ETUDE SUR LES HELMINTHOSPORIUM DES CEREALES DU MAROC

P. RIEUF et G. TEASCA *

INTRODUCTION

Les céréales au Maroc, particulièrement les orges dans les zones atlantiques du pays, ont présenté des attaques de champignons du genre *Helminthosporium*. Toujours présents, ils peuvent certaines années être suffisamment abondants pour entraîner des fontes de semis, le désséchement prématuré des feuilles, l'avortement partiel des épis ou leur stérilité totale.

Il est très difficile d'estimer les dégâts exacts mais l'on peut avancer que ce parasitisme réduit et les rendements des céréales et la qualité des graines. SANTIAGO (34) a estimé en 1969 lors de son passage au Maroc que les pertes pouvaient être considérées entre 10 et 20 % sur blé dur à Marrakech auxquelles il faut ajouter une baisse de la qualité. De plus, certaines années où des pluies tardives se sont produites sur des épis proches de la maturité, ces champignons, faisant partie d'un complexe crytogamique, ont entraîné une altération des graines connue sous le nom de « Moucheture ».

* Laboratoire de Phytopathologie, Direction de la Recherche Agronomique, Rabat.

Al-Awamia, **46**, pp. 29-58, janvier, 1973.

Les premières identifications des *Helminthosporium* dans ce pays ont eu lieu dès Avril 1927 ; FOEX (12) signalait alors *Helminthosporium sativm* P. K. & B. sur orges ; puis furent indiqués H. *gramineum* Rabh. ex *Schiecht.*, H. *Teres* Sacc. sur orges, blé dur et tendre, H. *oryzae Breda* de H. sur riz. Déterminations souvent anciennes qu'il convenait de revoir et de préciser à la lumière des études modernes sur l'ancien genre *Helminthosporium*. En effet, depuis une dizaine d'années les champignons de ce groupe ont été particulièrement étudiés et le genre a subi bien des modifications. Mais pour nous, ces études taxonomiques permettent par beaucoup de caractère d'effectuer des identifications bien plus précises que celles autrefois douteuses basées sur l'aspect de conidies très peu différenciées.

Le genre *Helminthosporium* est représenté par un grand nombre d'espèces très largement répandues parmi lesquelles on rencontre des parasites et des saprophytes des plantes ainsi que des espèces vivant dans le sol. Les signalisations des espèces de ce genre concernant principalement celles dites « graminicoles » dont les plus importantes sont *Helminthosporium turcicum Pass.* sur maïs, *H. gramineum Rabh.* ex *Schlecht.* et *H. teres* SACC. sur orges, *H. avenae* EIDAM sur avoine, *H. sativum* P.K. & B. sur toutes les céréales et que l'on retrouve sur Graminées sauvages. Comme RAPILLY (25), nous pensons que la dénomination de graminicoles n'est pas heureuse car certaines espèces peuvent aussi se trouver sur d'autres plantes que des Graminées et vice-versa (*Helminthosporium victoriae sur Phaseolus, Helminthosporium allii* sur *Hordeum*).

Après la création du genre Helminthosporium Link ex Fries (1809), Drechsler (10), en 1923, dans sa monographie a été un des premiers à décrire les caractères de plusieurs espèces parasites des Graminées et sa monographie sert de base à tous les auteurs modernes.

En 1929, NISIKADO, en se basant sur la forme des conidies et le mode de germination des espèces graminicoles, fractionne le genre en *Cylindro-Helminthosporium* et *Eu-Helminthosporium ;* la première section est érigée en genre par ITO en 1930 sous le nom de *Drechslera,* nouveau genre accepté par SHOEMAKER (35) en 1959-62, qui crée le genre *Bipolaris* en y incluant le *Eu-Helminthosporium* de NISIKADO et retient *Helminthosporium* pour les espèces lignicoles. RAPILLY (25) qui a trouvé 5 formes de spores et 4 types de germination conteste cette division. LUTTRELL (18), s'il accepte cette classification émet des doutes quant aux avantages de ce nouveau système. ELLIS (11) quant à elle, onserve le genre *Drechslera* ITO et en synonyme *Bipo-*

laris SHOEMAKER. AMMON (1) ne considère ces deux genres que comme des groupes dans le genre *Helminthosporium*, opinion qui semble la plus logique.

En ce qui concerne les formes sexuées de ces champignons elles se rattachent aux genres *Pyrenophora* FRIES et *Cochliobolus* DRECHSLER.

Matériel biologique

Dans les parcelles de céréales cultivées sur les Stations expérimentales de la D.R.A., des plantes malades ont été récoltées. Les symptômes ont été notés en laboratoire, les examens macroscopiques ont permis de voir « in situ » les conidiophores et les conidies. Ces organes ont ensuite été prélevés pour examens au microscope par montage entre lamelle dans du lactophenol d'Amman ou dans du bleu coton lactique dilué ; les mensurations ont été effectuées sur dessins exécutés à la chambre claire (32).

Des conidies ont été prélevées individuellement sur des feuilles de base et déposées sur des lamelles gélosées collées sur des anneaux de verre (cellules de VAN TIEGHEN). Il a été ainsi possible de contrôler le type de germination et la sporulation en les maintenant à la température de 22° C à 28° C. Certaines ont permis, par transplantation des conidies germées des boîtes de Pétri, d'obtenir des cultures d'origine monospore.

Les milieux de cultures ont été :

— Potato-dextrose-agar (27)

— Milieu synthétique de Nisikado et Miyake

— Milieu de carotte gélosé (27)

— Milieu de Braverman liquide ou gélosé (4).

Comme RAPILLY (29) l'indique, nous avons aussi constaté que les milieux organiques donnent les meilleurs résultats pour la croissance des colonies et leur sporulation. Par contre, sur papier filtre imbibé de milieu de Braverman liquide, la sporulation n'a pas été particulièrement augmentée et on constate une croissance bien moins rapide des colonies.

Concernant *Helminthosporium gramineum* RABH. ex SCHLECHT. connu pour produire difficilement des conidies, nous avons utilisé la méthode de HOUSTON et OSWALD (15) qui s'est avérée efficace pour obtenir une abondante sporulation.

Les cultures ont été placées en étuve à température constante de 22° C avec éclairage continu, lumière diurne du laboratoire avec appoint d'une rampe au néon jour et nuit. Pour des essais de sporulation des températures de 28° C ont été utilisées.

L'examen bi-journalier des colonies sur boîte de Pétri a permis de contrôler la vitesse de croissance par mensurations de deux diamètres perpendiculaires (c.f. GRAPHIQUE 1) et de noter la forme, la texture et la couleur des colonies.

Dès la fructification de ces dernières, les conidiophores et les conidies ont été examinés comme pour les prélèvements sur feuilles.

L'obtention des formes parfaites a été tentée d'après la méthode utilisée par RAPILLY et PONCHET (29). En outre, dans le même sens pour obtenir *Pyrenophora avenae* (Eid.) ITO et KURIB., la méthode de RATHSCHLAG (30) a été mise en œuvre. Jusqu'à maintenant, nos essais ont été négatifs sauf pour *Pyrenophora avenae* et dans les deux cas n'ont permis d'obtenir que des périthèces immatures.

Pour définir l'identité des espèces nous avons fait une synthèse de tous les caractères indiqués par les différents auteurs à notre disposition en tenant compte particulièrement des caractères taxonomiques indiqués comme les plus importants :

forme et aspect des colonies, biométrie des conidies et des conidiophores, morphologie de l'appareil sporifère, etc.

Concernant chacune de nos souches, une description originale sur les mêmes bases a été établie avant toute détermination, c'est-elle que nous donnons avant de signaler les différences observées avec celles des auteurs.

