

## Premières analyses foliaires sur avocatsiers au Cameroun et en Côte d'Ivoire

P. MARTIN-PRÉVEL, J. MARCHAL, J.P. GAILLARD et J. BOURDEAUT\*

PREMIERES ANALYSES FOLIAIRES SUR AVOCATIERS  
AU CAMEROUN ET EN COTE D'IVOIRE

P. MARTIN-PREVEL, J. MARCHAL, J.P. GAILLARD et  
J. BOURDEAUT

*Fruits*, oct. 1974, vol. 29, n°10, p. 675-688.

RESUME - L'influence de l'âge des feuilles a été étudiée essentiellement en Côte d'Ivoire sur cinq variétés. Le meilleur âge pour le diagnostic foliaire y est de quatre mois, peut-être cinq mois pour les cations.

Les variations saisonnières ont été étudiées au Cameroun sur deux années avec huit, puis cinq variétés. Les époques à retenir pour le diagnostic foliaire seraient août et décembre, assez reproductibles d'une année à l'autre, et mars, très sensible aux influences climatiques. Les différences entre variétés sont parfois prononcées. 'Hall' (qui suit un cycle saisonnier particulier), 'Hickson', 'Lula', 'Peterson' et 'Pollock' sont plus pauvres en potassium. 'Booth 7', et 'Collinson' au Cameroun où sa fumure NK est renforcée, sont plus riches en azote. 'Booth 7', 'Collinson' et 'Lula' sont moins riches en calcium. Se référant aux normes provisoires d'EMBLETON et JONES, les auteurs pensent que la fructification déficiente de certaines de ces variétés pourrait être améliorée en redressant les équilibres correspondants, N/K essentiellement.

L'analyse foliaire de l'avocatier a été abordée au Cameroun et en Côte d'Ivoire avec pour idée directrice, selon la suggestion de P. JEANTEUR, la recherche de relations éventuelles entre l'état de nutrition minérale et l'intensité ou la régularité de fructification. Certaines variétés ou certains individus ont en effet du mal à fructifier dans ces pays.

Les résultats obtenus devront orienter vers la recherche d'une meilleure fructification, d'un meilleur rendement et d'une meilleure qualité, les essais d'engrais envisagés par les Sections IFAC de ces deux pays. A leur tour, ces essais permettront de préciser des normes de composition foliaire adaptées aux conditions locales.

### MATERIEL ET METHODES

#### Matériel végétal.

##### *Côte d'Ivoire.*

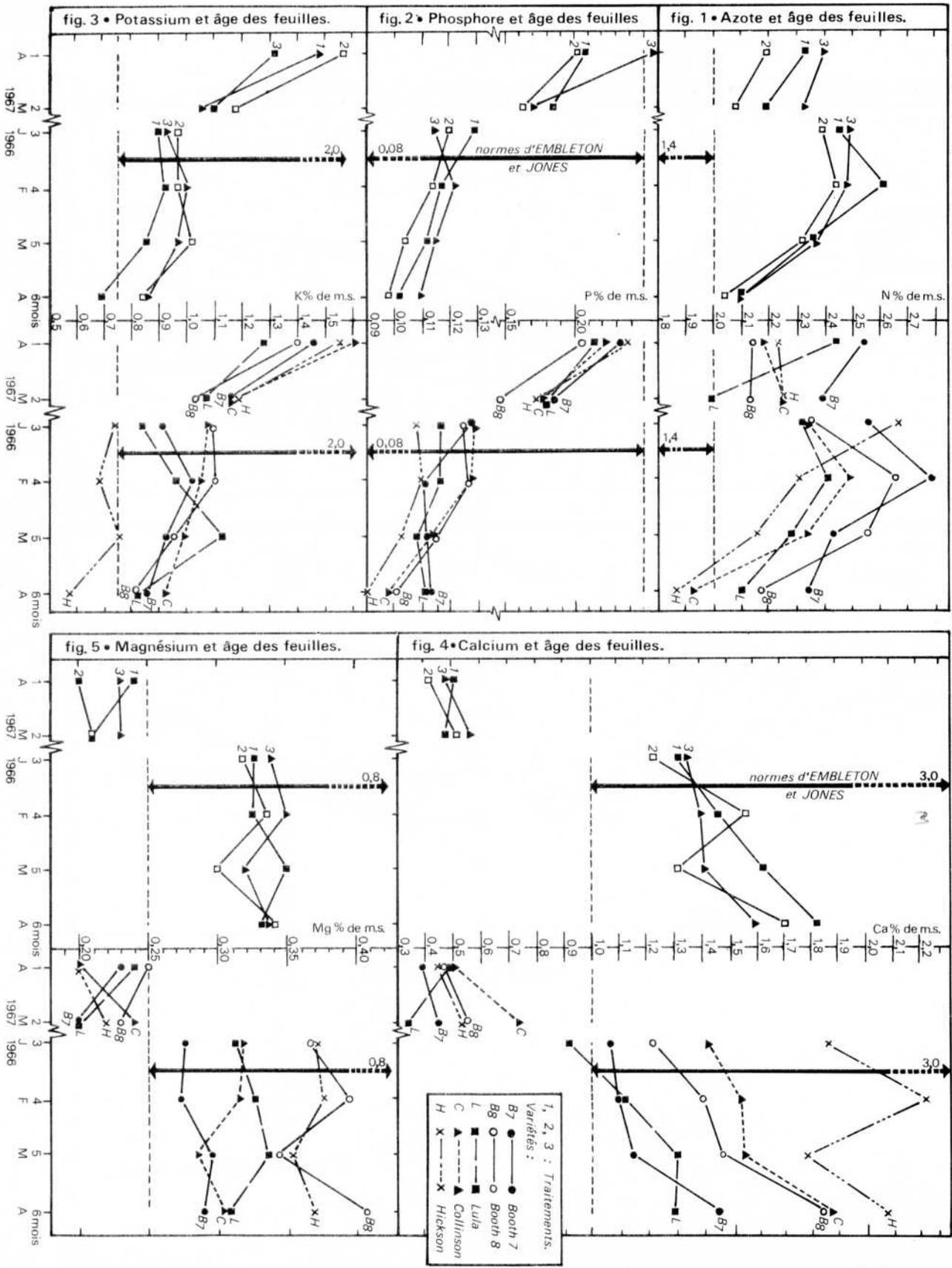
On a opéré à la Station IFAC d'Azaguié sur les variétés 'Booth 7', 'Booth 8', 'Collinson', 'Lula' et 'Hickson', greffées sur sauvageons. Les arbres, en pleine production, avaient été plantés en 1955 et recevaient depuis mai 1965 différentes formules de fertilisation (en kg par arbre, répartis sur deux applications égales en mai et octobre) : (tableau 1)

