

Communication de M. Marchal sur l'étude de MM. Staner et Verplancke relative à un état pathologique du Sisal au Congo Belge.

L'*Agave rigida sisalana* est une plante rustique, particulièrement adaptée aux climats secs. On lui connaît très peu d'ennemis et les affections qui peuvent la frapper sont très limitées.

Celles-ci sont principalement d'ordre physiologique. Les champignons qui ont été trouvés ne sont que des saprophytes, et apparaissent souvent après une nécrose due à une cause physiologique ou mécanique.

Dans les derniers temps on a signalé sur le Sisal une maladie qui inquiète beaucoup les planteurs : il y a formation sur le limbe de taches décolorées jaunâtres plus ou moins étendues. Ces plages sont l'origine d'une décomposition rouge de la pulpe à l'intérieur de la feuille; les fibres sont fortement teintées en rouge; nous examinerons plus loin dans le détail le facies de la maladie.

I. — BIBLIOGRAPHIE ET ÉTAT DE LA QUESTION.

La plupart des études qui ont été faites en l'occurrence se sont bornées à des examens macroscopiques; l'aspect microscopique des différentes affections a été très peu envisagé. Les divers états pathologiques ont été ramenés en général à des causes d'ordre physiologique, à l'exception de quelques facies dus à des champignons, bactéries ou insectes.

Braun (2) a fait une étude macroscopique très approfondie des diverses taches qu'il a observées sur les feuilles de Sisal en Afrique orientale allemande; il décrit les aspects suivants : a) taches multicolores au niveau de la

surface de la feuille, l'épiderme n'étant pas altéré; b) taches en creux ou en relief à la surface des feuilles, taches dont la couleur est très variable; dans ce dernier cas le travail de la fibre est très difficile, parce que les parties sèches de la pulpe adhèrent fortement aux fibres. Il ne trouve aucun parasite cryptogamique ou autre. Il est intéressant de signaler que cet auteur constate que des feuilles, présentant les taches décrites en a (voir ci-dessus), périclitent par suite de l'ombrage partiel; à la suite de cette constatation il applique une méthode consistant à débilitier d'abord les plants, les mettant ainsi dans des conditions favorables à la réussite de son expérimentation; pour cela il soumet les Sisal à un apport d'eau considérable ou il les met à l'ombre; cette dernière méthode d'opérer lui permet de résoudre la question.

Comme conclusion de son travail il dit que les taches foliaires du Sisal, là où l'épiderme n'est pas altéré, se laissent reproduire par la chaleur; elles sont donc causées non par des parasites animaux ou végétaux, mais par des conditions climatiques défavorables; de plus ces taches se montrent plus facilement sur des feuilles verticales que sur des feuilles horizontales; et, d'autre part, la face inférieure est plus facilement atteinte que la face supérieure.

Mc Donald (9) décrit sur des feuilles de Sisal jeunes des pustules rougeâtres enfoncées dans les tissus, de forme et de dimension très variables. La cause en fut attribuée au soleil, et comme le mal était localisé dans une partie de plantation, la nature du sol fut considérée comme facteur secondaire, en tant qu'augmentant la sensibilité du plant par débilitation.

Des échantillons de l'Inkisi furent envoyés au laboratoire mycologique de Mogorogo; M. Wallace (lettre du 15 février 1929, réf. n° 51/71/680) attribue le mal signalé au Congo à la combinaison d'une insolation trop intense provoquée par la présence d'eau sur les feuilles. Cette affection, appelée « sun scorch », peut être trouvée, d'après

lui, dans tout l'Est-Africain et dans n'importe quel sol; au Tanganyka, elle est très abondante au début de la saison des pluies. Il ne préconise aucun remède à cet état pathologique. De plus, il établit une distinction bien nette entre cette affection et la décoloration brune débutant à la base des feuilles et qui s'étend sur tout le limbe, amenant la mort de la feuille; cette maladie n'a été trouvée au Tanganyika que là où le terrain était exposé aux inondations.

Dowson (6) signale également, dans le Kenya, un « sun scorch » qui rend la décortication difficile sinon impossible.

Dreighton (7) parle d'un état analogue au « sun scorch » dans l'Est-Africain et à la Côte d'Or; il décrit comme suit cette affection : taches étroites, jaunâtres, surélevées, apparaissent sur les deux faces, devenant noires et situées en dépression. Il attribue cet état à l'action du soleil après une forte pluie.

Une autre théorie a été émise pour expliquer les taches produites sur les feuilles du Sisal; celle des virus filtrants. Il est signalé dans le deuxième rapport du Bureau de l'Agriculture des Philippines (19) que l'*Agave cantala* est attaquée par la mosaïque ou taches jaunes d'origine indéterminée qui peut également attaquer l'*Agave rigida sisalana*. L'un de nous (13) a d'ailleurs signalé comme origine de la maladie l'intervention possible de virus filtrants.

Divers parasites furent également décrits sur les feuilles de Sisal :

Dowson (6) décrit des plages jaunes, enfoncées, apparaissant vers la moitié supérieure des feuilles. A ces endroits, il a isolé un bacille qui, par réinoculation, a reproduit la maladie. Cet organisme pénétrerait par les stomates.