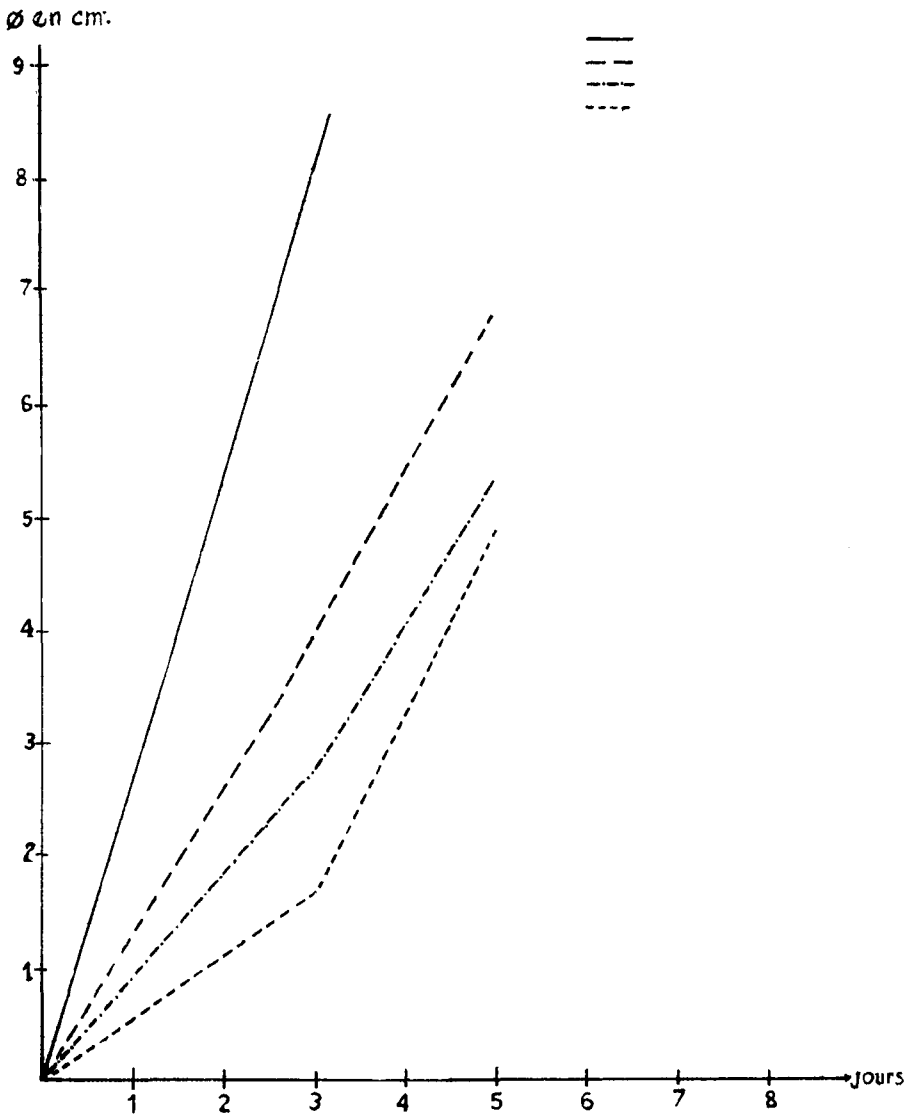
Nous avons aussi pensé utile d'indiquer les caractères principaux permettant, à notre avis, de différencier les espèces que nous avons étudiées.

Description des espèces

1. *Helminthosporium sativum Pammel, King et Bakke* (= *Drechslera sorokiniana* (SACC.) SUBRAM. et JAIN ; *Helminthosporium sorokinianum* SACC.) forme conidienne de *Cochliobolus sativus* (ITO

GRAPHIQUE 1

La vitesse de croissance des colonies de Helminthosporium



et KURIB.) DRECHSL. ex DASTUR (= *Ophiobolus sativus* (PAMMEL, KING et BAKKE) ITO et KURIB. — PLANCHE I. (1).

Origine des souches

Sur orges prélevées sur la Station de Fès 1971 en mélange avec *Helminthosporium gramineum ;* sur blé à Sidi Kacem et Debagh (Rabat) 1972, en comparaison avec des souches identifiées du Canada et de Roumanie.

Symptômes

Base de la tige brunie couverte de conidiophores et de conidies, se trouvant aussi sur les gaines foliaires, petites tâches sur les feuilles basales, avec avortement ou stérilité partielle des épis.

Culture sur milieu potato-dextrose-agar (P.D.A.)

Croissance rapide, initialement sous forme d'un anneau blanc aérien. Mycélium aérien blanc gris formant des cercles concentriques, devenant rapidement lobé, peu dense en bordure, qui est blanche puis grise. La surface devient noire et poudreuse du fait de la sporulation précoce et abondante. Mycélium de base reproduisant le même aspect qu'en surface, peu dense, de couleur noir olive.

Culture sur agar-jus de carotte

Croissance faible, lobes nombreux et étroits, soulignés par une marge b'anche s'estompant à la maturité. Mycélium de base semblable mais teinté de rougeâtre.

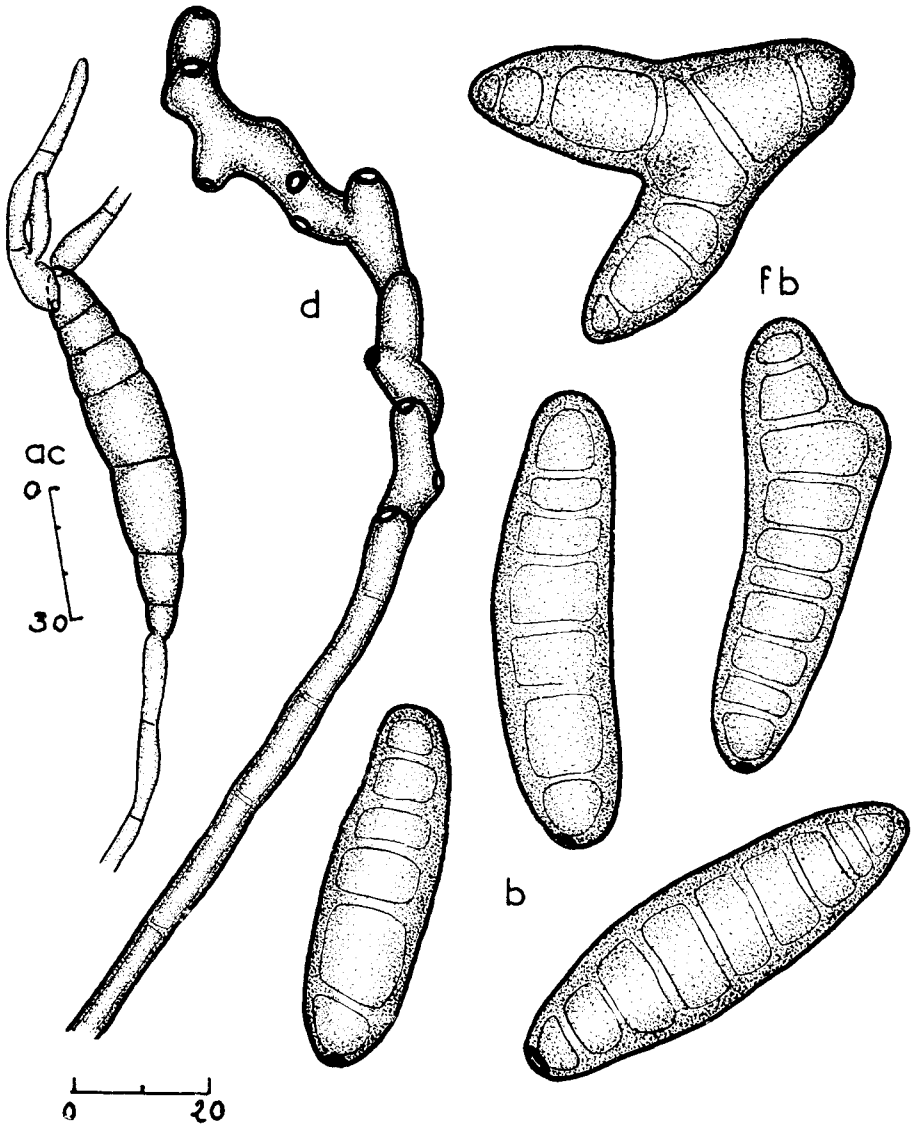
Conidiophores sur feuilles

Longs, droits à flexueux, bruns, parfois ramifiés latéralement, extrémité géniculée, cloisons nombreuses, 7-10, s'élargissant progressivement à l'extrémité, ayant 85-215 x 4-8 μ (100-150 x 5-7 μ). Conidiophores en culture : D'habitude longs, étroits à la base, de couleur plus pâle que sur les feuilles, mesurant 160-300 x 5-10 μ (180-250 x 6-10 μ).

(1) *Légende des planches : a. Conidies* sur feuilles; *b. Conidies* en culture· *c. Conidiophores* sur feuilles; *d. Conidiophores* en culture; *e. Conidie germant; f. Conidies atypiques.*

PLANCHE I

Helminthosporium sativum de l'orge et du blé



Conidies sur feuilles

Droites ou courbes, elliptiques à ovoïde avec base plus effillée hile parfois légèrement proéminent, de couleur brun clair à brun foncé, 2-10 cloisons (6-8), formation de conidies atypiques assez fréquente ayant soit une cloison longitudinale dans la cellule terminale soit devenant bifides. Conidies ayant : 55-105 x 15-25 μ (70-90 x 18-20 μ).

Conidies en culture : Courbes mais plus souvent droites, brun-rougeâtre, ayant 23-84 x 14-30 μ (50-70 x 20-25 μ). nombreuses conidies atypiques.

Germination

Bipolaire axiale, bipolaire perpendiculaire à la base ou absent axial au sommet, souvent tubes multiples, 2-3, pour la cellule basale.

Identification

Cultures semblables à nos souches témoins d'origine étrangère et en conformité avec les descriptions relevées dans la bibliographie. Sur carotte, la croissance de la colonie s'arrête assez rapidement n'envahissant pas la totalité de la surface de la boîte de Pétri, avec apparition d'une légère teinte rougeâtre au revers.

