ÉTUDE ANATOMIQUE DE GALLES OBSERVÉES SUR LES FEUILLES DE CANNE A SUCRE DANS LE NORD-OUEST DE MADAGASCAR *

Par

H. RABÉCHAULT

Chargé de Recherches à l'ORSTOM

H. L. LYON (6) a décrit pour la première fois, à Fidji en 1910, une maladie endémique de la canne à sucre caractérisée par un rabougrissement de la tige et la présence de galles allongées à la face inférieure des feuilles. En 1915, le même auteur (7) indiquait que la maladie existait également en Nouvelle-Guinée. Par la suite, l'affection fut reconnue en Australie et aux Philippines (3). En 1954, sa présence était constatée à Madagascar, dans les régions côtières de l'Est, et les services locaux intéressés prirent des mesures propres à éviter son extension aux plantations importantes de la côte Ouest de l'île.

En novembre 1959, sur quelques plants de Nossi-Bé et de la côte ouest un entomologiste familiarisé avec la maladie de Fidji et un phytopathologiste en mission dans ces régions, observèrent des symptômes rappelant ceux de la redoutable virose, ce qui provoqua une très vive émotion. Pour certains, il s'agissait bien de la maladie de Fidji ; pour d'autres, et notamment pour M. R. ANTOINE (1) phytopathologiste du «Mauritius Sugar Industry Research Institut» et l'Inspecteur Général BOURIQUET, Chef de Service de Défense des Cultures de l'ORSTOM, qui effectuèrent un voyage dans ces régions de l'Ouest en février 1960, l'identité des deux cas ne leur apparut pas. En effet, indépendamment de caractères extérieurs différents, les premiers examens microscopiques de ces galles montrèrent certaines oppositions entre la maladie de Fidji et le cas nouveau que M. ANTOINE désigna sous le nom de *Pseudo-Fidji.*

La présente étude nous a été demandée par l'Inspecteur Général BOURIQUET que nous remercions de sa confiance ; elle porte sur du matériel qu'il a recueilli lui-même, sur place, au cours de sa mission.

Nous remercions également M. J. MAISTRE, Directeur de Laboratoire de l'ORSTOM, Chef du service de Phytotechnie au C.T.A.T. de nous avoir autorisé à effectuer cette étude, et Mesdemoiselles C. DEFRESNE et J. DURAND, respectivement assistantes aux services de Défense des Cultures et de Phytotechnie du Centre Technique d'Agriculture Tropicale, pour leur collaboration technique.

RAPPEL SUR LES PRINCIPAUX SYMPTÔMES DE LA MALADIE DE FIDJI

La maladie de Fidji est une maladie à virus, qui provoque le rabougrissement des plantes et une diminution considérable du rendement.

Le bourgeon terminal et les feuilles du sommet des tiges meurent, obligeant la plante à une production de rejets aux feuilles anormalement vert foncé. Les feuilles sont en général crispées et distordues. Si l'on examine celles-ci d'un peu plus près, on remarque que leur face inférieure présente de nombreuses élévations allongées le long des nervures. Ces élévations baptisées « galles » constituent, d'après LYON (8), le caractère symptomatologique principal de la maladie. Les autres symptômes : nanisme, rabougrissement, coloration anormale, distorsion et crispation des feuilles, ne

* Manuscrit reçu pour publication, le 16 juin 1960.

seraient que des caractères secondaires. La maladie est transmissible par des insectes du genre *Parkinsiella.*

LYON (8) puis KUNKEL (4) ont étudié la structure des galles observées à la face inférieure des feuilles. Le premier a remarqué une multiplication excessive des cellules du phloème, surtout, dit-il, «celles qui sont situées au voisinage du tissu vasculaire (bois)». Cette prolifération est associée à une dénaturation des sclérites, qui constituent la masse du xylème. Ceux-ci sont hypertrophiés mais le tissu spécifiquement pathologique est constitué, selon cet auteur, par une masse de pseudo parenchyme intérieure car, dans chacune des cellules de ce tissu, on reconnaît un corps étranger qui serait, pense-t-il, l'agent causal de la maladie et dont nous reparlerons.

Une galle comprend donc : au centre un tissu désorganisé d'origine libérienne qui renferme encore quelques éléments intacts, entouré par une couronne de sclérites hypertrophiés, le tout limité à l'extérieur par des cellules aplaties sous la pression des tissus pathologiques. Une partie du faisceau libéro-ligneux, située vers la face supérieure de la feuille, peut demeurer saine de sorte que l'anneau de sclérites déformés est interrompu à cet endroit par les tissus normaux et prend alors la forme d'un U.

KUNKEL (4, p. 102) a pu discerner chez de vieilles galles entre le pseudo-parenchyme mou intérieur et le tissu lignifié à parois épaisses extérieur, un troisième tissu à cellules à parois fines non infecté.

R. ANTOINE (1) présente la photographie d'une galle, où tous les tissus semblent dénaturés et qui a, de ce fait, une structure sub-concentrique.

Pour KUNKEL (4) et ROGER (10), la lignification et la déformation de l'anneau sclérifié serait la conséquence de l'infection du phloème. Cependant, KUNKEL pense que ces tissus lignifiés proviendraient de ceux qui donnent naissance habituellement à la gaine qui entoure le faisceau libéro-ligneux normal dont les parois prennent une disposition radiale tout en s'épaississant et en se lignifiant. Le tissu ligneux pour lui est un tissu de défense qui vient entourer le phloème infecté.

ROGER (10) partage cette opinion, mais, pour lui, cet anneau ligneux serait au départ un anneau constitué par les cellules du parenchyme foliaire entourant le faisceau libéro-ligneux normal, dont les cellules se lignifieraient ensuite en commençant par la partie située vers la face inférieure du limbe.

Enfin, la maladie de Fidji se comporte comme une maladie à virus, du fait de sa transmission par un insecte et la généralisation des symptômes à tous les organes de la plante, lorsque l'agent causal est en place.

Le fait, que l'on rencontre très fréquemment des corpuscules arrondis (foreign bodies) dans les cellules des tissus déformés, incita LYON à penser qu'ils représentaient cet agent pathologique. Il entreprit alors de montrer que ces corps étaient des organismes vivants. Il leur reconnut tout d'abord, à certains moments de leur évolution, un aspect de plasmode. Mais comme il ne lui était pas possible de les classer dans aucun groupe de micro-organismes connus, il en fit un genre nouveau auquel il a attribué le nom de *Northiella sacchari.*

KUNKEL (4), qui reprit les travaux de LYON avec plus de minutie, ne parvient pas non plus à trancher cette question. Il observa l'apparition de ces corps étrangers, dans des cellules voisines du méristème apical et près des régions de croissance et de différenciation appartenant en général au procambium mais jamais dans les méristèmes eux-mêmes. Le fait que ces corps soient toujours présents dès les premiers stades dans le phloème lui permit de supposer tout d'abord que l'agent pathologique se déplaçait par l'intermédiaire des vaisseaux. De plus, cette présence étant toujours liée au développement et à la multiplication exagérés et désordonnés des cellules de ce tissu et des tissus situés dans son voisinage immédiat en particulier du xylème, il en conclut que la maladie de Fidji était **une maladie du phloème.** Ici, il prolifère, dégénère ou se «dédifférencie», alors que chez d'autres maladies, en particulier maladies à virus de la pomme de terre, de l'hévéa, du café..., le phloème se nécrose et se détruit.