##### *Cameroun.*

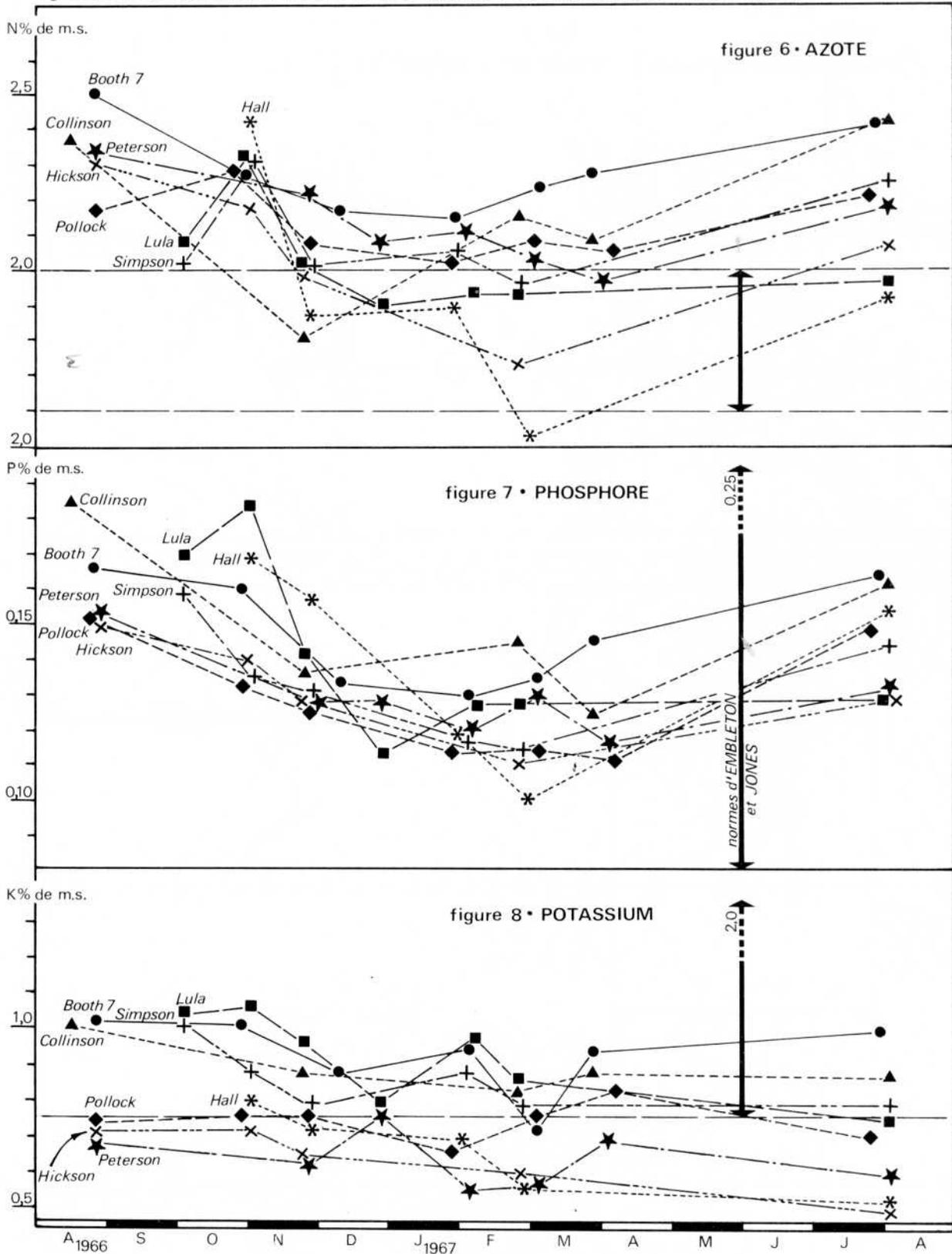
Les arbres, greffés sur sauvageons et plantés en 1963 à la Station IFAC de Nyombé, ne produisaient pas encore au début des prélèvements. On a échantillonné pendant un an huit variétés : 'Hall', 'Hickson', 'Simpson' et cinq autres qui ont été ensuite reprises pour une deuxième campagne de prélèvements :

\* - Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC)  
6, rue du Général Clergerie - 75116 PARIS. France

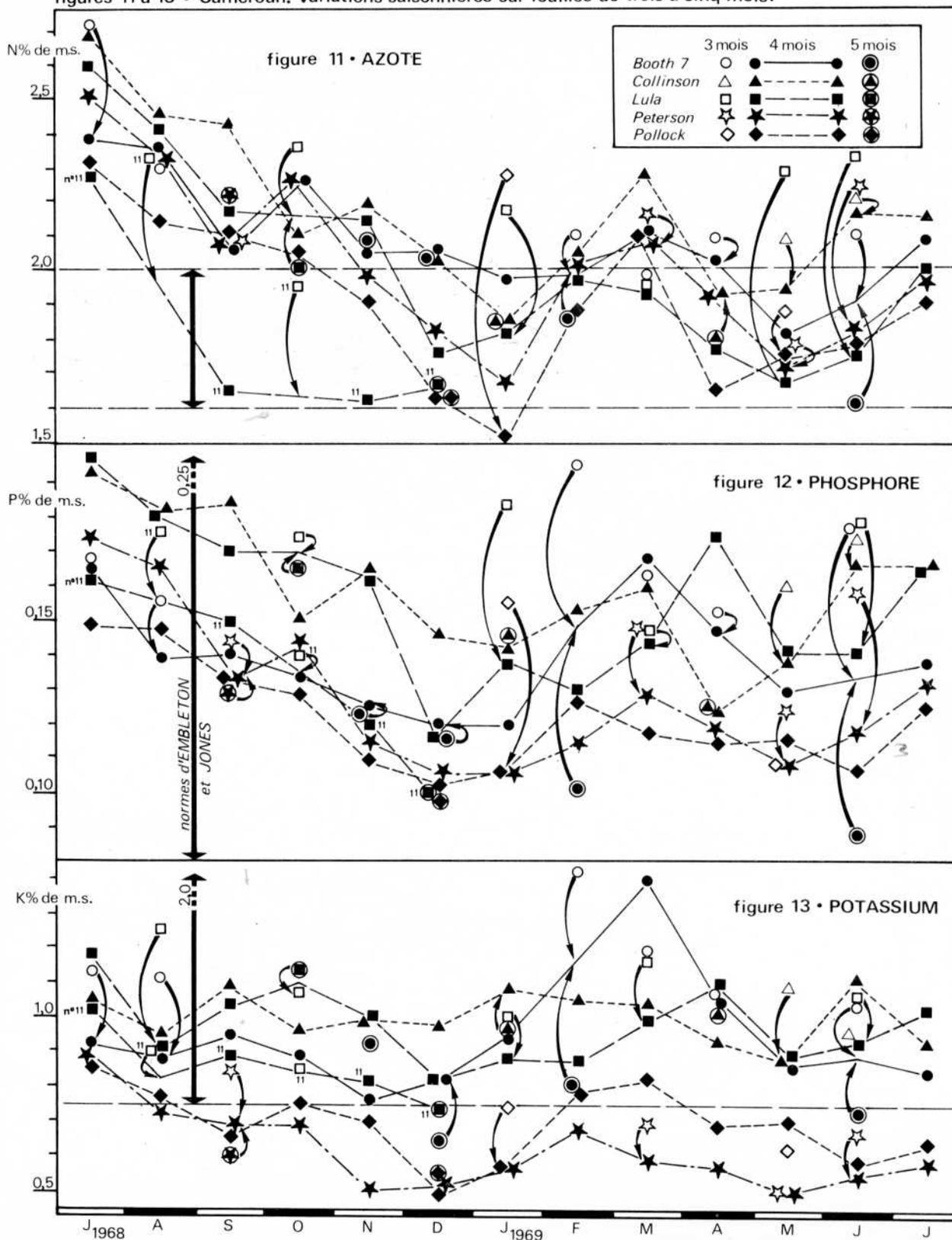
Figures 1 à 5 • Côte d'Ivoire. Influence de l'âge des feuilles sur l'évolution des teneurs en N, P, K, Mg, Ca, pour cinq variétés d'avocatsiers.