Les conidiophores présentent une différence dans une géniculation assez accentuée à leur extrémité et montrent parfois une ramification latérale. Quant aux conidies, le hile donné pour être inclus dans la paroi apparaît néanmoins assez rarement légèrement proéminent.

Ces différences sont peu sensibles et nous permettent de considérer nos souches effectivement rattachées à *Helminthosporium sativum*. De plus, nous avons heureusement pu les comparer à celles reçues du Canada (destinées aux travaux préliminaires du Séminaire tenu à Ankara en avril 1972 sur les maladies transmises par les semences et de Roumanie.

Pour nos souches, comme nous l'avons déjà montré, la formation des conidies atypiques s'est montrée assez fréquente. A ce propos, en les comparant avec les conidies atypiques trouvées par DESHPANDE K.S. et DESHPANDE K.B. (7), qui ont été amenés à créer une nouvelle espèce : *Helminthosporium atypicum,* nous avons fait une parallèle complète entre les caractères de nos souches et de la leur.

En comparaison avec *H. atypicum* on peut constater un rapprochement dans la forme des conidiophores des deux espèces en particulier leur base plus étroite. En ce qui concerne les conidies normales de notre espèce, elles présentent une grande analogie avec *H. atypicum* et *H. sativum :* parois épaisses, fusiformes, elles sont moins fréquemment courbées en culture que dans *H. sativum* mais plus que *H. atypicum ;* n'ont au maximum que 10 cloisons comme *H. atypicum* alors que pour *H. sativum* on en signale 3 à 12 (d'après ELLIS).

Les conidies atypiques sont extrêmement semblables à celles décrites et représentées pour *H. atypicum* et ont été rencontrées sur P.D.A., carotte gélosée et graines contaminés artificiellement et en proportion à peu près comparable. Il est à remarquer que si les auteurs ne signalent pas d'habitude un tel type de conidies anormales, pour des espèces très connues, on trouve dans le texte (p. 702) et les dessins de DRECHSLER (10) des représentations de conidies montrant une amorce de triangulation : (par exemple pour *H. sativum,* planche n° 18 Ff et n° 19 Dc). De même RAPILLY (26) indique des conidies en forme de « Y » pour *H. sorokinianum.*

Ces auteurs ont vu des conidies anormales dans leurs examens pour cette espèce, ne les ont considérées que comme une anomalie alors que DESHPANDE K.S. et K.B. veulent y voir un caractère taxonomique, ce qui en l'occurence ne nous paraît pas suffisamment valable.

Caractères principaux différentiels

— Attaques précoces (fonte de semis), tache à la base de tiges.

— En culture, mycélium à croissance rapide en cercles concentriques et bords festonnés.

— Surface des cultures poudreuse par sporogenèse abondante et précoce.

— Conidies typiquement courbes surtout sur feuilles.

— Conidies atypiques fréquentes surtout en culture.

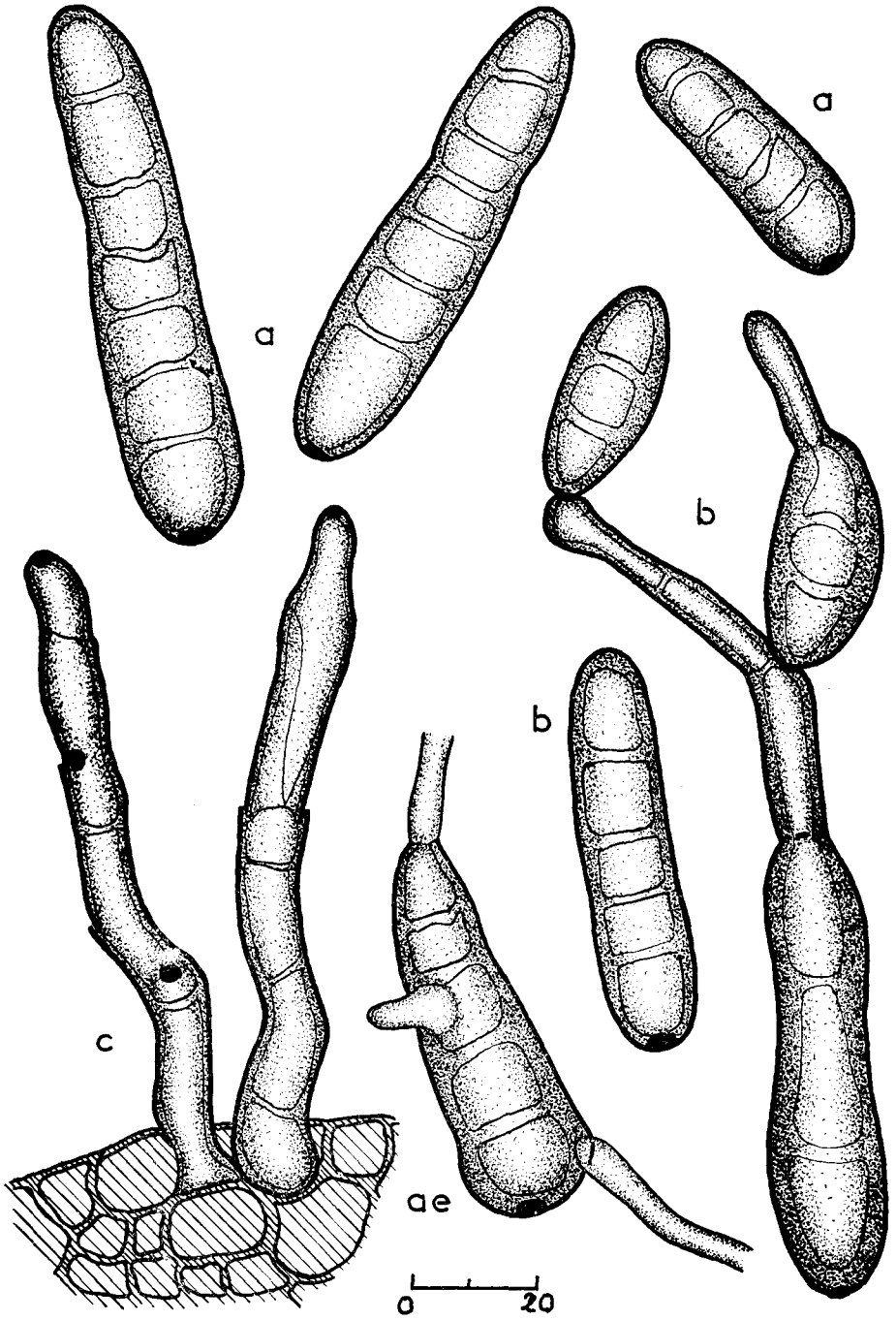
— Hile parfois légèrement proéminent.

— Germination uniquement polaire et axiale ou semiaxiale.

2. *Helminthosporium gramineum Rabh. ex Schlecht* (= *Drechslera graminea* (RABH. ex SCHLECHT. SHOEMAKER) forme conidienne de Pyrenophora graminea (HÖST. et NOACK) ITO et KURIB. Planche II.

PLANCHE II

Helminthosporium gramineum de l'orge



Origine des souches

Sur orges prélevées sur les Stations Expérimentales de Fès en 1971 et du Guich (Rabat) en 1972 et aussi aux environs de Rabat (Temara) en 1972.

Symptômes

Petites taches décolorées jaunâtres devenant rapidement brun clair, confluentes pour donner de véritables stries internervaires entraînant la lacération du limbe. Taches observables sur la gaine foliaire, débutant sur les feuilles basales qui sont beaucoup plus attaquées que les terminales et souvent très finement déchiquetées à l'extrémité. Nombreux épis faiblement développés et stériles souvent en totalité, rachis brun violacé, brillant, tordu, glumes et barbes brunies.

Culture sur P. D. A.

Croissance lente ; mycélium aérien pas très dense, feutré, applati, blanc grisâtre avec quelques zones plus ou moins blanchâtres. Mycélium de base *Olivaceous* BLACK, DARK GRAYISH OLIVE à LIGHT CINNAMON-DRAB (31, PL. 46), revers rayonnant brun-rougeâtre. Sporulation faible et tardive.

Culture sur agar-jus de carotte

Croissance plus lente que sur P.D.A. Mycélium aérien blanc applati. Mycélium de base peu dense brun-rougeâtre. Sporulation faible et tardive.

Culture sur milieu de Braverman

Croissance lente. Mycélium aérien faible blanc feutré. Mycélium de base marron à tendance rougeâtre non homogène, en faisceaux rayonnants peu denses s'arrêtant à 1 cm environ de la marge de la colonie.

En cas de contamination, en contact avec la colonie étrangère réaction orange rougeâtre à violacée. Phénomène que l'on retrouve pour tous les autres Helminthosporium étudiés quelque soit l'espèce du cryptogame ayant provoqué l'infestation.

