnésium échangeable intéressant dans 2 ou 3 % des cas seulement, c'est le rapport Mg/K échangeable qui règle les besoins en magnésium. Pour un sol contenant plus de 20 % d'éléments fins, il faut apporter du magnésium, si le rapport est inférieur à 2,1. Des fumures de 80 kg MgO/ha sont nécessaires pour corriger un état déficient du sol en magnésium.

Calcium : Un seul essai d'amendement a été effectué. Il semble qu'un apport simultané de matière organique soit nécessaire dans les sols ayant besoin de calcium.

Influence des engrais sur le sol

Peu d'études ont été faites à ce sujet, l'influence acidifiante de certains engrais azotés étant connue. En outre, les études d'évolution de la fertilité des sols en place ont montré la difficulté de suivre avec précision les variations d'un élément dans le sol en place. De telles études exigent cases lysimétriques ou bacs de végétation.

Seules, des recherches de dynamique du phosphore acidosoluble du phosphate bicalcique ont été effectuées en laboratoire. La rétrogradation n'est pas proportionnelle à la teneur en éléments fins bien qu'elle augmente de façon générale avec ceux-ci.

Le dosage de P Truog permet de suivre assez bien l'effet des engrais phosphatés dans le sol.

RELATION ENGRAIS - CLIMAT

Le climat influence le cycle végétatif de la plante pérenne et les rendements. Il existe donc une détermination des époques d'application en fonction du climat, et une influence du climat sur les réponses aux engrais.

Influence du climat sur l'époque d'application.

Il est connu qu'après une période de sécheresse, il y a minéralisation de l'azote au début des pluies. Il n'est donc pas utile que la plante reçoive un engrais azoté dès la première pluie en culture normale (sans graminée, ni clean weeding). L'engrais azoté apporté au sol marque significativement l'alimentation de la feuille à partir du 15^{ème} jour et pendant 45 jours. D'autre part, le taux d'azote dans la feuille suit étroitement les variations des précipitations.

L'engrais azoté est donc apporté pour favoriser la croissance après des précipitations de 60 à 80mm depuis le début de la saison des pluies, puis 2 mois avant la fin de la saison des pluies pour favoriser la floraison et, le cas échéant, pendant le grossissement rapide des grains. Si les apports sont importants (fumure intensive expérimentale), le fractionnement se fait en 4 ou 6 apports tous les 60 ou 45 jours pour soutenir continuellement l'alimentation du caféier. L'apport unitaire est limité à 25 g N par pied adulte dans un épandage en couronne pour limiter les pertes par lessivage.

Pour le phosphore, l'apport a lieu en une fois au début des pluies pour favoriser la croissance. Son effet dure toute l'année.

Pour la potasse, l'apport a lieu en une fois au début de l'année car elle est bien retenue par le sol. La dose est limitée à 60 kg K_2O /ha pour un épandage en couronne. Deux apports sont effectués pour des doses plus fortes, le second étant fixé trois mois avant la période de floraison. La potasse donne un effet sensible dans le taux des feuilles trois mois après l'application au sol.

Pour le magnésium, sous forme de sulfate, le fonctionnement est celui de l'azote.

Influence sur les réponses.

Pour le caféier Robusta en République Centrafricaine les facteurs limitants d'origine climatique mis en évidence sont l'importance de la pluie et l'humidité de l'air.

Un degré hygrométrique de l'air s'abaissant à moins de 30% pendant plusieurs jours dans une période sans pluie provoque la chute des feuilles et la mort des bourgeons floraux. Une pluie insuffisante de 3 à 5mm en période sèche provoque une floraison qui ne noue pas. Une période sèche trop longue (plus de 30 jours) abaisse la production, et au-delà de 60 jours, il est possible de voir avorter les ébauches florales. Une petite saison sèche trop longue diminue le grossissement des cerises et provoque une chute partielle.

Comme une application d'engrais donne son effet principal sur le rendement 12 à 18 mois plus tard, ces facteurs limitants climatiques diminuent ou annulent presque entièrement l'effet des engrais.

Saisonnement des récoltes.

