

## La rouille farineuse des caféiers, *Hemileia coffeicola*, en Côte d'Ivoire. Etude de sa répartition et de son pouvoir pathogène

MAURICE LOURD  
BERNARD HUGUENIN

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, France

La rouille farineuse, *Hemileia coffeicola*, préalablement connue en Afrique Centrale, a été signalée en Côte d'Ivoire en 1975. Des prospections dans tout le pays ont permis de localiser le parasite sur différentes rubiacées sauvages en forêt: *Paracoffea ebracteolata*, *Psilanthus manii*, *Coffea humilis* et *C. liberica*. La rouille est également présente en plantations villageoises sur *C. canephora*, tandis que les contaminations se développent en collection sur différentes espèces de *Coffea*. Les inoculations expérimentales sur de nombreuses espèces et cultivars de caféiers de différentes origines montrent que le spectre d'hôtes de cette rouille est très étendu. Par ailleurs, des tests effectués au laboratoire révèlent que l'isolat issu de *Paracoffea* présente un pouvoir pathogène distinct de celui des autres isolats. Enfin, l'existence chez certains hôtes de réactions intermédiaires entre immunité et sensibilité suggère l'intervention de systèmes polygéniques dans les relations hôte-parasite.

A ferrugem farinosa, *Hemileia coffeicola*, bem conhecida na África Central, foi assinalada na Costa do Marfim em 1975. Diversas prospeções permitiram identificar o parasita nas seguintes rubiáceas espontâneas: *Paracoffea ebracteolata*, *Psilanthus manii*, *Coffea humilis* e *C. liberica*; a ferrugem apareceu também em pequenas plantações de *C. canephora*, bem como em diferentes espécies de *Coffea* na coleção da Estação Experimental de Man (ORSTOM). Inoculações experimentais sobre numerosas espécies cultivadas de cafeeiros de diversas origens permitiram verificar ser bastante largo o espectro de hospedeiros desta ferrugem; por outro lado, testes laboratoriais mostraram que a ferrugem isolada de *Paracoffea* apresenta um poder patogénico diferente do manifestado noutros hospedeiros. Finalmente, a existência de alguns cafeeiros com reacções intermédias entre imunidade e susceptibilidade sugere a intervenção de sistemas poligénicos nas relações hospedeiro-parasita.

*Hemileia coffeicola*, the powdery rust of coffee, previously known in Central Africa, was found in Ivory Coast in 1975. Field investigations enabled us to determine the rust on wild plants in the forest: *Paracoffea ebracteolata*, *Psilanthus manii*, *Coffea humilis* and *C. liberica*; on *C. canephora* in *Coffea* estates and on some *Coffea* diploid species in the collection of the Research Station of Man. Inoculation tests showed that the pathogenicity of the rust was very wide on

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

71

N° : 30 177 ex. 1  
Cote : B

26 JUN 1990

VIII  
87

different species and cultivars of coffee plants. Laboratory tests showed that *Paracoffea* strain had a different pathogenicity range and that some host plants had an intermediate reaction after inoculation. Results were discussed on the basis of polygenic relationships between plants and pathogen.

La rouille farineuse du caféier due à *Hemileia coffeicola* Maubl. et Rog. a été souvent considérée comme une maladie secondaire en comparaison des dégâts occasionnés par *Hemileia vastatrix*, agent pathogène de la rouille orangée. Cependant, Rodrigues (1956) a nettement souligné le danger qu'elle pouvait présenter pour les cultures de *Coffea arabica* d'altitude de l'île de São Tomé tandis que Muller (1975) signalait son importance au Cameroun et les risques non négligeables qu'elle pourrait faire courir à la caféiculture mondiale.

La maladie, longtemps confinée en Afrique Central (Saccas, 1972) a été récemment signalée en Côte d'Ivoire (Lourd et Huguenin, 1977, 1978) puis au Togo (Partiot *et al.*, 1979). Ces observations montrent, pour le moins, que la répartition de cette rouille est sans doute beaucoup plus vaste qu'on ne le supposait.

Depuis sa découverte en 1975 dans l'ouest du pays, la maladie a fait l'objet d'observations suivies en Côte d'Ivoire. Les études qui lui ont été consacrées se sont développées, d'une part, vers la recherche des foyers naturels et des espèces spontanément contaminées et, d'autre part, vers la détermination de son spectre d'hôtes par des tests d'inoculation artificielle sur une large gamme d'espèces et de cultivars de *Coffea*.

Nous rapportons ici l'essentiel des données recueillies au cours de ce travail.

## 1 — SITUATION DE LA ROUILLE FARINEUSE EN CÔTE D'IVOIRE

Après la mise en évidence de la rouille farineuse en plantation expérimentale puis sur espèces spontanées de forêt en 1975, des prospections ont été effectuées dans toute la zone forestière de Côte d'Ivoire. Il est apparu que la maladie était largement disséminée dans la moitié sud du pays sur plusieurs espèces de forêt et en plantations (fig. 1). Dans le même temps, les contaminations naturelles se sont développées dans les collections de la station de recherche de l'ORSTOM à Man, révélant ainsi la sensibilité de différentes espèces et cultivars de *Coffea* à l'*Hemileia coffeicola*. Nous allons examiner successivement le statut de la rouille à l'égard de ces différentes catégories d'hôtes.