Sporulation rapide dès le troisième jour par la méthode de Houston et Oswald (15). Par contre, en cellules de VAN TIEGHEN sur

lamelle gélosée au P.D.A. à 28° C en lumière artificielle, elle est faiblement obtenue au bout de 2 semaines.

Conidiophores sur feuilles

Habituellement groupés, 2-3, fortement géniculés et très près de la base, cloisonés, brun foncé, cellule basale élargie 10-16 μ, droits ou flexueux, 68-175 x 8-12 μ, cicatrice d'attache des conidies nettement visible.

Conidiophores en culture : moins fortement géniculés et plus allongés, ayant 110-133 x 7-9 μ.

Conidies sur feuilles

Sub-cylindriques ou s'amincissant vers l'extrémité à partir d'une ou trois cellules basales, habituellement à partir du milieu, subhyalines à brun clair devenant marron rougeâtre, hile assez grand non proéminent ; 0-11 cloisons, moyenne 4-6, pas de constrictions aux cloisons, 13-90 x 7-14 μ, moyenne 60-75 x 11-12 μ.

Conidies en culture : habituellement plus courtes et moins cloisonnées, 3-4 cloisons, ayant 33-70 x 12-15 μ

Seuls les quelques points signalés précédemment différencient d'*Helminthosporium gramineum* nos prélèvements ; ils sont relativement peu importants aussi nous considérons que les souches isolées sur orges dans différentes régions appartiennent bien à *Helminthosporium gramineum*. Il aurait été intéressant d'obtenir les formes parfaites mais jusqu'ici nous n'avons pu obtenir en culture que des périthèces non arrivées à maturité.

Caractères principaux différentiels

— Sur feuilles taches en stries.

— En culture sur P.D.A. mycélium aérien blanc, applati, mycélium de base brun avec nuances rougeâtres.

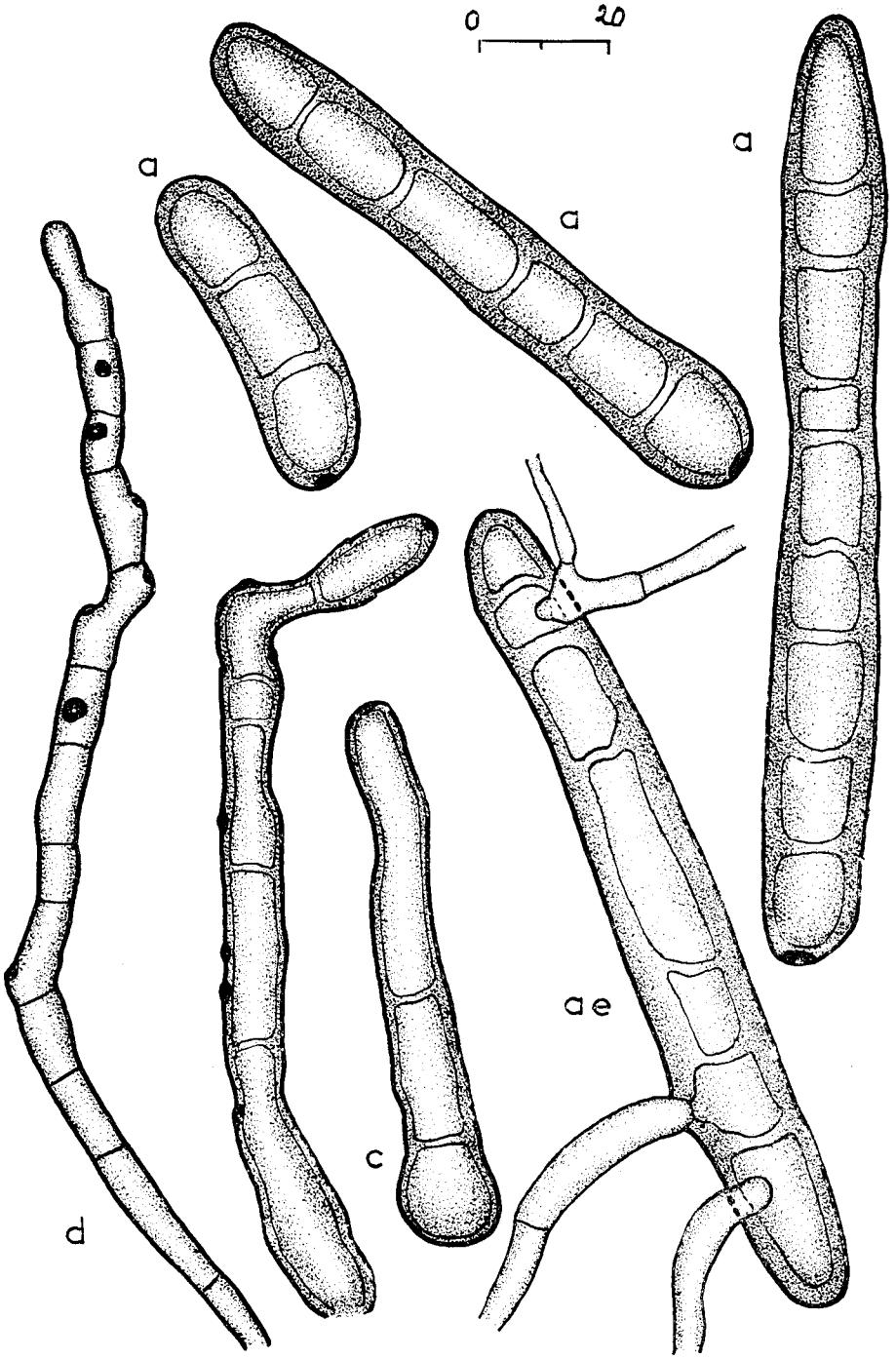
— Conidiophores en groupe de 2-6.

— Formations secondaires de conidiophores et de conidies (sur feuilles et en culture).

3. *Helminthosporium teres Sacc.* (= *Drechslera teres* (SACC.) SHOEMAKER) forme conidienne de *Pyrenophora teres* DRECHSLER (= *Pyrenophora trichostoma* (FR.) DRECH.) - PLANCHE III.

PLANCHE III

Helminthosporium teres de l'orge



Origine des souches

Sur orges prélevées sur les Stations Expérimentales du Guich (Rabat) en 1971-72, de Fès et El Koudia en 1972 et aux environs de Rabat (Témara) en 1972.

Symptômes

Sur feuilles petites taches puis confluentes, en réseau, jeunes (PHOTO 1), colorées en brun dès l'origine ; limbe entier ou faiblement lacéré. Epis normaux.

Culture sur P.D.A.

Croissance moyenne rayonnante. Mycélium aérien gris olivâtre clair, de densité moyenne, pouvant monter sur les parois de la boîte de Pétri. Mycélium basal noir à noir olivâtre, dense mais rayons encore observables : IRON GRAY à DARK OLIVE-GRAY (31, PL. 51). En cours de croissance corémies blanches en colonnes se terminant en forme de plumeau arrivant jusqu'à 1 cm de haut (PHOTO 2) ; dans le milieu formations noires sclérotiques renfermant un tissu cellulaire -pseudothéciums (PHOTO 3).

Culture sur agar-jus de carotte

Présence en surface d'une alternance de cercle concentriques gris clair et gris foncé. Revers uniforme.

Germination

Bipolaire; axiale pour la cellule terminale, simple ou double pour la cellule basale, rarement pour les cellules intermédiaires.

Formation secondaire

Tube germinatif se transformant très rapidement en conidiophore capable de produire des conidies secondaires. Très fréquent en culture, observable sur la plante hôte.

Identification

Les cultures sur P.D.A. sont entièrement comparables à celles décrites par les auteurs aussi bien pour la croissance, la forme et la couleur de mycélium aérien et basal que pour la sporulation. Celles que nous avons effectuées sur milieu de carottes et sur celui de

