

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES ROUILLES ORANGÉE ET FARINEUSE DU CAFÉIER AU CAMEROUN

M. TARJOT

Docteur ingénieur. Maître de recherches principal de l'ORSTOM
Phytopathologiste de l'IFCC (IRAF, Cameroun)

R. LOTODÉ

Maître de recherches principal de l'ORSTOM
Biométricien de l'IFCC (Montpellier)

INTRODUCTION

De par la diversité de son relief et de son climat, le Cameroun permet la mise en culture de plantes extrêmement variées.

En ce qui concerne le caféier, on y trouve en plantation les deux espèces principales actuellement cultivées dans le monde :

— le *Coffea arabica*, appelé plus simplement Arabica ;

— le *Coffea canephora* var. *robusta*, appelé plus simplement Robusta.

Le caféier Arabica est présent dans l'ouest du pays, dans une région montagneuse volcanique, à une altitude allant de 1.100 m à plus de 2.000 m.

Les principales plantations de caféiers Robusta se rencontrent à une altitude plus basse, principalement dans la région sud-ouest, mais également dans l'est et le centre-sud.

Du point de vue phytopathologique, le Cameroun présente également un grand intérêt, puisque l'on rencontre :

— l'antracnose des baies, due à une forme du *Colletotrichum coffeanum* Noack, *sensu* Hindorf, sur Arabica ;

— les deux espèces de rouilles parasitant les caféiers Arabica et Robusta :

- la rouille orangée, due à l'*Hemileia vastatrix* B. et Br. ;
- la rouille farineuse, due à l'*Hemileia coffeicola* Maublanc et Roger.

Le travail qui est présenté ici porte sur ces deux rouilles et concerne les deux espèces de caféier.

- 8 DEC. 1983

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire Café, Cacao Thé, vol. XXIII, n° 2, avril-juin 1979

N° : 4112 ex 1

Cote : B

Sur Arabica

Trois thèmes de recherches ont été retenus :

— Evaluation de l'importance des attaques dans la zone basse de culture, soit aux environs de 1.100 m, que nous appellerons par la suite région de « basse altitude ».

— Evaluation de la sensibilité variétale : de très nombreux cultivars, en provenance de diverses régions du globe, ont été introduits au Cameroun et mis en collection. Pour un grand nombre d'entre eux, des essais comparatifs sont en place depuis plusieurs années en zone basse de culture (1.100 m) et en zone élevée (1.600 m). Dans ces essais, le comportement envers les rouilles est étudié.

— Etude du comportement de jeunes caféiers : il s'agit d'une tentative de mise au point d'un test précoce d'évaluation de la sensibilité aux rouilles par l'étude des corrélations existant entre les taux d'infections des arbres au champ et ceux des mêmes cultivars en pépinière.

Sur Robusta

Les travaux ont essentiellement porté sur la sensibilité clonale. La rouille orangée est, bien entendu, étudiée ; mais la rouille farineuse, très répandue sur cette espèce, semble beaucoup plus préoccupante. Les observations sont effectuées dans trois zones écologiques différentes de la culture du Robusta.

22 OCT. 1979

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

Collection de Référence

n° 8256 P 2 A

4112 ex
B

TRAVAUX EFFECTUÉS SUR CAFÉIERS ARABICA

Importance des attaques de rouilles en zone de basse altitude

Généralités

Cette étude, faisant suite à des travaux antérieurs portant sur la zone de culture de haute altitude (1), est limitée à la zone de basse altitude.

Dans cette zone, les plantations sont surtout situées dans la région de Foumbot-Koutaba à une altitude d'environ 1.000-1.100 m. Les plantations de type industriel couvrent environ 2.000 à 3.000 ha, les plantations de type familial 5.000 à 6.000 ha. La rouille orangée y a été signalée dès les années 1930-35. A cette époque, les planteurs effectuaient des traitements à la bouillie bordelaise : on retrouve d'ailleurs dans certaines parcelles des bacs qui avaient été aménagés à cet effet. Puis les traitements ont été abandonnés. Cet arrêt a coïncidé avec l'amélioration des méthodes culturales et l'apport d'une fumure minérale aux caféiers.

De même, s'est généralisé l'emploi du *Leucaena glauca* comme arbuste d'ombrage. Cette plante qui, avant l'apport d'engrais, se développait mal, s'est révélée bien adaptée à partir du moment où la fertilisation minérale a été adoptée.

Actuellement, les cultivateurs n'accordent pas une attention particulière aux attaques de rouilles. Cependant, ils reconnaissent que, les années de forte production, les chutes de feuilles sont plus importantes. Une certaine ambiguïté semble exister dans l'esprit des planteurs. Il convient donc de préciser la part prise, dans les défoliations, par les rouilles et par les facteurs physiologiques divers agissant dans le même sens.

Plantations étudiées et méthodes d'observation

Dans la région étudiée, les sols sont de trois types principaux :

- sols noirs d'origine volcanique dans la région de Foumbot ;
- sols bruns provenant de basalte ancien dans la région de Foumbot ;
- sols rouges latéritiques, dans la région de Koutaba-Foumbam.

Du point de vue climatique, il faut noter la pré-

sence d'une saison sèche assez accusée de décembre à fin février. A titre d'exemple, on a relevé la pluviosité suivante en 1974-1975 (en mm) :

	Décembre	Janvier	Février
Foumbot	0	0	34,5
Koutaba	0,3	0	14,6

On a étudié cinq plantations :

- 1 et 2 sur sols volcaniques noirs ;
- 3 sur sols volcaniques bruns ;
- 4 et 5 sur sols latéritiques rouges.

Les caféiers mis en observation appartiennent aux variétés Java (plantations 1, 2, 3 et 5) ou Jamaïque (plantation 4). Dans chacune des plantations, cinquante caféiers sont pris au hasard et trois rameaux sont choisis par caféier. Pour chaque rameau, on établit, au départ, la distinction entre trois zones correspondant à un stade de développement différent :

- zone des feuilles anciennes (F. A.) : feuilles ayant atteint leur développement complet et présentant une texture rigide caractéristique et une couleur vert foncé ;
- zone des feuilles jeunes (F. J.) : feuilles ayant atteint leur taille définitive, mais encore souples et d'un vert plus clair que les feuilles anciennes ;
- zone des feuilles nouvelles (F. N.) : jeunes feuilles en cours de développement.

Nous reprenons ici la distinction établie par Müller : cette délimitation en trois zones, en fait valable pour la première observation seulement, permet cependant de distinguer la zone où les feuilles sont de moins en moins fonctionnelles (F. A. et F. J.) et la zone où elles conservent, au cours de la campagne, le maximum d'activité (F. N.), ce qui a une importance capitale pour apprécier l'impact des attaques sur la plante. On notera de plus que les zones des feuilles anciennes et jeunes voient leur effectif diminuer avec le temps, tandis que la zone de feuilles nouvelles, du fait des poussées foliaires, évolue d'une façon négative ou positive suivant que les destructions foliaires sont plus ou moins rapides.

Ces diverses feuilles sont observées et comptabilisées en :

- saines (S) ;
- porteuses d'*Hemileia vastatrix* (H. V.) ;
- porteuses d'*Hemileia coffeicola* (H. C.) ;
- porteuses des deux parasites en même temps.

Lors des observations, il n'est pas tenu compte de l'intensité de l'attaque par l'un ou l'autre des

champignons : on se contente de noter leur présence ou leur absence. Neuf séries d'observations sont effectuées entre avril et décembre 1974, à raison d'une par mois.

Résultats

Les résultats sont présentés dans les tableaux I à III (p. 106) et dans les graphiques correspondants.

En considérant l'ensemble des cinq plantations, le tableau I donne l'évolution des attaques exprimées en pourcentages de feuilles atteintes par chacune des rouilles, en distinguant les feuilles anciennes (F. A.), les feuilles jeunes (F. J.) et les feuilles nouvelles (F. N.), et pour le total des feuilles, sans distinction (T).

Les graphiques 2 et 4 illustrent les variations des attaques.

Le tableau II donne l'évolution des attaques, exprimées en pourcentages de feuilles atteintes par chacune des rouilles, pour chaque plantation.

Le tableau III donne l'évolution des effectifs de feuilles en fixant arbitrairement à cent l'effectif des feuilles lors de la première observation.