### 1.1 — La rouille farineuse en forêt

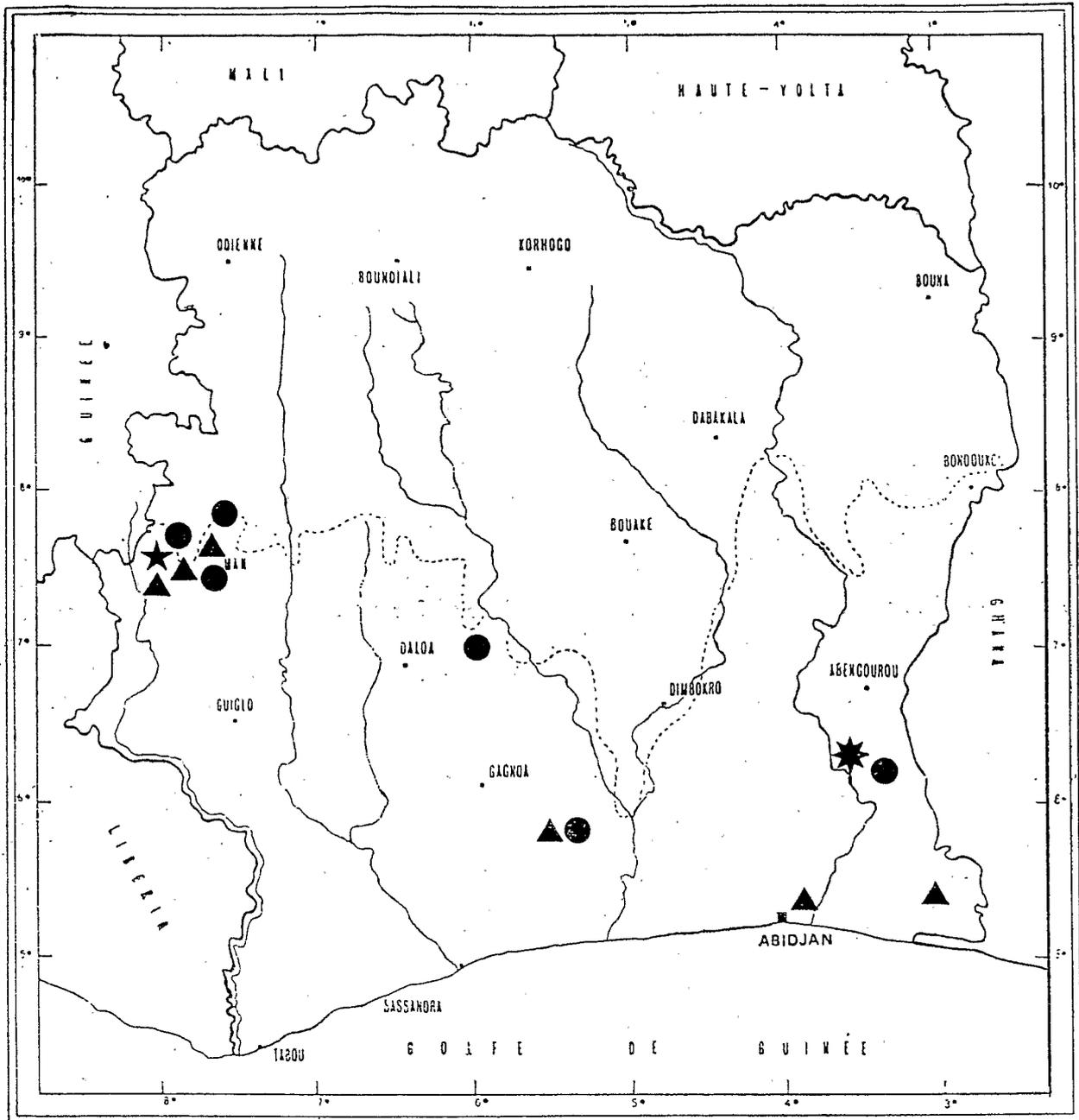
Quatre espèces de la famille des Rubiacées vivant à l'état spontané dans la forêt ivoirienne sont parasitées par *Hemileia coffeicola*.

— Le *Coffea humilis* Chev., qui constitue de petites populations naturelles bien regroupées dans les massifs montagneux de l'ouest du pays, est infecté de façon diffuse. Le champignon se manifeste sur quelques plants sensibles dispersés dans les populations, affectant partiellement le feuillage sans provoquer de chute foliaire ni altérer, apparemment, le développement général de la plante.

— Le *Coffea liberica* Bull. ex Hiern. a été observé porteur d'urédospores de la rouille farineuse dans la forêt du mont Tonkoui près de Man. Trois arbres isolés étaient très faiblement infectés par le pathogène localisé sur quelques feuilles.

— Le *Paracoffea ebracteolata* (Hiern.) Ler., espèce voisine des *Coffea* sp., est dispersé dans toute la zone forestière du pays, formant souvent de grandes populations. La rouille farineuse a été localisée sur cette espèce dans des régions très éloignées, formant des foyers infectieux sans doute indépendants. Les attaques sont généralement très sévères et affectent la plupart, sinon la totalité, des plants d'une population à la manière d'une épidémie, le feuillage étant totalement envahi par les fructifications du champignon. De nombreux cas de défoliation ont été observés. Malgré ces symptômes très marqués, l'effectif des populations que nous avons étudiées de façon plus suivie est resté stable. Nous n'avons enregistré aucune mort de plants des suites des attaques de l'*Hemileia coffeicola*. Celles-ci se succèdent régulièrement tout au long de l'année avec des périodes d'accalmie consécutives à de fortes défoliations. Seules les jeunes feuilles nouvellement infectées présentent les urédospores du pathogène. Très rapidement, les fructifications sont envahies par deux hyperparasites: le *Paranectria carrissiana* Cam. et Luz et le *Verticillium hemileiae* Bour., le premier ayant été signalé pour la première fois à São Tomé par Camara et Luz (1938).

— Le *Psilanthus manni* Chev., espèce affine des *Coffea*, est également sensible à la rouille farineuse. Cependant, il ne semble pas que ce soit



40 20 0 40 80 120 160 200 240.Km

HEMILEIA COFFEICOLA MAUB. & ROG.  
RÉPARTITION EN CÔTE D'IVOIRE

▲ H.C. SUR COFFEA CANEPHORA

● H.C. SUR PARACOFFEA EBRACTEOLATA

★ H.C. SUR COFFEA HUMILIS

★ H.C. SUR PSILANTHUS MANNII

Fig. 1

un phénomène généralisé car la maladie a été observée sur une seule population située dans la forêt de la Mazan dans l'est de la Côte d'Ivoire. L'intensité de l'attaque sur l'ensemble des plants de la population était tout à fait comparable à celle enregistrée sur les *Paracoffea* sp.

### 1.2 — La rouille farineuse en plantations

Les symptômes très diffus qu'elle occasionne rendent difficile la localisation de la rouille farineuse dans les plantations de *Coffea canephora*, espèce qui constitue l'essentiel de la caféiculture ivoirienne. Les premières prospections orientées vers la recherche de cette rouille ont été effectuées surtout dans la région de Man où le pathogène avait été remarqué pour la première fois. Il est apparu que la maladie est très largement répandue dans les plantations villageoises, mais sa présence demeure très discrète du fait de la présence de l'*Hemileia vastatrix* toujours dominant.

Les prospections étendues par la suite à d'autres régions caféicoles ont montré que la rouille farineuse est présente dans des zones fort éloignées, et qu'elle se développe indépendamment des conditions d'altitude (fig. 1).

Dans tous les champs visités, nous n'avons observé aucun cas d'infection généralisée à l'ensemble du feuillage d'un arbre. La rouille se signale seulement par une fine pulvérulence jaune, diffuse, affectant partiellement quelques feuilles. De même, au niveau d'un champ, la rouille n'est jamais présente sur tous les individus. En l'absence d'étude épidémiologique, ces quelques observations laissent penser que la rouille farineuse est bien installée dans les plantations de *Coffea canephora* mais que la faible sensibilité de ces derniers maintient les attaques à un niveau très modeste, sans incidence apparente sur le développement des arbres et la production caféière.