Le climat provoque de bonnes ou de mauvaises récoltes plus ou moins alternées. A la suite d'une forte récolte, le caféier ayant prélevé sur ses réserves présente une teneur plus faible des éléments dans la feuille. Si l'année suivante le climat est défavorable, la récolte est mauvaise et l'alternance de récolte est due au climat. Au contraire, si la seconde année le climat est favorable, la récolte sera néanmoins moindre à cause d'une floraison insuffisante. Dans les deux cas, le caféier parvient à reconstituer ses réserves totalement si la récolte est mauvaise (climat), partiellement si elle est faible (floraison insuffisante); l'alternance est due dans ce dernier cas à un état physiologique déficient. Les analyses de diagnostic foliaire et les rendements montrent bien ces deux effets. Il a été démontré que l'apport d'engrais diminue le deuxième type d'alternance en permettant un moindre déséquilibre physiologique à la suite de la forte récolte.

Il devient nécessaire d'apporter une fumure d'entretien en fonction de la récolte pendante. La correction par rapport à la formule de base s'opérera pendant la deuxième partie de la saison des pluies après une estimation satisfaisante de la récolte.

RELATION ENGRAIS - PLANTE

Le rendement d'une plante représente une appréciation globale de toutes les conditions que la plante a trouvées pendant sa végétation. Un même rendement peut être produit par des conditions très diverses, ces conditions devenant plus strictes en se rapprochant du rendement maximum. Pour améliorer les possibilités d'augmentation de rendement, la connaissance des réactions de la plante est extrêmement utile. Divers diagnostics chimiques de la plante ont été ou seront utilisés. Pour le caféier Robusta jusqu'à présent, seul le diagnostic foliaire a été utilisé. Ce diagnostic foliaire est un moyen parmi d'autres diagnostics biologiques de connaître les besoins en engrais de la plante. C'est aussi une possibilité de déterminer les réactions de la plante aux engrais, à la sélection et peut-être la prédisposition à certaines maladies.

Diagnostic biologique des besoins en engrais

Pour évaluer les besoins en engrais d'une plante, on peut utiliser les symptômes de carence, les bilans d'exportation minérale, le diagnostic foliaire, une plante test, ou enfin l'expérimentation au champ.

Symptômes de carence et de déséquilibre.

Pour le caféier, ces symptômes portent sur la croissance de l'arbuste, la forme et la couleur de ses feuilles, la chute du feuillage et la mort des rameaux.

Pour le caféier Robusta, ces symptômes ont été observés en République Centrafricaine, en vase de végétation avec culture sans sol (N. P. K. Ca. Mg. S.), et en plein champ. Pour les cligo-éléments, un certain nombre de symptômes ont été observés en plein champ (B. Zn. Cu. Fe. Mn.) et en vase de végétation (N).

Le plus souvent ces symptômes se situent à des niveaux graves de déficience, et il y a intérêt à améliorer le rendement par des apports d'engrais bien avant qu'apparaissent les symptômes visuels de déficience d'un élément sur une culture. En outre, la formule d'engrais n'est pas connue avec précision.

Néanmoins, une bonne connaissance de ces symptômes permet à un observateur attentif de tirer certaines conclusions d'un passage rapide sur le terrain et de donner des indications culturales immédiates avant de connaître des résultats d'analyse.

Bilans minéraux.

Il s'agit de mesurer les exportations minérales faites par la culture et de prévoir une formule d'engrais compensant ces exportations. Pour une plante pérenne, il faudrait inclure également les immobilisations dans l'arbuste.

Les analyses de grains pour le caféier Robusta sonnent des variations relativement importantes et il est impossible de déterminer les accumulations inutiles d'éléments.

Pour une tonne de café marchand, les exportations sont les suivantes :

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
BUSCH	38 kg	4,9 kg	44 kg	2,55 kg
FORESTIER	31 kg	3,8 kg	36 kg	4,2 kg

Une autre difficulté réside dans la connaissance des coefficients d'utilisation des éléments par la plante, coefficient variable selon le mode d'apport, la localisation de l'engrais, sa nature, la richesse du sol.

On considère habituellement des utilisations de 50% pour l'azote, 9 à 10% pour le phosphore. Pour le potassium, un taux de 45% semble plus proche de la réalité en sols ferrallitiques que les 25% employés autrefois (taux pour la vigne). Ce taux est inconnu pour le magnésium.

Cette méthode peut servir pour une première approximation des doses à employer et donne comme correcte, pour une production d'une tonne, une fumure de 60 - 40 - 80.

Diagnostic foliaire.