On distingue ici pour chaque plantation les trois catégories de feuilles (F. A., F. J. et F. N.), et, en groupant les feuilles jeunes et les feuilles nouvelles, une catégorie dite feuilles fonctionnelles (F. F.).

Les graphiques 1 et 3, illustrent l'évolution des effectifs.

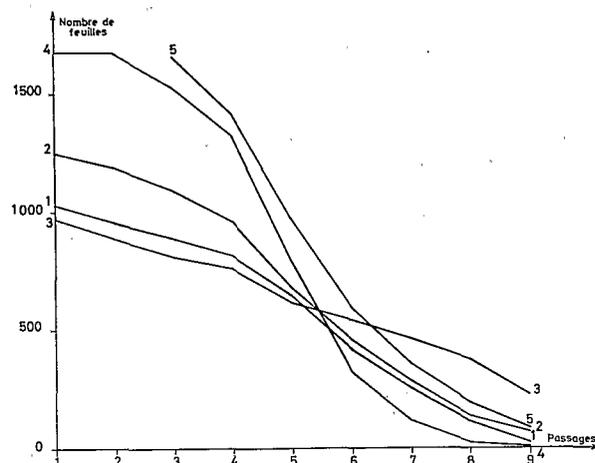
Discussion

La lecture des tableaux permet de faire un certain nombre de remarques :

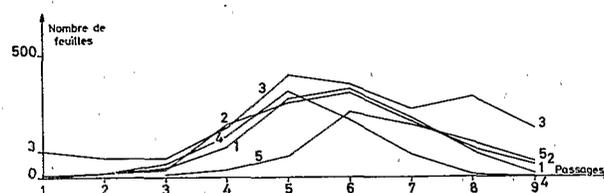
— Les attaques de rouilles qui se développent dès le début de la saison pluvieuse deviennent importantes surtout à partir du mois de juillet. Au cours des observations d'avril, mai et juin, les pourcentages d'attaques sont faibles, mais leur progression est très rapide en ce qui concerne *H. vastatrix* ; la progression d'*H. coffeicola* est plus tardive (à partir de juin) mais beaucoup plus brutale. Le taux d'infestation atteint son maximum en octobre (*Hemileia vastatrix*) et en novembre (*Hemileia coffeicola*).

— L'examen des pourcentages de feuilles atteintes montre l'importance de *Hemileia coffeicola*. Le nombre de feuilles atteintes par la rouille farineuse est très supérieur à celui des feuilles atteintes par la rouille orangée.

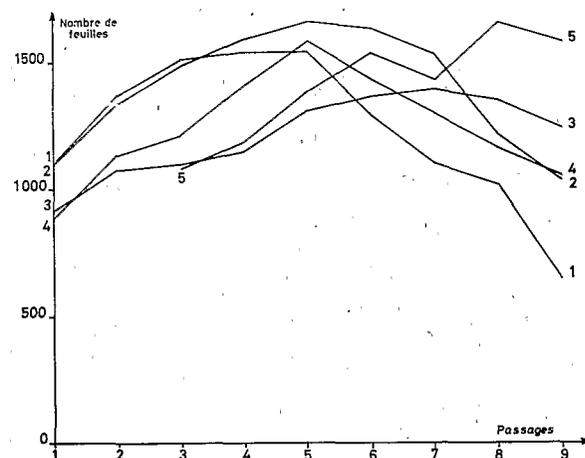
— Si les feuilles les plus âgées (F. A.) paraissent être les plus rapidement atteintes, c'est, d'une part, qu'elles sont déjà en partie porteuses des deux parasites depuis la campagne précédente, et que c'est à partir de ces feuilles, sur lesquelles se forme l'inoculum, que se feront les nouvelles infections.



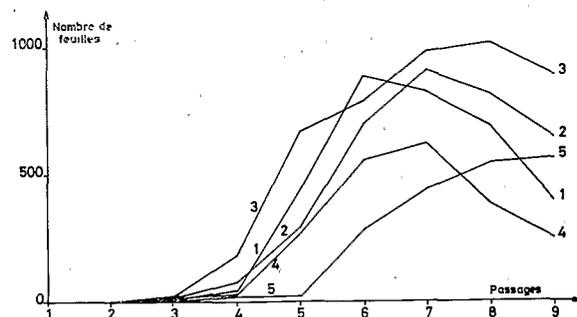
Graphique 1. — Evolution du total des feuilles anciennes



Graphique 2. — Evolution du rapport du total des feuilles atteintes (H. V. et H. C.) sur les feuilles anciennes



Graphique 3. — Evolution des feuilles fonctionnelles totales (F. J. + F. N.)



Graphique 4. — Evolution du rapport du total des feuilles atteintes (H. V. et H. C.) sur les feuilles fonctionnelles

TABLEAU I
Pourcentages de feuilles attaquées

Dates	F.A.		F.J.		F.N.		T	
	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.
Avril	0,3	2,3	0				0,2	1,3
Mai	0,9	1,7	0				0,5	0,9
Juin	2,3	1,6	0,5	0,2	0,1	0,2	1,3	0,9
Juillet	8,4	6,7	3,6	3,3	1,7	2,9	4,9	4,6
Août	17,6	24,6	13,8	20,6	5,6	14,6	11	19
Septembre	23,3	53	24	41,5	11,6	30,6	16,5	37,8
Octobre	28,7	70	29,8	57,2	18,1	39,8	21,6	47,5
Novembre	23,2	80,2	24,2	70,8	18,1	41,9	19,4	49,6
Décembre	20	82,5	21,1	74,3	17,3	37,8	17,8	44,2

Nota : Pour avril et mai, seules ont été observées les plantations 1 à 4.

TABLEAU II
Pourcentages d'attaques par plantation

Dates	Plantations									
	1		2		3		4		5	
	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.	H.V.	H.C.
Avril	0,4	0,1	0,1	0	0	5,8	0,1	0		
Mai	0,3	0,3	0,6	0,2	0,2	3,6	0,8	0		
Juin	1	0,9	1,7	0,2	0,9	4	2,1	0	0,4	0,1
Juillet	3,6	4,5	9,2	3,2	2,3	18,6	7,4	0,2	1,2	0,5
Août	9,4	29,5	14,9	13,5	2,9	56	23,7	0,7	2,5	2,6
Septembre	16,3	65,6	19,4	37,5	3,2	61,1	42,8	3,5	3,9	22,5
Octobre	28,6	76,1	25,2	53,6	8	71,4	50,7	4,4	5,7	31
Novembre	30,1	74,7	31,2	54	7,9	77,5	32,9	6,2	3,1	36,1
Décembre	39,8	62,7	30,5	46,2	7,5	73,1	22,9	2,3	5,8	36,2

TABLEAU III
Evolution de l'effectif foliaire dans les cinq plantations étudiées

Plantations	Feuilles	Passages						
		3	4	5	6	7	8	9
1	F.A.	100	91	72	47	29	13	3
	F.J.	100	95	88	63	42	25	12
	F.N.	100	105	108	99	85	74	56
	F.F.	100	102	103	89	73	61	43
	T	100	98	91	74	57	43	28
2	F.A.	100	88	62	42	25	12	6
	F.J.	100	93	79	67	51	33	18
	F.N.	100	113	126	129	126	114	102
	F.F.	100	107	111	109	102	89	76
	T	100	99	90	81	70	56	46
3	F.A.	100	93	75	66	56	46	28
	F.J.	100	99	94	87	81	72	56
	F.N.	100	108	133	144	152	150	144
	F.F.	100	105	120	124	127	123	113
	T	100	100	101	100	97	90	77
4	F.A.	100	87	52	21	7	1	0
	F.J.	100	98	95	65	34	8	1
	F.N.	100	128	155	155	158	156	146
	F.F.	100	116	131	118	107	96	87
	T	100	100	87	64	52	43	39
5	F.A.	100	85	58	36	21	12	5
	F.J.	100	96	94	85	75	58	46
	F.N.	100	120	151	181	204	219	216
	F.F.	100	110	127	141	150	152	145
	T	100	95	85	77	72	67	60

On notera aussi que les feuilles les plus jeunes (F. N.) ne peuvent être atteintes que progressivement, au fur et à mesure de leur formation. Ce décalage apparent de l'infection ne permet donc pas de préjuger de la vulnérabilité des feuilles en fonction de leur âge. Mais si l'on examine la progression des attaques sur les diverses catégories de feuilles, on voit que cette progression est plus rapide sur les feuilles les plus jeunes, et ce tout particulièrement pour *H. coffeicola* qui apparaît donc comme un parasite fort, apte à attaquer des tissus jeunes et vigoureux.