KUNKEL (4) a tenté à son tour l'identification des «foreign bodies» de la maladie de Fidji, s'il n'est pas arrivé et pour cause à une meilleure conclusion que son prédécesseur, nous lui sommes redevables tout au moins d'excellentes observations dans ce domaine.

Nous résumerons brièvement celles-ci : on peut observer les « corps » au début de la maladie dans les vacuoles de cellules jeunes cependant, lorsqu'ils remplissent exactement celles-ci, leur détection est rendue plus difficile. Ils viennent très fréquemment au contact du noyau de la cellule

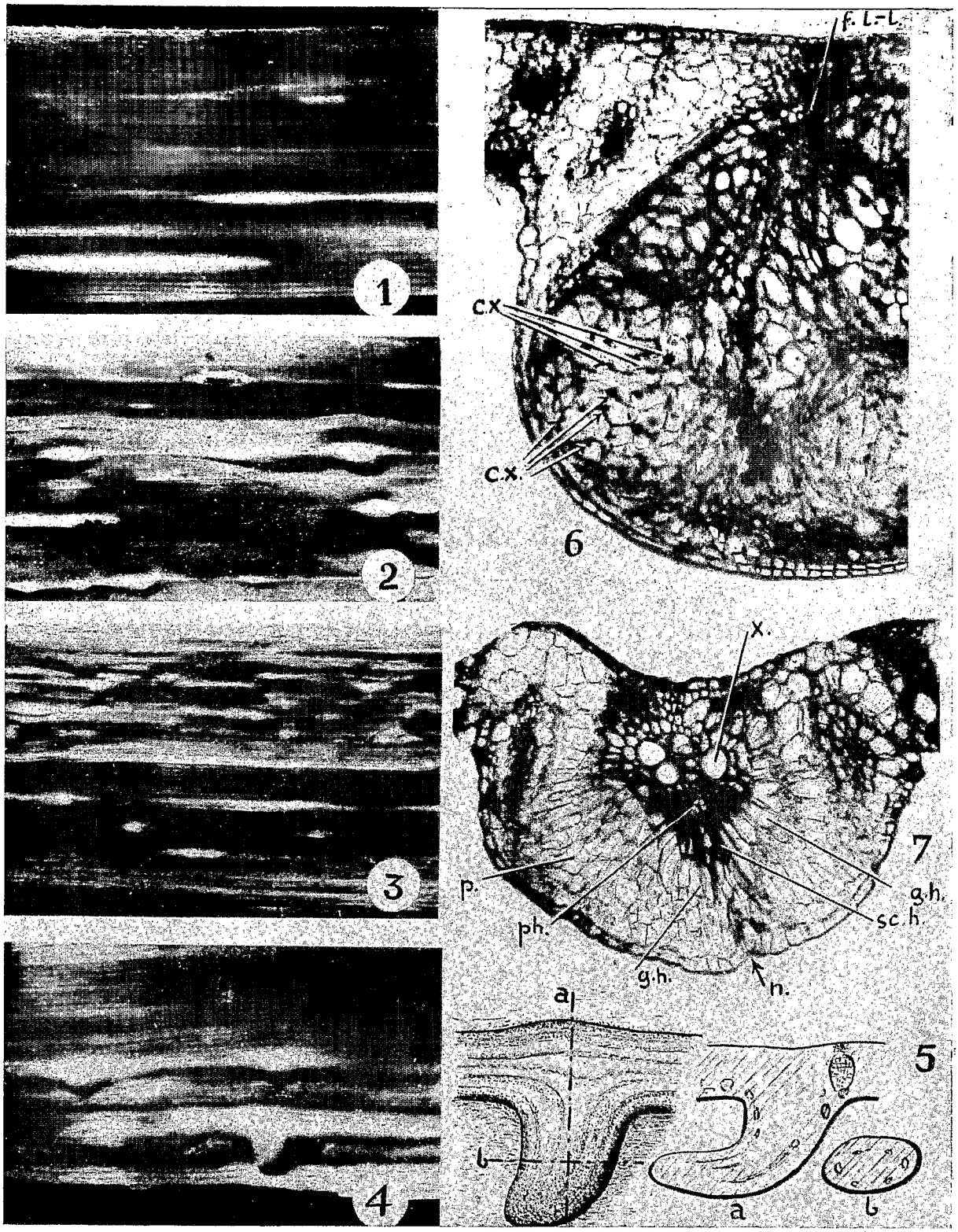

PLANCHE I

Fig 1) Photographie de la face inférieure d'une feuille de canne à sucre var. B 37-172 atteinte par la maladie de Fidji (côte Est de Madagascar) montrant les galles claires très allongées ; Fig. 2) Photographie des galles de la face inférieure d'une feuille de la var. B 134-32 (même région), atteinte par la même maladie ; Fig. 3) Photographie de la face inférieure d'une feuille de canne à sucre de la var. B 37-172 atteinte par la pseudo-Fidji (côte Ouest de Madagascar), galles petites parfois en chapelet, comparer avec les fig. 1 et 2 ; Fig. 4) Portion grossie de la fig. précédente montrant une galle avec un prolongement en forme de languette recourbée ; Fig. 5) Languette de la fig. 4, grossie avec le schéma des sections longitudinales et transversales montrant l'organisation structurale de cette galle ; Fig. 6) Microphotographie d'une partie de la section transversale effectuée dans une galle provoquée par la maladie de Fidji et montrant la présence de « corps x » *c. x.* dans les cellules : *f. l.-l.* faisceau libero-ligneux ; Fig. 7) Microphotographie d'une section similaire effectuée dans une galle provoquée par la maladie dite « pseudo-Fidji » : absence de « corps x », *g. h.* gaine hypertrophiée, *sc. h.* fibres ligneuses transformées en sclérites radiaux, *ph.* phloème ; *x.* xylème ; *n.* nécrose.