Le diagnostic foliaire exige un certain nombre de précautions connues pour les conditions de prélèvement (matin, 48 heures après une pluie); le choix des feuilles (3ème paire de feuilles), l'époque la plus intéressante (avant floraison pour le caféier Robusta en R.C.A.), l'importance de l'échantillon (50 à 60 feuilles).

L'interprétation du diagnostic foliaire conduit à déterminer des niveaux critiques d'alimentation ou des zones optima de nutrition, des rapports entre éléments et la somme des cations.

Pour le caféier Robusta, en République Centrafricaine, nous utilisons les zones optima de nutrition, nos connaissances ne permettant pas de déterminer une seule valeur pour un niveau critique. Ces zones varient d'ailleurs avec l'âge de la tige, pour azote et potassium à cause des rapports différents poids sec/poids frais, et pour une raison physiologique due à l'accumulation inégale de calcium selon l'âge.

Ces zones ou niveaux sont déterminés comme il suit et correspondent à un rendement moyen supérieur à 2 t. de c.m. sur un cycle de taille (5 ans).

Azote	2,65 à 3,0	%	
Potassium	1,80 à 2,20	%	
Magnésium	0,29 à 0,36	%	
Calcium	1,35 à 1,55	%	1 an
	1,55 à 2,00	%	2 ans
	> 1,70		3 ans
	> 1,90		4 et 5 ans
Phosphore	0,13 à 0,15	%	
Soufre	0,18 à 0,26	%	
Fer	90 à 200	ppm	
Manganèse	45 à 75	ppm	
Bo	55 à 85	ppm	
Cuivre	25 à 40	ppm	
Zinc	11 à 15	ppm	
Molybdène	> 0,5	ppm (provisoire)	

Le seul rapport intéressant pour la mise en relation des diagnostics foliaires et du rendement est $\frac{Ca + Mg}{K} < 0,90$ pour une tige de 2 ans, entre 0,90 et 1,20 à 3 ans, et 1,20 - 1,55 à 4 ans.

Les rapports N/P et N/S n'ont pas été étudiés sur des cas suffisamment nombreux pour en connaître la valeur.

La somme des cations K. Ca. Mg. présente un intérêt car il a été montré qu'une production plus élevée était associée avec une minéralisation de la feuille un peu plus forte que la moyenne normale (170 à 180 méq. au lieu de 150 - 165). Cette minéralisation varie selon l'âge de la tige (accumulation calcium), mais cet indice permet de prévoir une étude plus poussée des rapports K-Mg dans les formules de fumure intensive.

Comme les analyses de sol, le diagnostic foliaire ne peut considérer un seul élément sans risque grave d'erreur. En effet, un taux de potassium de la feuille du caféier peut être apparemment correct dans un sol carencé en cet élément, si simultanément il y a une carence plus accentuée en magnésium. Il faut donc considérer à la fois les taux de K et Mg ou le rapport entre ces deux éléments.

Sur la plante pérenne la récolte précédente intervient sur les résultats de diagnostic foliaire, notamment sur le potassium et dans ce cas la correction de la déficience exige moins d'engrais que si elle était due uniquement au sol.

L'époque de prélèvement peut correspondre à un des éléments du rendement et dans ce cas, pour une bonne interprétation, il faut rapporter le rendement à l'élément intéressé, par exemple la tige pour le caféier Robusta au lieu de l'arbuste.

Dans le cas des analyses courantes, les dosages d'oligo-éléments ne sont pas toujours effectués, ou leur action sur l'absorption des éléments majeurs est imparfaitement connue. Seule l'analyse de sol faite simultanément permettra de soupçonner un facteur non mesuré et évitera d'apporter un engrais qui ne marquera pas.

Un facteur édaphique comme l'hydromorphie temporaire abaisse la nutrition potassique sans qu'il y ait carence dans le sol. L'engrais potassique ne serait pas efficace dans ce cas.

Enfin il peut exister des facteurs climatiques limitants modifiant l'interprétation habituelle et réduisant les besoins en engrais : une saison sèche sévère survenant après un diagnostic foliaire permet de réduire les doses d'engrais pour la campagne suivante.

L'insuffisance des résultats font que les doses d'azote ne peuvent être fixées exactement en fonction du diagnostic foliaire. Actuellement, on se base sur un apport de 20 kg de N par hectare pour chaque augmentation de 0,1 % du taux d'azote dans la feuille et 60 kg de N par tonne de café marchand.

Pour le phosphore il faut 20 kg de P_2O_5 par ha pour augmenter le taux de P de 0,01 % dans la feuille et 40 kg P_2O_5 par ha par tonne de café marchand.