Ce même auteur signale également le *Colletotrichum agaves* comme étant présent sur les feuilles pendant la saison humide

Ce champignon est signalé par C. Tucker (16) et par A. Chevalier (4). Mc Donald (*loc. cit.*) écarte le *Colletotrichum agaves* comme étant l'origine des taches qu'il trouve sur les feuilles de Sisal.

Bunting et Dade (3) attribuent l'antracnose du Sisal au *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Sacc.

D'autres champignons ont été trouvés sur les feuilles de cette plante; nous les noterons pour être complets :

Wallace (17) signale le *Colletotrichum agaves*, le *Botryodiplodia theobroma*, *Microdiplodia agaves*, un *Helminthosporium* sp.

Sharples (11) mentionne un *Fusicoccum* sp. qui provoque la formation de fibres courtes dans les feuilles attaquées.

Stevens (14) signale comme champignons trouvés sur les feuilles de Sisal un *Phytophthora*, le *Mycosphaerella Tulasnei* Jacz. et un *Colletotrichum* sp.

Nicolas et Aggery (10) ont observé sur des taches de feuilles desséchées, dans un village des Pyrénées orientales, deux types de champignons : le *Coniothyrium concentricum* Desm. var. *agaves* Sacc. qu'ils considèrent comme un parasite vrai et le *Stagonospora macrospora* qui serait saprophyte.

Ainsi nous avons donné un court aperçu de la situation sanitaire de l'*Agave rigida sisalana*, telle qu'on la connaît actuellement.

II. — MATÉRIEL ÉTUDIÉ.

Dans la question qui nous occupe, il s'agissait d'expliquer les aspects variés des affections foliaires apparaissant sur les feuilles des Sisal des plantations de l'Inkisi. Nous décrirons les symptômes observés par l'un de nous sur place et ceux que nous avons trouvés sur du matériel reçu à Gembloux à la Station de Phytopathologie.

A. *Symptômes décrits sur les plants à la plantation.* — La saison sèche commence à l'Inkisi vers le 15 mai et se termine le 1^{er} octobre; l'année comporte donc cinq mois secs et sept mois humides.

Voici un résumé des symptômes trouvés *in situ*. Pendant la saison sèche les feuilles présentent des marbrures caractéristiques, surtout visibles par transparence; de nombreuses altérations rouges, en colliers, apparaissent à la base des feuilles qui plient à cet endroit.

Quelques boursouflures claires sillonnent les feuilles, tandis que des indurations apparaissent à l'intérieur des tissus en même temps que des aspects vitreux. Signalons également l'apparition de gouttelettes gommeuses à la partie inférieure de certaines feuilles, gouttelettes qui deviennent brunes par oxydation. Pendant la saison des pluies on remarque au dos des feuilles inférieures des traînées sombres, profondes, surtout dans la moitié inférieure du limbe. Une cassure longitudinale décèle en ces endroits des points de parenchyme devenus vitreux. Au toucher on localise également à ces endroits des inégalités d'épaisseur qui plus tard deviendront des boursouflures nettement visibles. En saison sèche de petites gouttelettes cireuses déjà signalées perlaient sur ces traînées.

Les altérations vitreuses s'étendent en longueur et bientôt foncent et s'indurent provoquant la boursouflure claire bien visible. A l'état jaunâtre celle-ci est l'indice d'une décomposition rouge interne de la pulpe fonçant la fibre. Cette décomposition prononcée se remarque par un sillon longitudinal aux deux faces de la feuille. A ce stade la fibre est fortement teintée en rouge.

L'aspect vitreux ne disparaît pas, mais ne semble pas non plus s'étendre sur les grands plants, même en saison des pluies.

Les altérations en collier à la base des feuilles sont seules de sérieuse gravité, étant donnés les dégâts causés.

La généralité des plants de Sisal présente l'altération vitreuse au premier stade. Tout plant à feuille marbrée ne présente pas l'altération vitreuse.

Sur des feuilles inférieures seulement a été trouvé le stade d'induration rouge prononcée, ce qui diminue en quelque sorte le dommage, ces dernières étant de moindre valeur. Les feuilles atteintes au second stade de l'altération vitreuse ont une couleur plus claire et sont moins rigides. L'affaissement de certaines feuilles en leur milieu est dû souvent à la présence de points vitreux dans la pulpe et probablement à l'extension de ceux-ci à l'endroit de la courbure. Les altérations en collier sont particulièrement abondantes. Tous les plants atteints de cette altération portent des feuilles à points vitreux. Les plus graves attaques d'antracnose, induration, plaques se manifestent sur des plants à altération vitreuse bien nette.

B. *Symptômes trouvés sur le matériel étudié.* — Les feuilles examinées ont été coupées au début de la saison des pluies 1929; elles furent emballées dans des caisses à claire-voie pour voyager en chambre froide à 10° C. pendant dix-sept jours. Ce matériel était en parfait état à son arrivée à Gembloux.

Voici le détail des divers aspects d'affections trouvés sur ces feuilles.

Sept feuilles présentent à la partie inférieure du limbe une tache nécrotique brun, violacé (pl. I, fig. 2.), apparaissant à la face ventrale ou à la face dorsale et proliférant en une tache couvrant les deux surfaces.