### 1.3 — La rouille farineuse dans les collections de la Station de Man

Depuis quelques années, les contaminations naturelles se sont largement développées à la pépinière et dans les champs de la station de recherche de l'ORSTOM à Man. Ce phénomène est dû essentiellement au fait que des plants de *Paracoffea ebracteolata* et de *Coffea humilis*, vraisemblablement contaminés, ont été introduits

dans les collections et ont favorisé la dispersion du pathogène. Celui-ci s'est alors développé et multiplié sur différentes espèces et cultivars de *Coffea* sensibles. A l'heure actuelle, outre les hôtes infestés dans leur milieu naturel, la liste des plants porteurs de la rouille farineuse est la suivante:

— *Coffea canephora* var. *Robusta*, clones A01, A03, 311, 317. Le clone A03 étant très sensible à la rouille est périodiquement sujet à des attaques généralisées. Il sera régulièrement utilisé comme donneur d'inoculum lors de la réalisation d'inoculations artificielles. Ce clone n'a jamais été diffusé en plantations mais reste disponible en collections pour diverses expérimentations.

— *Coffea congensis*. Ces caféiers provenant d'une prospection effectuée en Centrafrique sont peu sensibles au champ où seulement 3 numéros ont été infestés. Par contre, le développement de la maladie est beaucoup plus important en pépinière où les conditions sont sans doute très favorables au pathogène. Ainsi 75 % des effectifs d'une population ont été attaqués par la rouille.

— *Coffea eugenioides*. Plusieurs plants sont infectés parmi la collection des caféiers récoltés au Kenya lors d'une récente prospection.

— *Coffea humblotiana*. Les plants en collection à Man proviennent de l'île de la Grande Comore. Ils sont dans leur grande majorité très sensibles à la rouille farineuse et présentent en permanence de nombreuses fructifications du champignon à la face inférieure de leurs feuilles. De ce fait, ils sont fréquemment utilisés comme donneurs d'inoculum pour les besoins de l'expérimentation.

— Divers hybrides interspécifiques *canephora* × *liberica* et *canephora* × *congensis* sont également spontanément infectés par la rouille. A cet égard, il semble que la sensibilité des parents se transmette aisément à une partie au moins de la descendance.

Ces premières observations apportent un certain nombre d'éléments nouveaux dans la connaissance de la rouille farineuse, relatifs à son extension géographique et à son spectre d'hôtes.

Ainsi que Muller (1975) le laissait entendre, la rouille farineuse qui a progressivement étendu son aire en Afrique Centrale au cours des quarante dernières années poursuit notablement son extension dans les zones de caféiculture de l'Ouest africain comme en témoigne sa récente découverte au Togo (Partiot *et al.*, 1979). Sa présence actuelle en Côte d'Ivoire pourrait correspondre au

développement du même processus. Pourtant, les résultats d'observations sur le terrain que nous venons d'exposer nous conduisent à formuler une autre hypothèse.

La présence de l'*H. coffeicola* sur *Coffea* et genres voisins vivant à l'état spontané dans un milieu forestier fermé, peu propice à la pénétration, semble indiquer qu'il s'agit vraisemblablement de foyers primaires.

Leur dispersion en des zones relativement éloignées montre en outre que leur existence est ancienne dans la forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. La présence de la rouille en plantation peut résulter de deux phénomènes: d'une part, de la propagation des spores du champignon à partir des foyers primaires à la faveur des ouvertures créées par l'exploitation forestière et, d'autre part, de l'extension de l'aire d'origine en direction de l'Ouest du continent africain. La discrétion des symptômes et la présence toujours dominante de l'*H. vastatrix*, ainsi que la faible sensibilité globale des *Coffea canephora*, pourrait expliquer que l'existence d'*H. coffeicola* soit demeurée longtemps insoupçonnée.

L'hypothèse d'une rouille farineuse d'origine ouest-africaine distincte de celle d'Afrique Centrale n'est donc pas à rejeter. Les observations en collections montrent que son spectre d'hôtes est relativement étendu. Des inoculations expérimentales ont été entreprises sur une gamme d'hôtes élargie afin de comparer le pouvoir pathogène des isolats de Côte d'Ivoire à celui des souches d'Afrique Centrale auxquelles les travaux de Rodrigues (1956) ont été essentiellement consacrés.

## 2. — ETENDUE DU POUVOIR PATHOGENE DES ISOLATS DE COTE D'IVOIRE — INOCULATIONS EXPERIMENTALES

Toute l'expérimentation, étalée sur plusieurs mois, en fonction du matériel végétal et de l'inoculum disponible, s'est déroulée à la station de Man. Les inoculations sont pratiquées selon la méthode mise au point au CIFC d'Oeiras pour la rouille orangée. Une grande quantité d'urédospores saines est étalée avec un pinceau à la face inférieure de feuilles (2 ou 4) de jeunes plants. De l'eau stérile est ensuite pulvérisée en fines gouttelettes sur les organes inoculés puis sur l'ensemble des plants qui sont placés en bacs recouverts de feuilles de plastique et de palmes afin de maintenir une humidité saturante et une

obscurité presque totale. Les plants sont ainsi maintenus pendant 72 heures, temps nécessaire à la germination des urédospores et à la pénétration des tissus foliaires de la plante-hôte. L'humidité est maintenue à un niveau proche de la saturation par des arrosages très fréquents, cette condition étant indispensable à la bonne réussite de l'inoculation (Rodrigues, 1956). Après ce temps d'incubation, les bacs sont ouverts et les caféiers maintenus dans les conditions ambiantes de la pépinière. Toutes les inoculations ont été répétées afin de vérifier la reproductibilité des résultats.

Trois types d'inoculum ont été utilisés suivant les disponibilités du moment. Ils proviennent respectivement de *C. canephora* clone A03, de *Paracoffea ebracteolata* et de *C. humblotiana*. Lors de la lecture des résultats, 5 semaines après les inoculations, il est seulement tenu compte de l'absence (—) ou de la présence (+) de sores fructifiés ou éventuellement de la formation de tuméfactions (t) à la surface des organes inoculés.

Les résultats sont consignés dans le tableau I.

A l'issue de ces expériences, près d'une centaine d'individus différents a été confrontée à un isolat, au moins, de la rouille farineuse présente en Côte d'Ivoire. Ces plantes appartiennent à 4 genres différents: *Coffea*, *Paracoffea*, *Psilanthus* et *Psilanthopsis*.

A l'intérieur du genre *Coffea*, 12 espèces ainsi que les hybrides *Arabusta* ont subi l'inoculation.