Pour le potassium, il faut 10 kg de K_2O par ha pour augmenter le taux de K de 0,1 % dans la feuille (déficience passagère par fortes récoltes), ou 15 à 20 kg par ha pour une augmentation de 0,1 % K dans la feuille selon le niveau de déficience ou de carence dû au sol.

Il faut en outre 60 kg/ha de K_2O par tonne de café marchand produite au-dessus de 0,5 t/ha.

Il n'y a pas assez d'expérience pour donner des valeurs même approximatives pour les autres éléments.

Emploi d'une plante test

Nos connaissances en analyses de sol et diagnostic foliaire ne donnent pas d'utilité à l'emploi d'une plante test. Il nous semble qu'un tel procédé exige au moins la mise au point d'une relation étroite entre les besoins des deux plantes (plante test et plante cultivée) pour chaque élément ou oligo-élément, car toutes les plantes n'ont pas les mêmes exigences chimiques et les mêmes possibilités d'utilisation d'un sol.

MOULINIER a utilisé la maïs en Côte d'Ivoire mais cette méthode a été abandonnée ensuite semble-t-il.

L'expérimentation au champ

Cette expérimentation donne des chiffres de rendement, mais il est nécessaire de multiplier les expériences si le diagnostic foliaire, ou un diagnostic chimique de la plante ne permet pas d'expliquer en partie les facteurs qui ont conduit à ce rendement. L'expérimentation multilocale permet de tester les influences édaphiques et surtout climatiques. Les premières peuvent être connues avantageusement par les analyses de sol et de diagnostic foliaire. Seules restent les influences climatiques.

Une expérience précise multilocale doit rester entièrement à la charge du Centre avec son personnel dans une parcelle lui appartenant si elle doit durer plusieurs années. Les autres conditions d'expérimentation conduisent à des déboires et des pertes de temps, car il est rarement possible de conduire l'expérience telle qu'elle devrait l'être et aussi longtemps que nécessaire.

Action des apports d'engrais sur les équilibres dans la plante

Influence de l'azote

L'engrais azoté augmente bien entendu la teneur de la feuille en azote. Mais il a une influence sur les cations K-Mg. L'azote a un effet de dilution qui atteint le ou les éléments les plus proches de la déficience. Si l'effet de dilution touche un seul élément, l'effet d'antagonisme K-Mg apparaît et le taux d'un élément monte tandis que celui de l'autre baisse.

Influence du potassium

L'apport d'engrais potassique au caféier augmente la teneur des feuilles en potassium, mais pour une même dose l'effet varie selon l'état de déficience du sol, le niveau initial dans la feuille et la récolte pendante.

Un apport de potasse seule entraîne toujours une diminution du taux de magnésium et peut provoquer à la limite un déséquilibre grave entravant sérieusement les floraisons.

Influence du magnésium

Un apport d'engrais magnésien sur caféiers déficients en magnésium augmente le taux de cet élément dans les feuilles, diminue celui de potassium et permet aussi une augmentation du taux de calcium dans certains cas.

Influence du phosphore

L'engrais phosphaté augmente le taux de phosphore de la feuille. Dans les conditions d'expérience, il n'a pas été relevé d'interactions avec d'autres éléments majeurs.

Influence des engrais sur les oligo-éléments et le soufre

Les mesures effectuées concernent l'influence de deux engrais (sulfate d'ammoniaque et phosphate bicalcique) sur les teneurs en oligo-éléments et en soufre.

Dans le cas où il n'y a pas de déficience en soufre, le sulfate d'ammoniaque apporté en même temps que du phosphate bicalcique n'améliore pas la teneur en soufre de la feuille de caféier. Ce résultat a été constaté dans deux essais différents. Par contre en présence de matière organique, la teneur en soufre s'accroît.

Les effets des engrais sont plus marqués sur les teneurs en fer, en cuivre et en molybdène qui diminuent sensiblement et sur celles en manganèse qui augmentent. Les diminutions sont faibles pour le bore et le zinc. Notons tout de suite que ces variations sont plus ou moins fortes selon les clones.

Influence du cuivre sur le potassium

Le cuivre appliqué sur caféier en pulvérisation foliaire (6 kg Cu métal/ha/an), ou au sol (16 kg Cu

métal/ha/an) diminue l'absorption du potassium. Ceci pourrait expliquer en partie l'influence heureuse des « tonic spraying » sur Arabica mulché en Afrique Orientale.