Grossissements : Fig. : 1 à 3, × 3 ; 4, × 5 ; 5, × 15 ; 6 et 7 × 100.

infectée mais n'entrent jamais en contact avec lui. Leur diamètre est extrêmement variable (5 à 35 μ) c'est dire qu'ils sont parfois plus petits que le noyau de la cellule, mais le plus souvent bien plus volumineux. En général, on n'en observe qu'un par cellule mais il n'est pas rare d'en rencontrer deux ou trois. LYON a cru apercevoir quelque fois leur noyau, mais presque toujours ils ont un aspect granulaire et présentent parfois, comme le cytoplasme de la cellule, des vacuoles.

C'est KUNKEL, qui remarqua que ces corps étaient comme les organismes vivants, doués du pouvoir de se multiplier et ceci comme certains microorganismes par scissiparité. Ils s'approchent alors du noyau de la cellule puis se séparent en deux par étranglement dans un plan passant par le petit axe de la cellule.

Le fait que ces corps soient doués du pouvoir de se diviser et qu'ils paraissent doués de croissance, joint à certains caractères morphologiques, comme la présence parfois sur leur pourtour de proeminences analogues aux pseudopodes, fit penser à cet auteur qu'il s'agissait peut-être d'une amibe, mais il ne put se prononcer définitivement sur ce point.

Entre temps F.P. MAC WHORTER (cf. KUNKEL, loc. cit.) annonça qu'il était parvenu à faire germer ces corps étrangers et il pensait que les amibes apparues dans ses cultures étaient à l'origine de ces germinations. On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien, et que ces corps se rencontrent aussi chez d'autres maladies à virus. Ils sont de nature protéique et sont en corrélation avec la présence du virus.

Jusqu'à présent, il était admis qu'il n'existait qu'une seule maladie de Fidji, caractérisée par la présence de galles à la face inférieure des feuilles et par un rabougrissement des tiges. Les symptômes, qui viennent d'apparaître sur les cannes à sucre de la côte ouest de Madagascar, semblent légèrement différents. Ainsi, on n'a pas observé jusqu'alors de rabougrissement caractéristique des tiges et, de plus, les galles ont une forme légèrement différente. Certains se refusent cependant de conclure à l'existence d'une nouvelle forme de maladie. Monsieur le Professeur ROGER (10), notamment, fait remarquer, que les caractères morphologiques distinctifs ne sont pas constants et que, dans les premiers stades du développement, il est pratiquement impossible de reconnaître si l'on est en présence d'une ou de deux maladies. De là, on peut penser que si la pseudo-Fidji est caractérisée par des galles isolées et plus petites que la véritable Fidji, c'est qu'en réalité les premières ne sont que des stades juvéniles de cette dernière.

D'autres preuves ont été recherchées par R. ANTOINE (1), phytopathologiste au «Mauritius Sugar Industry Research Institut », dans les caractères structuraux des deux sortes de galles. Les conclusions non publiées de cet auteur tendent à confirmer l'hypothèse de l'existence d'une nouvelle maladie. Cependant ses observations sommaires basées sur l'examen comparatif des deux sortes de galles, supposées être respectivement à leur état adulte, ne peuvent constituer une preuve formelle.

M. BARAT, M. le Professeur ROGER et M. l'Inspecteur Général BOURIQUET ont préconisé à juste titre d'appuyer les observations dans ce domaine sur l'ontogénie des modifications structurales des galles ; le présent travail tend à répondre à ce vœu.

Matériel et méthodes.

Un premier examen effectué, en décembre 1959, sur des échantillons, qui nous furent transmis par M. BARAT, nous avait permis de constater que les galles des échantillons prélevés sur les cannes de la côte Est, où sévit la véritable maladie de Fidji, n'avaient pas la même structure que celles qui viennent d'apparaître sur les cannes de la côte Ouest de Madagascar.

Malheureusement, ces échantillons n'ayant pas été prélevés sur la même variété, les différences observées pouvaient être attribuées en partie à deux réactions variétales distinctes vis-à-vis d'un même virus.

Les observations, qui font l'objet de la présente communication, ont été effectuées sur des échantillons de tiges et de feuilles de cannes à sucre de la variété B 37-172 (B=Barbade) prélevés sur la côte Est et sur la côte Ouest, et de la variété B 134-32 également prélevés dans ces deux régions. Ces échantillons ont été fixés sur place par M. l'Inspecteur Général BOURIQUET, en vue de leur examen cytologique et histologique.

Les sections ont été effectuées transversalement au grand axe des galles. Celles destinées à

l'histologie étaient traitées par l'hypochlorite de sodium, pour débarasser leurs cellules de leur contenu, lavées à plusieurs reprises, colorées par le rouge de ruthénium et le bleu de méthylène, puis montées à la glycérine.

Les coupes destinées à l'étude cytologique étaient plongées pendant quarante-huit heures dans une solution aqueuse d'alun de fer et d'amonium à 1%, lavées, puis colorées soit par l'hématoxyline formule de Heidenhain, soit par l'hématoxyline formule de Delafield. Les laques formées étaient éclaircies et regressées dans une solution d'alun de fer et d'ammonium à 0,2 %. Les coupes étaient enfin montées au baume du Canada après deshydratations.

Morphologie comparée des galles.

Les galles de la maladie de Fidji (Planche 1, fig. 1 et 2) sont très allongées (jusqu'à 5 cm et plus) et atteignent 1,5 à 2 mm de diamètre. Elles sont de couleur verte ou jaune très pâle, le plus souvent blanchâtres, translucides. Notons qu'elles ne se forment jamais sur les tissus du limbe, mais toujours sur le trajet des nervures et qu'elles ne modifient pas le trajet de ces dernières. Lorsqu'elles sont jeunes, elles sont fusiformes, puis elles se rejoignent bout à bout pour n'en former qu'une seule, longue de un à plusieurs centimètres.

Chez la pseudo-Fidji (Planche 1, fig.3) au contraire, les élévations « galles » atteignent rarement un centimètre de longueur, elles sont beaucoup plus petites (souvent 1 à 2 mm de long.) et plus rarement confluentes.

Lorsqu'elles sont nombreuses le long des nervures, elles forment alors des chapelets plus ou moins réguliers. Elles sont situées sur le trajet des nervures, qu'elles distordent car elles débordent souvent sur les tissus du limbe. Un autre caractère distinctif important réside en ce que le développement peut s'effectuer dans un sens perpendiculaire à la surface du limbe formant ainsi des élévations coniques souvent aplaties puis recourbées latéralement en languette (Pl.1, fig. 4 et 7), caractère qui rappelle d'autres déformations « enations » observées chez d'autres maladies à virus et notamment chez le tabac et chez la tomate (LIMASSET 5).

Anatomie comparée des galles.

L'examen des sections transversales pratiquées dans les galles, a révélé les faits suivants :

Galles de la maladie de Fidji (Planche I, fig. 6 et Planche IV).