— Les pourcentages d'attaques varient d'une plantation à l'autre. L'infestation des plantations 1 et 2 situées dans la région des sols volcaniques noirs est peu différente. La plantation 3, par contre, située sur les sols volcaniques bruns de Fombot, est peu attaquée par la rouille orangée alors que la rouille farineuse abonde. Y a-t-il une relation avec le sol ou est-ce un effet climatique, ou microclimatique ? Il nous est impossible de porter un avis sur cet aspect des choses que nous rapportons pour ce qu'il vaut.

Enfin, il est intéressant de comparer les plantations 4 et 5, situées à proximité l'une de l'autre (sols rouges de la région de Koutaba) : la plantation 4 est caractérisée par une infestation assez importante par l'*Hemileia vastatrix* et faible par l'*Hemileia coffeicola* ; l'inverse se passe dans la plantation 5. Or, cette dernière est établie avec la variété Java, alors que la plantation 4 contient la variété Jamaïque.

Notons enfin (tableau III) que l'effectif foliaire le plus élevé en fin de campagne s'observe sur les plantations 3 et 5, les moins touchées par la rouille orangée et constituées de la variété Java. Ces deux observations nous amènent à étudier d'une façon plus précise la sensibilité variétale des caféiers : la connaissance du comportement des différents cultivars utilisés lors des travaux de sélection est indispensable.

Sensibilité variétale aux rouilles

Comportement des variétés « Java » et « Jamaïque » en zone de basse altitude

Les variétés Jamaïque et surtout Java constituent la presque totalité des plantations d'Arabica du Cameroun. En fonction des résultats précédents (plantations 3, 4 et 5), une analyse plus précise des données a été effectuée.

Etude des pourcentages de feuilles atteintes

Les deux plantations sont comparées par passage et par type de feuilles. L'analyse statistique, effectuée au moyen du test χ^2 , permet de faire deux constatations :

— tout d'abord, le pourcentage de feuilles atteintes d'*Hemileia coffeicola* sur Java est nettement supérieur à celui observé sur Jamaïque ;

— inversement, le pourcentage de feuilles atteintes d'*Hemileia vastatrix* est nettement plus grand sur Jamaïque que sur Java.

D'une observation à la suivante, les χ^2 deviennent rapidement très hautement significatifs.

Ces résultats confirment donc les premières observations décrites dans le chapitre précédent.

Chutes de feuilles et bilan végétatif global

Définition des paramètres

De façon à définir le plus simplement possible le comportement des caféiers étudiés, deux paramètres sont établis ; ils sont utilisés dans les essais ultérieurs :

— Pourcentage moyen pondéré d'attaques (PMA)

Ce paramètre indique la sensibilité envers chacune des rouilles. Pour chaque cultivar étudié, il y aura donc un PMA pour l'*Hemileia vastatrix* et un PMA pour l'*Hemileia coffeicola*.

Ces PMA se calculent sur l'ensemble des feuilles observées, sans établir de distinction entre F. A., F. J., F. N.

Si l'on appelle d'une part « Pi » le pourcentage de feuilles atteintes, et d'autre part « Ni » le nombre de feuilles comptabilisées lors de la *i*-ième série d'observations :

$$PMA = \frac{\sum iPiNi}{\sum iNi}$$

— Indice foliaire (IF)

Comme pour le PMA, le nombre total de feuilles est pris en compte, sans distinction d'âge. Ce nombre est ramené arbitrairement à 100 pour la première série d'observations. Le nombre de feuilles restant sur les rameaux lors du dernier passage est alors calculé, par rapport au chiffre 100 de départ : cette valeur représente l'indice foliaire IF.

Comparaison des deux variétés

Pour étudier l'action de chacune des rouilles sur les deux variétés d'Arabica, une analyse de régression multiple est effectuée, les PMA pour *H. vastatrix* et les PMA pour *H. coffeicola* étant les variables explicatives, les IF étant la variable expliquée.

Rouilles	Plantation 4 : Jamaïque 49 arbres	Plantation 5 : Java 50 arbres
<u>Hemileia vastatrix</u>	b* = - 1,287 sb** = 0,229 t = - 5,62 +++++	b* = - 1,60 sb** = 0,568 t = - 2,82 ++
<u>Hemileia coffeicola</u>	b* = 0,247 sb** = 0,798 t < 1	b* = - 0,562 sb** = 0,285 t = - 1,97 +

* b = régression partielle.
** sb = écart type.

Les calculs sont arrêtés après l'observation de novembre. Les résultats sont donnés ci-dessus.

Pour la période considérée :

L'*Hemileia vastatrix* intervient significativement dans la chute des feuilles dans les deux plantations étudiées. Notons que la liaison est plus significative pour la variété Jamaïque (seuil 1 ‰) que pour la variété Java (seuil 1 ‰). Il n'y a pas de différence entre les deux pentes ; l'action de cette rouille est donc identique sur les deux variétés.

Par contre, l'*Hemileia coffeicola* n'intervient pas (Jamaïque) ou peu (Java, seuil 5 ‰, pente relativement faible). Cette rouille est donc beaucoup moins défoliante que la rouille orangée.

Le pourcentage de feuilles atteintes d'*Hemileia vastatrix* étant nettement supérieur sur la variété Jamaïque, cela explique le bilan foliaire favorable à la variété Java.

Etude des collections de cultivars de différentes origines

Dans de bonnes conditions de culture, les variétés Java et Jamaïque peuvent donner une production de

750 à 1.000 kg de café marchand à l'hectare. Parmi les moyens utilisables pour améliorer les rendements, la diversification du matériel végétal peut donner de bons résultats. Des introductions ont donc été réalisées au Cameroun. L'origine de ces arbres est très variée comme le montre le tableau IV.

Pour chacune de ces origines, il peut exister plusieurs cultivars qui se distinguent par certains caractères morphologiques.

Exemple : Ca 1 ; Ca 2 ; Ca 5 ; etc...

Les caféiers ont été plantés en collections entre 1966 et 1968, dans la région de Foubot, sur sols volcaniques bruns.

Résultats

Les observations ont porté sur deux cent trente-huit cultivars et, pour chacun d'entre eux, nous avons défini les trois paramètres :

- PMA *Hemileia vastatrix* ;
- PMA *Hemileia coffeicola* ;
- IF.

TABLEAU IV

Caféiers mis en collection

Provenances	Noms et abréviations
Rwanda (Station de Rubona)	Amphillo (Am) - Amarelo (Ao) - Barbarina (Ba) - Blue Mountain Jamaïque (Bm Jm) - Blue Mountain Kenya (Bm Ke) - Bourbon (Bo) - Bourbon Mayaguez (Bo Mz) - Bourbon Salvadoreno (Bo Sa) - Caturra (Ca) - Coorg (Co) - Guatemala (Gu) - Harrar (Ethiopie) (Ha) - Honduras (Ho) - Illubabor (Ethiopie) (IL) - Jackson (Jk) - Kabare (Rwanda) (Ka) - Kaffa (Ethiopie) (Kf) - Kent (Kt) - Local Bronze (Lb) - Las Palmas (Lp) - Maragogipe (Ma) - Mibirizi (Rwanda) (Mi) - Mokka (Mo) - Mokka Aden (Mo Ad) - Mokka Tahiti (MoT) - Mulungu (Kivu) (Mu) - Mysore (My) - Purpurascens (Pu) - Sidamo (Ethiopie) (Si) - Tonkin (Ro) - Vyumvuhore (Rwanda var. erecta) (Vy)
Madagascar	Abyssinie (Ab)
Cameroun (Station de Dschang)	Costa Rica (Cr) - Dschang (Dg) - Honduras (Ho) - Nicaragua (Ni) - Porto Rico (Pr) - Réunion (Re) - Salvador (Sa)
Kenya	Kenya (Ke)
Brésil	Mundo Novo (Mn)
Caféiers repérés localement	Java (Ja) - Jamaïque (Jm) - Kouti (Pays Bamoun) (Ko) - Santa coffeee (Pays Bamiléké) (Sc)

En ce qui concerne l'*Hemileia vastatrix*

Une échelle de sensibilité a été établie permettant de classer les caféiers en fonction de leur degré d'attaque. Certains cultivars sont très atteints ; citons en particulier : Mulungu, Caturra, Kabare, Réunion, etc... La variété Jamaïque est également très touchée (quatorzième position sur deux cent trente-huit), alors que la variété Java est peu atteinte, ce qui confirme de nouveau les observations précédentes.