PHOTO 1 : *Helminthosporium teres*. Taches en réseau sur feuilles

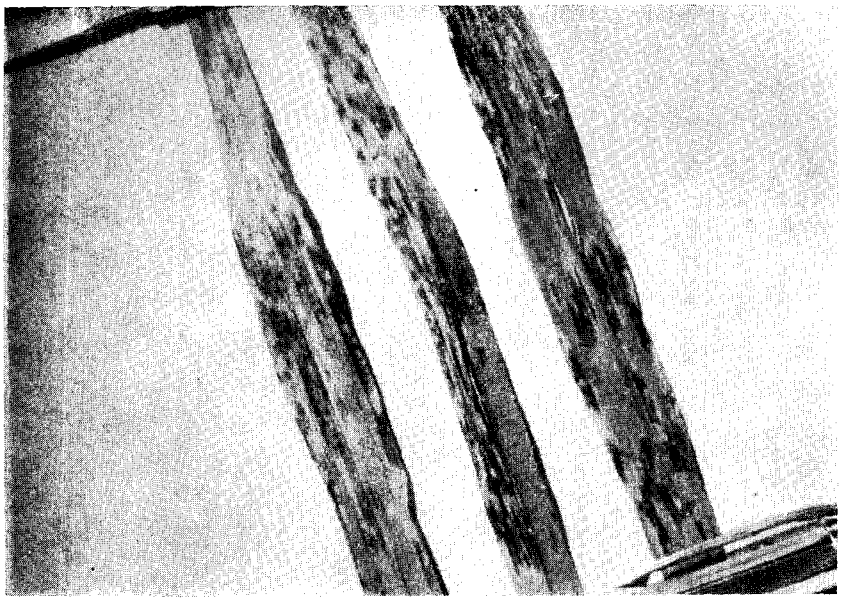


PHOTO 2 : *Helminthosporium teres*. Les corémies sur la surface de

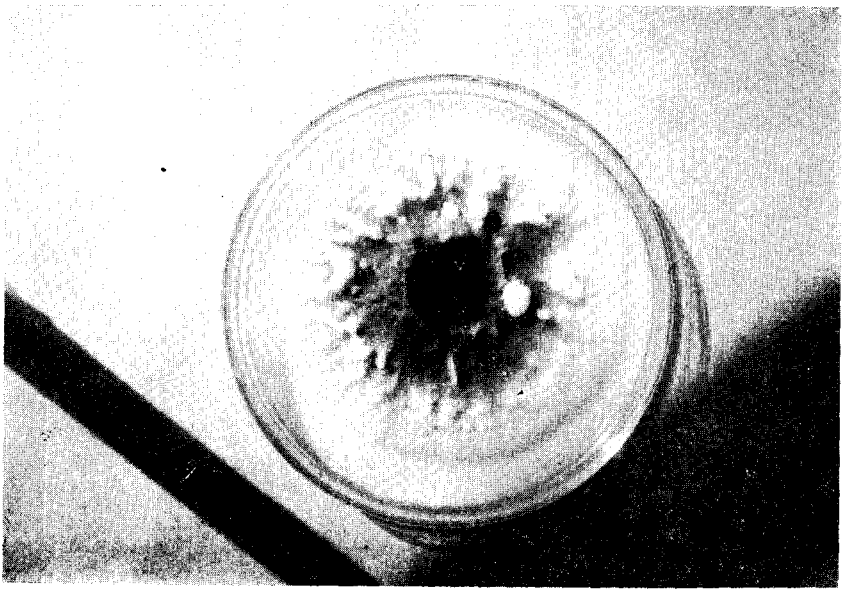


PHOTO 3 : *Helminthosporium teres* en culture présentant des pseudothecium

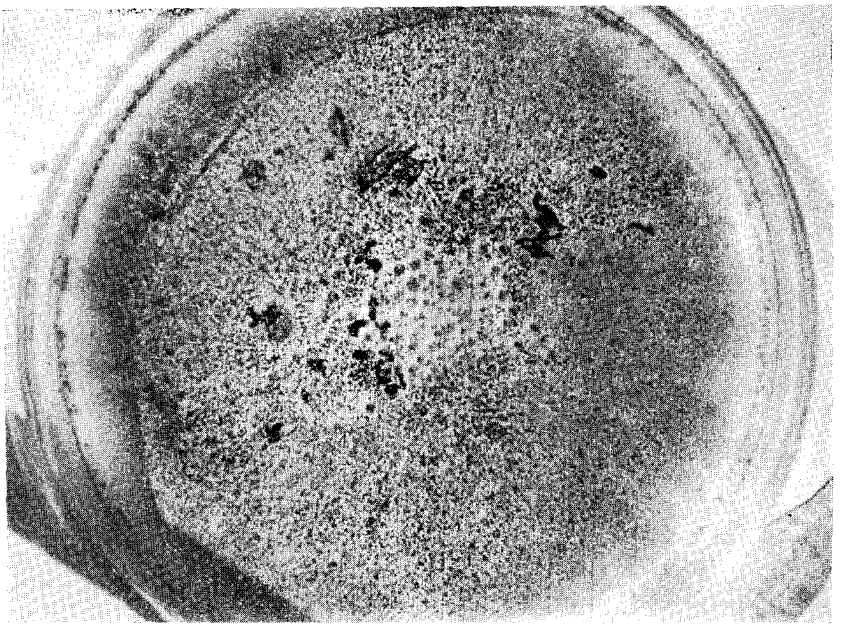


PHOTO 4 : *Helminthosporium avenae* — Formation des *pseudothecium* sur graine et en culture

Braverman ne présentent pas de différences avec celles sur P.D.A. sauf une croissance légèrement plus lente sur carottes.

Les conidiophores ont les mêmes caractéristiques que celles trouvées dans la bibliographie mais on peut relever que ceux observés sur feuilles paraissent avoir une couleur plus sombre et en outre présentent une géniculation prononcée débutant près de la base ce qui ne paraît pas avoir été indiqué par les auteurs ; ce dernier caractère s'estompant en culture.

Les conidies observées si elles sont semblables à celles décrites en couleur et forme, présentent une différence en ce qui concerne leur longueur et surtout leur largeur ; nous avons en effet 13-90 x 7-14 μ au lieu de 20-111 x 11-20 μ. Différence encore plus sensible pour la moyenne 60-75 x 11-12 μ contre 50-80 x 18-20 μ, qui pourrait avoir éventuellement pour origine le fait que ces mensuration aient portées sur une population de jeunes conidies.

La faculté de produire des conidiophores et des conidies secondaires, caractère différenciant *Helminthosporium gramineum* d'*Helminthosporium teres* (11), a été régulièrement observée ; ceux-ci sont très abondants en culture. Quant à la germination proprement dite nous avons pu constater en plus, dans de rares cas des tubes germinatifs pour les cellules intermédiaires.

Sur plantes les symptômes sont classiques et conformes aux différentes descriptions fournies.

Culture sur milieu de Braverman

Mycélium aérien un peu plus dense, revers très homogène, noir.

Conidiophores sur feuilles

Isolés ou par paires, droits ou flexueux, brun jaunâtre olive, base souvent élargie, 1 à 5 cloisons transversales (2-3), ayant : 64-145 x 9-12 μ (80-100 x 10-12 μ), base de 10-16 μ.

Conidiophores en culture : 180-190 x 4-9 μ.

Conidies sur feuilles

Droites cylindriques rarement amincies au centre, extrémités arrondies, hile non proéminent, 0-12 cloisons (4-7) avec constriction parfois observée surtout à la cloison basale, subhyalines à brun clair

devenant plus brunes en vieillissant mais ne prenant jamais de couleur rougeâtre, ayant 30-160 x 14-21 μ (100-120 x 18-20 μ). Conidies en culture : 40-115 x 17-25 μ, 4 à 9 cloisons, moyenne 6-8.

Germination

Bipolaire, axiale pour la terminale, latérale simple ou latérale double perpendiculaire pour la cellule basale, intermédiaire assez fréquente ; parfois germination axiale terminale absente.

Identification

Aucune différence notable n'a été observée par rapport aux descriptions données concernant les cultures, les conidiophores, les conidies et leur germination dans nos différents isolements ; il en est de même en ce qui concerne les symptômes ; aussi nous considérons la présence de cette espèce comme hautement certaine sur orges au Maroc.

Caractères principaux différentiels

— Taches en réseau sur feuilles.

— Mycélium aérien formant des fascicules courbes, larges en contact avec les parois de boîte de Pétri. Corémies blanches en colonnes sur la surface.

— Conidiophores isolés, rarement en groupe.

— Conidies de subhyalines à brun clair, jaune paille, ne devenant jamais brun foncé.

— Constrictions latérales surtout à la cloison basale.

— Germination polaire et bipolaire perpendiculaire à l'axe, parfois intermédiaire.