L'ensemble de la galle présente une hypertrophie et une désorganisation du faisceau libéro-ligneux central de la nervure.

La section transversale de la galle est ovale ou arrondie ; les deux formes se rencontrent chez une même variété. On distingue à la partie supérieure le reste du faisceau libéro-ligneux non transformé (f. l.-l.) (protoxylème, xylème, et une partie du phloème). La masse de la galle est constituée par un foisonnement de petites cellules polygonales d'origine libérienne (p.ph.), entouré par un ensemble d'éléments très volumineux à parois striées (hypertrophiées (sc. h.). Selon l'importance de l'un ou l'autre de ces deux tissus les galles sont scléreuses (Pl. IV, fig. 1) ou libéro-scléreuses (Pl. IV, fig. 2) ou de nature libérienne (pseudo-parenchymateuses).

Les sclérites sont parfois rayonnants, polygonaux irréguliers (Pl. IV, fig. 2) ou bien lorsqu'ils sont très allongés tout en conservant une disposition radiale, ils sont plus ou moins sinueux (Pl. IV, fig.1). Le tissu d'origine libérienne (p. ph.) qui occupe en général le centre de la galle est constitué de petites cellules polygonales un peu plus grandes que les cellules du phloème (Pl. IV fig. 2 p. ph.).

Galle de la pseudo-Fidji (Planche I, fig. 7 et Planche IV, fig 4),

Ces galles ne comportent pas de modifications du phloème (ph.), très rarement du xylème (sc.h.) mais très fréquemment c'est la gaine scléreuse (g.), entourant le faisceau libéro-ligneux principal, qui est atteinte. Les cellules en sont très hypertrophiées bien que les parois cellulaires n'ont sensiblement pas diminué d'épaisseur.

La masse de la galle est constituée surtout par une hypertrophie, du mesophylle ou parenchyme foliaire, entourant le faisceau libéro-ligneux (p.) (Pl. IV, fig. 4 et Pl. I fig. 7) Dans le cas, où la galle présente un prolongement en forme de cône ou de bonnet phrygien, sa masse est presque toujours essentiellement constituée par ce parenchyme hypertrôphié (p.h.) (Pl. III, fig. 4 et 5), inervé par de petits faisceaux libéro-ligneux du limbe foliaire, de structure normale, écartés par le développement de celui-ci.

Dans ce cas, le faisceau libéro-ligneux principal (f.l.-l.) est rarement atteint, il est rejeté sur le côté par la masse du parenchyme constituant l'excroissance.

Ontogénèse des galles.

Il est bien difficile par le seul examen de supposer l'origine des divers tissus des galles, tant ils sont dénaturés et déformés. Aussi, ainsi que le préconise le Professeur Roger (8), des coupes en série ont été faites et les divers stades importants de l'évolution ont pu être ainsi observés ainsi que la filiation des différents tissus.

Un faisceau libéro-ligneux normal (Pl. III, fig. 1) comporte : des éléments ligneux comprenant : le protoxylène ou bois primaire (p.x) et le xylème (bois secondaire) formé des vaisseaux (x) entourés de fibres ligneuses (f.l.). A la partie inférieure du faisceau on remarque un îlot arrondi de petites cellules polygonales, c'est le phloème ou liber secondaire (ph.). Selon leur nature, les tissus pathologiques des galles se forment à partir des divers éléments précités et nous avons pu distinguer dans ces transformations plusieurs stades consécutifs :

Galles de la maladie de Fidji (Planche II).

Premier stade :

Dans le faisceau libéro-ligneux le cambium, périphérique à l'amas central de phloème, commence une division active de ses cellules, sous l'influence virale. Ceci se traduit histologiquement par une affinité plus grande pour les colorants des matières protéiques et des pecto et hémicelluloses (anneau blanc C)

Deuxième stade: (Pl. II, fig. 1 et 2 et Pl. II, fig. 3 et 4)

Dans le xylème çà et là, certaines fibres ligneuses (sc.h.) agrandissent leur lumen (hypertrophie), il n'y a sensiblement plus de multiplication cellulaire ; ce sont les jeunes fibres qui ainsi atteintes arrivent à augmenter de cinq à vingt fois leur volume, et comme l'épaississement de la paroi cellulaire n'augmente pas sensiblement et, parfois même, tend à diminuer à la suite de leur extension, les sclérites volumineux semblent formés de fines parois. Il reste cependant sur les membranes les épaississements ligneux et les plasmodermes caractéristiques qui rappellent leur origine.

Troisième stade : (Pl. II, fig. 5 et 6).

Pendant que se généralise l'augmentation de volume des fibres ligneuses, le cambium s'est disjoint vers la partie la plus proche de la face inférieure de la feuille et les cellules produites ; provenant de la division active de ce méristème, ainsi que les cellules libériennes placées près du point de rupture et de dénaturation du cambium augmentent de volume comme l'avaient fait les sclérites.

Quatrième stade (Pl. IV, fig. 1, 2 et 3)

Alors, se produit l'expansion irrégulière de tous les éléments précités et le gonflement général de la galle, tandis que simultanément les cellules de la gaine scléreuse, entourant le faisceau libéro-ligneux, se multiplient, puis s'aplatissent tangentiellement sous l'influence de la pression interne provoquée par l'expansion des éléments cellulaires atteints.

Certaines galles sont essentiellement scléreuses parce que la prolifération et l'expansion des éléments ligneux a pris le pas sur les malformations et expansions des cellules libériennes (Pl. IV, fig. 1).

D'autres sont au contraire mixtes parce que les transformations des éléments libériens et ligneux se sont effectuées simultanément. Il se présente alors deux cas : selon que les premiers se sont immiscés entre les îlots des seconds, c'est une structure irrégulière ou cruciforme à trabécules ou traînées (Pl. IV, fig. 3), ou bien selon que les deux tissus se sont développés concentriquement nous avons