Globalement, les résultats enregistrés montrent que le spectre d'hôtes de cette rouille, tous isolats confondus, est très large puisque toutes les espèces de *Coffea* testées, à l'exception du *C. congensis*, présentent au moins un individu sensible. Le cas de l'espèce *C. congensis* est particulier car les 3 individus résistants à l'inoculation artificielle ont été récemment découverts porteurs de la rouille alors qu'ils étaient placés en pépinière au voisinage immédiat de plantes infectées. Bien que placés dans les mêmes conditions depuis plusieurs mois, tandis qu'ils faisaient l'objet d'une observation attentive, ils n'avaient jamais montré d'autre réaction que des tuméfactions. Cette évolution de la réaction à la rouille a été constatée par ailleurs chez les *C. arabica* originaires d'Ethiopie en collection à Man. Nous ne sommes pas en mesure pour l'instant d'apporter une explication précise à ce phénomène, qui pourrait résulter de changements dans les condi-

TABLÉAU I

Réactions des différents hôtes aux inoculations expérimentales effectuées en pépinière

Plantes-hôtes	Isolats <i>H. coffeicola</i>	<i>C. canephora</i> A03	<i>C. humblotiana</i>	<i>Paracoffea</i> <i>ebracteolata</i>
<i>Paracoffea ebracteolata</i>				
1. Côte d'Ivoire ... ..		—		+
<i>Paracoffea ebracteolata</i>				
2. Côte d'Ivoire ... ..		—		+
<i>Paracoffea ebracteolata</i>				
3. Côte d'Ivoire ... ..		—		+
<i>Psilanthopsis kapakata</i> Angola Coll. ORSTOM ... ..		+		—
<i>Psilanthus mannii</i> 025 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		—		—
<i>Psilanthus mannii</i> 026 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		—		—
<i>Coffea arabica</i> 1/10-286 Coll. CIFC Oeiras ... ..		—		—
<i>Coffea arabica</i> 87/1 Coll. CIFC Oeiras ... ..		+	+	—
<i>Coffea arabica</i> 34/13 Coll. CIFC Oeiras ... ..		—		—
<i>Coffea arabica</i> 635/2 Coll. CIFC Oeiras ... ..		+		—
<i>Coffea arabica</i> Bourbon amarelo Coll. ORSTOM Man ... ..		+		—
<i>Coffea arabica</i> Bourbon vermelho Coll. ORSTOM Man ... ..		—		—
<i>Coffea arabica</i> Laurina Coll. ORSTOM Man ... ..		+		—
<i>Coffea arabica</i> Mundo novo Coll. ORSTOM Man ... ..		+		—
<i>C. brevipes</i> Zaïre Coll. ORSTOM ... ..		+	+	+
<i>C. canephora</i> 02035 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		—
<i>C. canephora</i> 02089 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		—
<i>C. canephora</i> IF A02 Robusta IFCC Côte d'Ivoire ... ..		+		—
<i>C. canephora</i> IF A03 Robusta IFCC Côte d'Ivoire ... ..		+	+	—
<i>C. canephora</i> IF 155 Robusta IFCC Côte d'Ivoire ... ..		—	—	—
<i>C. canephora</i> IF 181 Robusta IFCC Côte d'Ivoire ... ..		+	+	+
<i>C. canephora</i> IF 197 Robusta IFCC Côte d'Ivoire ... ..		+	—	—
<i>C. canephora</i> Hexaploïde H 38 ORSTOM Man ... ..		t		—
<i>C. canephora</i> Hexaploïde H 124 ORSTOM Man ... ..		t		—
<i>C. congensis</i> 03190 Centrafrique Coll. ORSTOM ... ..			—	—
<i>C. congensis</i> 03191 Centrafrique Coll. ORSTOM ... ..		t		t
<i>C. congensis</i> 03542 Centrafrique Coll. ORSTOM ... ..		t		t
<i>C. eugenioides</i> K037-13 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			—	—
<i>C. eugenioides</i> K042-72 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			+	—
<i>C. eugenioides</i> K045-66 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			+	—
<i>C. eugenioides</i> K046-92 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			+	—
<i>C. eugenioides</i> K046-100 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			—	—
<i>C. eugenioides</i> K047-7 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			+	—
<i>C. eugenioides</i> K047-80 Kenya Coll. ORSTOM ... ..			+	—
<i>C. humblotiana</i> n° 5 Comores. Coll. ORSTOM ... ..		+		t
<i>C. humblotiana</i> n° 47 Comores. Coll. ORSTOM ... ..		+		t
<i>C. humblotiana</i> n° 52 Comores. Coll. ORSTOM ... ..		+		t
<i>C. humilis</i> 07107 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+	+	t
<i>C. humilis</i> 07116 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		t
<i>C. humilis</i> 07604 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		t
<i>C. liberica</i> 05261 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+	—	t
<i>C. liberica</i> 05007 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		t
<i>C. liberica</i> Assikasso Coll. ORSTOM ... ..		—		t
<i>C. racemosa</i> Mozambique Coll. ORSTOM ... ..		+	+	+
<i>C. stenophylla</i> 06069 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		—		t
<i>C. stenophylla</i> 06080 Forêt Côte d'Ivoire ... ..		+		t
<i>C. stenophylla</i> 06082 Forêt Côte d'Ivoire ... ..			+	+
<i>C. stenophylla</i> 06135 Forêt Côte d'Ivoire ... ..			+	—
<i>C. stenophylla</i> 06138 Forêt Côte d'Ivoire ... ..			+	—

TABLEAU I (continuation)

Plantes-hôtes	Isolats <i>H. coffeicola</i>	<i>C. canephora</i> A03	<i>C. humblotiana</i>	<i>Paracoffea</i> <i>ebracteolata</i>
<i>C. zanguebariae</i> K117-37 Kenya Coll. ORSTOM			—	—
<i>C. zanguebariae</i> K124 Kenya Coll. ORSTOM			—	—
<i>C. zanguebariae</i> K125-32 Kenya Coll. ORSTOM			+	+
Hybrides interspécifiques				
<i>C. arabica</i> × <i>C. canephora</i> :				
Arabusta A95 Coll. ORSTOM		+	—	+
Arabusta AB24 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta F335 Coll. ORSTOM		t	—	—
Arabusta 0703 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta 0727 Coll. ORSTOM			—	—
Arabusta 1313 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta 1319 Coll. ORSTOM			—	—
Arabusta 1322 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta 1323 Coll. ORSTOM			—	+
Arabusta 1324 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta 1331 Coll. ORSTOM			—	—
Arabusta 1332 Coll. ORSTOM			+	—
Arabusta 1333 Coll. ORSTOM			+	+
Arabusta 4311 Coll. ORSTOM		—		t
Arabusta 4355 Coll. ORSTOM		+	+	+
Arabusta 4422 Coll. ORSTOM		t		t
Arabusta 4502 Coll. ORSTOM		—		t
Arabusta 4505 Coll. ORSTOM		+	—	—
Arabusta 4521 Coll. ORSTOM		—	—	—
Arabusta 5206 Coll. ORSTOM		t		—
Arabusta sélection:				
NN1 IFCC Côte d'Ivoire			+	—
NN2 IFCC Côte d'Ivoire			+	—
NN3 IFCC Côte d'Ivoire			—	—
NN4 IFCC Côte d'Ivoire			—	—
NN5 IFCC Côte d'Ivoire			+	—
NN6 IFCC Côte d'Ivoire			+	—

Notation des symptômes: +, sensibilité; t, tuméfaction; —, immunité.

tions de milieu, d'un état physiologique particulier des hôtes affaiblissant leurs capacités de résistance ou d'une modification du pouvoir pathogène de l'agent infectieux.

Comparés aux données recueillies par Rodrigues (1956) nos résultats en diffèrent sensiblement sur deux points: la sensibilité à la rouille farineuse est très largement répandue chez les espèces diploïdes, et des réactions de type immunité ont été enregistrées chez certains cultivars de *C. arabica*.