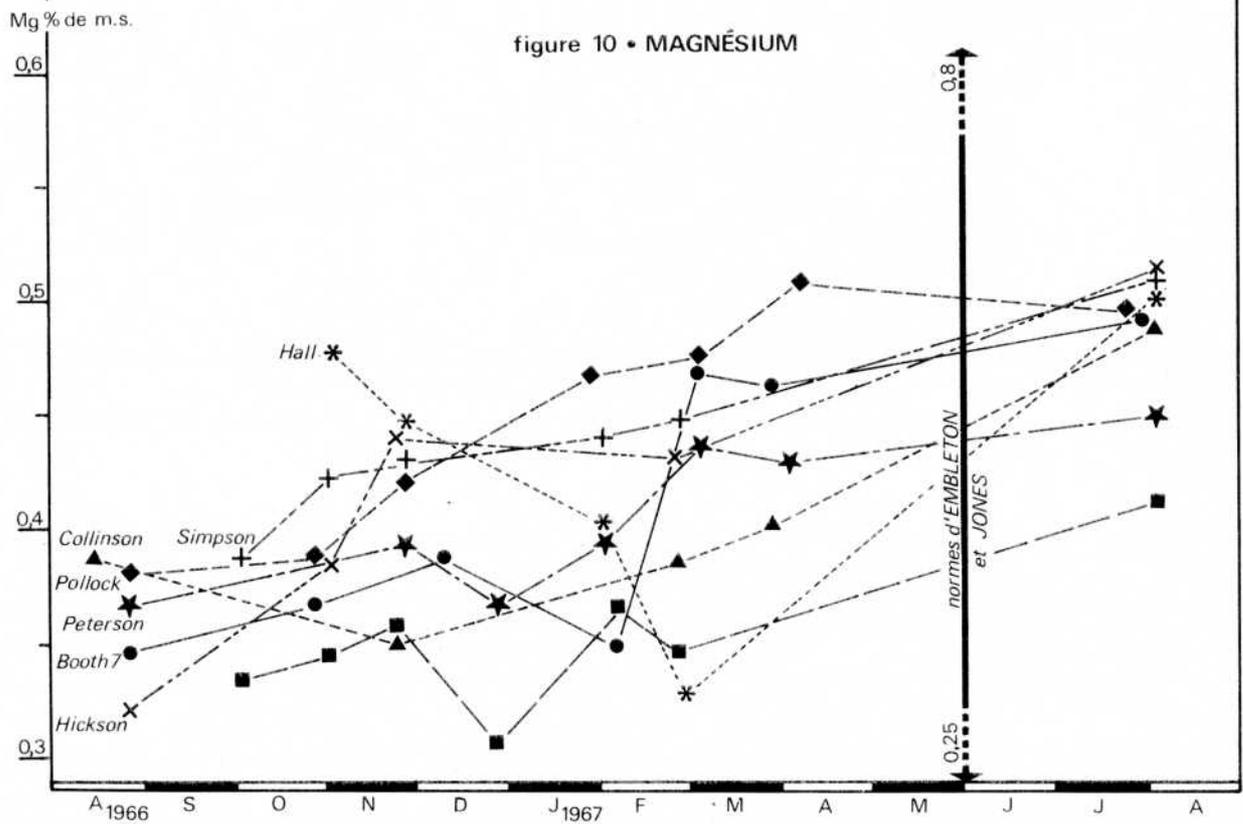
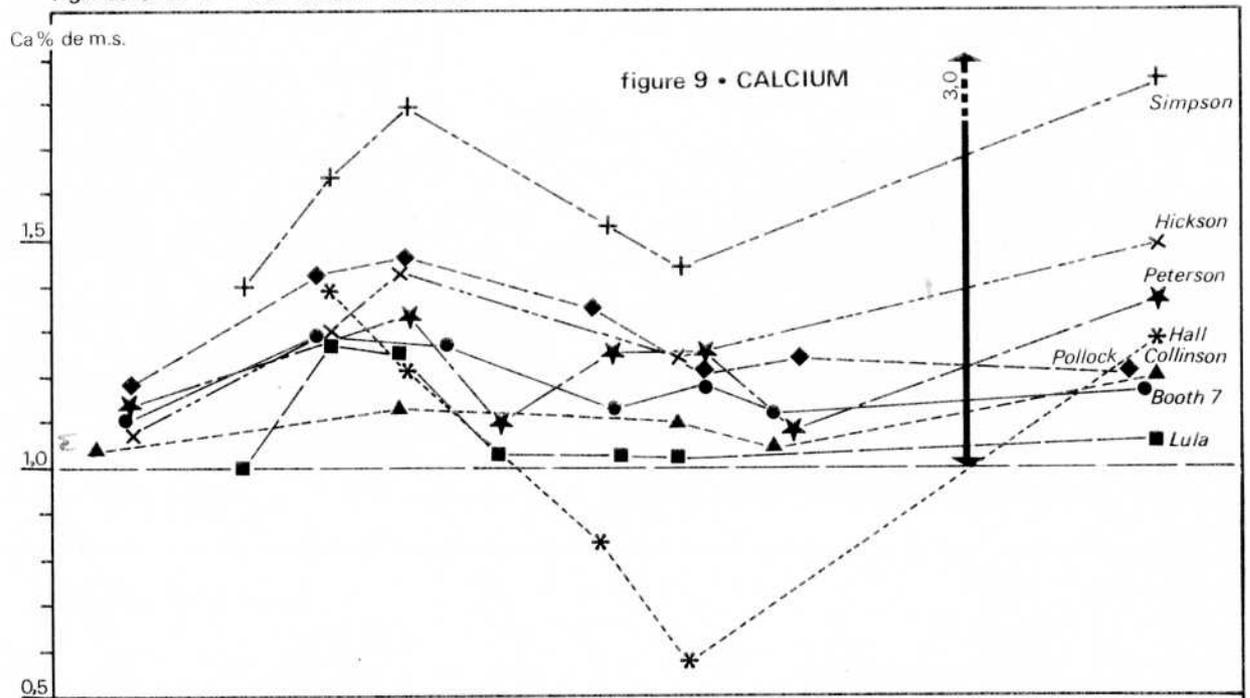
figures 6 à 8 • Cameroun. Variations saisonnières sur feuilles de quatre mois exacts.



figures 11 à 13 • Cameroun, Variations saisonnières sur feuilles de trois à cinq mois.



figures 9 et 10 • Cameroun. Variations saisonnières sur feuilles de quatre mois exacts.



figures 14 et 15 • Cameroun. Variations saisonnières sur feuilles de trois à cinq mois.