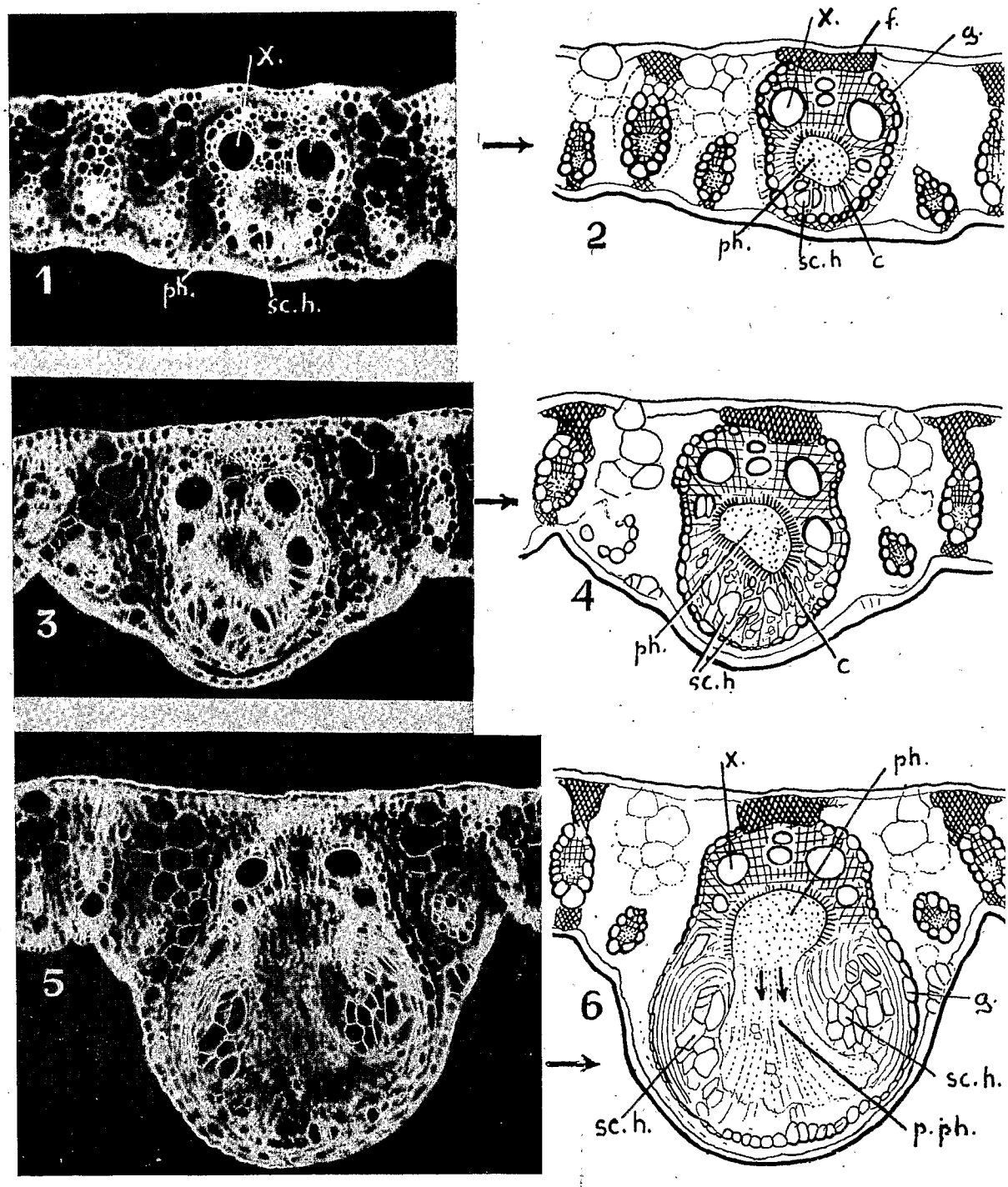

PLANCHE II. — **Ontogénèse des galles de la maladie de Fidji**

Fig. 1) et 2). Microphotographie et schéma correspondant, montrant le deuxième stade de la transformation : x, xylème ; f, amas de sclérites ; ph., phloème ; c, zone de multiplication active des cellules cambiales ; sc. h., sclérites hypertrophiés provenant de l'augmentation de volume des fibres ligneuses ; Fig.3) et 4). Microphotographie et schéma correspondant, de la répartition des tissus, montrant une augmentation très nette de l'activité de la zone C et du nombre des sclérites hypertrophiés (fin du stade 2 ; Fig. 5) Microphotographie et schéma correspondant, de la répartition des tissus au stade 3 des transformations de la galle, p. ph. : pseudo parenchyme d'origine libérienne ; on voit se former des groupes de sclérites hypertrophiés tandis que nous assistons à la formation d'un pseudo-parenchyme interne à partir du phloème.

Grossissement : Toutes les fig. × 100.

ainsi une couronne d'éléments scléreux hypertrophiés à l'extérieur (sc.h.) et un amas de cellules polygonales d'origine libérienne (p.ph.) au centre (Pl.IV, fig.2). L'ensemble du faisceau peut être transformé et l'on a peine alors à reconnaître encore, vers le centre de la galle, quelques éléments non transformés du faisceau libéro-ligneux d'origine.

Galles de pseudo-Fidji (Pl. III).

L'ontogénèse ici est tout à fait différente et comprend trois stades principaux :

Premier stade (Pl.III. fig. 2) :

Les premières modifications atteignent la gaine scléreuse (g.), dont les cellules, situées près de la face inférieure du limbe, commencent à augmenter de volume. Au début, cette augmentation est presque générale, les autres tissus dont le phloème, (ph.) ne sont pas modifiés.

Deuxième stade (Pl. III fig. 3) :

Les cellules de la région inférieure de la gaine augmentent leur volume dans des proportions plus considérables et les fibres ligneuses situées dans cette région augmentent également de diamètre (sc.h.). Contrairement aux modifications des fibres ligneuses observées chez la vraie Fidji, cette hypertrophie des fibres ligneuses est associée à une augmentation de l'épaisseur de leurs parois ; les plasmodermes et les épaississements réticulés ne sont pas observables, comme chez les sclérites hypertrophiés de la maladie de Fidji. Les grands éléments lignifiés irréguliers qui se forment ainsi à partir des fibres ligneuses ont une disposition plus ou moins rayonnante.

La gaine déformée peut se scinder ou bien semble envoyer dans le parenchyme environnant (mesophylle) des prolongements rayonnants irréguliers (g.h.) (voir aussi Pl. I, fig. 7).

Troisième stade (Pl. I, fig. 7 et Pl. IV fig. 4) :

Cette dénaturation de la gaine s'accompagne alors, d'un début de prolifération du parenchyme (mesophylle) (p) entourant le faisceau libéro-ligneux. La multiplication de ces cellules est surtout active au voisinage de la gaine scléreuse modifiée. On assiste alors essentiellement à un développement de ce tissu parenchymenteux de sorte que la masse de la galle de la pseudo-Fidji, au maximum de son développement, est constituée par ce parenchyme inervé par de petits faisceaux déplacés et écartés par cette prolifération.

Les sections transversales et longitudinales des cônes et des formes en languette ou en bonnet phrygien montrent ainsi que ces galles sont alors constituées presque essentiellement de parenchyme inervé par de petits vaisseaux libéro-ligneux intacts, dont la structure n'est pas modifiée. Dans ce casle faisceau libéro-ligneux principal est rejeté sur le côté et ne présente pas de modifications structurales importantes (f.l.-l.). Des points de nécrose (n.,Pl.III, fig. 4 et 5 et Pl.IV fig. 4) peuvent être observés à la surface du limbe de la feuille. A ce niveau les cellules de l'épiderme épaississent leur paroi ainsi que les cellules du parenchyme sous-jacent qui prennent une disposition radiale.