4. *Helminthosporium avenae Eidam*

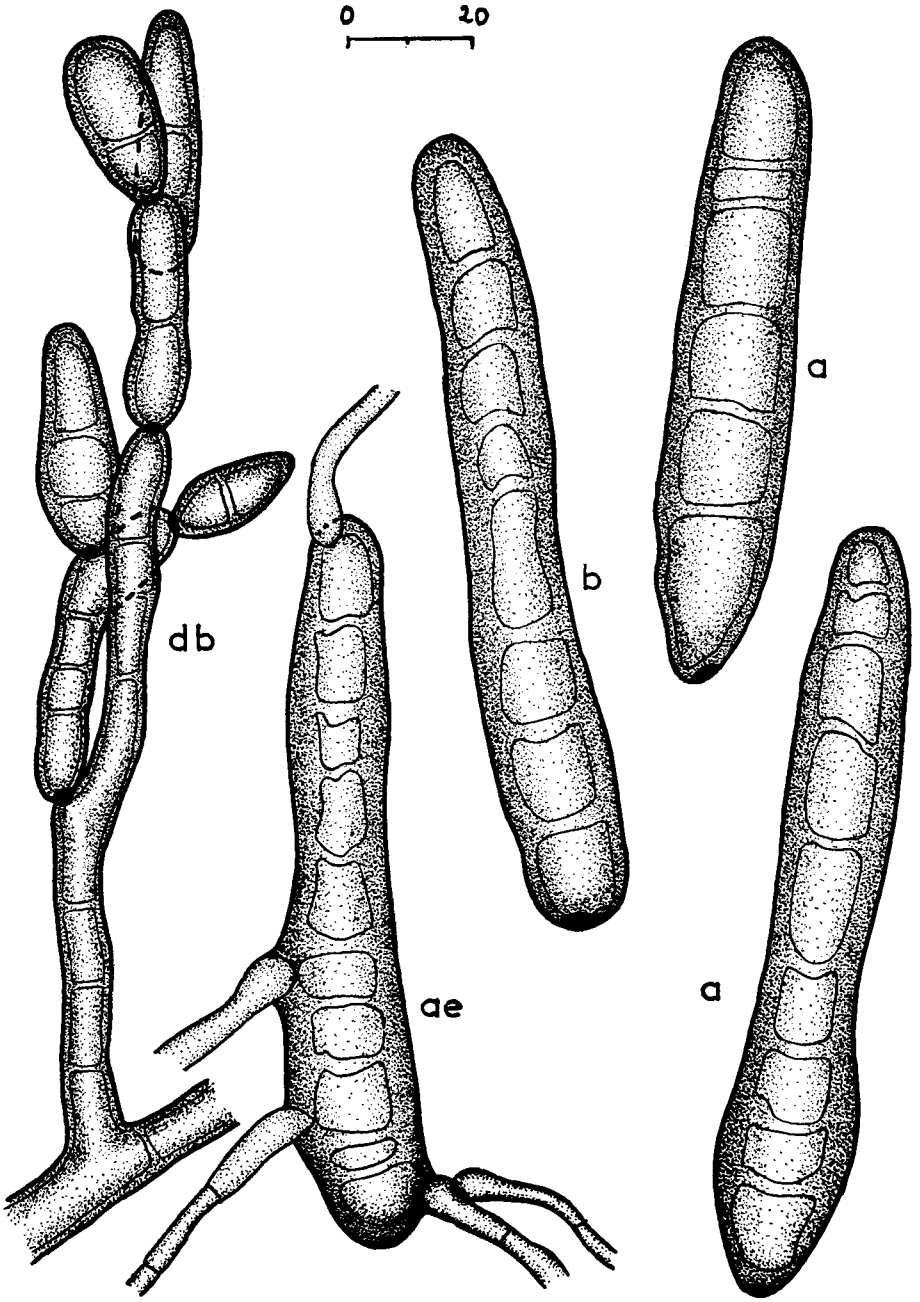
(= *Drechslera avenae* (EIDAM) *Scharif; Drechslera avenacea* (CURTIS ex COOKE) SHOEM. ; *Helminthosporium avenaceum* CURTIS ex COOKE) forme conidienne de *Pyrenophora avenae* (EIDAM) ITO et KURIB. - PLANCHE IV.

Origine de souches

Sur avoine en 1971 sur les Stations du Guich (Rabat) et El Koudia et à Kénitra.

PLANCHE IV

Helminthosporium avenae de l'avoine



Symptômes

Taches allongées, oblongues, de couleur brune se décolorant au centre pouvant parfois confluer. Dessèchement longitudinal du limbe pouvant parfois atteindre la totalité de sa surface, les taches originelles nétant plus distinguables. Fructifications conidiennes très abondantes sur la totalité de la surface altérée. En fin de végétation, mêmes symptômes sur glumes.

Culture sur P. D. A

Croissance rapide. Mycélium aérien léger en plages blanches surmontées par des masses en colonne. Mycélium de base de couleur noire FUSCOUS-BLACK à FUSCOUS (31, PL. 46). Sporulation précoce et abondante. Formation de pseudotheciums de 350 μ de diamètre avec des poils de 100-340 μ de long (PHOTO 5).

Culture sur agar-jus de carotte

Croissance rapide. Mycélium aérien initialement blanc duveteux, bombé puis formation de boules blanches floconneuses correspondant à un point brun du mycélium basal, contre restant plus blanc et

PHOTO 5 : *Helminthosporium avenae* — Formation des *pseudotheciums* sur graines et en culture

bombé que l'ensemble de la colonie. Mycélium de base initialement blanc puis apparaissent des rayons gris brun et des îlots noirs entre les rayons, parfois nuances rosâtres.

Culture sur le milieu de Braverman

Croissance rapide. Mycélium aérien hyalin devenant verdâtre-noirâtre avec des surfaces limitées roses, surface irrégulière, mamelons blanchâtres en mélange avec des zones noirâtres, verdâtres ou rosâtres déprimées. Mycélium de base de couleur foncée, revers noir.

Conidiophores sur feuilles

Isolés, simples, cylindriques, légèrement renflés à la base, très géniculés vers l'extrémité par rapprochement des cicatrices conidiennes, 3-6 cloisons, bruns olivacés. Après la formation apicale d'une conidie, la croissance du conidiophore rejette latéralement la cicatrice d'attache éventuellement portant encore la conidie. Prolifération s'effectuant par la déchirure de la paroi au niveau ou au-dessous de la cicatrice ; ayant : 85-154 x 10-13 μ (110-140 x 10-11 μ), base de 12-19 μ de diamètre.

Conidiophores en culture : Simples, plus longs que sur les feuilles, ayant : 85-180 x 9-11 μ (110-140 x 10-11 μ), base de 5-10 μ.

Conidies sur feuilles

Cylindriques, extrémités arrondies, paroi lisse et épaisse, droites souvent amincies au centre, 13-14 μ pour 20-22 μ à la base, particulièrement pour les longues conidies, subhyalines puis brun jaunâtre, 1-11 cloisons plus minces que les parois latérales, hile ayant l'aspect d'un pore hyalin entouré d'une auréole noirâtre, ayant : 62-150 x 13-28 μ (60-130 x 20-22 μ). Les cellules individualisées par une membrane propre sortent de la conidie lorsqu'on exerce sur elle une pression.

Conidies en culture : Forme et dimension plus irrégulières, 1-9 cloisons, ayant : 20-133 x 8-20 μ (20-55 x 11-13,5 μ) ; très rapidement capables de produire des conidiophores et des conidies secondaires ou germant en nouvelles conidies conférant à l'ensemble l'allure d'un conidiophore ramifié.

Germination

Rapide et facile, en 4-5 heures à 18-20° C, donnant de nom-

breux tubes germinatifs, polaires et intermédiaires ; parfois axiale pour la terminale et semiaxiale pour la basale.

Identification

Pour tous les caractères culturaux, nos souches sont semblables à celles décrites. Même identité pour les conidiophores et les conidies mais pour ces dernières, il a pu être observé que les conidies de grande taille — 130-150 μ, présentent un amincissement central de 13-14 μ pour une base de 20-22 μ de large et 14-16 μ vers l'extrémité qui garde toujours sa forme générale effilée.

ELLIS (11) sépare *Helminthosporium avenaceum* CURTIS ex COOKE de *Helminthosporium avenae* EIDAM en se basant principalement sur la formation abondante de corémies en culture et pour la forme de taches foliaires. Si on tient compte de cette distinction, nos souches se rapprochent d'*Helminthosporium avenae* EIDAM.

Caractères principaux différentiels

— Taches sur feuilles en forme d' « œil ».
— Croissance rapide des cultures.
— Mycélium aérien hyalin et excroissances corémiennes.
— Formation de pseudotheciums.
— Sporulation facile.
— Extrémité des conidiophores très géniculée.

5. *Helminthosporium tritici-repentis Died.*

(= *Dreschlera tritici-repentis* (DIED.) SHOEM. ; *D. tritici-vulgaris* (NISIKADO) ITO ; *Helminthosporium tritici-vulgaris* NISIKADO) formes conidienne de *Pyrenophora tritici-repentis* (DIED.) DRECHS. (= *Pyrenophora trichostoma* (FR.) FUCKEL) - PLANCHE V.