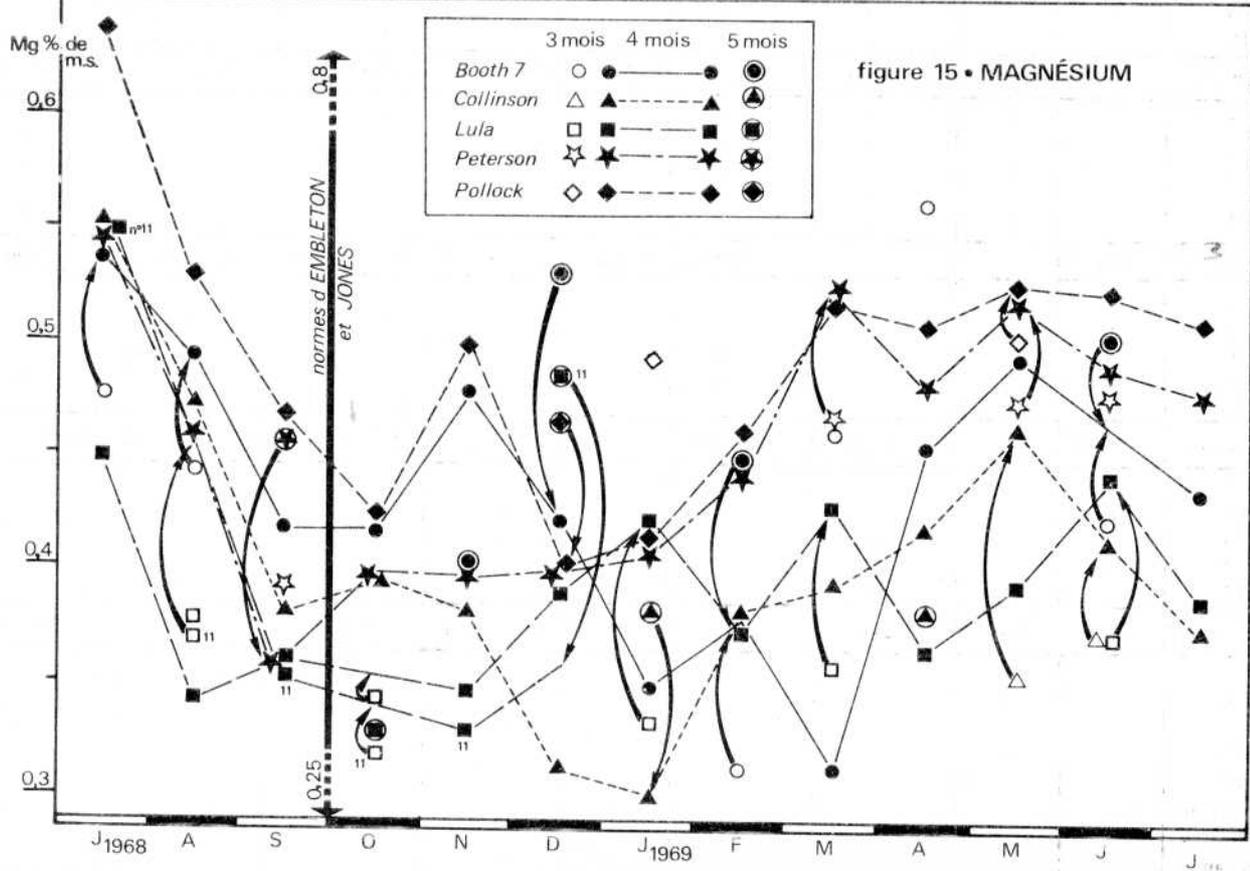
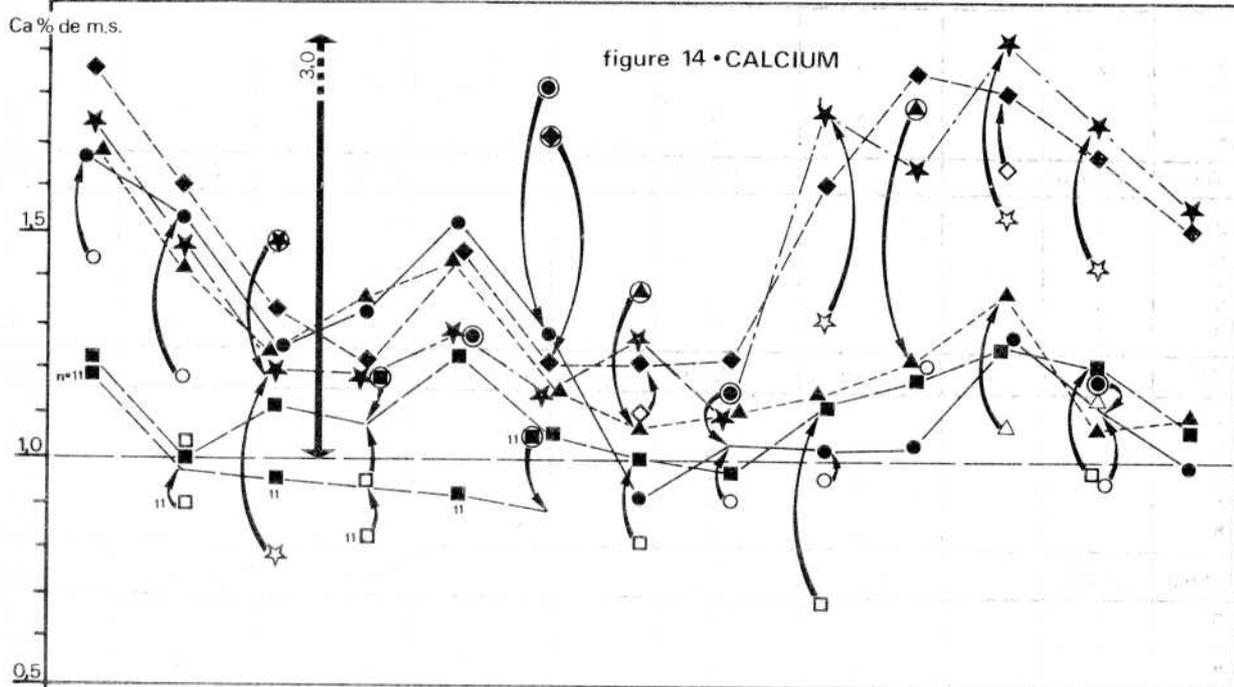


TABLEAU 3 - Dates d'échantillonnage, arbre par arbre, à quatre mois exacts (Cameroun)

Variété et n° d'arbre	août 1966	oct. 1966	oct.-nov. 1966	nov.-déc. 1966	déc. 1966-jan. 1967	jan.-fév. 1967	fév.-mars 1967	mars-avril 1967	juil.-août 1967
'Booth 7'	27 août		28 oct.	9 déc.	3 jan.	28 jan.12 fév.	26 fév.-17 mars	29 mars	25 juil.-4 août
3	x						x		x
4	x		x	x					x
9	x						x		x
16	x		x	x			x	x	x
17	x		x	x	x	x x			x
'Collinson'	15 août			25 nov.			25 fév.	29 mars	4 août
2	x								x
3	x								x
6	x						x		
9	x			x			x		x
10	x			x			x	x	x
'Hall'			2 nov.	29 nov.	3 jan.	28 jan.12 fév.	28 fév.		4 août
1				x		x			x
8				x	x	x	x		x
14			x	x			x		
16			x	x		x	x		x
18			x	x		x	x		
'Hickson'	27 août		2 nov.	25 nov.			25 fév.	3 avril	4 août
9	x		x	x			x		x
12	x		x				x		x
13			x	x			x	x	x
16	x		x	x					
18	x		x	x			x		
'Lula'		3 oct.	2 nov.	25 nov.	28 déc.	2 fév. 12 fév.	25 fév.	8 avril	4 août
1		x	x	x		x	x	x	x
3			x	x			x		x
4		x		x			x		x
7		x	x	x	x		x		
11		x	x	x	x	x	x		x
'Peterson'	27 août			29 nov.	28 déc.	2 fév. 12 fév.	28 fév.-17 mars	29 mars-8 avril	4 août
1	x			x		x	x	x	x
8	x				x	x	x	x	x
10	x			x	x	x	x	x	
13	x			x	x	x	x	x	x
18	x			x	x	x	x	x	x
'Pollock'	27 août		28 oct.	28 nov.		28 jan.	28 fév.-17 mars	29 mars-8 avr.	25 juil.
1	x			x		x	x	x	x
13	x			x		x	x	x	x
15	x		x	x		x	x	x	x
17	x		x	x		x	x	x	x
18	x		x	x			x	x	x
'Simpson'		3 oct.	2 nov.	29 nov.		28 jan-12 fév	25-28 fév.		4 août
3		x		x		x	x		x
5		x		x		x	x		
11			x			x	x		x
13		x	x			x	x		
20			x			x	x		x
Nb. total d'arbres échan. (sur 40)	24	7	21	30	8	22	34	13	30