Examen cytologique des galles.

Cet examen (Pl. I, fig. 6) nous a révélé la présence de corps étrangers globuleux « corps x », d'aspect granuleux et de nature protéique, dans les cellules et surtout dans les sclérites hypertrophiés des galles de la maladie de Fidji. Nos observations confirment celles de Lyon et Kunkel (loc. cit.). Les cellules voisines non modifiées et non déformées présentent également des « corps x » mais beaucoup plus petits.

Par contre, dans les cellules des galles de la pseudo-Fidji (Pl. I, fig. 7), aucun corps de ce genre n'a pu être découvert dans nos préparations. Quelques rares petits corps globuleux ont été aperçus, mais il n'est pas certain en l'occurence qu'ils soient identiques à ceux des cellules hypertrophiées des galles de la vraie maladie de Fidji.

Discussion des faits.

Les premiers prélèvements, effectués sur les cannes à sucre de la côte Est (maladie de Fidji) et de la côte Ouest de Madagascar (pseudo-Fidji), avaient permis de confirmer les résultats obtenus par

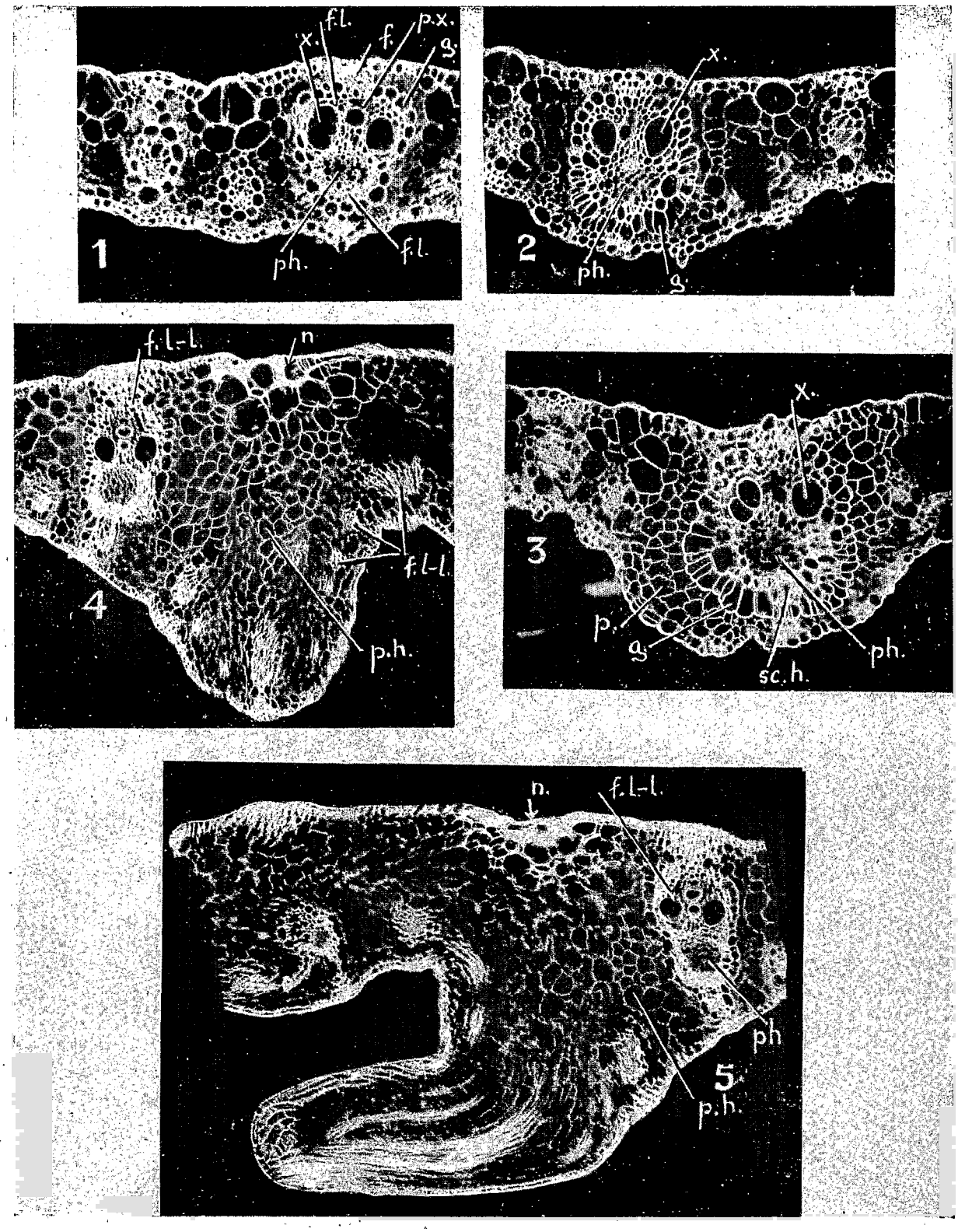

PLANCHE III. — **Ontogénèse des galles de la pseudo-Fidji**

Fig. 1). Section transversale dans le limbe d'une feuille montrant un faisceau libéro-ligneux principal normal : px, protoxylème ; x, xylème ; ph. phloème ; f. l. fibres ligneuses ; f. fibres sclérifiées extra fasciculaires ; g. gaine du faisceau libéro-ligneux ; Fig. 2) Premier stade des transformations : g. h. ; gaine avec début d'hypertrophie des cellules ; Fig. 3) Deuxième stade montrant la gaine hypertrophiée (g.), quelques fibres ligneuses en voie de transformation (sc. h.) et un début d'hyperplasie du parenchyme extra fasciculaire (p.) ; Fig. 4) Section transversale dans une galle en forme de cône. Remarquer : le faisceau libéro-ligneux principal intact et rejeté sur le côté (f. l.-l.) ; la masse de la galle est constituée par du parenchyme inervé par de petits faisceaux libéro-ligneux secondaires (f. l.-l.) ; n. nécrose ; Fig. 5) Section longitudinale dans une galle en forme de languette avec point de nécrose : n.

Grossissement : Toutes les fig. × 100.

R. ANTOINE et tendaient à montrer que la pseudo-Fidji était bien différente de la virose sévissant sur les cannes à sucre de la côte Est.

Cependant, comme ces prélèvements intéressaient deux variétés différentes, une objection importante était susceptible d'être faite ; les galles n'ont pas la même structure, selon qu'elles proviennent de cannes à sucre de la côte Ouest et de la côte Est, non parce qu'elles sont le résultat de deux maladies, mais parce qu'elles proviennent de variétés distinctes qui n'ont pas les mêmes réactions au virus de la maladie de Fidji.