Engrais et sélection

Types physiologiques

Il était prouvé pendant la période 1958-1961 que le caféier Robusta présentait des clones ayant des caractères physiologiques constants et très distincts dans l'absorption des éléments : clones absorbant très bien ou mal l'azote, clones ayant les mêmes pouvoirs pour le potassium, d'autres encore pour le magnésium et enfin des clones suivant étroitement les variations de fertilité du terrain.

Les teneurs représentatives, moyennes de huit répétitions dans un sol homogène variaient pour 15 clones de :

2,28	à	2,83	%	de la matière sèche	pour l'azote
0,092	à	0,118	%		pour le phosphore
1,56	à	2,20	%		pour le potassium
0,23	à	0,43	%		pour le magnésium
1,27	à	1,97	%		pour le calcium

Ces teneurs montrent les différences importantes pouvant être obtenues par la sélection.

Niveaux critiques

La culture des clones commençant juste, le nombre et la durée des expériences ont été insuffisants pour vérifier si les niveaux critiques restaient identiques à ceux trouvés pour les descendance illégitimes.

Sélection en présence d'engrais.

L'existence de types physiologiques permet d'envisager une réponse différente des clones aux engrais selon le type d'alimentation. Un premier essai avec l'azote a démontré que les meilleures réponses sont obtenues pour les clones ayant une alimentation moyenne pour cet élément.

Il semble que la sélection faite uniquement en présence d'engrais NPK doive défavoriser les clones ayant une nutrition magnésienne un peu faible alors que de tels clones se trouvaient retenus dans la sélection faite sans engrais. Il peut y avoir ainsi une sélection jouant involontairement sur certaines caractéristiques mesurées (diagnostic foliaire) ou non (adaptation à certains sols).

Engrais et maladies

Certaines attaques fongiques se produisent sur des plants ayant une mauvaise nutrition générale azotée et des déséquilibres entre cations et oligo-éléments. Ce sont des parasites de faiblesse comme la cercosporiose sur caféier Robusta.

On peut rattacher à cette catégorie le die-back avec des attaques secondaires d'antracnose sur les branchettes des caféiers épuisés par de très fortes récoltes. Ceci contribue au dégarnissement des tiges à la base lorsque ce caractère n'est pas d'origine génétique.

Ces maladies disparaissent avec des apports d'engrais satisfaisants.

D'autres maladies dues aux champignons se déclarent sur plantes apparemment en bonnes conditions. Il a été essayé de les mettre en relation avec un type de nutrition de la plante. Il semble que ce soit l'équilibre K-Mg qui doit être pris en considération. L'influence de l'azote se fait sentir selon l'effet de dilution et l'antagonisme K-Mg qui ont prévalu. Quelques remarques préliminaires et analyses ont été faites pour le pourridié (Fomes) et la rouille.

Ces maladies peuvent donc apparaître plus facilement avec des formules d'engrais mal équilibrées ou une sélection ayant favorisé dans la plante un équilibre K.Mg propice à la maladie.

CARTOGRAPHIE

Les recherches menées en République Centrafricaine ont eu des aspects pratiques comme la cartographie des déficiences, la correction des déficiences, la pratique des fumures et l'effet sur le rendement.

La cartographie des déficiences a été faite à partir des analyses de sol et des résultats de diagnostic foliaire. Il n'est pas possible de tenir compte des déficiences dues aux précédents culturaux, car la carte serait trop détaillée pour être employée dans l'établissement des formules de fumure.

La détermination des formules d'engrais a été établie d'après cette cartographie des déficiences mais plusieurs contingences ont dû être respectées. Pour être facilement vulgarisable et éviter les erreurs des agents, la formule d'engrais doit rester unique pour une région assez grande. La formule de fumure doit tenir compte des autres pratiques culturales, du rendement moyen habituel et de celui que l'on désire obtenir dans un premier stade. Enfin, le coût de la fumure limite son importance au départ.

Les formules retenues comportaient soit un simple apport d'azote (60 g N/an/pied), soit un apport NK (60 g N plus 45 à 80 K₂O/an/pied), soit un apport NP (60 g N plus 30 g P₂O₅/an/pied).