*Deuxième campagne au Cameroun.*

Les marquages ont été réalisés de la même manière sur cinq arbres par variété, mais on a échantillonné régulièrement chaque arbre le 15 de chaque mois de juillet 1968 à juillet 1969. L'influence saisonnière est donc plus complètement déterminée, à condition de tenir compte de l'influence de l'âge lorsque, faute de mieux, on a dû prélever des feuilles de trois ou cinq mois au lieu de quatre mois.

Chaque point des figures 11 à 15 représente une moyenne non corrigée, car il était trop aléatoire de tenir compte à la fois de l'âge et des différences individuelles ; mais il est indiqué du nombre d'arbres lorsque celui-ci n'est pas égal à 5. Les âges de feuilles correspondent à des signes représentatifs différents, les corrections possibles pour ramener à l'âge standard de quatre mois étant souvent indiquées par des flèches.

*Aperçu phénologique au Cameroun.*

Au cours de la première campagne, on a seulement relevé les dates d'échantillonnage de chaque arbre, correspondant avec quatre mois de décalage aux dates de démarrage des pousses (tableau 3).

Lors de la suivante, on a noté mensuellement chaque arbre de 0 à 3 selon l'absence ou l'intensité de la nouvelle pousse. Le verger entrant en production, on a noté de même l'absence ou l'intensité de floraison et de nouaison. Ces résultats sont consignés dans le tableau 4, en supprimant les chiffres 0 pour plus de clarté. Les notes ont été additionnées horizontalement et verticalement pour faciliter les comparaisons, mais les chiffres obtenus ne sauraient prétendre à une réelle valeur car les échelles de notation utilisées n'ont pas subi de test de linéarité.

**INFLUENCE DE L'AGE DES FEUILLES***Évolution des teneurs en Côte d'Ivoire.**Azote.*

L'azote (figure 1) passe par un maximum à quatre mois, sauf pour 'Hickson', mais ce dernier semble aberrant à trois mois. La décroissance s'accélère après le cinquième mois. Le quatrième mois est le seul où les moyennes par traitement engrais se classent dans l'ordre des doses reçues. Les différences entre ces traitements sont faibles, mais si l'on en croit les normes américaines on serait dans la zone du «luxe» sinon de l'excès ; en fait N doit être limitant dans le traitement 2 et les normes de cet élément ont certainement besoin d'être relevées pour la Côte d'Ivoire.

*Phosphore.*

A l'exception des points anormaux du traitement 3 et de 'Booth 7', le phosphore décroît continuellement avec l'âge, mais plus faiblement entre trois et quatre mois (figure 2). L'ordre des traitements en fonction des doses reçues ne s'établit définitivement qu'à quatre mois.

*Potassium.*

Comme le phosphore, il commence par décroître très fortement (figure 3). De trois à cinq mois il varie assez peu ou de manière non cohérente, ensuite il diminue nettement. L'ordre des traitements en fonction des doses reçues s'établit à trois mois, mais l'écart sera maximum à cinq et six mois.

*Calcium.*

Le calcium (figure 4) apparaît très faible à un et deux mois, mais il faut rappeler qu'il ne s'agit pas de la même pousse qu'aux âges plus avancés. La rupture entre les deux tronçons de courbes peut être due à un effet saisonnier ou à la perturbation du fonctionnement racinaire par le *Phytophthora* dont l'attaque se développait pendant les deux prélèvements de 1967.

De trois à cinq mois il subit une augmentation graduelle à laquelle se superposent des irrégularités individuelles. L'ordre des traitements à l'inverse des doses de potasse reçues, indice d'un antagonisme K-Ca, ne s'établit nettement qu'à cinq mois. De cinq à six mois il y a nette augmentation.

*Magnésium.*

Comme le calcium, le magnésium (figure 5) se montre très faible à un et deux mois, les mêmes causes ou artefacts pouvant être invoqués. De trois à six mois on peut donc juste déceler une légère tendance à la hausse, globalement, parmi des irrégularités individuelles. Celles-ci empêchent de clairement discerner les effets des fumures. Une interaction positive des scories (rôle de P dans le métabolisme de Mg) semblerait prévaloir sur l'antagonisme K-Mg qu'on pouvait attendre.

*Données du Cameroun.*

Les prélèvements de feuilles d'âges différents sur une variété à une même date, réalisés à certaines occasions en 1968-1969, permettent des recoupements - pas toujours concluants - avec les données de Côte d'Ivoire.

C'est ainsi que l'azote et le potassium sont presque toujours nettement plus élevés dans les feuilles de trois mois que dans celles de quatre mois (figures 11 et 13). En revanche le phosphore plus élevé à trois mois, le calcium et le magnésium en sens inverse, sont conformes aux résultats obtenus en Côte d'Ivoire.

Les feuilles de cinq mois se comportent comme en Côte d'Ivoire : abaissement de N et P, peu d'effet sur K, légère augmentation de Ca et Mg.

*Conséquences pour la pratique de l'analyse foliaire.**Age de référence.*

Les feuilles de moins de trois mois sont inutilisables, étant dans une période de très fortes variations pour P, K et peut-être Ca et Mg, et ne traduisant pas encore les effets de la fertilisation reçue.

Les résultats du Cameroun montrent que les courbes

obtenues en Côte d'Ivoire sont probablement déformées par une interaction saison x âge, même pour la partie trois-six mois. Malgré cela l'âge de **quatre mois** apparaît celui autour duquel les variations sont les moins accentuées. Il est donc préférable de le prendre comme référence. C'est d'ailleurs le seul où les engrais reçus aient marqué sur les teneurs en azote.

A trois mois les feuilles traduisent encore très peu la fertilisation reçue, mais l'âge de **cinq mois** semble être plus sensible pour les cations. Lorsqu'on disposera d'essais d'engrais plus nombreux, il sera donc utile de reprendre la comparaison entre feuilles de quatre et de cinq mois.

#### *Tolérance admissible.*

Les différences de part et d'autre de l'âge de quatre mois, bien qu'étant moins accentuées qu'avant trois mois ou après cinq mois, ne sont pas négligeables. Pour l'azote, ces différences dépassent souvent 0,1 à 0,2 p. cent en valeur absolue, or la fourchette optimale d'EMBLETON et JONES est  $1,8 \pm 0,2$  p. cent.

On objectera que les fourchettes des quatre autres éléments sont beaucoup plus larges : l'amplitude de 1 à 3 entre leur minimum et leur maximum dépasse de très loin toutes les différences constatées. En fait, dans leur état actuel, elles conviennent seulement au dépistage des déficiences ou excès prononcés. Seules les normes de N avec une amplitude de 1 à 1,25, paraissent avoir été obtenues à l'aide d'essais assez précis pour se référer à des différences de rendement d'amplitude modérée. Dans notre étude, les différences d'un mois à l'autre pour P et K sont du même ordre de grandeur que les différences dues aux engrais reçus. Elles pourraient donc préfigurer l'ordre de grandeur des variations qui deviendront significatives dans des réseaux de normes affinés et adaptés aux conditions locales.