Les examens de nombreuses préparations ont montré, tout d'abord en ce qui concerne la maladie de Fidji (canne à sucre de la côte Est), que chez une même variété, on pouvait observer des variations légères dans la structure, selon la prédominance des éléments scléreux ou d'origine libérienne et que ces diverses formes de structure n'étaient pas, par conséquent, caractéristiques de la variété.

Il demeure bien entendu que le climat, qui n'est pas le même dans l'une et l'autre région, ait pu influencer la structure des galles. Mais on s'est efforcé d'effectuer les prélèvements dans des conditions de milieu identiques dans les deux cas.

L'examen comparatif des sections effectuées dans les galles d'une même variété B 37-132 a montré ainsi que les différences de structure étaient bien imputables à la nature de la maladie.

En ce qui concerne l'ontogénèse des galles des deux provenances, il est très net, sur les préparations, que les hyperplasies et hypertrophies observées n'atteignent pas les mêmes tissus. Les tissus pathologiques des galles de la maladie de Fidji (côte Est) ont une formation endogène et sont à prédominance scléreuse. Tandis que ceux des galles de la pseudo-Fidji (côte Ouest) ont une formation exogène et sont à prédominance parenchymateuse.

Les premiers tissus, atteints dans le premier cas, sont le phloème puis les fibres ligneuses du xylème et dans le second cas, la gaine entourant le faisceau libéro-ligneux, quelques fibres ligneuses et le parenchyme foliaire entourant le faisceau. Ce dernier tissu d'ailleurs est souvent le seul à être atteint et à proliférer dans la pseudo-Fidji.

Enfin, l'absence de « corps x » chez la pseudo-Fidji permet de supposer que le cas de l'Ouest est bien différent de la maladie de Fidji, notamment en ce qui concerne la nature de l'agent causal.

Ces divers résultats ont été résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU DES PRINCIPAUX CARACTÈRES DISTINCTIFS MORPHOLOGIQUES ET HISTOLOGIQUES

Galles de la maladie de Fidji	Galles de la pseudo-Fidji
Galles allongées, jusqu'à 5 cm	Petites, rarement plus de 1 cm de long
Situées le long des nervures sans modification du trajet de ces dernières	Id. mais distorsion des nervures
Structure : limites très nettes des tissus pathologiques	Limite irrégulière
Nature scléreuse	Nature à prédominance parenchymateuse
Faisceau libéro-ligneux principal modifié	Faisceau libéro-ligneux principal peu ou non modifié
Premier tissu atteint : le phloème	La gaine
Deuxième tissu atteint : fibres ligneuses	Id. et parenchyme
Formation : endogène	Exogène
Corps x : présents	Absents

CONCLUSIONS. RÉSUMÉ. — *L'examen comparatif de la structure des galles observées sur les cannes à sucre (var. B 37-172) de la côte Est de Madagascar et qui sont provoquées par la maladie de Fidji (maladie à virus) et des galles observées sur les cannes à sucre (même variété) des plantations de Nossi-Bé et de la côte Ouest de Madagascar, permet de reconnaître deux structures différentes. Les premières ont une structure à prédominance scléreuse ; les secondes ont une structure à prédominance parenchymateuse.*

Des coupes en série ont permis de montrer que l'ontogénèse de ces galles était également différente. Chez la maladie de Fidji, la formation est endogène ou intra fasciculaire, et, chez la pseudo-Fidji, elle est exogène ou extra fasciculaire.