Soixante-dix-neuf cultivars présentent un PMA inférieur à 1. Parmi eux, citons de nombreux Ethiope (Et).

En ce qui concerne l'*Hemileia coffeicola*

Le nombre de cultivars atteints est beaucoup plus élevé : seuls 42 d'entre eux (sur 238) ont un PMA inférieur à 1. Il se confirme que la variété Java (31^e position — PMA = 22,32) est plus atteinte que la variété Jamaïque (76^e position — PMA = 12,84). Le taux d'infestation des caféiers est plus élevé avec la rouille farineuse. Ainsi, le PMA de l'arbre le plus atteint est de 43,80 (BO Mzl) contre 31,74 dans le cas de la rouille orangée (Re).

Indice foliaire

Celui-ci est calculé pour chacun des cultivars.

Corrélations entre IF et PMA

Une analyse de régression multiple est effectuée sur l'ensemble des données recueillies (deux cent trente-huit groupes) avec deux facteurs explicatifs :

1. PMA *Hemileia vastatrix*

2. PMA *Hemileia coffeicola*
et une variable expliquée : IF.

La variable explicative 1 présente un coefficient de régression partielle $b_1 = -1,029$ affecté d'un écart-type $sb_1 = 0,179$.

Le rapport $b_1/sb_1 = 5,75$ est très hautement significatif.

La variable explicative 2 présente un coefficient de régression partielle $b_2 = -0,333$ affecté d'un écart-type $sb_2 = 0,133$.

Le rapport $b_2/sb_2 = 2,51$ est significatif à un seuil approchant 1 %. Le coefficient de corrélation multiple est $R = 0,41$.

La valeur de R^2 étant 0,166, 16,6 % de la variance totale des IF est expliquée par les deux facteurs.

Le rapport de la variance expliquée à la variance résiduelle est 23,4 pour 2/235 degrés de liberté, ce qui est très hautement significatif.

Les poids de chacun des facteurs sont calculés : ce sont les coefficients de régression partielle après centrage et réduction de la distribution des valeurs

pour chaque facteur (transformation $\frac{X - \bar{X}}{sX}$ entraînant une moyenne nulle et un écart-type unitaire) :

$$\beta_1 = -0,35$$

$$\beta_2 = -0,15.$$

Cette analyse permet de montrer que si les deux rouilles ont une action significative sur la chute des feuilles, l'*Hemileia vastatrix* a une influence nettement supérieure à celle de l'*Hemileia coffeicola*. En travaillant sur des cultivars d'origines très diverses, on retrouve donc des résultats comparables à ceux obtenus sur les variétés Java et Jamaïque.

Par ailleurs, une constatation peut être faite à la lecture des PMA. L'échelle de sensibilité obtenue varie d'une manière continue :

— de 43,80 à 0 pour l'*Hemileia coffeicola* ;

— de 31,74 à 0 pour l'*Hemileia vastatrix*.

Si ces résultats n'appellent aucune remarque particulière en ce qui concerne *H. coffeicola*, il n'en est pas de même en ce qui concerne *H. vastatrix* : en effet les relations hôte-parasite sont, selon l'école portugaise, régies, dans le cas d'*H. vastatrix*, par un système oligogénique de type vertical ou qualitatif. Nos résultats montrent que ce système n'est sans doute pas le seul à prendre en considération, un système de type quantitatif étant mis en évidence.

Ces observations ayant été faites dans une parcelle de collection, donc sans répétition, il se peut que des facteurs non contrôlés interviennent : sol, micro-climat, etc... Pour les éliminer au mieux, les observations ont été reprises dans des essais comparatifs, sur un nombre limité de cultivars.

Analyse d'essais variétaux

— En zone de basse altitude

Généralités

L'essai variétal étudié a été planté en 1972 sur la station de Foubot. La parcelle élémentaire comprend vingt-trois cultivars à raison de dix arbres par cultivar et cinq répétitions ont été mises en place. Les caféiers étudiés sont présentés dans le tableau V (p. 110).

Les arbres sont plantés à l'écartement de 3×2 m, avec une couverture de *Flemingia*, sans ombrage.

Deux caféiers sont étudiés par répétition et cinq rameaux sont observés par caféier, ce qui fait donc cinquante rameaux pour chacun des cultivars. Lors des observations précédentes, seule la présence ou l'absence de chacun des parasites sur la feuille

TABLEAU V

Caféiers

Variétés	Désignations des cultivars
Java	Ja 1
Caturra	Ca 2 - Ca 3 - Ca 4 - Ca 5
Bourbon	Bo 3
Kenya	Ke 1
Ethiopie	Et 29b - Et 35c - Et 54 - Et 57 - Et 58
Mundo Novo	Mn 3
Guatemala	Gu 1
Kaffa	Kf 3
Tonkin	To
Porto Rico	Pr 1 - Pr 2
Kabare	Ka
Mulungu	Mu 7 - Mu 8
Koutí	Ko
Dschang	Dg 8

avait été prise en compte. Dans cet essai, une cotation est établie selon le degré d'attaque :

A : environ 1/4 de la surface foliaire recouverte d'urédospores ;

B : environ 1/4 à 1/2 de la surface foliaire recouverte d'urédospores ;

C : plus de la moitié de la surface foliaire recouverte d'urédospores.

Sept séries mensuelles d'observations sont effectuées de mai à novembre pendant deux années consécutives (1975-1976).

Résultats

— *Hemileia coffeicola*

Il faut noter la quasi absence de rouille farineuse dans l'essai et ceci au cours des deux années d'observations. Quelques rares feuilles atteintes sont observées sur quelques cultivars (Bo 3, Ca 5, Ja 1, Mu 7, Pr 2), mais la grande majorité des feuilles est exempte de cette rouille. Or, il faut signaler que l'*Hemileia coffeicola* est présent dans des plantations peu éloignées de la station. Le problème se pose donc de connaître la cause de ce défaut d'attaque.

— *Hemileia vastatrix*

En premier lieu, l'examen des données montre que les feuilles atteintes le sont rarement aux stades B et C. La très grande majorité l'est au stade A, c'est-à-dire que la zone couverte d'urédospores ne dépasse pas un quart de la surface foliaire. Dans l'expression des résultats, ce paramètre n'a donc pas été retenu.

Dans les tableaux VI et VII, nous présentons les PMA et IF obtenus.

L'analyse statistique permet de dégager des corrélations :

— entre les observations 1975 et 1976 :

$$\text{PMA } r = + 0,55^{++} \quad (r, 0,01 = 0,54)$$

$$\text{IF } r = + 0,70^{+++}$$

— en ce qui concerne la moyenne des deux années :

$$\text{entre PMA et IF : } r = - 0,78^{+++}$$

Les caféiers étudiés ont donc eu un comportement comparable au cours des deux années d'observations, aussi bien pour leur taux d'infestation par l'*Hemileia vastatrix* que pour leur masse foliaire. L'influence de la rouille orangée sur cette masse foliaire se trouve de nouveau confirmée.