Par ailleurs, l'examen du comportement des 3 isolats en présence montre que la rouille pro-

venant de *Paracoffea ebracteolata* possède un pouvoir pathogène moins étendu et même spécifique à l'égard de son hôte d'origine.

Ces différents éléments semblent conforter l'hypothèse de l'existence d'une rouille farineuse spécifique à la Côte d'Ivoire ou tout au moins distincte de celle connue en Afrique Centrale. L'existence éventuelle de pathotypes différents dans la population du parasite pourrait résulter soit d'une différenciation de la souche initiale soit de la présence conjointe de souches autochtones et de souches extérieures plus récemment introduites.

3 — ETUDE DU POUVOIR PATHOGENE AU LABORATOIRE SUR FEUILLES DE CAFEIER DETACHEES

Les auteurs ayant étudié le pouvoir pathogène de l'*H. coffeicola* (Roger, 1951; Rodrigues, 1956; Saccas, 1972) ont nettement souligné les difficultés que présentent les inoculations expérimentales. La connaissance imparfaite des conditions d'environnement optimales au développement du champignon et la présence quasi constante d'hyperparasites s'attaquant aux urédospores ne permettent pas de maîtriser parfaitement les infections artificielles et d'obtenir une bonne appréciation quantitative des symptômes.

Les importantes variations dans l'intensité des symptômes obtenus après les inoculations dans la pépinière de la station de Man et la volonté de préciser la nature des différences enregistrées selon les isolats utilisés nous ont incité à mettre en place une expérimentation plus fine permettant un suivi quotidien.

C'est ainsi qu'ont été réalisées des inoculations au laboratoire sur feuilles de caféier entières (non des fragments comme Saccas, 1972), détachées et maintenues en survie en boîtes de Pétri par flottage sur eau stérile.

L'inoculum a été sélectionné sur de jeunes feuilles fraîchement infectées dans la nature et vérifié pour sa pureté sous la loupe binoculaire. Les inoculations sont effectuées selon la méthode massale de façon à obtenir une saturation des stomates, points de pénétration obligatoires des urédospores germandes. De l'eau stérile est ensuite pulvérisée en très fines gouttelettes sur les feuilles, opération qui sera renouvelée toutes les 4 heures dans la journée pendant toute la durée de l'incubation. Les boîtes de Pétri fermées sont placées dans une étuve à 22°C à l'obscurité pendant 60 heures. Passé ce délai, nécessaire à

la germination des urédospores et à la pénétration de filaments germinatifs dans les tissus foliaires, les boîtes sont transférées dans le laboratoire à 24°C ± 2 et lumière naturelle, l'humidité restant élevée grâce à l'atmosphère confinée de la boîte de Pétri fermée.

3.1 — Comparaison d'isolats de différentes origines

Une première expérience est réalisée afin de comparer sur un nombre limité d'hôtes le pouvoir pathogène des 3 isolats provenant respectivement de *C. canephora* A03, *C. humblotiana* et *Paracoffea ebracteolata*. Chaque hôte inoculé est représenté par 4 jeunes feuilles. La lecture des symptômes est effectuée 4 semaines après l'inoculation.

Les résultats consignés dans le tableau II font très nettement apparaître que l'isolat provenant du *Paracoffea ebracteolata* constitue un pathotype distinct, seul capable d'infester les feuilles de son hôte d'origine mais non pathogène à l'égard du *Psilanthus manni* et de *C. canephora* A03, hôtes naturels de la rouille farineuse en Côte d'Ivoire, ni à l'égard des 2 cultivars de *C. arabica* testés.

Réciproquement, les deux autres isolats sont avirulents à l'encontre du *Paracoffea ebracteolata* et du *Psilanthus manni* et sont identiquement pathogènes sur *C. canephora* A03 et les *C. arabica*.

La résistance manifestée par le *Psilanthus manni* aux 3 isolats utilisés semble en contradiction avec les observations recueillies en forêt. En fait, l'existence d'une infection naturelle sur une population dans une zone relativement isolée des autres foyers suggère l'existence d'une souche particulière, inféodée à cette espèce. La trop

TABLEAU II

Comparaison des différents isolats par inoculations expérimentales sur feuilles détachées

Plantes-hôtes Espèce-cultivar ou n° de col. origine	Isolats <i>H. coffeicola</i>		
	<i>C. canephora</i> A03	<i>C. humblotiana</i>	<i>Paracoffea ebracteolata</i>
<i>Paracoffea ebracteolata</i> — Forêt Côte d'Ivoire	t, -, -, -	t, t, -, -	+, +, +, +
<i>Psilanthus manni</i> — Forêt Côte d'Ivoire	t, t, -, -	t, -, -, -	t, t, t, t
<i>C. canephora</i> A03 — Robusta Coll. ORSTOM	+, +, +, +	+, +, +, +	t, t, -, -
<i>C. arabica</i> 1/10-286 — Coll. CIFC Oeiras	+, +, +, +	t, +, +, +	-, -, -, -
<i>C. arabica</i> 87/1 — Coll. CIFC Oeiras	+, +, +, +	+, +, +, +	t, t, t, -

Notation des symptômes pour chaque feuille inoculée: +, sensibilité; t, tuméfaction; -, immunité.

faible quantité d'urédospores viables que nous avons pu recueillir n'a pas permis d'effectuer les inoculations nécessaires à la vérification de cette hypothèse.

### 3.2 — Étude du développement des symptômes

L'expérience est poursuivie dans les mêmes conditions techniques que précédemment sur une gamme d'hôtes élargie afin d'observer l'évolution des symptômes. Chaque série d'inoculation porte sur 5 hôtes différents, représentés par une paire de jeunes feuilles, plus 2 feuilles d'un témoin sensible, en l'occurrence le *C. canephora* A03. Au total, 41 plants différents ont été examinés. Tous les tests ont été doublés. L'inoculum utilisé provient soit de *C. canephora* A03 soit de *C. humblotiana*.

Dès la fin de la période d'incubation de 60 heures qui fait suite à l'inoculation, les échantillons sont observés quotidiennement pendant 4 semaines.

Les résultats obtenus permettent de distinguer 5 types de réaction nettement délimités.

- *Immunité*. Aucun symptôme apparent.
- *Toméfaction*. Réaction de résistance caractérisée par la déformation localisée des tissus foliaires, comparable à celle observée par Rijo (1972) sur feuilles de *Coffea* spp. inoculées par la rouille orangée *Hemileia vastatrix*. Des observations microscopiques effectuées sur coupes transversales de feuilles montrent un gonflement des cellules du mésophylle sous le point de pénétration du parasite sans développement de mycelium dans les tissus.
- *Sensibilité faible retardée*. Les sores du champignon apparaissent en nombre limité, moins de 50 par feuille, 14 à 16 jours après l'inoculation. Dans quelques cas, la fructification se développe après la formation d'une tuméfaction. L'observation microscopique révèle la présence des déformations cellulaires typiques de la tuméfaction ainsi que la présence des vésicules mycéliennes caractéristiques du champignon, normalement développées. Cette réaction semble indiquer que l'hôte est le siège d'une résistance incomplète, capable d'induire la formation de tuméfactions retardant

sans doute la progression du mycelium dans les tissus, mais sans empêcher son plein développement.