Ces taches ont 10 cm. comme dimension maximum et 2 cm. comme dimension minimum.

Deux feuilles montrent un jaunissement pâle de la pointe du limbe. Indépendamment de ces symptômes, ces neuf feuilles présentent la plupart des aspects décrits plus bas.

Six feuilles montrent des affaissements vert clair et des

boursoufflures sans teinte distincte de l'ensemble de la feuille.

Huit feuilles sont marquées d'affaissements dont le centre est nécrosé (pl. I, fig. 1a). Six feuilles montrent des boursoufflures vert clair avec des taches nécrotiques brun violacé dont le centre est jaune paille sèche.

Cinq feuilles présentent des taches nécrotiques à partir desquelles rayonnent des galeries (pl. I, fig. 1c).

Dix feuilles montrent des plages mosaïquées apparaissant par transparence (pl. I, fig. 1b).

Ces quarante feuilles environ présentent pour la plupart des aspects vitreux à l'intérieur des tissus; ces aspects vitreux apparaissent en taches plus ou moins longues, principalement à la partie inférieure des feuilles et correspondent souvent aux boursoufflures ou aux affaissements.

De même, dans une dizaine de cas environ, on trouve en cassant longitudinalement la feuille, des indurations rouges qui parfois prolifèrent dans les nécroses des boursoufflures ou des taches de la base des feuilles.

III. — TECHNIQUE.

Une partie de ce matériel fut examinée après fixation au Bensley (acide osmique à 2 % : une partie pour quatre parties de bichlorure de mercure à 2 ½ %), à la température normale du laboratoire, et après coloration à l'hématoxyline de Haydenheim. L'autre partie subit un examen microscopique sur le vivant, après avoir été coupée au rasoir de dissection.

Deux séries d'inoculations furent entreprises. La première fut faite le 31 octobre 1929 à partir de plants dont les feuilles étaient complètement nécrosées, mais dont le cœur était encore en vie, bien que montrant quelques taches brunes. Des morceaux de ces parties vivantes furent triturés et le jus en exprimé fut inoculé par frottis

et blessure à la face dorsale et à la face ventrale de feuilles adultes et de jeunes feuilles ainsi que dans un cœur de bulbille sain provenant de Congo da Lemba et mis en terre normale. Un témoin sur sept a été gardé. Deux plants de tabac ont été inoculés par frottis à la face ventrale de jeunes feuilles. Remarquons qu'en l'occurrence aucun filtrage n'a eu lieu du liquide inoculé. De telle sorte que si un champignon se fût trouvé dans les feuilles malades il eût pu se développer sur les plants inoculés et peut-être favoriser l'action d'un virus filtrant.

La seconde série d'inoculations fut entreprise le 29 janvier 1930, sur sept *Agave rigida sisalana* de Kitomesa, sur un *A. rigida sisalana* de l'Institut agronomique de Gembloux, sur deux *Sansevieria cylindrica* et sur quatre *Agave mexicana* du même endroit. Différents morceaux de feuilles présentant les symptômes décrits furent prélevés (marbrure, aspect vitreux, affaissement avec ou sans taches nécrotiques, boursouffures avec ou sans taches nécrotiques, taches nécrotiques de la base des feuilles, indurations rouges internes).

Ces objets furent passés dans un hache-viande préalablement désinfecté au sublimé; le jus recueilli fut filtré au filtre Chamberland sous deux atmosphères, puis inoculé par frottis et blessure à la face ventrale et à la face dorsale des plants précités. Certains plants furent mis en serre chaude, d'autres en serre froide, certains furent périodiquement arrosés, d'autres restèrent secs.

A l'heure actuelle aucun symptôme n'est visible sur les plants inoculés.

IV. — RÉSULTATS DE L'EXAMEN MICROSCOPIQUE.

Nous trouvons dans les coupes une structure tout à fait identique à celle décrite par Wiesmer et Baar (18) :

1° Tissu épidermique avec peu de stomates enfoncés profondément dans les tissus;

2° Tissu fondamental comprenant une zone corticale riche en plastides et un mésophylle pour ainsi dire incolore, contenant les faisceaux conducteurs; ce faisceau est collatéral pour le cas qui nous occupe.

Seulement, nous trouvons des aspects spéciaux dans les diverses taches; la description de ces structures suit :

A. *Aspect vitreux.* — Cet aspect est particulièrement fréquent dans la partie inférieure des feuilles.

Quand on coupe dans le sens de la longueur une feuille d'aspect extérieur sain, des taches vitreuses apparaissent : elles tranchent nettement sur la couleur vert pâle des tissus de la feuille.

Quelques instants après avoir sectionné longitudinalement la feuille, ces taches vitreuses brunissent.

L'examen microscopique montre que celles-ci sont constituées par un ensemble de cellules sans chlorophylle, méristématiques, isodiamétriques ou allongées à membranes non différenciées. Cet aspect comporte en plus la présence d'une zone d'affaissement cellulaire constituée par l'écrasement d'une ou de deux couches de cellules de ce tissu (pl. II, fig. 2, 3).

L'examen microchimique (Gram) de cette zone fut entrepris.