TABLEAU VI

PMA des cultivars

Cultivars	PMA 1975	PMA 1976	Moyennes
Et 57	1,4	1,1	1,3
Et 54	4,5	4,2	4,4
Et 58	6,5	4,6	5,5
Bo 3	3,3	9,5	6,4
Et 35 c	9,2	5,9	7,5
Ko	8,4	7,7	8,1
Et 29 b	16,6	11,2	13,9
Dg 8	17,5	11,9	14,7
Pr 1	18,9	10,9	14,9
Mn 3	24,9	6,2	15,5
Ja 1	18,4	14,7	16,6
Gu 1	20,8	16,2	18,5
Pr 2	25,6	17,1	21,3
Ka	22,5	21,6	22,0
Ca 3	31,8	13,5	22,7
Mu 7	15,7	35,5	25,6
Ca 2	30,8	23,2	27,0
Ca 5	36,8	17,2	27,0
To	23,6	31,6	27,6
Kf 3	30,5	27,7	29,1
Mu 8	20,6	41,3	30,9
Ke 1	26,8	35,1	30,9
Ca 4	39,6	27,5	33,6

TABLEAU VII

IF des cultivars

Cultivars	IF 1975	IF 1976	Moyennes
Et 57	71,7	79,9	75,8
Et 54	55,4	79,0	67,2
Et 58	50,7	64,4	57,5
Et 29 b	51,5	52,8	52,2
Ko	46,7	56,3	51,5
Bo 3	54,8	43,7	49,3
Et 35 c	43,0	52,3	47,7
Ca 3	33,2	59,0	46,1
Ja 1	39,9	51,0	45,9
Dg 8	34,7	49,9	42,3
Ca 2	33,9	50,3	42,1
Pr 2	32,5	50,1	41,3
Kf 3	34,2	43,8	39,0
Mu 7	34,1	43,0	38,5
To	30,5	45,4	37,9
Ca 5	19,0	50,9	34,9
Ka	24,4	44,6	34,5
Mn 3	26,7	41,7	34,2
Pr 1	22,8	44,9	33,9
Ca 4	21,1	45,1	33,1
Ke 1	34,1	30,5	32,3
Gu 1	18,8	37,9	28,3
Mu 8	22,6	28,4	25,5

Par ailleurs, les résultats obtenus dans deux emplacements différents de la région étudiée sont homogènes. Si l'on compare en effet les PMA et IF de vingt-trois cultivars communs à la parcelle de collection (sols volcaniques bruns de Foumbot) et aux essais variétaux (sols volcaniques noirs de la station), des corrélations positives significatives peuvent être dégagées :

- entre PMA : $r = + 0,71^{+++}$
- entre IF : $r = + 0,52^{++}$.

— En zone de haute altitude

Généralités

Les observations sont effectuées dans deux essais comparatifs variétaux plantés respectivement en 1973 et 1974. Ces essais comportent cinq répétitions, mais, pour des raisons pratiques, trois d'entre elles seulement sont utilisées ; à raison de deux caféiers par répétition et de trois rameaux par caféier, ce sont donc dix-huit rameaux qui sont mis en observation par cultivar. Huit séries d'observations ont été effectuées en 1976, de mai à décembre.

Résultats

— *Hemileia vastatrix*

Aucune attaque notable de rouille orangée n'a été décelée durant l'année d'observation. Quarante-deux cultivars sur cinquante-cinq ne portent pas de lésion fructifère, les treize autres ont un PMA compris entre 0 et 1. Or, certains de ces cultivars, déjà observés en zone de basse altitude, avaient un PMA élevé : Ca 5-Mu 7, par exemple. Ja 1, Ma 3 et Pr 1, quoique moins atteints, avaient un PMA néanmoins supérieur à 10.

On retrouve donc, dans les conditions camerounaises, ce qui avait déjà été établi dans d'autres pays : le rôle défavorable de l'altitude sur l'importance des attaques de l'*Hemileia vastatrix*.

— *Hemileia coffeicola*

A la différence de la rouille orangée, la rouille farineuse est présente sur de nombreux cultivars : neuf d'entre eux ont un PMA supérieur à 10. Ils sont présentés dans le tableau VIII.

Cinq cultivars ont un PMA compris entre 5 et 10, trente-quatre ont un PMA inférieur à 5. Seuls sept cultivars n'ont pas présenté de lésion fructifère.

L'*Hemileia coffeicola* est donc remarquable par sa présence dans deux types de conditions écologiques tout-à-fait différents de la culture de l'Ara-

TABLEAU VIII

Hemileia coffeicola : PMA enregistrés sur les neuf variétés les plus atteintes en haute altitude

Cultivars	PMA
Ca 6	45,0
Ca 5	42,1
Ao	21,3
Mi 2	17,9
Mi 1	16,8
Jm 1	16,8
Ja 1	14,0
Mu 5	12,2
Mot	10,3

bica : haute et basse altitudes. Ce caractère original s'ajoute aux différences déjà enregistrées dans le comportement des deux rouilles.

Etude du comportement de jeunes caféiers en pépinière : vers la mise au point d'un test précoce d'évaluation de la sensibilité

Généralités

Les observations qui viennent d'être décrites ont permis d'avoir une bonne connaissance de la sensibilité du matériel végétal existant actuellement au Cameroun. Cependant, dans l'utilisation de ce matériel par les sélectionneurs, on se heurte au problème commun à toutes les plantes pérennes : il faut attendre un certain nombre d'années pour juger de la valeur d'une nouvelle sélection. Si de jeunes caféiers en pépinière avaient un comportement envers les rouilles comparable à celui des arbres adultes, un temps précieux serait gagné.

Matériel et méthodes

Nous avons retenu cent sept cultivars ; pour soixante-quinze d'entre eux, le PMA des arbres adultes est connu alors que l'on ignore la sensibilité des trente-deux autres. Les jeunes caféiers utilisés sont âgés de un à deux ans. Ils sont plantés en sacs de polyéthylène sous ombrage léger obtenu au moyen d'un grillage de matière plastique.

Six mois environ après la mise en place de l'essai, et pour éviter que les jeunes arbres ne souffrent d'un séjour prolongé dans leurs sacs, ceux-ci sont

enlevés et un remblayage de terre est réalisé jusqu'au niveau du collet : les caféiers sont alors plantés en pleine terre.

Du point de vue expérimental, un dispositif en « randomisation » totale a été adopté, à raison de quinze répétitions par cultivar. Les observations ont lieu chaque mois, de mai à novembre 1975, soit sept passages ; toutes les feuilles des jeunes arbres sont prises en compte, sans distinction d'âge.

Résultats

Notons tout d'abord l'absence d'attaque d'*Hemileia coffeicola*. Seules quelques rares feuilles sont atteintes, leur nombre est négligeable.

On retrouve donc sur jeunes plants, ce qui a pu être observé à Fombot sur les arbres adultes.

Hemileia vastatrix

Pour comparer les PMA des différents cultivars, la méthode d'analyse suivante a été retenue. On place sur un graphique :

- en abscisse, le total des feuilles observées par plante au cours des différents passages ;
- en ordonnée, le total des feuilles atteintes de rouille orangée ; quinze points sont obtenus par cultivar, puisqu'il y a quinze répétitions dans l'essai.

On détermine ensuite la droite des moindres carrés passant par l'origine et au plus près des quinze points. La pente de cette droite représente

le taux moyen pondéré d'attaque. La variance des diverses pentes est calculée et le test de Duncan permet de classer le faisceau des cent sept pentes obtenues.

De la même manière, les IF des différents cultivars sont comparés, en plaçant sur un graphique : en abscisse, le nombre de feuilles comptabilisées lors de la première observation ; en ordonnée, le nombre de feuilles comptabilisées lors de la dernière.

Certaines corrélations sont recherchées pour les soixante-quinze cultivars dont le comportement à l'état adulte est connu :

- entre les IF des jeunes et les IF des adultes : les résultats ne sont pas significatifs ;
- entre les PMA des jeunes et les PMA des adultes : une corrélation significative a pu être mise en évidence : $r = + 0,42^{+++}$.

Discussion

Les résultats sont donc encourageants, puisque une corrélation positive a pu être dégagée entre les PMA des jeunes et les PMA des adultes. L'évaluation de la sensibilité d'un cultivar envers l'*Hemileia vastatrix* peut donc être obtenue en travaillant sur de jeunes plants. En ce qui concerne les IF, aucun résultat intéressant n'est mis en évidence. Il est vraisemblable que l'apparition et la croissance des feuilles suivent des modèles différents selon que l'on s'adresse à des arbres jeunes ou à des arbres en production.

TRAVAUX EFFECTUÉS SUR CAFÉIERS ROBUSTA

Généralités

L'amélioration de la culture du caféier Robusta au Cameroun est basée actuellement sur la vulgarisation de clones sélectionnés, donc sur la distribution de boutures aux planteurs.

Le choix des clones à multiplier en parcs à bois dans les centres de bouturage repose sur des critères de vigueur et de productivité et sur l'appréciation de leur sensibilité envers les maladies, en particulier les rouilles.