Il sera donc impératif de :

- soit se tenir strictement à l'âge choisi comme référence ;
- soit tenir compte des variations dues à l'âge dès que l'on s'en écartera de plus d'un demi-mois, ces variations restant à confirmer ou préciser dans les conditions de saison et de lieu.

### INFLUENCE DE LA SAISON AU CAMEROUN

#### **Azote et Phosphore.**

Tous deux subissent de nettes variations cycliques, plus ou moins décalées d'une campagne à l'autre (figures 6 et 11, 7 et 12). Leurs teneurs sont maximales en août pour la première, en juillet pour la seconde. Elles sont minimales en février-mars dans un cas, et en décembre-janvier, avec nette remontée en mars et second minimum en mai, dans l'autre.

Toutefois, un prélèvement supplémentaire en août 1969 aurait sans doute révélé des maxima analogues à ceux de 1966 et 1967 : en juillet 1969 les courbes ont été interrompues en pleine ascendance, sans avoir atteint des valeurs comparables aux maxima des autres années. En définitive, juillet 1968 se montre anormalement élevé et août apparaît

assez reproductible d'une année à l'autre sur trois et même quatre ans.

Pour les périodes où N et P sont bas, février-mars n'est absolument pas reproductible puisque correspondant à des tendances opposées selon les années. Mais la période de **décembre-janvier** est relativement stable et présente une bonne reproductibilité entre les deux campagnes.

#### **Potassium, calcium et magnésium.**

Les variations des trois cations ne présentent pas de caractère cyclique net (figures 8 et 13, 9 et 14, 10 et 15). Tous trois sont anormalement élevés en juillet 1968, comme N et P. En dehors de cela, K et Mg varient relativement peu, Ca beaucoup plus mais par écarts momentanés pour telles ou telles variétés.

On peut néanmoins déceler un parallélisme atténué entre les variations du potassium et celles de N et P : notamment pour les tendances opposées de février-mars selon les campagnes et pour le second maximum de mai 1969. Mais il ne présente pas de maximum sensible en août.

#### **Conséquences pour la pratique de l'analyse foliaire.**

##### *Première sélection d'époques de prélèvement.*

Trois impératifs doivent être conciliés, quelle que soit l'espèce végétale étudiée :

- a) présence générale de feuilles d'âge convenable sur les arbres : c'est pourquoi on s'adresse habituellement à la pousse principale de l'année ; dans les pays tempérés et subtropicaux c'est la pousse de printemps, la plus régulière en intensité et date de démarrage ;
- b) faible marge d'erreur dans l'appréciation des teneurs (pour les feuilles strictement de même âge) ;
- c) composition foliaire ayant les meilleures chances de traduire des probabilités de réponse à la fertilisation.

La présence de feuilles de quatre mois a été la plus fréquente :

- lors de la première campagne, en février-mars, juillet-août et novembre-décembre (tableau 3) ;
- lors de la deuxième campagne, de juillet à décembre et, moins favorablement, de février à avril (tableau 4, en ajoutant quatre mois aux dates des poussées).

Ces indications seraient à reculer d'un mois si on devait adopter cinq mois au lieu de quatre comme âge de référence.

Pour obéir au second impératif, on doit éliminer les périodes de fortes variations d'un mois sur l'autre pour un ou plusieurs éléments :

on évitera donc autant que possible février, avril, juin, juillet et novembre, en ne tenant compte que de N, P et K. Leurs variations sont probablement dues en partie aux dates choisies pour les apports d'engrais, mais celles-ci sont dictées par le climat, autre responsable des fluctuations saisonnières ; l'irrigation pourrait aussi intervenir, elle obligerait alors à refaire une partie de l'étude. Dans les conditions actuelles, et compte tenu du premier impératif, les choix possibles se limitent à :

TABLEAU 4 - Observation mensuelle de l'intensité de la pousse (P), de la floraison (F) et de la nouaison (N), cotées chacune de 0 à 3 (Cameroun).

Variété et n° d'arbre	15/7/68	15/8/68	15/9/68	15/10/68	15/11/68	15/12/68	15/1/69	15/2/69	15/3/69	15/4/69	15/5/69	15/6/69	15/7/69	Total année 7/68 - 7/69			
	P	P F	P F	P F	P F N	P F N	P F N	P F N	P F N	P F N	P F N	P F N	P F N	P	F	N	
'Booth 7'																	
3	2				1		1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	7 1 6
4	2				1 1		1 1	1 1	3	1	3	1	1	1	1	1	12 2 7
9						1 1	1 1	1 1	1	1	3	1	1				7 1 4
16	1				1 1	1 1	1 1	1 1	1	1	3	1	1	1	1	1	9 1 7
17	1	1	1		1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	2	1	3	1	2	1	1	1	13 4 7
total	6	1	1		3 3	3 2 3	4 1 5	1 1 5	10	5	13 2 5	4	4	2	4	4	48 9 31
'Collinson'																	
2	3	3	1		1 1	2	1 1	1 1	1 1	1 1	3 1 1	2	1 3	1 2	1 2	1 2	21 2 6
3	3	3	1	1	1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 3 1	2 1 2	3 2	2 2	2 2	2 2	18 9 9	
6	3	3	2	2	3 1	1 1	1 1	1 1	1 1	2 3 1	3 1 2	3 2	1 2	1 2	1 2	24 5 9	
9	3	3	1	1	1 1	1 1 1	1 1	1 1	1 1	3 2 1	2 1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	19 4 7	
10	3	3	3	3	3	2	1	1	1	2 1	3 2 1	2 1 3	3 1 3	3 1 3	3 1 3	26 4 4	
total	15	15	8	7	9 4	7 2 3	3 1 4	3 1 4	4 1 4	11 10 4	12 4 7	14 1 9	11 1 9				108 24 35
'Lula'																	
1	2	2		1 1	1 2	1 1	1 2	1 2	3 2		2 2	1 3	1 1				17 3 11
3	2	2	1	3	2 1	2	1	1	2 1 1	2 1 1	1 1 3	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	22 3 5
4	3	1	1	2	1 1	1 1	1	1	2 1	1 1	1 1 3	1 1	1 2	1 1	1 1	1 1	15 2 7
7	2	3			1 3	1	2	2	3 2		2 1	1 3	1 1	1 1	1 1	1 1	13 3 11
11	1								3	1	3	3	2				11
total	10	8	2	6 1	5 7	4 3	2 5	2 6	13 1 6	3 2 6	8 4	15 4	7 3				78 11 34
'Peterson'																	
1	3	1	1	3 1	1 2 1	1 3	1 3	1 2	1 3	1 1	3 1	2	1				19 3 14
8	2	1	3	1 1	2 1	3 1 2	2	2	2 3		2 3	1 2	1				19 3 12
10	2	1	1 1	1	1 1	3 3 1	2	3	1 3	1 1	3 1	1 1	1		1		13 6 13
13	3	2 1	3 1	2 1	1 3 2	2 1 3	1 3	1 3	1 2	1 1	3 1	1 1					21 7 15
18	2	1	1	1 2	2 3 1	3	1 3	1 3	3	1 2	3 2	2 2	1 1	1 1	1 1	1 1	15 5 18
total	12	6 1	9 2	7 6	6 10 5	9 5 12	3 13	3 13	5 14	4 7	15 6	8 2	3 2				87 24 72
'Pollock'																	
1	3	1	2	1 2	1 3	1 1	3 1	1 1	3 1	1 1	3	3	1				22 6 5
13	1		1	3	2 3	1 1	2 3	1 3	1 2	3	3	2	1				16 7 9
15	1	1	1 1	3 3	2 2	2 1	2 2	1 1	3 1	3	2	2					23 6 5
17	2	1		1 3	1 3	1 1	1 2	1 3	3 2	2 1	3	2	1				18 6 9
18	2			2	1 3	1	3 1	2 3	1 2	3	2	3	2	1			14 5 7
total	9	3	3 2	5 13	7 14	5 5	8 11	4 1 10	13 7	11 2	14	11	4				93 30 35

- mars, pour des feuilles de quatre ou de cinq mois ;
- août pour des feuilles de quatre mois, ou septembre pour cinq mois ;
- décembre, pour des feuilles de quatre ou de cinq mois, ou janvier pour cinq mois.