Origine des souches

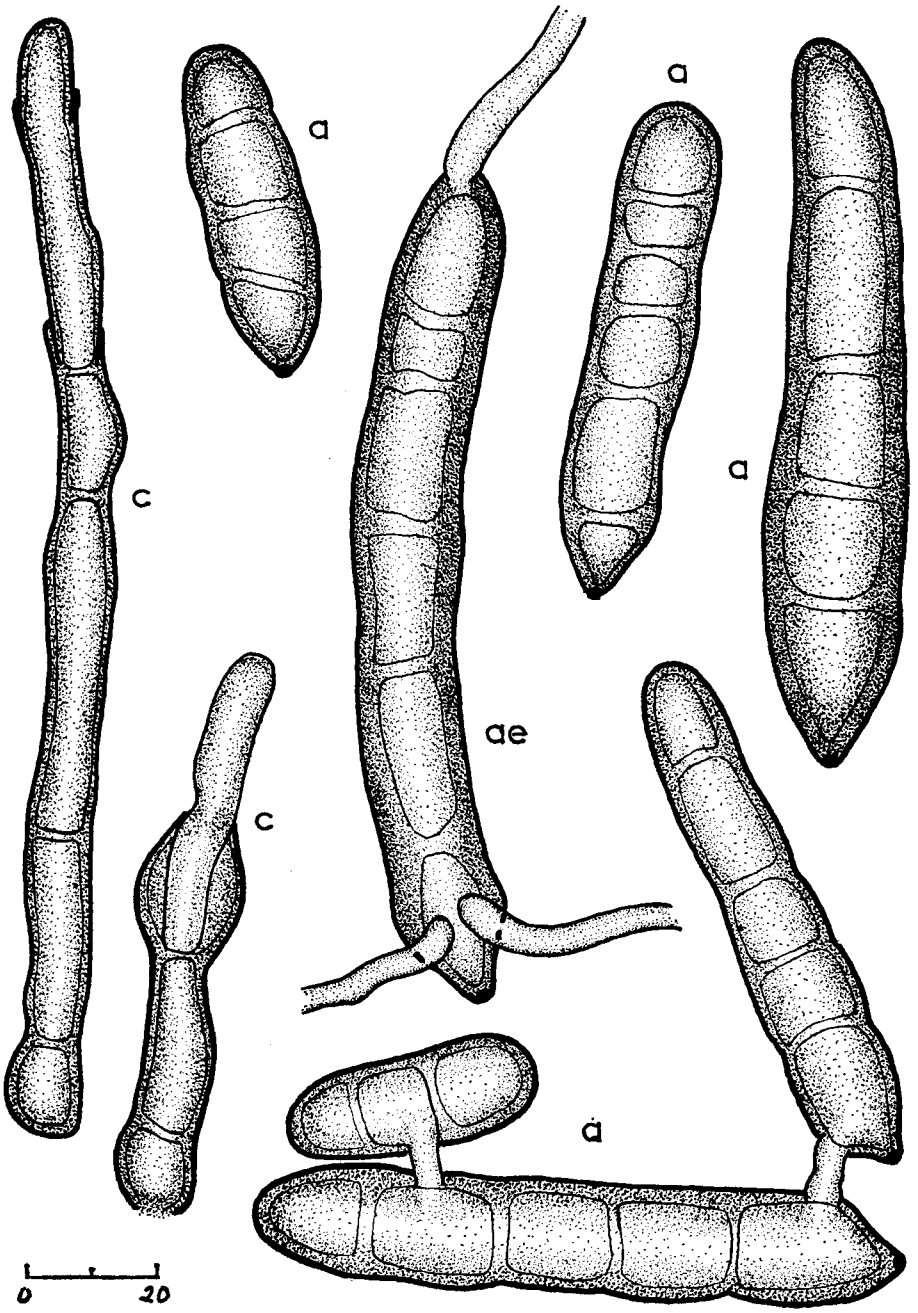
Sur blé en 1971 sur les Stations de Kénitra, Sidi Slimane, Guich et sur *Pennisetum clandestinum* HOCHST à DEBAGH (Rabat) en 1972.

Symptômes

Taches foliaires et sur gaines, brun violacé, allongées, peu nombreuses, n'atteignant pas de grande surface, rarement confluentes, de couleur s'estompant quand la feuille se dessèche. Sur tige, taches de même couleur, moins allongées.

PLANCHE V

Helminthosporium tritici-repentis du blé



Culture sur P.D.A.

Croissance moyenne. Mycélium aérien gris foncé, velouté à floconneux. Mycélium de base gris-verdâtre foncé avec tendance au marron - IRON GRAY à DARK OLIVE-GRAY (31, PL. 51).

Pas de sporulation précoce ni à l'obscurité ni à la lumière du jour ou permanente artificielle; très tardivement très faible sporulation.

Culture sur agar-jus de carotte

Croissance moyenne. Mycélium aérien blanc-gris, duveteux. Mycélium de base noir olivâtre, bordure blanche diffuse, après 20 jours le revers devient noir sous rayonnements avec touffes blanches apparaissant en surface. Sporulation rare.

Culture sur le milieu de Braverman

Semblable à celle sur P.D.A.

Conidiophores sur feuilles

Isolés, simples, bruns, 1 à 8 cloisons, cylindriques droits, base légèrement renflée, croissance terminale par formation d'une prolifération hyaline provoquant la rupture de la paroi apicale parfois la cellule terminale est légèrement renflée ; ayant : 65-175 x 8-12 μ.

Conidies sur feuilles

Cylindriques, extrémités terminales arrondies, basales coniques en forme de « tête de serpent », sur une ou deux cellules intermédiaires, léger retrécissement avec axe un peu dévié, 1-9 cloisons avec constrictions nettement marquées, parois lisses, subhyalines à jaune olivâtre pâle, hile ceinturé d'une zone noire, fréquentes anastomoses entre les conidies, ayant : 43-155 x 13-25 μ (80-110 x 19-20 μ).

Germination

Terminale simple ou double avec intermédiaires, deux tubes opposés souvent présents pour la cellule basale.

Identification

Les colonies sont semblables à celles décrites pour *Helminthosporium tritici-repentis*. Les conidiophores ont la forme et les

dimensions classiques ; une des souches présente une croissance terminale du conidiophore s'effectuant par une prolifération hyaline provoquant la rupture de la paroi apicale avec parfois un renflement de la cellule terminale, caractère représenté par Hosford (14) dans ses photos (p. 628, FIG. 4).

Un autre caractère particulier observé est une anastomose assez fréquente des conidies, phénomène signalé par RAPILLY (25) pour les conidies subhyalines du genre.

Nos souches sont donc bien identifiables à *Helminthosporium tritici-repentis* y comprise celle isolée de *Pennisetum clandestinum* HOCHST., plante hôte que nous n'avons pas trouvée, signalée expressément dans la bibliographie à notre disposition.

Caractères principaux différentiels

— Croissance lente de cultures et sporogenèse absente ou très rare.

— Conidies à base conique en « tête de serpent » et amincissement des cellules terminales avec inclinaison de l'axe; couleur subhyaline anastomoses fréquentes entre les conidies.

Conclusion

Malgré les difficultés techniques et taxonomiques, nous pensons avoir identifié un certain nombre d'*Helminthosporium* rencontrés habituellement sur les céréales les plus cultivées dans ce pays.

Ceci a permis de confirmer la présence de :

— *Helminthosporium sativum* PAMMEL, KING et BAKKE, identifié dès 1927 par FOEX sur *Hordeum hexasticum* L. puis ultérieurement sur d'autres *Hordeum* et *Triticum durum* DESF., *Triticum sativum* LAMK.

— *Helminthosporium gramineum* RABH. ex SCHLECHT. signalé en 1927 sur *Hordeum hexasticum* L. puis sur *Triticum durum* DESF. et *Triticum sativum* LAMK., mais pour notre part nous n'avons pu le trouver sur ces deux dernières espèces. Il est à remarquer que AMMON (1) et BRAVERMAN (4) excluent également cette présence.

— *Helminthosporium teres* SACC. déjà connu sur *Hordeum.*

— *Helminthosporium avenae* EIDAM sur *Avenae.*

A ajouter à cette liste en première signalisation, *Helminthosporium tritici-repentis* DIED. trouvé par nous sur *Triticum* et sur *Penni-*

setum clandestinum HOCHST. R.M. HOSFORD, JR. (14) signale que T.C. SANTIAGO a déterminé cette espèce qui est à l'origine de taches sur blé au Maroc en 1969 et 1970. C'est à la même époque que nous l'avons également étudiée.

La présence de ces espèces essentiellement sur blé, orges, avoine, avec la connaissance précise de symptômes doit permettre d'envisager une lutte soit préventive par la sélection de variétés résistantes soit chimique, principalement axée sur le traitement des semences dont les modalités doivent varier suivant le mode d'infection de la plante.

De plus, il conviendra d'étendre cet inventaire aux autres céréales et de rechercher les plantes méssicoles qui pourraient héberger ces Helminthosporiums.

ملخص

ان هدف هذه الدراسة ، هو تحديد الاصناف الاصلية « لهلمنتسبوريوم » Helminthosporium التي تصيب الحبوب بالمغرب .

وقصد ذلك شرع الباحثون في تحليلات المميزات الرئيسية : صورة وهيئة الجماعة ، احصاء الابواغ الخارجية ، مراقبة هيئة وتركيب جهاز العبيرات ، مراقبة الاعراض الظاهرة على النباتات المصابة ، كي يتمكنوا من تصنيف الانواع .

وبعد ذلك يقدم عرض للصفات المشتركة لجميع الاصناف وكذا المميزات التي تفاصل بينها .