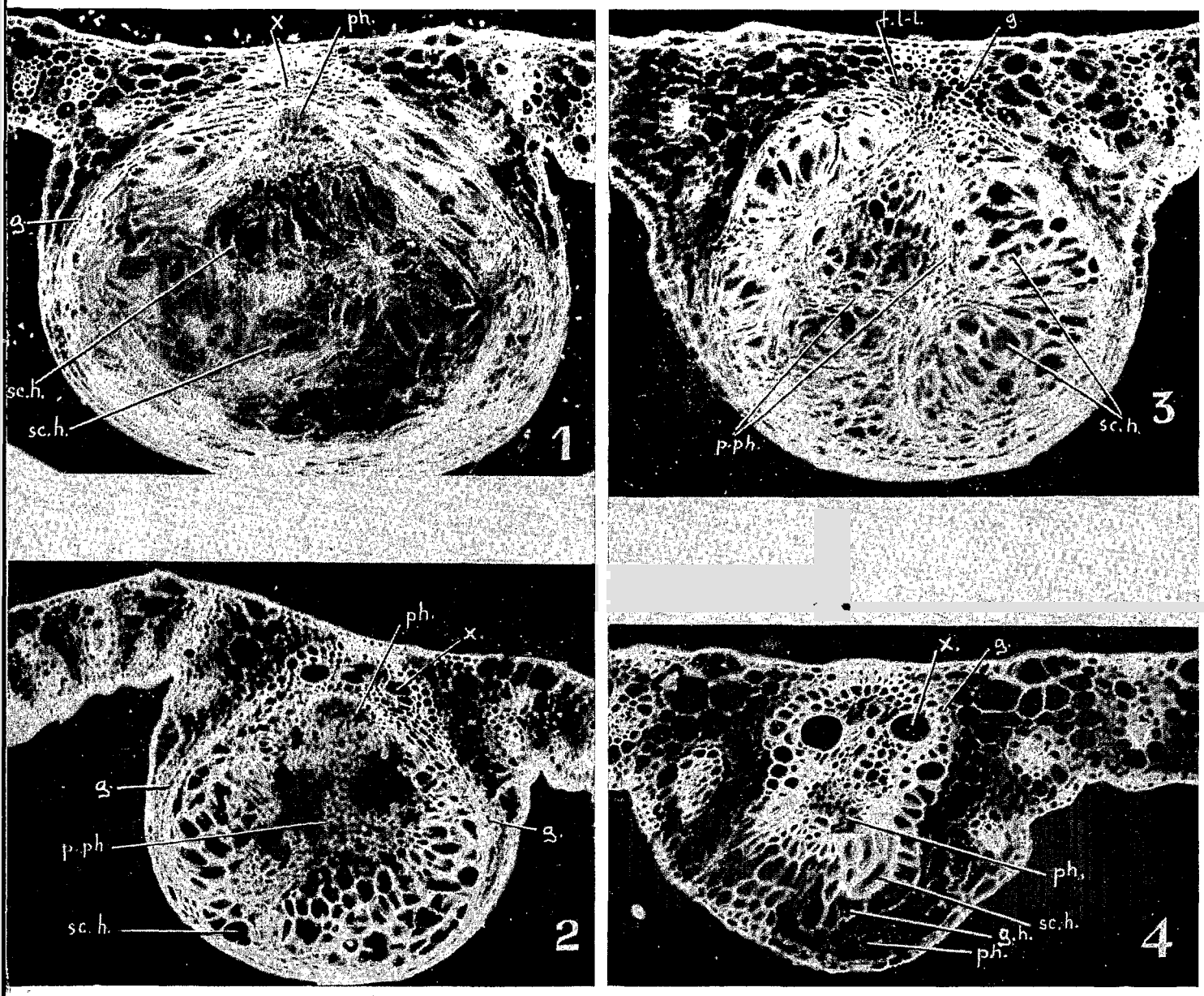

PLANCHE IV. — **Structure de galles adultes**

Fig. 1). Section transversale d'une galle de la maladie de Fidji sur une feuille de canne à sucre var. B 134-32. La masse des tissus est constituée par des sclérites hypertrophiés (sc. h.) dont les parois sont ornementées par des dépôts réticulés de lignine, à la partie supérieure, on reconnaît les éléments non modifiés du faisceau libéro-ligneux qui a donné naissance à la galle. Comparer avec la fig. 3 ; Fig. 2) Section transversale d'une galle de la maladie de Fidji sur la var. B 37-172 constituée d'un pseudoparenchyme central (p. ph.) d'origine libérienne entouré d'une bande de sclérites hypertrophiés polygonaux provenant de la transformation des fibres ligneuses et non des éléments de la gaine dont on peut remarquer les cellules encore intactes (g.) ; Fig. 3). Section transversale d'une galle de la maladie Fidji sur la variété B 134-32 avec des groupes compactes de sclérites hypertrophiés séparés par des bandes de pseudo-parenchyme ; Fig. 4) Section transversale d'une galle de pseudo-Fidji sur une feuille de la var. B 37-172 à comparer avec la fig. 2. Remarquer : les cellules hypertrophiées de la gaine (g. h.), quelques fibres ligneuses hypertrophiées (sc. h.) et la présence d'un important parenchyme (p. h.).

Grossissement : Toutes les fig. × 100.

Enfin, on n'a pas observé de « corps x » dans les cellules des tissus pathologiques des galles recueillies sur les plantes de la côte Ouest. Ces résultats militent en faveur de l'existence de deux cas.

Quant à la cause des galles observées dans la région de l'Ouest malgache, d'autres recherches seront nécessaires pour tenter de l'établir et de la prouver.

SUMMARY. — *The comparative study of the structure of sugar-cane galls (var. B. 37.172) on the east coast of Madagascar, which are caused by the Fidji disease (a virus disease), and of galls observed on the sugar-canes of Nossi-Bé plantations (same variety) and of the west coast of Madagascar, allow to recognize two different structures. The first ones have a structure predominantly sclerous ; the second have a structure predominantly parenchymatous.*

Series of sections allowed to show that the ontogenesis of these galls was also different. In the Fidji disease, the formation is endogenous or intra-fascicular and in the pseudo-Fidji disease it is exogenous or extra-fascicular. Finally, no x bodies were observed in the cells of pathological tissues of galls from the western coast. These results seem to corroborate the existence of two cases. As far as the cause of galls from the western area of Madagascar, is concerned more research will be necessary to establish and prove it.

RESUMEN. — *El examen comparativo de la estructura de las gallas observadas en las cañas de azúcar (var. B. 37.172) de la costa oriental de Madagascar, provocadas por la enfermedad de Fidji (virosis) y de las gallas observadas en las cañas (misma variedad) de las plantaciones de Nossi-Bé y de la costa occidental de Madagascar, permitió descubrir dos estructuras diferentes. Las primeras revelan una estructura con predominancia esclerosa ; las segundas una estructura con predominancia parenquimática.*

Unas series de cortes permitieron mostrar que la ontogenesis de las dos gallas eran diferentes. En la enfermedad de Fidji la formación es endógena o intrafascicular y, en la pseudo-Fidji, exógena o extrafascicular.

Finalmente, no se observaron « cuerpos x » en las células de los tejidos patológicos de las gallas recogidas en las plantas de la costa occidental. Estos resultados muestran que existen dos casos.

Para establecer y comprobar la causa de las gallas observadas en la región occidental, otras investigaciones son necesarias.

BIBLIOGRAPHIE

1) ANTOINE R. (1959). — Pseudo-Fidji on the West Coast of Madagascar. Note dactylographiée inédite, 5 p., Réduit, Ile Maurice, 1959 (nov.).
2) COTTREL, DORMER (1927). — Report of the Fidji disease. Situation in Queensland. *Qud. Agric. j.*, Pt. 1, 1927 (août).
3) HERMANDEZ A. (1919). — Seventeenth annual Report of the Bureau of Agriculture. *Philip. Agric. Rev.*, 12, p. 93, 1919.
4) KUNKEL L. O. (1924). — Histological and cytological studies on the Fidji disease of Sugar cane. Bull. Exp. Stat. of the Hawaiian sugar plant. assoc. Bot. ser., Vol. III, Part. 11, pp. 99-107, Honolulu, Hawaii, 1924.
5) LIMASSET P., Mlle H. AUGIER DE MONTGRENIER (1946). — Sur une maladie à virus provoquant des déformations foliaires remarquables chez le tabac et la tomate. *Ann. des Epiphyties.*, Ser. pathol. vég., T. XII (N. S) Mém. 5, pp. 181-202, 1946.
6) LYON H. L. (1910). — A new cane disease now epidemic Fidji. *Hawaïan Planters' Record*, 3, pp. 200-5, 1910.
7) LYON H. L. (1915). — Fidji disease in New-Guinea. *Hawaiian Planters' Record.* 12, p. 200, 1915.
8) LYON H. L. (1921). — Three major cane diseases : Mosaïc, Sereh and Fidji disease. *Bull. Exp. Stat. H. S. P. A.*, Bot. Serv., Vol. III, par 1, pp. 1-43 (Fidji, p. 34) 1921.
9) MUNGOMERY R. W., A. F. BELL. (1933). — Fidji Disease of Sugar cane an dits transmission Bull. n° 4, Dion of path., Bur. Sugar Expt. St. Queensland, 1933.
10) ROGER (1960). — Les problèmes phytopathologiques en République Malgache dans l'Archipel des Comores et à l'Ile de la Réunion. Rapport de mission inédit, ORSTOM.

L'AGRONOMIE
TROPICALE

Extrait du n° 5
Septembre-Octobre 1960

ÉTUDE ANATOMIQUE DE GALLES OBSERVÉES SUR LES FEUILLES DE CANNE A SUCRE DANS LE NORD-OUEST DE MADAGASCAR

par

H. RABÉCHAULT
Chargé de Recherches à l'ORSTOM

ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 29.683 ex 1
Cote : B