#### *Perspectives offertes.*

Les époques retenues ne pourront être testées à l'égard du troisième impératif que par des essais de fertilisation appropriés. Mais certaines caractéristiques sont déjà perceptibles pour chacune d'entre elles. Pour plus de clarté nous les définirons par le mois de l'année choisi pour des feuilles de quatre mois d'âge.

**Août et décembre** ont en commun une assez bonne reproductibilité d'une campagne à l'autre, au moins pour N, P, K. Ils ont donc a priori d'assez bonnes chances de traduire la réaction des arbres à leur terrain et à leur fertilisation, indépendamment des effets dus au climat particulier de l'année. Mais leurs normes de composition foliaire devront différer : elles seront plus hautes pour N, P, K en août qu'en décembre.

**Août** présente une moins bonne reproductibilité que décembre pour Ca et Mg. Mais en décembre la probabilité de trouver des feuilles d'âge convenable est moins élevée ; la pousse échantillonnée en août, qui démarre au cours de la reprise des pluies, peut d'après les tableaux 3 et 4 être considérée comme la principale de l'année.

**Mars** est au contraire très sensible aux effets climatiques ; cela peut être considéré comme un défaut, ou comme une qualité. Les teneurs très faibles en N, P, K de mars 1967 ont en effet correspondu à une absence de poussée végétative telle qu'aucun prélèvement n'a pu être réalisé en juin et début juillet de la même année (tableau 3 et figures 6 à 10). A l'opposé, les teneurs élevées de mars 1969 ont correspondu au début d'un vigoureux départ de végétation, qui s'est prolongé jusqu'en juin (tableau 4).

Incidemment, les teneurs exceptionnelles de juillet 1968 se sont de même accompagnées d'un flush bref mais intense.

Mars renseignera donc peut-être mieux sur l'efficacité de la fertilisation, dans la mesure où celle-ci agit en interaction avec le climat de l'année.

### INFLUENCE DE LA VARIÉTÉ

Grâce aux normes provisoires d'EMBLETON et JONES, on peut, non seulement comparer entre elles les variétés étudiées, mais tenter de situer leur nutrition dans l'absolu.

L'âge et le type de pousse qu'elles concernent correspond à l'été américain. En Afrique tropico-équatoriale, elles s'appliqueraient donc a priori plutôt à la saison sèche, même si celle-ci ne correspond pas à des prélèvements sur la pousse principale de l'année. Les courbes obtenues au Cameroun montrent que cette validité en saison sèche est plausible, mais qu'il faudrait alors relever au moins les normes de N et P en saison de pluies. Nous avons vu qu'en Côte d'Ivoire celles de N devaient également être relevées,

bien qu'il s'agisse de la saison sèche.

Ces normes ne peuvent strictement s'appliquer qu'à des arbres en production.

#### **Caractéristiques variétales.**

##### *'Booth 7'.*

La végétation exagérée qu'on lui reproche au Cameroun ne se retrouve pas dans les observations de 1968-1969, où elle s'est montrée surtout la plus mauvaise variété pour la floraison et la nouaison (tableau 4). Or c'est la plus riche en **azote** en Côte d'Ivoire et lors de la première campagne au Cameroun, où elle reste parmi les plus riches lors de la deuxième campagne, descendant tout juste à la limite supérieure de la norme américaine en saison sèche.

Les niveaux des quatre autres éléments sont bons par rapport aux normes et aux autres variétés, sauf peut-être le **calcium** qui descend par moments à la limite inférieure.

##### *'Booth 8'.*

Étudiée seulement en Côte d'Ivoire, cette variété s'y distingue peu de 'Booth 7' pour N et P mais absorbe plus de cations, surtout **magnésium**.

##### *'Collinson'.*

Bénéficiant au Cameroun d'une fertilisation renforcée, 'Collinson' y prend la tête pour les teneurs en **azote** lors de la seconde campagne de prélèvements ; or elle démarre alors de très nombreuses pousses pour fleurir et nouer convenablement, sans plus. En Côte d'Ivoire, où elle ne jouit pas d'un régime préférentiel, elle se situe juste dans la moyenne pour les teneurs en azote.

Les niveaux des quatre autres éléments semblent bons ; ceux de P et K prennent place parmi les plus élevés lors de la deuxième campagne au Cameroun, mais le **potassium** reste au quart inférieur de la fourchette d'EMBLETON et JONES, malgré les apports renforcés. Il est du même ordre en Côte d'Ivoire, où ce renforcement n'existe pas. Comme pour 'Booth 7', le **calcium** pourrait être à surveiller.

##### *'Hall'.*

Suivie seulement pendant la campagne préliminaire du Cameroun, 'Hall' y donne des courbes très décalées par rapport aux autres variétés, avec des maxima et minima accusés et anormalement situés. Le seul élément pour lequel son comportement ne soit pas singulier est le **potassium**, toujours faible par rapport aux normes américaines.

##### *'Hickson'.*

Variété à mauvaise fructification suivie lors des études préliminaires dans les deux pays, 'Hickson' y montre des teneurs en **azote** très raisonnables, mais des teneurs en **potassium** constamment faibles par rapport aux normes américaines.

Il n'y a rien à signaler pour P, Ca et Mg, ces deux derniers étant plus élevés que la moyenne en opposition à K, mais sans démesure.

*'Lula'*.

Le tableau 4 confirme sa difficulté à fleurir au Cameroun et sa propension à une végétation excessive. Mais, comme 'Hickson', 'Lula' se cantonne dans une **bonne moyenne pour l'azote** et pour le phosphore, dans les deux pays. En revanche, on peut déceler une **tendance à la faiblesse de l'ensemble potassium - calcium**. K est convenable en Côte d'Ivoire, où 'Lula' végète abondamment mais avec une productivité correcte, et lors de la première campagne au Cameroun ; mais il s'approche de la limite inférieure des normes lorsque les arbres de ce pays arrivent à l'âge de produire. Et Ca est très souvent à l'extrême limite inférieure des normes.

L'arbre n°11 de cette variété est représenté à part sur les courbes de 1968 car il s'écartait trop des autres. Il a cessé toute végétation de juillet à mars, ce qui a d'ailleurs empêché de l'échantillonner de janvier à juin 1969, et n'a pas davantage fleuri. Ses niveaux sont nettement plus faibles pour tous les éléments, et les plus bas de toutes les variétés pour N et Ca. On rapprochera son cas des remarques faites plus haut au sujet des basses teneurs de février-mars 1967.