Ce choix est le résultat d'essais mettant en comparaison les éléments d'une importante collection de clones en provenance de différentes régions du globe. Certains de ces clones n'ont pas encore été mis en essais, mais peuvent être utilisés dans l'avenir

pour des travaux de sélection. L'étude qui va suivre a donc pour but d'acquérir une connaissance du matériel végétal, étape préalable à des recherches plus approfondies.

Matériel et méthodes

L'aire de culture du caféier Robusta au Cameroun pouvant être divisée en trois zones, les observations ont été effectuées dans des stations représentatives de ces zones écologiques :

- Barombi-Kang (sud-ouest) ;
- Abong-Mbang (est) ;
- Nkolbisson (centre-sud).

Les caféiers en collections ou en essais comparatifs ont des origines diverses :

- en provenance de la station de Boukoko (Empire centrafricain) : clones B ;
- en provenance de la région de Nkongsamba (Cameroun) : clones N ;
- en provenance de Java : clones J ;
- en provenance de la station de Yangambi au Zaïre : clones Y ;
- en provenance de Côte d'Ivoire : clones C.

Sept séries d'observations sont effectuées de mai à novembre à Nkolbisson et à Abong-Mbang, ceci pendant deux années consécutives (1975-1976).

A Barombi-Kang, l'essai n'a été effectué que pendant une seule année (1974) à raison de six observations durant la campagne.

Les PMA et IF sont calculés pour chacun des clones.

Hemileia vastatrix

Cette rouille pose peu de problèmes sur Robusta. Cependant, on remarque des différences d'attaques très marquées entre clones. Il convient par conséquent d'éliminer les plus sensibles lors des travaux de sélection.

Parmi ceux ayant présenté un PMA supérieur à 10 dans au moins une des zones écologiques étudiées, citons : B 13, B 15, B 30, B 39, C 4, C 9, J 3, N 7, N 10.

Etant donné que les observations ont porté sur cent vingt-sept clones à Barombi-Kang, cent dix clones à Abong-Mbang et cent vingt-quatre clones à Nkolbisson, le nombre d'arbres atteints d'une façon notable est relativement faible.

Hemileia coffeicola

Observations dans chacune des zones écologiques

A la différence de la précédente, cette rouille attaque un nombre très élevé de clones surtout à Nkolbisson et à Barombi-Kang. A Abong-Mbang par contre, l'infestation est beaucoup moins importante.

Ainsi, à Nkolbisson, sur cent vingt-quatre clones étudiés, quarante-cinq ont un PMA supérieur à 10, quatorze entre 5 et 10. Sur dix-neuf clones seulement, les urédospores ne sont pas apparues.

Ces PMA peuvent être très élevés. A titre d'exemple, les PMA des dix clones les plus atteints sont présentés dans le tableau IX.

TABLEAU IX

Coffea robusta — PMA Nkolbisson (*Hemileia coffeicola*)

Clones	1975	1976	Moyennes
B 5	76,2	74,9	75,6
B 1	68,5	82,5	75,5
B 52	72,8	68,0	70,4
B 29	53,8	84,6	69,2
B 11	70,7	55,8	63,3
B 4	66,9	57,1	62,0
B 39	61,2	61,9	61,6
B 46	65,4	56,9	61,2
B 6	59,5	61,3	60,4
B 43	57,9	51,0	59,5

A Barombi-Kang, vingt-six clones sur cent vingt-sept ont un PMA supérieur à 10, quatorze compris entre 5 et 10. Sur cinquante-neuf clones, il n'y a pas d'apparition d'urédospores. Cependant, il faut noter que six séries d'observations ayant seulement pu être effectuées, les PMA sont sans doute un peu sous-évalués.

A Abong-Mbang, le nombre de clones atteints est beaucoup plus faible : sur cent dix clones étudiés, dix seulement ont un PMA compris entre 5 et 10 et vingt-sept ne montrent pas d'apparition d'urédospores.

L'échelle de sensibilité demeure-t-elle constante au cours de deux années consécutives d'observations ? Pour le savoir, des corrélations sont recherchées entre les PMA de 1975 et ceux de 1976 à Nkolbisson et à Abong-Mbang.

— Nkolbisson : 124 couples, $r = + 0,74^{+++}$;

— Abong-Mbang : 110 couples, $r = + 0,23^+$ (P 0,02).

Les résultats sont donc significatifs et cela d'autant plus que le taux d'infestation est plus élevé (Nkolbisson). Une seule année d'observations semble donc suffisante pour classer les arbres en fonction de leur sensibilité.

Comparaison des résultats dans chacune des zones écologiques

De façon à comparer les caféiers dans les trois zones écologiques, les quatre-vingt-dix-neuf clones communs aux trois emplacements sont retenus. Le degré d'attaque n'est pas le même, mais l'on recherche si l'échelle de sensibilité est comparable. Pour cela, les corrélations entre les PMA sont étudiées (pour Nkolbisson et Abong-Mbang, nous avons pris la moyenne des observations 1975 et 1976) :

— Nkolbisson/Barombi-Kang : $r = + 0,50^{+++}$,

— Barombi-Kang/Abong-Mbang :

$$r = + 0,38^{+++},$$

— Nkolbisson/Abong-Mbang : $r = + 0,38^{+++}$.

Le comportement des clones est donc identique dans les trois régions étudiées, seule varie l'importance de l'attaqué.

Dans le tableau X, le classement obtenu en effectuant la moyenne des PMA des trois zones écologiques est présenté.

Étude des IF

En procédant de la même manière que pour les PMA, les IF sont étudiés dans chacune des trois zones écologiques :

— Comparaison des résultats obtenus lors de deux années consécutives d'observations :

- Nkolbisson : $r = + 0,32^{+++}$;
- Abong-Mbang : $r = + 0,35^{+++}$.

Le classement obtenu est donc comparable d'une année à l'autre.

— Comparaison des quatre-vingt-dix-neuf clones communs aux trois zones écologiques : aucun résultat significatif n'est obtenu ; les clones ont une vigueur végétative (donc un IF) variable selon les emplacements.

— Corrélations entre PMA et IF pour chaque emplacement :

- Nkolbisson : $r = - 0,25^+$ ($P = 0,02$) ;
- Barombi-Kang : NS ;
- Abong-Mbang : $r = - 0,20^+$.

Les corrélations sont peu ou pas marquées, ce qui confirme à nouveau le caractère défoliant peu accentué de la rouille farineuse.

TABLEAU X

Classement des caféiers Robusta (PMA pour *Hemileia coffeicola*)

Classement	Clones	PMA	Classement	Clones	PMA	Classement	Clones	PMA
1	B 1	31,7	35	B 9	7,4	69	Y 1	0,7
2	B 5	30,4	36	B 44	6,8	--	N 9	0,7
3	B 52	30,3	37	B 15	6,3	--	C 6	0,7
4	B 49	29,6	38	B 27	6,1	72	J 21	0,6
5	B 46	29,2	39	B 36	5,8	--	B 45	0,6
6	N 3	26,9	40	J 35	5,0	74	B 2	0,5
7	B 29	26,6	41	C 4	4,6	75	J 38	0,4
8	B 21	24,6	42	J 13	4,5	--	J 34	0,4
9	B 39	24,6	43	B 35	4,5	--	B 8	0,4
10	B 4	23,8	44	J 19	4,3	--	B 18	0,4
11	Y 2	23,0	45	B 12	4,1	--	J 15	0,4
12	B 11	22,9	46	B 14	3,6	80	N 1	0,3
13	B 42	22,5	47	N 7	3,3	--	J 3	0,3
14	B 6	21,3	48	C 9	3,2	82	C 7	0,2
15	B 43	21,1	--	B 38	3,2	--	J 32	0,2
16	C 1	20,0	50	Y 10	2,9	--	B 3	0,2
17	J 40	19,8	51	B 53	2,8	--	C 2	0,2
18	B 10	19,2	52	B 50	2,6	86	N 4	0,1
19	Y 7	18,1	53	B 24	2,3	--	B 31	0,1
20	Y 5	15,7	--	B 30	2,3	--	Y 3	0,1
21	J 10	15,6	--	B 20	2,3	--	J 25	0,1
22	C 8	15,6	56	J 26	2,1	--	B 25	0,1
23	J 6	14,4	--	N 2	2,1	--	B 47	0,1
24	Y 4	12,3	58	J 37	2,0	--	N 5	0,1
25	B 51	12,0	59	B 28	1,8	--	N 11	0,1
26	B 16	11,9	60	B 19	1,6	94	B 33	0,0
27	B 37	11,1	61	J 33	1,5	--	B 32	0,0
28	B 26	10,6	62	N 6	1,4	--	B 41	0,0
29	B 48	10,4	63	B 7	1,3	--	C 5	0,0
30	B 13	9,9	--	Y 6	1,3	--	J 39	0,0
31	J 8	8,8	65	C 3	1,2	--	Y 9	0,0
32	B 54	8,6	66	B 17	1,0	--		
33	B 54	8,5	--	N 8	1,0	--		
34	J 22	8,3	68	Y 8	0,8			

DISCUSSION ET CONCLUSION

Certaines remarques peuvent être faites à la lecture des résultats :

Sensibilité variétale des caféiers Arabica

En zone de basse altitude, l'étude des collections et surtout des essais comparatifs variétaux a permis d'établir une échelle de sensibilité envers chacun des parasites.