Dans ce but, le matériel à examiner fut coupé à sec, pour être plongé ensuite dans une solution d'acétate de plomb à 10 %; il fut ensuite lavé à l'eau; ni l'iode ioduré ni le bleu coton ne donnèrent la moindre coloration; c'est donc que les parois des cellules de cette zone ne contiennent ni cellulose, ni callose, ni pectose. Nous n'avions donc pas affaire à une zone lysigène comme on en trouve parfois dans certaines Monocotylées, cette lyse étant caractérisée par la formation de mucilage, qu'aucune des réactions précitées n'a décelée dans les tissus anormaux du Sisal.

Ces aspects vitreux se localisent à des endroits différents

des tissus de la feuille; ils présentent des facies particuliers, suivant leur position; ainsi quand la tache vitreuse est sous deux assises de cellules palissadiques, l'affaissement signalé plus haut se trouve entre ces dernières et les cellules vitreuses; par contre, quand la tache vitreuse baigne dans le mésophylle, l'affaissement est visible au centre même de la tache (pl. II, fig. 1) et non plus à la limite du parenchyme chlorophyllien. Suivant sa position à l'intérieur des tissus foliaires, cet aspect vitreux peut évoluer de deux façons différentes: quand il est immédiatement sous les deux rangées de cellules palissadiques, il peut se produire une boursouffure externe résultant de la continuation du pullulement sous-jacent, ou dans le second cas, la zone d'affaissement s'accroissant, les cellules à cet endroit se nécrosent et provoquent l'induration rouge interne résultant d'une nécrose des tissus.

Le processus physiologique peut s'expliquer comme suit :

Dans le premier cas l'origine du pullulement est monopolaire, en ce sens que la poussée n'a lieu que d'un côté vers les cellules palissadiques, et à la rencontre de la zone normale et des couches anormales se produit l'affaissement à cet endroit seulement, la poussée n'ayant lieu que de ce côté.

Par contre, quand le pullulement débute dans le mésophylle la poussée est multipolaire et l'affaissement s'opère à l'endroit de moindre résistance, c'est-à-dire au centre des cellules pullulentes à membranes non différenciées. Il en résulte dans le premier cas une hypertrophie externe des tissus de la feuille et dans le second cas un affaissement de ce même tissu.

On pourrait prétendre que c'est la zone affaissée qui provoque le pullulement, en considérant que par suite d'une intervention externe: insecte ou traumatisme, il se produit une nécrose de cellules, lesquelles par leur décomposition, deviennent toxiques pour les cellules avoisin-

nantes et se voient isolées des cellules élaborantes par une zone de cicatrisation, le pullulement. Il n'en est rien; en effet, dans la zone d'affaissement, on peut voir les membranes ratatinées faisant nettement (pl. III, fig. 3) suite sans solution de continuité aux membranes des cellules sous-jacentes dans le premier cas (voir plus haut) et des cellules sub- ou sous-jacentes dans le second cas. D'autre part, cette zone ne présente aucun symptôme particulier de décomposition et se colore à l'hématoxyline de la même façon que les cellules voisines. Ce fait montre donc que les cellules de cette zone sont affaissées par la poussée des cellules pullulentes. D'ailleurs on ne comprendrait pas que les tissus de cicatrisation ne se formeraient dans certains cas que d'un côté de l'assise d'affaissement. Il est aisé, de plus, de confirmer cette hypothèse à l'examen de matériel jeune; où l'on constate des aspects vitreux, débutants, sans zone d'affaissement nettement marquée. Dans le même ordre d'idées on peut voir dans certains cas l'hypertrophie des cellules sans zone d'affaissement. Nous voici donc en présence de deux aspects d'évolution de ces stades, d'une part hypertrophie, d'autre part atrophie. Dans les deux cas, l'évolution du processus sera la suivante: les cellules de la zone d'affaissement, étant de plus en plus comprimées, se nécrosent et par décomposition provoquent la mort des cellules environnantes (pl. III, fig. 2), causant ainsi la nécrose totale de la zone de pullulement au sein du mésophylle dans un cas, et la nécrose de la zone de pullulement et des cellules palissadiques adjacentes ayant perdu tout contact protoplasmique avec les cellules saines de la feuille (pl. III, fig. 1). D'où deux conséquences suivant l'origine de la formation: d'une part, nécrose de la boursouffure et d'autre part, induration rouge interne, toutes deux funestes aux fibres adjacentes. Le stade vitreux se rencontre partout: feuilles de l'Inkisi, de Kisantu, de Congo da Lemba, du Jardin botanique de

Bruxelles, de l'Institut de Gembloux, de l'Université de Bonn (Allemagne) et du Jardin botanique d'Eala.

Sorauer (12) a étudié des aspects vitreux (Intumescenzen, glazig werden) dans les feuilles de *Pandanus* et dans la tige de *Cereus*. Les essais microchimiques qu'il a faits lui ont montré que les cellules de ces intumescences décèlent un excès de glucose mis en relief par le réactif de Trommer (précipité d'oxydure de cuivre) dont l'intensité diminue au fur et à mesure qu'on s'approche des tissus sains. Au contraire, la teneur des cellules en amidon varie en sens inverse. Les plantes bien constituées et poussant dans des conditions normales de chaleur et d'humidité ne souffrent pas de cet état particulier et se bornent à résorber ces formations qui ne leur causent aucun préjudice : on ne constate, en effet, aucune boursouffure et rarement une induration rouge. Par contre, on constate que dans les serres tropicales, là où ordinairement il y a un excès de chaleur et d'humidité, des boursouffures apparaissent, mais sans grand préjudice pour la plante, en ce sens qu'elles sont toujours très petites et qu'elles se nécrosent rapidement sans s'étendre. Par contre, à l'Inkisi, le stade vitreux évolue bien souvent en larges boursouffures et en abondantes indurations internes, effet néfaste dû principalement au climat, comme nous l'avons vu précédemment et secondement à l'insuffisance de réaction des tissus, due à la pauvreté du sol.