- *Sensibilité faible*. Les fructifications de l'*Hemileia* apparaissent en nombre limité, mais seulement 8 jours après l'inoculation.
- *Sensibilité élevée*. Les sores sont nombreux, dans tous les cas plus de 100 par feuille, sporulent abondamment et apparaissent 7 à 8 jours après l'inoculation.

Ces différentes observations nous conduisent à penser que le processus infectieux se développe par étapes successives au cours desquelles l'hôte serait capable soit de bloquer soit de retarder les pénétrations du champignon, selon ses potentialités génétiques. Il ne fait aucun doute qu'un système polygénique préside aux relations entre *H. coffeicola* et ses hôtes, tout au moins dans le cadre de notre étude.

Les réactions des différents hôtes testés sont regroupées dans le tableau III.

Ces inoculations effectuées dans des conditions mieux contrôlées révèlent quelques contradictions par rapport aux résultats obtenus à la station de Man sur jeunes plantes. La plus remarquable concerne la grande sensibilité montrée par les clones 1/10-286 et 34/13 de *C. arabica* après inoculation sur feuilles détachées. Elle montre l'importance que doit avoir l'environnement dans l'expression des symptômes et la difficulté de maîtriser un inoculum sans doute hétérogène pour ses capacités infectieuses.

Ces résultats montrent que la sensibilité est largement dominante au sein de l'espèce *C. arabica* mais qu'elle n'est pas uniforme, certains clones possédant vraisemblablement des caractères de résistance partielle. Ce phénomène est encore plus marqué chez les *C. canephora* où nous enregistrons tous les types de réaction possibles, de la pleine sensibilité à l'immunité. Les réactions sont par ailleurs hétérogènes chez les autres espèces diploïdes ou les hybrides étudiés.

Il apparaît donc que la sensibilité à la rouille farineuse est un caractère très répandu à l'intérieur du genre *Coffea*. Tous les schémas d'amélioration visant à créer de nouveaux hybrides intra ou interspécifiques devront tenir compte de cette situation afin d'éviter la sélection et la diffusion de clones très sensibles à un pathogène encore peu redouté.

TABLEAU III

Réaction de différents hôtes aux inoculations effectuées sur feuilles détachées

Plantes-hôtes Espèce, cultivar ou n° coll. origine	Isolats <i>H. coffeicola</i>		<i>C. canephora</i> A03	<i>C. humblotiana</i>
<i>C. arabica</i> 1/10-286 Coll. CIFC Oeiras			++	++
<i>C. arabica</i> 87/1 Coll. CIFC Oeiras			++	++
<i>C. arabica</i> 32/1 Coll. CIFC Oeiras			++	++
<i>C. arabica</i> 33/1 Coll. CIFC Oeiras			+	++
<i>C. arabica</i> 34/13 Coll. CIFC Oeiras			++	++
<i>C. arabica</i> 134/4 Coll. CIFC Oeiras			+r	—
<i>C. arabica</i> 110/5 Coll. CIFC Oeiras			+	+
<i>C. arabica</i> 1006/10 Coll. CIFC Oeiras				+r
<i>C. arabica</i> 128/2 Coll. CIFC Oeiras				++
<i>C. arabica</i> 635/2 Coll. CIFC Oeiras			+r	+r
<i>C. arabica</i> 635/3 Coll. CIFC Oeiras			—	—
<i>C. arabica</i> Bourbon Coll. ORSTOM ...			++	++
<i>C. arabica</i> Laurina Coll. ORSTOM ...				++
<i>C. arabica</i> Hybride de Timor 1343/269 Coll. CIFC Oeiras ...				+r
<i>C. canephora</i> var. <i>Robusta</i> IFCC:				
A03 Coll. ORSTOM ...			++	++
A2 Coll. ORSTOM ...				—
22 Coll. ORSTOM ...				—
60 Coll. ORSTOM ...				—
77 Coll. ORSTOM ...				++
86 Coll. ORSTOM ...				+rt
95 Coll. ORSTOM ...				—
126 Coll. ORSTOM ...				+rt
143 Coll. ORSTOM ...				++
149 Coll. ORSTOM ...				t
160 Coll. ORSTOM ...				+r
177 Coll. ORSTOM ...				++
181 Coll. ORSTOM ...				++
182 Coll. ORSTOM ...				++
197 Coll. ORSTOM ...				t
200 Coll. ORSTOM ...				++
402 Coll. ORSTOM ...				—
461 Coll. ORSTOM ...				—
<i>C. brevipes</i> Coll. ORSTOM Zaïre ...				—
<i>C. congensis</i> 18 LOU Centrafrique Coll. ORSTOM ...				—
<i>C. humilis</i> Forêt Côte d'Ivoire ...			++	++
<i>C. liberica</i> 369 DOZ Côte d'Ivoire Coll. ORSTOM ...				++
<i>C. liberica</i> 808 LIM Côte d'Ivoire Coll. ORSTOM ...				—
<i>Coffea</i> de la Nana 18 Centrafrique Coll. ORSTOM ...				—
<i>Coffea</i> de la Nana 49 Centrafrique Coll. ORSTOM ...			++	++
Hybride de <i>Kawisari</i> Coll. CIFC Oeiras			+	++
Hybride <i>C. canephora</i> × <i>C. congensis</i> :				
Congusta n° 03131 Coll. ORSTOM ...				t

Notation des symptômes: —, immunité; t, tuméfaction; +r, sensibilité faible retardée; +rt, sensibilité faible retardée avec tuméfaction; +, sensibilité faible; ++, sensibilité élevée, témoin sensible ayant toujours présenté la même réaction à chaque série de test.

A cet égard, la méthode d'inoculation utilisée ici peut constituer un bon outil de test rapide pour mettre en évidence les caractères de résistance, même partielle, chez un grand nombre d'individus.

4 — CONCLUSIONS

Un certain nombre d'informations nouvelles concernant la distribution géographique et le pouvoir pathogène de l'*Hemileia coffeicola* peut être dégagé des résultats ici exposés.

La découverte du parasite sur des espèces sylvestres spontanées apporte une réponse, au moins partielle, à la question soulevée par Roger (1951) sur l'origine de la rouille farineuse. Bien qu'il soit difficile et encore prématuré — faute d'étude épidémiologique approfondie au sein d'une population d'hôtes spontanés — de connaître le statut précis de cette rouille, il est vraisemblable que l'on soit en présence de foyers d'infection primaires. Dans les régions montagneuses de l'Ouest du pays en particulier, ces foyers sont bien individualisés dans un massif forestier fermé, relativement à l'écart des grandes zones de culture. De plus, il n'y a pas en Côte d'Ivoire de plantations de *C. arabica* susceptibles, du fait de la grande sensibilité de cette espèce, de favoriser la multiplication et la propagation des spores du pathogène.