Or, selon l'école portugaise, la résistance des caféiers Arabica à l'*Hemileia vastatrix* est de type vertical. Nos résultats tendent donc à montrer qu'il existerait un autre système de résistance (résistance au champ) intégrant avec d'autres phénomènes une réelle résistance de type horizontal.

Notons par ailleurs que la race II du parasite est présente dans la zone où nos observations ont eu lieu : c'est ce qui ressort de l'analyse d'échantillons envoyés il y a quelques années au centre de recherches sur les rouilles du caféier d'Oeiras au Portugal.

Mais il n'en est peut-être pas de même dans toutes les régions du Cameroun. La rouille orangée pouvant être observée dans les conditions écologiques les plus variées, il est possible que d'autres races du champignon puissent être mises en évidence. Des recherches en ce sens sont d'ailleurs abordées, en travaillant dans deux directions :

— d'une part, en envoyant des échantillons d'urédospores au centre d'Oeiras ;

— d'autre part, en mettant progressivement en place, dans différentes zones écologiques, des collections de clones différentiels.

Notons que la sensibilité à l'*Hemileia vastatrix* peut être l'un des facteurs limitants à la vulgarisation de nouvelles variétés de caféiers. Ainsi, la variété Caturra, originaire du Brésil, semble prometteuse. Ses entre-nœuds très courts lui confèrent un port ramassé, ce qui autorise des densités de plantation élevées et de forts rendements à l'hectare. Or cette variété est sensible aux deux rouilles. Les traitements fongicides constituant une contrainte permanente, les sélectionneurs tentent de tourner la difficulté par la création d'hybrides entre Caturra et d'autres cultivars, hybrides qui auraient le port

ramassé du Caturra, mais une moindre sensibilité aux maladies.

En ce qui concerne l'*Hemileia coffeicola*, le fait le plus remarquable est son absence presque totale sur la station de Foubot durant les deux années d'observations dans les essais comparatifs variétaux. Or, la rouille farineuse est présente dans des plantations peu éloignées de la station.

A quoi faut-il attribuer ce phénomène ?

Une observation mérite peut-être d'être approfondie : les plantations sont, en majeure partie, mises en place sous ombrage léger de *Leucaena glauca*. Or, cet ombrage n'existe pas dans nos parcelles d'observations de la station de Foubot. Dans des recherches parallèles, nous avons pu établir que les clones de Robusta les plus sensibles à la rouille farineuse sont ceux dont les tissus du limbe sont les plus riches en eau (2).

Existe-t-il une relation entre teneur en eau des tissus, ombrage et sensibilité à l'*Hemileia coffeicola* ?

Les observations effectuées en zone de haute altitude ont montré que l'*Hemileia vastatrix* était très peu présent sur les feuilles des caféiers Arabica, ce qui est conforme aux données de la littérature. Il n'en est pas de même en ce qui concerne l'*Hemileia coffeicola*. Un certain nombre de cultivars a présenté un PMA élevé. Cette rouille, à la différence de la rouille orangée, ne semble donc guère affectée par les variations climatiques résultant des différences d'altitude : c'est ce qui en fait sa gravité potentielle pour toute la caféiculture mondiale.

Sensibilité des caféiers Robusta

Il faut noter d'une part l'importance très réduite de l'*Hemileia vastatrix*, mais par contre, le nombre élevé de clones présentant une sensibilité plus ou moins accusée à l'*Hemileia coffeicola* qui se rencontre aussi bien à Nkolbisson dans le centre-sud, à environ 700 m d'altitude, qu'à Barombi-Kang, dans le sud-ouest, à faible altitude. Sa très grande plasticité vis-à-vis des facteurs de l'environnement se trouve ainsi confirmée : l'*Hemileia coffeicola* se rencontre depuis le niveau de la mer (Robusta) jusqu'à plus de 2.000 m d'altitude (Arabica).

Son importance mérite de retenir l'attention lors des travaux visant à la création des hybrides interspécifiques Arabusta. En effet, jusqu'ici, seule la résistance à l'*Hemileia vastatrix* était étudiée. La rouille farineuse ne devrait pas être négligée, surtout si son aire géographique prend de l'extension (l'*Hemileia coffeicola* a récemment été mis en évidence en Côte d'Ivoire et au Togo). Un programme de recherches visant à connaître le comportement des parents Arabica et tétraploïde Robusta semble indispensable.

Impact des rouilles sur la production dans la zone de basse altitude de culture de l'Arabica

Comme il a été rappelé plus haut, il faut noter que lors de l'apparition des rouilles foliaires du caféier au Cameroun, les planteurs ont, pendant quelques années, procédé à des traitements réguliers des plantations. Mais depuis bon nombre d'années, les traitements ont été totalement abandonnés, chacun semblant s'accommoder de la présence des deux parasites. Devant cet état de fait, nous devons nous poser deux questions :

— comment expliquer l'indifférence des agriculteurs à l'égard de parasites dont la seule menace potentielle inquiète les caféiculteurs des autres pays producteurs d'Arabica ?

— cette indifférence se justifie-t-elle ?

En analysant la situation, nous allons tenter de répondre à ces questions.

En ce qui concerne *Hemileia vastatrix*, la région basse de culture de l'Arabica offre à ce parasite de très bonnes conditions de développement. Mais la variété la plus cultivée est la variété Java qui appa-

raît moyennement sensible. De plus, la saison sèche très accusée qui marque l'inter-campagne provoque une importante chute des feuilles âgées qui hébergent le parasite et qui constituent la source primaire d'inoculum. L'inoculum de départ est donc faible, et, malgré une infestation rapide, les taux d'attaques n'atteignent leurs valeurs élevées que tardivement. Il résulte de ces constatations que les attaques n'atteignent pas un niveau suffisamment élevé pour alarmer les planteurs.

En ce qui concerne *Hemileia coffeicola*, la proportion de feuilles atteintes est beaucoup plus grande que dans le cas d'*Hemileia vastatrix* bien que là encore, et pour les mêmes raisons climatiques, l'inoculum de départ soit assez faible, ne conduisant que tardivement, malgré un développement épidémique très rapide, à des taux d'attaques élevés : les planteurs ne peuvent pas ne pas remarquer de telles attaques. Mais cette rouille n'étant pas aussi rapidement défoliante qu'*Hemileia vastatrix*, ils n'en mesurent sans doute pas toute la gravité.

Il faut bien noter que la gravité d'une maladie foliaire ne doit pas être estimée uniquement en termes de défoliation, des effets plus discrets, mais tout aussi riches de conséquences, pouvant exister longtemps avant la chute des feuilles. C'est justement le cas pour *H. coffeicola* : nos études récentes (2) conduites en collaboration avec le laboratoire des radio-isotopes de l'Ecole nationale supérieure d'agronomie de Yaoundé (Cameroun) montrent en effet que l'*H. coffeicola* a une action profonde sur l'activité physiologique des feuilles : réduction de l'activité photosynthétique, perturbation du métabolisme du phosphore et du calcium. Des études sont à faire pour en préciser le poids réel sur la production, mais d'ores et déjà, il importe que les planteurs soient bien avertis de la gravité des effets de cette rouille, qui ne se traduisent pas visiblement par une chute rapide des feuilles, mais par une diminution du potentiel productif des plantes, et qui, associés à ceux plus visibles, bien que relativement limités, d'*H. vastatrix*, sont sans aucun doute parmi les causes de la modicité des performances obtenues, la moyenne des productions des plantations les mieux conduites n'étant que de 500 kg de café marchand par hectare et par an.