*'Peterson'*.

Sa floraison au Cameroun a été aussi bonne que celle de 'Collinson', avec même une meilleure nouaison ; mais il ne s'agit que d'une année, qui ne peut suffire à infirmer sa tendance générale à l'irrégularité de production et au calibre défectueux. Ses caractéristiques nutritionnelles sont analogues à celles de 'Hickson'. Un peu plus riche en **azote** que 'Lula' lors de la première campagne, il la rejoint lors de la deuxième. Sa teneur en **potassium est constamment inférieure** à la norme, avec au cours de la seconde campagne des niveaux assez élevés en Ca.

*'Pollock'*.

'Pollock' a très bien fleuri en 1968, comme on l'attendait, mais sa nouaison n'a pas été excellente. Cette variété voisine avec 'Peterson' pour toutes les teneurs, mais un peu au-dessous pour l'**azote**, un peu au-dessus pour le **potassium**, avec cependant des niveaux plutôt plus élevés pour Ca et Mg. Lors de l'entrée en fructification, elle est la seule à atteindre momentanément une teneur inférieure à la norme pour N.

*'Simpson'*.

Étudiée seulement sur la première campagne au Cameroun, 'Simpson' se caractérise surtout par sa grande **richesse en calcium**. Celle-ci s'accompagne de niveaux potassiques très moyens mais non déficients si l'on se réfère aux normes américaines. L'azote est voisin de 'Peterson' et 'Pollock' et pourrait comme chez celles-ci descendre jusqu'au niveau des normes avec l'entrée en production. Le magnésium est plutôt élevé.

**Discussion.**

Il est évident que 'Hall' devra être étudié tout-à-fait à part si l'on doit reprendre son analyse foliaire.

Les autres différences variétales peuvent, comme toujours, s'interpréter a priori dans des sens opposés : une plus grande richesse en un élément signifie-t-elle un besoin fondamentalement plus élevé en cet élément, ou traduit-elle une plus grande facilité à l'absorber, donc le besoin d'une fourniture inférieure ? Seule l'analyse foliaire sur des essais d'engrais ayant donné des réponses nettes à cet élément peut résoudre l'alternative, selon que les normes obtenues séparément pour chaque variété diffèrent ou non dans le sens des écarts constatés. En attendant, on se borne à enregistrer des états de fait.

Remarquons cependant que, si la seconde hypothèse devait l'emporter, elle permettrait d'expliquer au moins en partie par leurs tendances nutritionnelles, la faiblesse de floraison, de fructification ou de calibre des fruits reprochée à quatre variétés au Cameroun. Il s'agirait toujours d'un déséquilibre entre N et K, ou entre N et l'ensemble K + Ca : par excès d'azote chez 'Booth 7', par déficience du potassium chez 'Hickson' et 'Peterson', de l'ensemble K + Ca chez 'Lula'. Les essais de fertilisation à mettre en place devront donc étudier particulièrement les doses faibles d'azote pour 'Booth 7' et les doses élevées de potasse pour les trois autres variétés. Des apports de calcium pourraient être testés sur 'Booth 7', 'Collinson' et 'Lula'.

Toujours dans la même hypothèse, on peut penser qu'il y aurait avantage à réduire le supplément de fertilisation azotée de 'Collinson', surtout pour l'apport de juin ; mais on restera prudent quant à son éventuelle réduction de son supplément de potasse : celui-ci n'est peut-être pas indispensable, mais il n'est certainement pas nuisible. 'Pollock' tirerait sans doute bénéfice d'un tel renforcement de sa fertilisation potassique, voire d'un léger relèvement de sa fumure azotée. 'Hall' devra également faire l'objet d'essais de doses accrues de potasse.

On pourra être surpris de voir invoquer des besoins particuliers en potassium sur un sol volcanique du Cameroun. Il ne s'agit que d'hypothèses ; mais des réponses à la potasse ont été obtenues dans des sols voisins sur papayer et sur bananier. Pour le calcium l'hypothèse est plus hasardeuse, d'ailleurs les niveaux en cause ne sont qu'à la limite des normes américaines.

**CONCLUSIONS**

L'étude de l'âge des feuilles dans les conditions africaines a permis d'arrêter le choix d'une référence à quatre mois stricts, plutôt que les trois à quatre mois retenus par les chercheurs américains pour les travaux dans leur pays. Les recherches ultérieures devront vérifier si le diagnostic des cations n'est pas plus précis avec des feuilles de cinq mois ; mais on risquerait alors de perdre toute sensibilité pour l'azote, et on s'éloignerait de la standardisation internationale, ce qui doit être évité dans toute la mesure du possible.

Compte tenu de ces résultats, l'étude des variations saisonnières au Cameroun a permis de sélectionner trois époques de prélèvement dont l'intérêt devra être comparé

dans les essais d'engrais prévus pour ce pays : août, décembre et mars.

La comparaison des variétés révèle des différences de comportement à l'égard des éléments nutritifs majeurs. Ces données ont été confrontées avec les normes provisoires d'EMBLETON et JONES, compte tenu de leur nécessaire adaptation aux conditions locales et saisonnières. Nous estimons - ce n'est qu'une hypothèse apparaissant plus vraisemblable que l'interprétation opposée, également plausible - que certaines variétés devront subir des essais englobant des doses de potasse nettement supérieures à celles utilisées actuellement : 'Hall', 'Hickson', 'Lula', 'Peterson',

'Pollock', 'Collinson', qui bénéficie déjà de doses renforcées, sera seulement testé dans la même gamme. Pour l'azote, on devra au contraire essayer de plus faibles doses sur 'Booth 7', et des doses normales ou à peine supérieures pour 'Collinson' dont le supplément azoté actuel paraît trop élevé. Eventuellement, mais c'est plus douteux, 'Booth 7', 'Collinson' et 'Lula' pourraient bénéficier d'apports calciques.

On peut espérer améliorer ainsi la fructification des variétés dont la végétation est disproportionnée par rapport à la productivité, soit essentiellement 'Booth 7', 'Hickson', 'Lula' et 'Peterson'.

### BIBLIOGRAPHIE

1. CHAPMAN (H.D.).  
Techniques proposées pour le prélèvement et la manutention des échantillons foliaires en vue de déterminer l'état nutritif de quelques productions agricoles, horticoles et arbustives.  
*Fruits*, vol. 19, n°7, p. 367-377, 1964.
2. EMBLETON (T.W.), JONES (W.W.), KIRKPATRICK (J.D.) and GREGORY-ALLEN (D.).  
Influence of sampling date, season and fertilization on macronutrients in Fuerte avocado leaves.  
*Proc., amer. Soc. hort. Sci.*, vol. 72, p. 309-320, 1958.
3. EMBLETON (T.W.) and JONES (W.W.).  
Avocado and mango nutrition, in :  
*Fruit Nutrition*, ed. by N.F. CHILDERS, Rutgers - the State University, p. 51-76, 1966.
4. MARTIN-PREVEL (P.), DEL BRASSINNE (J.), LOSSOIS (P.) et LACOEUILHE (J.J.).  
Echantillonnage des agrumes pour le diagnostic foliaire. II. Influence de la position des feuilles sur l'arbre. III. Influence du caractère fructifère ou non fructifère des rameaux, de leur hauteur et de l'ombrage.  
*Fruits*, vol. 20, n° 11, p. 595-603 ; vol. 21, n° 11, p. 577-587, 1965-1966.