L'hypothèse de l'arrivée récente de la maladie apparaît peu compatible avec ces observations. Il est donc tout à fait possible d'admettre que la rouille farineuse est d'origine endogène au moins en Côte d'Ivoire où elle s'est maintenue et propagée à partir de ses hôtes naturels que sont les *Coffea*, *Paracoffea* et *Psilanthus*.

Des prospections étendues à tout le massif forestier ouest et centrafricain permettraient peut-être de découvrir d'autres foyers de même type et ainsi de délimiter convenablement l'aire de répartition du parasite.

Les premières expérimentations effectuées ici sur l'étendue de pouvoir pathogène et la spécificité parasitaire des différents isolats collectés sur les hôtes naturellement infestés apportent des indications nouvelles.

D'une part, le spectre d'hôtes apparaît sensiblement différent entre les souches de Côte d'Ivoire et celles d'Afrique Centrale, comme semblent le confirmer les premiers tests comparatifs effectués au CIFC d'Oeiras (Rodrigues, 1981). D'autre part, les inoculations croisées

entre l'isolat de *C. canephora* et celui de *Paracoffea ebracteolata* indiquent que leur pouvoir pathogène est différent.

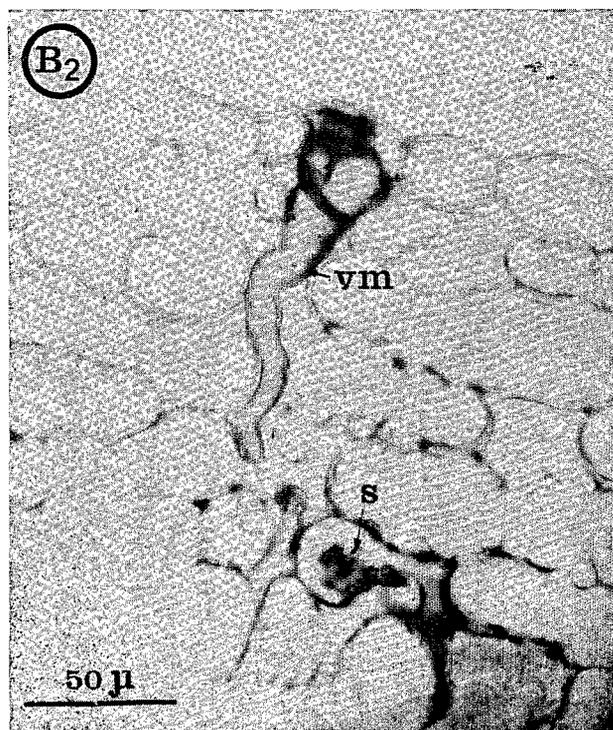
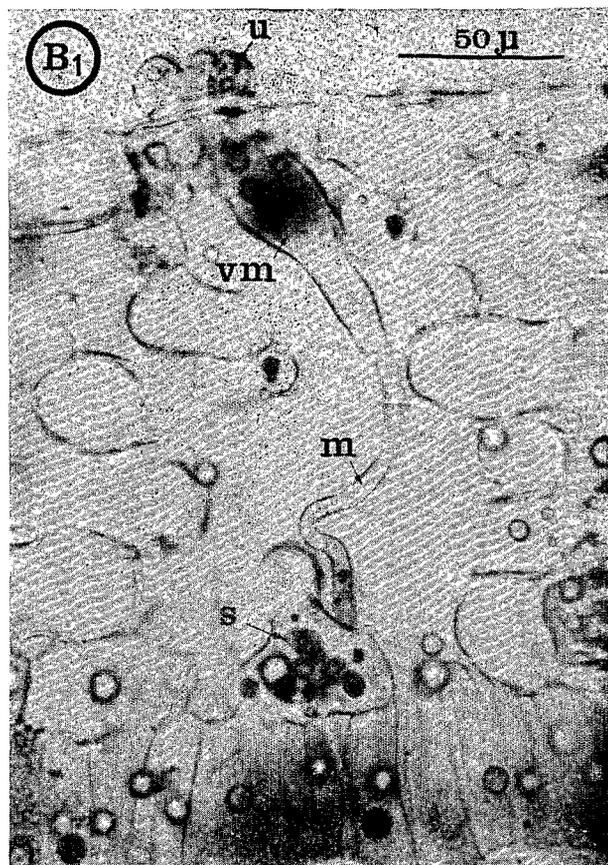
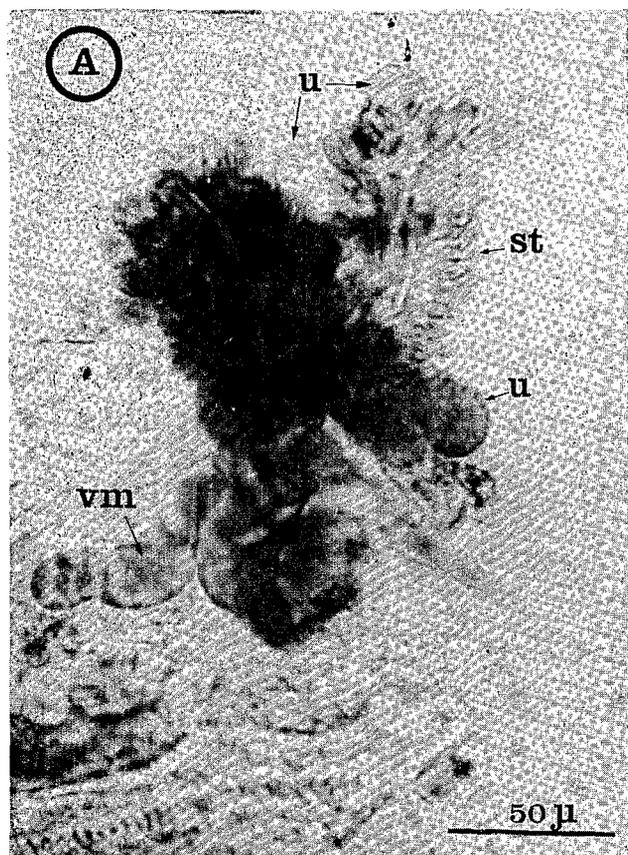
L'existence de pathotypes différents chez *H. coffeicola* est donc vraisemblable mais les résultats sont encore insuffisants pour établir un parallèle avec l'*H. vastatrix* où l'existence de races physiologiques implique une correspondance gène pour gène entre la virulence du parasite et la résistance de l'hôte (Goujon, 1971).

Par ailleurs, les résultats obtenus après l'étude du processus infectieux en particulier les différentes réactions de l'hôte à l'inoculation artificielle semblent bien montrer qu'un système complexe est mis en jeu dans la réaction, dont le déterminisme est sans doute de nature polygénique.