Les auteurs remercient M. R. A. Muller, chef du Service de phytopathologie de l'IFCC, de la part qu'il a prise dans ce travail par ses conseils et ses remarques à tous les niveaux.

BIBLIOGRAPHIE

MULLER (R. A.). — L'irrigation précoce, assurance pour une production régulière de haut niveau du caféier Arabica. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XIX, n° 2, avril-juin 1975, p. 95-122.

TARJOT (M.), LOTODÉ (R.). — Contribution à l'étude des rouilles orangée et farineuse du caféier au Cameroun. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXIII, n° 2, avril-juin 1979, p. 103-118, tabl., graph., réf.

L'étude de la rouille orangée, due à *Hemileia vastatrix* B. et Br., et de la rouille farineuse, due à *Hemileia coffeicola* Maublanc et Roger, a été menée au Cameroun sur l'Arabica et le Robusta.

En ce qui concerne l'Arabica, les auteurs ont particulièrement étudié d'une part l'évaluation de l'importance des attaques dans la zone de basse altitude (1.100 m) ainsi que l'évaluation de la sensibilité variétale (var. Java et Jamaïque) et d'autre part le comportement de jeunes caféiers afin de mettre au point un test précoce d'évaluation de la sensibilité aux rouilles.

Les deux rouilles ont une action significative sur la chute des feuilles, l'*Hemileia vastatrix* a une influence nettement supérieure à celle de l'*Hemileia coffeicola*. Les relations hôte-parasite, qui, selon l'école portugaise, sont régies par un système de type vertical ou qualitatif semblent être également régies par un système de type quantitatif.

Une corrélation positive a été mise en évidence entre le pourcentage moyen pondéré d'attaques (PMA) des jeunes caféiers et des plantes adultes. L'évaluation de la sensibilité d'un cultivar envers l'*Hemileia vastatrix* peut être obtenue en travaillant sur de jeunes plants.

Pour le Robusta, les travaux ont essentiellement porté sur la sensibilité clonale par observations dans trois zones écologiques différentes du Cameroun.

On note l'importance très réduite de l'*Hemileia vastatrix* sur le Robusta, mais un nombre élevé de clones présentant une sensibilité plus ou moins accusée à *Hemileia coffeicola*.

TARJOT (M.), LOTODÉ (R.). — Beitrag zum Studium des Gelbrosts und des Mehlorosts des Kaffeebaums in Kamerun. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXIII, n° 2, avril-juin 1979, p. 103-118, tabl., graph., réf.

Das Studium des durch *Hemileia vastatrix* B. u. Br. bewirkten Gelbrosts und des durch *Hemileia coffeicola* Maublanc und Roger bewirkten Mehlorosts wurde in Kamerun an Arabica und Robusta durchgeführt.

Was Arabica betrifft haben die Autoren besonders einerseits die Einschätzung der Bedeutung des Befalls in der Zone niedriger Höhenlage (1.100 m) sowie die Einschätzung der Sortenempfindlichkeit (Var. Java und Jamaika) und andererseits das Verhalten der jungen Kaffeebäume untersucht um einen frühzeitigen

MASSAUX (F.), TARJOT (M.) *et al.* — Contribution à l'étude des relations hôte-parasite entre la rouille farineuse (*H. coffeicola*) et le caféier (*Coffea canephora* var. *robusta*) au Cameroun. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXII, n° 1, janvier-mars 1978, p. 37-56.

TARJOT (M.), LOTODÉ (R.). — Contribution to the study of orange and grey coffee rusts in Cameroon. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXIII, n° 2, avril-juin 1979, p. 103-118, tabl., graph., réf.

The study of orange coffee rust due to *Hemileia vastatrix* B. and Br. and grey coffee rust due to *Hemileia coffeicola*, Maublanc and Roger, has been carried out in Cameroon on Arabica and Robusta.

As regards the Arabica, the authors paid particular attention on one hand to evaluating the severity of attacks in the low altitude areas (1.100 m) as well as to investigating the varietal susceptibility (var. Java and Jamaica) and on the other hand the behaviour of young coffee trees with a view to develop an early susceptibility-to-rust evaluation test.

The two rusts have a significant effect on the shedding of leaves. *Hemileia vastatrix* has a definitely greater effect than *Hemileia coffeicola*. The host-parasite relationships which, according to the Portuguese school, are governed by a vertical or qualitative type system, also seem to be governed by a quantitative type system.

A positive correlation has been found to exist between the average percentage of attacks on young coffee trees and adult plants. The susceptibility of a cultivar to *Hemileia vastatrix* can be evaluated from young plants.

For Robusta, the work has basically concerned clonal susceptibility and consisted of making observations in three different ecological areas in Cameroon.

The very small importance of *Hemileia vastatrix* with respect to Robusta is noted, but a large number of clones shows a more or less marked susceptibility to *Hemileia coffeicola*.

TARJOT (M.), LOTODÉ (R.). — Contribución al estudio de las royas anaranjada y harinosa del cafeto en el Camerún. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXIII, n° 2, avril-juin 1979, p. 103-118, tabl., graph., réf.

El estudio de la roya anaranjada, originada por *Hemileia vastatrix* B. y Br., y de la roya harinosa, debida a *Hemileia coffeicola* Maublanc y Roger, ha sido emprendido en el Camerún sobre las variedades Arabica y Robusta.

Por lo que se refiere al Arabica, los autores han estudiado particularmente, en primer lugar, la evaluación de la importancia de los ataques en la zona de baja altitud (1.100 m), así como la evaluación de la sensibilidad varietal (var. Java y Jamaica) y, en segundo lugar,

Einschätzungstest der Empfindlichkeit für Rost festzustellen.

Die beiden Roste haben eine signifikante Wirkung auf den Laubfall; *Hemileia vastatrix* hat einen eindeutig grösseren Einfluss als *Hemileia coffeicola*. Die Beziehungen Wirt-Parasit die, der portugiesischen Schule zufolge, von einem System vom vertikalen oder qualitativen Modell getragen werden, scheinen ebenfalls von einem System vom quantitativen Modell getragen zu werden.

Eine positive Korrelation wurde zwischen dem mittleren bewerteten Prozentsatz an Befällen der jungen Kaffeebäume und den erwachsenen Pflanzen nachgewiesen. Die Einschätzung der Empfindlichkeit eines Cultivars für *Hemileia vastatrix* kann durch Arbeiten an Setzlingen erzielt werden.

Bei Robusta beziehen sich die Arbeiten im wesentlichen auf die Empfindlichkeit der Klone durch Beobachtungen in drei verschiedenen ökologischen Zonen Kameruns.

Bei Robusta wird eine sehr geringe Bedeutung von *Hemileia vastatrix* aber eine grosse Anzahl von Klonen festgestellt, die eine mehr oder weniger ausgeprägte Empfindlichkeit für *Hemileia coffeicola* aufwiesen.

el comportamiento de cafetos jóvenes, con objeto de perfeccionar un test precoz de evaluación de la sensibilidad a las royas.

Ambas royas tienen una acción significativa respecto a la pérdida de las hojas, pero en el caso de *Hemileia vastatrix* se aprecia una influencia marcadamente superior en comparación con *Hemileia coffeicola*. Las relaciones entre planta huésped y parásito, que, según la escuela portuguesa, están regidas por un sistema de tipo vertical o cualitativo, parecen también estar regidas por un sistema de tipo cuantitativo.

Se ha evidenciado una correlación positiva entre el porcentaje medio ponderado de ataques de los cafetos jóvenes y de las plantas adultas. La evaluación de la sensibilidad de un cultivar respecto al *Hemileia vastatrix* puede ser obtenida trabajando sobre plantas jóvenes.

Para el Robusta, los trabajos se han referido principalmente a la sensibilidad clonal, por observaciones en tres zonas ecológicas distintas del Camerún.

Se advierte la importancia sumamente reducida del *Hemileia vastatrix* sobre el Robusta, pero en cambio, un número elevado de clones presenta una sensibilidad más o menos acusada respecto a *Hemileia coffeicola*.