B. *Marbrures*. — L'étude microscopique de ce stade, caractérisé par des aspects marbrés, visible surtout par transparence, montre les effets d'une chlorose : les chloroplastes sont moins abondants, plus petits et moins riches en chlorophylle que dans les cellules normales. Cette chlorose est particulièrement intense en saison sèche et disparaît dès le début de la saison des pluies. Le sol, étant très perméable (sablonneux), est devenu très sec au cours de la saison sèche; aussi les rares éléments fertili-

sants qu'il contient ne sont-ils pas assimilables par la plante; cette carence accidentelle est donc selon toute vraisemblance l'explication de cette affection.

C. *Taches marquées par un affaissement central*. — Ces taches sont de dimensions variables et peuvent s'étendre sur toute la largeur de la feuille, tant à la face supérieure qu'à la face inférieure. La couleur varie suivant le degré de maturité de la tache : elle débute par un léger affaissement vert jaunâtre, puis, se nécrosant, vire au rouge et de là devient noire. La section de taches avancées montre parfois des îlots de parenchyme non encore nécrosés dans des tissus rouges. L'aspect microscopique montre l'oxydation des tissus palissadiques, parenchymateux et fibreux, sans la moindre trace de parasites végétaux ou animaux. Nous verrons dans la discussion ce que dit Braun à ce sujet.

D. *Taches brun violacé en collier à la base des feuilles*. — Ces taches sont attribuables à l'effet du soleil dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles les affaissements décrits plus haut sont provoqués.

Microscopiquement les effets sont les mêmes en tant que nécrose.

E. *Champignons*. — Sur certaines feuilles apparaissent, au sein d'affaissements nécrosés de couleur brun rougeâtre au centre jaune paille, de petits points noirs. Ceux-ci montrent en coupe les acervules, les conidiophores, les soies et les conidies du *Colletotrichum agaves* Cav. ou du *Gloeosporium agaves* (pl. III, fig. 4).

Ce champignon fut isolé sur milieu gélatiné avec du moût de bière et mis en culture pure sur agar au moût de bière. Cinq inoculations furent faites à partir de ces cultures le 23 janvier 1930; rien n'est apparu à la suite de ces

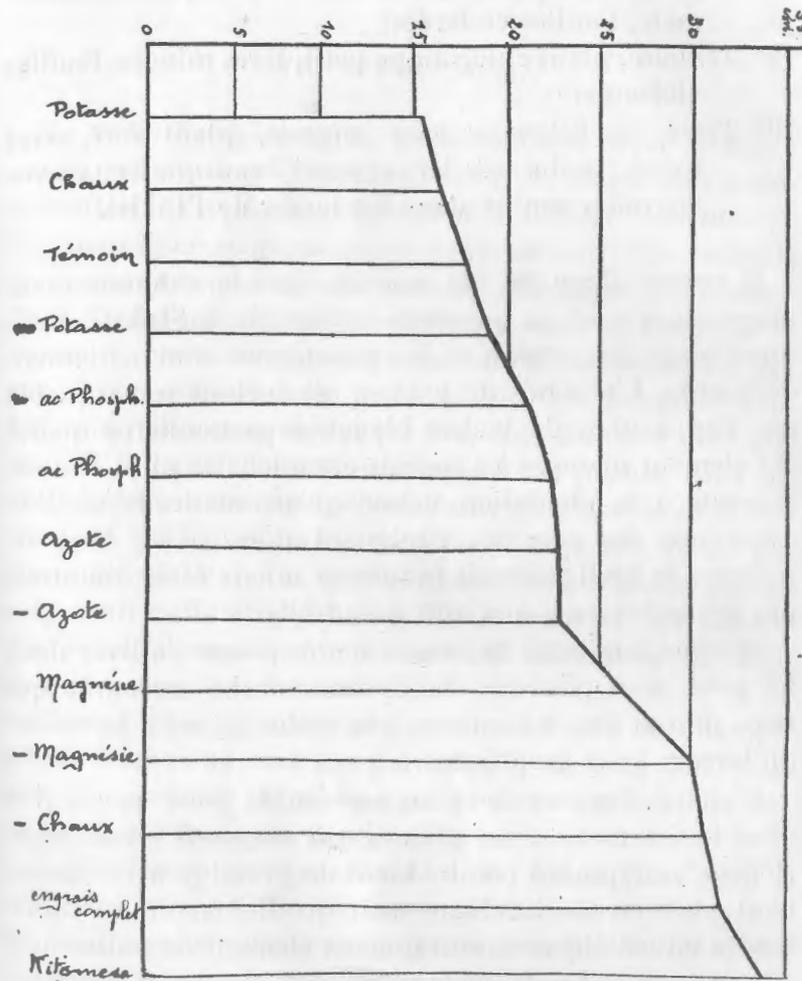
inoculations, il apparaît donc que ce champignon est saprophytique et ne peut être regardé comme cause des dégâts qu'on lui a imputés.