Ces formules étaient considérées comme valables pour une durée de 5 ans. Il serait nécessaire ensuite par un nouveau diagnostic foliaire général de modifier ou non les formules en tenant compte de l'évolution des techniques culturales et des apports effectués.

CONCLUSION

Les recherches de base effectuées en République Centrafricaine pour le caféier Robusta ont permis la mise au point d'une méthode d'interprétation satisfaisante des résultats d'analyse classique des sols. Par ailleurs, l'étude des réactions de la plante par la méthode du diagnostic foliaire a fait l'objet de nombreux travaux. Ceux-ci ont permis la définition des zones optima de nutrition pour les éléments majeurs et les oligo-éléments et la connaissance des interactions provoquées par l'apport des engrais. Une attention particulière a été portée aux possibilités offertes à la sélection par le diagnostic foliaire.

Ces recherches de base ont conduit à des résultats pratiques pour la fixation de formules d'engrais à partir des résultats d'analyse de sol ou de diagnostic foliaire. Ces formules sont établies pour les cas particuliers lorsqu'une analyse est disponible, ou d'une façon plus générale pour une vulgarisation à grande échelle des apports d'engrais.

- BORGET (M.), DEUSS (J.), FORESTIER (J.) - Quelques résultats des essais d'engrais sur C. Robusta au Centre de Recherches de Boukoko (R.C.A.).
C.C.T., janv.-mars 1963, vol. 7 n° 1, p. 22-32.
- BUSCH (J.) Rapport annuel 1954 de la Station de Boukoko - Section chimie.
- BUSCH (J.) Etude de la nutrition minérale du C. Robusta dans le Centre Oubangui.
L'Agronomie Tropicale, 1956, vol. 11 n° 4, p. 416-445.
- BUSCH (J.) Etudes, sur la nutrition minérale du C. Robusta dans le Centre et l'Ouest Oubangui.
Nouvelles observations
L'Agronomie Tropicale, 1958, vol. 13, n° 6, p. 732-760.
- CHABRA (A.) Aperçu sur le climat centrafricain.
ASECNA, Bangui, 1962
- DEUSS (J.) Climatologie de la Station de Boukoko (R.C.A.) Vingt cinq années d'observations météorologiques.
A paraître dans « Café, Cacao, Thé ».
- FORESTIER (J.) La fertilité des sols. Interprétation des résultats analytiques. Rapport annuel de la Station Centrale de Boukoko, 1958, Tome 2, p. 171-185.
- FORESTIER (J.) Etude des carences du C. Robusta en milieu artificiel.
Rapport annuel du C.R.A. de Boukoko, 1960, Tome 2, p. 51-60.
- FORESTIER (J.) Etude des sols des caféiers de la Lobaye (Oubangui-Chari).
L'Agronomie Tropicale, janv.-fév., 1960, vol. 15 n° 1, p. 9-37
- FORESTIER (J.) Etudes sur le phosphore dans les sols latéritiques.
L'Agronomie Tropicale, sept.-oct., 1960, vol. 15 n° 5, p. 543-567
- FORESTIER (J.) Sélection et nutrition minérale du C. Robusta.
C.C.T., oct.-déc., 1961, vol. 5 n° 4, p. 219-226
- FORESTIER (J.) Valeur du diagnostic foliaire du C. Robusta.
C.C.T., juil.-sept., 1962, vol. 6 n° 3, p. 191-206
- FORESTIER (J.) Relations entre l'alimentation du C. Robusta et les caractéristiques analytiques des sols.
C.C.T., 1964, vol. 8, n° 2, p. 89-112.
- FORESTIER (J.) Cartes de fumure pour le C. Robusta en R.C.A. - 1964, 7 p., 4 cartes.
- FORESTIER (J.) Le potassium et le caféier Robusta, nov. 1965, 60 p.
- FORESTIER (J.) Aspects nouveaux de l'emploi des engrais sur caféier Robusta en République Centrafricaine.
C.C.T., 1966, vol. 10, n° 2, p. 126-131.
- FORESTIER (J.), BELEY (J.) - Teneurs en soufre et en oligo-éléments des feuilles du caféier Robusta en Lobaye (R.C.A.).
C.C.T., 1966, vol. 10, n° 1, p. 17-26
- FORESTIER (J.), BELEY (J.) - Modification de la nutrition minérale et production des clones de caféier Robusta.
A paraître dans « Café, Cacao, Thé ».
- QUANTIN (P.) Les sols de la République Centrafricaine.
ORSTOM, 1965.