RÉSUMÉ

L'étude a pour but d'identifier les principales espèces d'*Helminthosporium* parasites des céréales au Maroc.

Pour définir l'identité des espèces, les auteurs font une synthèse des principaux caractères taxonomiques : forme et aspect des colonies, biométrie des conidies et des conidiophores, morphologie de l'appareil sporifère, symptômes sur les plantes hôtes, etc.

Une description originale sur les mêmes bases a été donnée ainsi que les principaux caractères différentiels.

RESUME«

El estudio tiene como objetivo identificar las principales especies del *Helminthosporium*. parásitos de los cereales en Marruecos.

Para definir la identidad de las especies, los autores hacen un sintesis de los principales caracteres taxonómicos : forma y aspecto de las colonias, biometria de los conidios y de los conidióforos, morfológia del aparato esporífero, síntomas sobre las plantas huéspedes, etc...

Una desripción original sobre las mismas bases ha sido dada, así como los principales caracteres diferenciales.

SUMMARY

This study is a description of the principal *Helminthosporium* species on cereals in Morocco.

In order to identify the species, the authors draw a synthesis of important taxonomic characters : morphology and size of conidiophores and conidia, macroscopic aspect of cultures, symptoms of the disease on the plant, etc.

An original description, with the important differential characters, is given for each species.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMMON, H.U. VON — 1963. Uber einige Arten aus den Gattungen *Pyrenophora* FRIES und *Cochliobolus* DRECHSLER mit *Helminthosporium* als Nebenfrucht-form. — Phytopathologische Zeitschrift, **47**, pp. 244-300.

2. ARNY, D.C. et H.L. SHANDS — 1942. A method of inoculation for barley Stripe. — Phytopathology, **32**, p. 21.

3. BONTEA, VERA et I. MUNTEANU — 1969. Contributii la studiul biologiei si combaterii speciei *Helminthosporium gramineum*, parazita pe orz. - Studii si cercetari de Biologie. — Seria Botanica, tomul 21, N° 1, Extras, Editura Acad. R.S.R.

4. BRAVERMAN, S.W. — 1960. The *Helminthosporium gramineum* complex and related species on cereals and forage grasses — Phytopathology, 50, 10, pp. 688-691.

5. CAMP, MARIA LANGE DE LA — 1962. Beobachtungen über eine Streifenkrankheit des Weizens. — Phytopathologische Zeitschrift, **44**, pp. 235-240.

6. CHRISTENSEN, J.J. — 1926. Physiologic Specialization and Parasitism of *Helminthosporium sativum*. — Tech. Bull. 37, VII, pp. 35-36.

7. DESHPANDE, K.S. et K.B. DESHPANDE — 1968. Contribution to the taxonomy of *Genus Helminthosporium I* - Sydowia. — Ann. Mycol., vol. XX, N° 1-6, pp. 39-46.

8. DOCEA, E. et V. SEVERIN — 1964. Indrumator pentru recunoasterea si combaterea bolilor plantelor cultivate. — Editura Agro-Silvica, Bucuresti.

9. DOSDALL, L. — 1923. Factors Influencing the Pathogenicity of *Helminthosporium sativum*. — Tech. Bull., **17**, VII, pp. 7-8.

10. DRECHSLER, C. — 1923. Some Graminicolus Species of *Helminthosporium*. — Journal of Agricultural Research, N° 8, vol. XXIV, 641 p.

11. ELLIS, M.B. — 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. — Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.

12. FOEX, M.M. et ET. ROSELLA — 1928. Sur deux Helminthosporioses de l'orge. — Annales des Epiphyties, 14 année, N° 4.

13. HOSFORD, R.M., JR. — 1971. A Form of *Pyrenophora trichostoma* Pathogenic to Wheat and Other Grasses. — Phytopathology anr International Journal, vol. **61**, N° 1, pp. 28-32.

14. HOSFORD, R.M. JR. — 1972. Propagules of *Pyrenophora trichostoma*. — *Phytopathology*, vol. 62, N° 6, pp. 627-629.

15. HOUSTON, B.R. et J.W. OSWALD — 1946. The effect of light and temperature on conidium production by *Helminthosporium gramineum* in culture. — Phytopathologie, XXXIV, **12**, pp. 1049-1055.

16. ITO, S. — 1931. On some new ascigerous stages of the species

of *Helminthosporium* parasitic on cereals. — Proc. Imper. Acad., Tokyo, VI, **8**, pp. 352-355.

17. JOHNSON, A.G. — 1914. The ascigerous stage of *Helminthosporium teres* SACC. — Phytopathology, **4**, p. 408.

18. LUTTRELL, E.S. — 1951. A key to species of *Helminthosporium* reported on grasses in the United States. — Plant Disease Reptr., Suppl. 201, pp. 59-67.

19. LUTTRELL, E.S. — 1963. Taxonomic criteria in *Helminthosporium*. — Mycologia, vol. 55, N° 5, pp. 643-674.

20. MITRA, M. — 1934. A leaf spot disease of Wheat caused by *Helminthosporium tritici-repentis* DIED. — Indian Journ. Agric. Sci., IV, **4**, pp. 692-700, in R.A.M., XIV, 1935, pp. 90-91.

21. NISIKADO, Y. — 1928. Preliminary notes on a new hlminthosporiose of Wheat (*Triticum vulgare* VILL.). — Ann. Phytop. Soc. Japan, II, **2**, pp. 89-98, in R.A.M., **8**, 1929, p. 164.

22. ONESIROSAN, P.T. & E.E. BANTTARI — 1969. The Effect of Light and Temperature upon Sporulation of *Helminthosporium teres* in Culture. — Phytopath., vol. 59. N° 7, pp. 906-909.

23. RAABE, A. — 1937. *Helminthosporium tritici-vulgaris* NISIKADO Erreger einer Blattfleckenkrankheit des Weizens. — Phytopathologische Zeitschrift, X, **1**, pp. 111-112.

24. RADULESCU, E. & E. DOCEA — 1967. Fitopatologie. — Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, pp. 340-344.

25. RAPILLY, F. — 1964. Valeur taxonomique de l'appareil sporifère du genre *Helminthosporium* Link. — Ann. des Epiphyties, **15**, (3), pp. 257-268.

26. RAPILLY, F. — 1966. Limites proposées au genre *Helminthosporium*, relations avec les genres voisins. — Bull. Soc. Mycol. France, tome LXXXII, N° 2.

27. RAPILLY, F. — 1968. Les techniques de Mycologie en Pathologie végétale. — Ann. des Epiphyties, vol. 19, numéro hors série.

28. RAPILLY, F. et J. PONCHET — 1962. Utilisation d'explantats de Graminées pour l'étude du genre *Helminthosporium* LINK.

— Note présentée par G. VIENNOT-BOURGIN ; comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie d'Agric. de France, **48**, 8, pp. 390-392.

29. RAPILLY, F. & J. PONCHET — 1962. Etude de quelques critères taxonomiques du genre *Helminthosporium* LINK. — Ann. des Epiphyties, **13** (4), pp. 293-300.

30. RATHSCHLAG, H. — 1930. Studien über *Helminthosporium avenae*. — Phytopathologische Zeitschrift, II, **5**, pp. 469-492, 6 fig.

31. RIDGWAY, ROBERT, M.S. — 1912. Color standards and color nomenclature. — Washington, D.C.

32. RIEUF, P. — 1969. Methode rapide de mensuration au microscope. — Al Awamia, **32**, pp. 151-154, Rabat.

33. ROGER, L. — 1951-1954. Phytopathologie des pays chauds. — Encycl. Mycologique, 3 vol., Lechevalier, Paris.

34. SANTIAGO, J.C. — 1969. Annu. Rep. 1969-1970, Tunisia, Marocco, Intern. Maize and Wheat Improv. Center, pp. 94-106.

35. SHOEMAKER, R.A. — 1959. Nomenclature of Drechslera and Bipolaris, grass parasites segregated from *Helminthosporium*. — Cann. J. of Bot., vol. 37, N° 5, pp. 879-887.

36. TINLINE, R.D. & JG. DICKSON — 1958. Cochliobolus sativus I. Perithecial development and the inheritance of spore color and mating type. — Mycologia, 50, **5**, pp. 697-706, 5 fig.

37. VIENNOT-BOURGIN, G. — 1949. Les champignons parasites des plantes cultivées. — Ed. Mason et Cie., Paris.

38. WEBSTER, J. — 1951. Graminicolous Pyrenomycetes II. The occurrence of the perfect stage of *Helminthosporium teres* in Britain. — The Britsh Mycol. Society Transaction, vol. 34, pp. 309-317.

39. WEHMEYER, L.E. — 1961. A World Monograph of the *Genus Pleospora* and Its Segregates. — The University of Michigan Press., Ann Arbor.

40. WILSON, V.E. & H.C. MURPHY — 1964. Morphology and Physiology of *Helminthosporium victoriae* and Related Species. — Phytopathology, vol. 54, pp. 147-150.