V. — ANALYSE DU SOL.

Nous avons voulu faire l'analyse du sol par la plante pour préciser l'idée que nous avons de la valeur des terres de l'Inkisi.

Pour réaliser cette analyse nous avons rempli des pots au moyen de terre provenant de quatre endroits différents des plantations de l'Inkisi, à savoir Kinanga, Kisimba, Kongo et Ntadi. Dans ces pots furent mis quatre grains de Maïs; des engrais furent répartis dans les différents pots; certains reçurent séparément chaque élément minéral indispensable; d'autres reçurent la totalité des éléments; d'autres enfin reçurent la même chose, mais avec chaque fois un élément en moins. Voici au bout de trois mois quels furent les résultats des levées :

- 1° *Engrais complet* : plants vigoureux, normaux, bien verts; tiges et limbes très larges;
- 2° *Idem moins le magnésium* : idem;
- 3° *Idem moins le calcium* : idem;
- 4° *Idem moins l'acide phosphorique* : petit plant chlorotique, tige faible, feuille violacée;
- 5° *Idem moins l'azote* : plant moyen, chlorotique, couleur violacée des feuilles;
- 6° *Idem moins la potasse* : plant moyen, chlorotique, carence de cet élément marqué par des taches sur les feuilles;
- 7° *Potasse* : plant chlorotique petit, tige normale, feuilles violacées;
- 8° *Phosphate* : plant chlorotique, tige faible, feuilles violacées;
- 9° *Calcium* : idem;



Hauteur moyenne des plantes de maïs cultivées dans la terre provenant du Congo et de Kitomesa. (Le signe — signifie une application de l'engrais complet moins l'élément qui suit le signe.)

- 10° *Azote* : plant chlorotique assez grand, feuilles violacées, tige faible;
- 11° *Magnésium* : plant très élevé, chlorotique, tige normale, feuilles violacées;
- 12° *Témoin* : plant chlorotique petit, tiges minces, feuilles violacées;
- 13° *Terre de Kitomesa* sans engrais, plant fort, vert foncé, limbe très large; aussi beau que ceux avec engrais complet dans les terres de l'Inkisi.

Il ressort donc de cet examen que le calcium et le magnésium sont en quantités suffisantes à l'Inkisi, mais que l'azote, la potasse et les phosphates sont nettement déficients. L'absence de potasse est surtout remarquable par l'apparition de taches blanches particulières quand cet élément manque à l'engrais complet. De plus, il a été constaté à la plantation même qu'aux endroits où l'on avait mis des cendres, contenant donc assez bien de potasse, le Sisal poussait beaucoup mieux et ne montrait pas les taches vues aux autres endroits.

Si nous totalisons la longueur des plants cultivés dans les pots, nous pouvons établir une courbe croissante qui nous donne des indications très nettes quant à la valeur du terrain (voir graphique).

D'abord, l'apport de chaux ne semble jouer aucun rôle dans l'alimentation des plantes qui ont servi à nos expériences, soit que ces plantes aient un grand pouvoir absorbant vis-à-vis de la chaux, soit qu'elles aient un faible besoin en cet élément, soit que cet élément ne puisse agir en vertu de la loi du minimum, soit enfin que les terres provenant de ces endroits contiennent suffisamment de chaux et que toute quantité y ajoutée serait superflue comme améliorant. Mais on voit le grand rôle joué par les autres éléments nécessaires à la vie des plantes.

Il est intéressant de signaler que les plantes cultivées dans des pots contenant de la terre provenant de Kitomesa

montrent après la même période de croissance une hauteur légèrement supérieure à celles cultivées dans la terre ayant reçu l'engrais complet.

VI. — DISCUSSION.

Au début de notre étude, nous pensions avoir affaire à une maladie à virus filtrant; en effet, les plages décolorées présentaient un peu le facies des affections de cette nature; l'examen microscopique nous révèle en outre des endroits que nous pensions être de nature nécrotique. Et comme Gook (5) signale des cavités internes dans les tissus de la Canne à sucre, commençant par une désorganisation des parois du xylème, nous pensions être en présence d'un début de formation de ces poches, ceci d'autant plus que Kunkel (8) signale la formation de ces poches dans les tissus internes. Nous avons donc entrepris des essais d'inoculation qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, n'ont pas donné de résultats; en outre, nous n'avons trouvé aucun corps intracellulaire dans les tissus malades. La théorie des virus filtrants comme cause des affections du Sisal doit donc être abandonnée.

Comme nos inoculations ont montré que les champignons trouvés ne sont pas parasites, il ne reste donc plus que l'hypothèse physiologique comme explication des aspects pathologiques décrits plus haut.

Rapportons à ce sujet l'étude de K. Braun (*loc. cit.*).