Ces gradations quantitatives dans les attaques aussi bien que dans les réponses de l'hôte évoquent l'existence d'un système de type horizontal selon la terminologie de Van der Plank (1968). Mais les différences qualitatives que nous avons pu mettre en évidence également nous incitent à opter pour le concept intégré de Parlevliet et Zadoks (1977) selon lequel interaction différentielle et système polygénique sont parfaitement compatibles. Il ne fait aucun doute que des études devront être développées vers une meilleure connaissance des relations génétiques entre la rouille farineuse et ses hôtes afin d'orienter convenablement la sélection des nouveaux hybrides de caféiers et de faire en sorte que l'*Hemileia coffeicola* ne devienne pas un fléau pour la caféiculture mondiale.

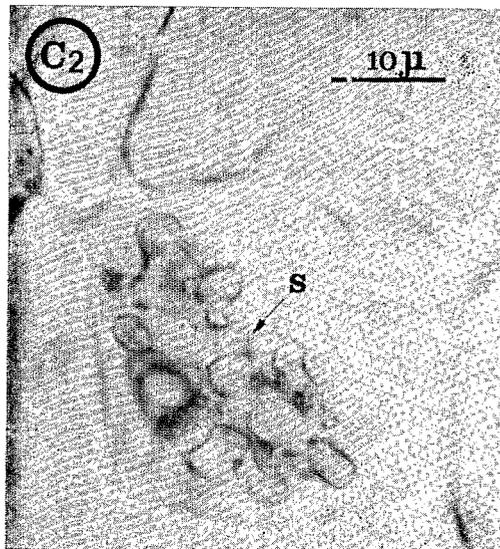
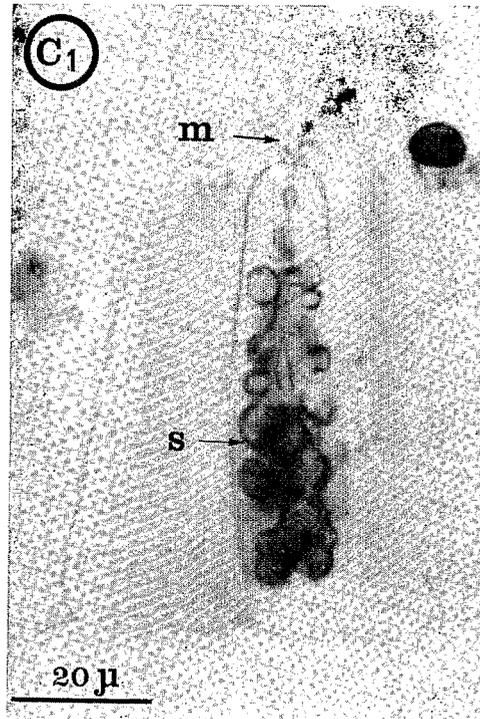
## BIBLIOGRAPHIE

- CAMARA, M. de S. da, & LUZ, C. G. da. — «Some fungi from the Atlantic islands and the Portuguese Colonies». *Bol. Soc. Broteriana* (sér. 2), 13, 95-99, 1938.
- GOUJON, M. — «Considérations à propos de la résistance des plantes. Le cas particulier des caféiers attaqués par les rouilles orangée et farineuse». *Café, Cacao, Thé*, 15 (4), 308-328, 1971.
- LOURD, M., & HUGUENIN, B. — «Sur la présence en Côte d'Ivoire de la rouille farineuse du caféier *Hemileia coffeicola* Maub. et Rog.: répartition géographique et espèces hôtes». *Comm. 8<sup>e</sup> Colloque ASIC, Abidjan (Côte-d'Ivoire)*, 529-532, 1977.
- «Parasitic specialization in *Hemileia coffeicola* strains from Ivory Coast». *Comm. Inter. Cong. Pl. Pathology, Munich*, 3 pp., 1978.
- MULLER, R. A. — «*Hemileia coffeicola* Maub. et Rog.: importance, extension et danger potentiel pour la caféiculture mondiale». *Comm. 7<sup>e</sup> colloque ASIC, Hambourg (RFA)*, 413-422, 1975.
- PARLEVLIET, J. E., & ZADOKS, J. C. — «The integrated concept of disease resistance; a new view including horizontal and vertical resistance in plants». *Evophytica*, 26, 5-21, 1977.
- PARTIOT, M., AMEFIA, Y. K., DJIEKPOR, E. K., & SEGBOR, A. — «Une nouvelle maladie du caféier au Togo: la rouille farineuse due à *Hemileia coffeicola* Maub. et Rog.». *Café, Cacao, Thé*, 23 (1), 43-48, 1979.
- RIJO, L. — «Histopathology of the hypersensitive reaction t (tuméfaction) induced on *Coffea* spp. by *Hemileia vastatrix* Berk. et Br.». *Agronomia Lusitana*, 33, 427-431, 1972.
- RODRIGUES Jr., C. J. — «Nota sobre a resistência de algumas espécies de *Coffea* a *Hemileia coffeicola* Maub. et Rog.». *Revista do Café Português*, 3 (12), 48-71, 1956.
- Communication personnelle. 1981.
- ROGER, L. — *Phytopathologie des pays chauds*. Tome I. Lechevalier Ed. Paris, 1126 pp., 1951.
- SACCAS, A. M. — «La rouille farineuse des caféiers due à *Hemileia Coffeicola* Maub. et Rog.». *Café, Cacao, Thé*, bull. n.° 11, 67 pp., 1972.
- VAN DER PLANK, J. E. — *Disease resistance in plants*. Academic Press. N. Y. and London, 206 pp., 1968.



Caractéristiques microscopiques de l'*Hemileia coffeicola* de Côte d'Ivoire

A. Aspect des fructifications de la rouille farineuse sur feuille de *Paracoffea ebracteolata* naturellement infectée. On distingue les bouquets de stérigmates (st) sur lesquels apparaissent les urédospores (u) à différents stades de maturité. B. Développement du champignon dans les tissus de l'hôte caractérisé par la formation de vésicules mycéliennes (vm) sous le stomate, prolongées par un mycélium intercellulaire (m) non ramifié, se terminant par un suçoir (s). B<sub>1</sub>: coupe transversale d'une feuille de *Coffea arabica* infectée après inoculation artificielle. B<sub>2</sub>: coupe transversale d'une feuille de *Coffea canephora* clone A03 infectée naturellement



Caractéristiques microscopiques de l'*Hemileia coffeicola* de Côte d'Ivoire

C. Morphologie des suçoirs (s) de la rouille farineuse, volumineux et multilobés, occupant tout l'espace cellulaire. C<sub>1</sub>: coupe transversale d'une feuille de *Coffea canephora* clone A03. Le suçoir se trouve exceptionnellement dans une cellule du parenchyme palissadique. On distingue l'extrémité du mycélium (m) prolongée d'un fin pédoncule ayant traversé la paroi cellulaire. C<sub>2</sub>: coupe transversale d'une feuille de *Coffea humblotiana* naturellement infectée. Le suçoir est situé, normalement, dans une cellule du parenchyme lacuneux