Il démontre que les taches se produisant en creux sur les feuilles sont uniquement provoquées par l'effet d'une chaleur intense sur des plants débilités, donc peu résistants. Pour étayer ces assertions il fait sur le terrain de nombreuses expériences qui consistent surtout à concentrer la chaleur à certains endroits des feuilles, grâce à différents processus, et à reproduire artificiellement les symptômes trouvés dans la nature.

Les feuilles horizontales sont plus facilement atteintes

que les feuilles verticales, la réceptivité variant suivant les feuilles. L'attaque débute par une coloration jaune ou vert tendre qui devient noire, jaune paille, grise ou brun violacé. L'auteur ne peut indiquer quand la dessiccation commence; c'est d'ailleurs une question peu importante qui est différente suivant le degré de chaleur. Sur les feuilles endommagées, des gouttelettes d'un liquide très acide apparaissent ordinairement; cela ne peut être autre chose que la sève de la feuille sortant par les stomates abîmés et qui s'évapore à la chaleur solaire intense, provoquant ainsi le défoncement.

Les rayons ultra-violet ne sont pas générateurs du mal, étant au contraire plutôt favorables au développement de la plante. A la loupe on peut produire sur les feuilles en quelques minutes des taches rondes analogues aux taches réelles, noires au centre, bordées de cercles verts et jaunes. Les taches produites de cette façon deviennent jaune paille après deux mois, se dessèchent ou se creusent d'un trou. Donc il semble que ces apparitions soient dues à la chaleur seule.

Quand on provoque une augmentation de chaleur sur des feuilles dont certaines parties sont fixées dans une étuve on reproduit tous les symptômes des affaissements.

Comme dans les steppes il y a de hautes températures solaires, le Sisal croissant dans de bonnes conditions y est habitué aux grandes chaleurs et y est moins influencé; aussi ces affaissements ne sont-ils causés que par des intensités solaires anormales de courte durée dont l'action nocive se fait uniquement sentir sur *des plants de moindre résistance*.

La théorie de Braun expliquerait donc pour une grande part les phénomènes observés sur le matériel de l'Inkisi.

Examinons maintenant les conditions dans lesquelles poussent les Sisal de l'Inkisi :

L'analyse du sol par la plante a montré que le sol était plutôt déficitaire en éléments nutritifs.

Or, quelles sont les exigences du Sisal?

Tiemann (15) dit que la culture en est assez simple, car cette plante croît dans tous les sols, mais la quantité et la qualité des fibres augmentent quand la terre est bien arrosée et est riche en éléments fertilisants, surtout en potasse, en acide phosphorique, en magnésie et azote.

L'analyse des feuilles vertes de Sisal à Java a démontré qu'une plantation de Sisal prélève au sol une quantité d'acide phosphorique égale et une quantité de potasse et de chaux supérieure à celle d'une récolte ordinaire de Canne à sucre; il y a cependant une réelle adaptation des Agaves aux sols relativement pauvres, mais qui possèdent cependant des doses minima d'éléments nutritifs.

L'examen chimique des plantes de Sisal provenant de Congo da Lemba, fait par M. le Prof^r Wattiez, de l'Université libre de Bruxelles, a donné comme résultat :

Sucre	7,35 %
Cellulose	38,62 %
Azote total	2,163 %
Cendres	21,76 %
Cendres solubles	2,40 %
Cendres insolubles	19,36 %
Potasse	2,65 %
Acide phosphorique	2,223 %
Chaux	4,08 %
Sulfates	Traces.
Présence de fer.	

Notons que la terre où ont crû les Agaves dont l'analyse est indiquée ci-dessus, est argilo-sablonneuse et que les plants y sont très vigoureux.

L'analyse des feuilles donnée par Boyer (1) renseigne :

Eau	85 %
Matières organiques	13,6 %
Matières minérales	1,4 %

La matière organique contient 0,83 % d'azote.

La matière minérale contient :

Acide phosphorique... ..	3 %
Potasse	16 %
Chaux	35 %

Boyer signale, en outre, l'avis d'A. Chevalier selon lequel l'Agave reste ordinairement étiolée dans de mauvais terrains; les feuilles ne prennent qu'un faible développement; en outre, elles sont fréquemment atteintes par une maladie du noircissement des feuilles.

Ainsi que l'on peut s'en rendre compte, l'Agave demande un terrain calcaire de préférence, contenant assez bien de potasse et un peu d'acide phosphorique.

Les plantations de l'Inkisi ont été établies en terrains schisto-gréseux, dont les couches supérieures sont sablonneuses, donc très perméables. Les affleurements de calcaire existent en assez grande quantité, et d'après l'analyse précitée du sol par la plante, ces terres contiennent suffisamment de chaux, mais leur déficience est marquée par l'absence de potasse et de phosphates. D'ailleurs, ce manque de fertilité du sol est corroborée par ce fait que ni le Caféier, ni l'Elaëis n'ont bien poussé; de plus on remarque que beaucoup de plants montrent prématurément l'extrémité grisonnante des feuilles, preuve que le minimum d'éléments fertilisants est vite épuisé à cet endroit.

Enfin, signalons quelques circonstances aggravantes qui n'ont pas influencé favorablement la culture du Sisal : Les pépinières furent constituées dans un endroit marécageux et la transplantation, qui ne fut pas toujours entourée de tous les soins nécessaires, a été faite à certains endroits au début de la saison sèche. Ajoutons à cela que deux années consécutivement la saison sèche fut particulièrement longue et aride et que la répartition des pluies ne fut pas uniforme au cours des deux dernières années, bien que la quantité totale (1,20 à 1,30 mm.) y soit suffisante pour une bonne culture du Sisal.

VII. — CONCLUSION.

Aucune bactérie n'a été trouvée sur les plantes qui nous avaient été envoyées de l'Inkisi.

Le champignon que nous avons signalé est un pur saprophyte et n'intervient donc en rien dans l'étiologie de la maladie.

Les états pathologiques observés ne sont donc pas les symptômes d'une maladie causée par un parasite animal ou végétal; mais ils sont dus à des conditions défavorables d'ordre physiologique et climatologique, telles que pauvreté du sol en éléments nutritifs et saison sèche particulièrement longue et aride qui a sévi les deux dernières années.

Il faudrait donc pour remédier à cet état de choses faire des apports de potasse et d'acide phosphorique au sol; planter des légumineuses améliorantes dans les interlignes, pour retenir l'humidité dans le sol et augmenter la teneur en azote; enfin, il faudrait éviter de faire du « clean weeding » dans la plantation pour retenir le plus possible l'humidité en saison sèche.

OUVRAGES CONSULTÉS :

- (1). ROYER, V., Un carburant colonial économique : l'alcool d'Agave. (*Génie civil*, 21 décembre 1929.)
- (2). BRAUN, K., *Berichte über Land u. Forstw. in Deutsch Ost-Afrika*, vol. III, fasc. 4, pp. 143-166. 1908.
- (3). BUNTING, R.-M. and DADE, H.-A., *Gold Coast plant diseases*, 1925.
- (4). CHEVALIER, A., Sur une maladie des Agaves. (*Rev. de Bot. appliquée*, 1921, pp. 21-23.)
- (5). COOK, M.-T., Histology and cytology of sugar cane mosaic. (*Journ. Dept. agr. Porto-Rico*, vol. 9, p. 27. 1925.)
- (6). DOWSON, W.-J., Some problems of economic biology in E. Africa (Kenya Colony). (*Ann. of appl. biol.*, vol. VIII, pp. 83-100. 1921.)
- (7). DREIGHTON, F.-C., *Mycological section, issued with ann. rep. land and forst. dep. Sierra Leone for the year 1926-1927.*
- (8). KUNKEL, L.-O., Studies on the mosaic of sugar-cane. (*Bull. Exp. St Hawai sug. plant, Assoc.*, III, pp. 115-167. 1924.)

- (9). MC DONNALD, J., Annual Rep. of the Mycologist for the year 1928. (*Ann. rep. Dept. Agr. Kenya for the year ending 1st October 1928*, p. 187. 1929.)
- (10). NICOLAS, G. et AGGERY, Observations sur deux champignons de l'*Agave americana* L. (*Bull. Soc. myc. de France*, vol. XLIV, p. 215, 1928.)
- (11). SHARPLES, A., Division of mycology, ann. rep. for 1928. (*Malayan trop. Journ.*, vol. XVII, p. 294. 1929.)
- (12). SORAURER, P., *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. B. I, p. 470. 1924.)
- (13). STANER, P., Une nouvelle maladie du Sisal. (*Monit. intern. de la protection des plantes*, III^e année, p. 179. 1929.)
- (14). STEVENS, F.-L., *Plant diseases fungi*. 1925.
- (15). TIEMANN, Beitrag zur Kultur der Sisalagave in Mittel-Amerika (*Ernährung der Pflanze*, vol. 25, pp. 160-164. 1929.)
- (16). TUCKER, C.-M., Report of the plant pathologist. (*Rep. Porto Rico Agr. Exp. Stat.*, 1925, pp. 24-10. 1927.)
- (17). WALLACE, G.-B., Diseases of plants. (*Rep. Dep. agr. Tanganyika for the year ending march 1928*, p. 40. 1929.)
- (18). v. WIESMER, J. et BAAR, H., Beitrag zur Kenntnis der Anatomie des Agave Blattes. (*Sitzungsbericht der K. Akad. der Wissens.*, vol. CXIII, Heft 6, pp. 680-714. 1914.)
- (19). 26th. ann. rep. of the bureau of Agr. Philip. Islands for the fiscal year ending dec. 31, 1926; 95 p. 1927.

PLANCHE I.

- FIG. 1. — Feuilles de Sisal montrant les plages nécrotiques (a), les affaissements (b) et les zones à galeries (c).
- FIG. 2. — Taches nécrotiques brun violacé à la base des feuilles.
- FIG. 3. — Jeune plant de Sisal montrant les galeries dans les feuilles.

PLANCHE II.

- FIG. 1. — Coupe dans une tache nécrotique.
- FIG. 2. — Coupe dans une boursouflure.
- FIG. 3. — Coupe d'une feuille de Sisal montrant l'affaissement et la boursouflure.

PLANCHE III.

- FIG. 1. — Plage nécrotique externe.
- FIG. 2. — Coupe d'une induration.
- FIG. 3. — Coupe de la couche nécrosée dans le mésophylle.
- FIG. 4. — Fructification de *Colletotrichum agaves* Cav.

