



32-630-258-4

32-630-258-4

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

INSTITUT NATIONAL D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'AGRONOMIE DE BLIDA

Thèse



*En Vue De L'obtention Du Magister
Spécialité Phytopathologie*

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES POURRITURES
RACINAIRES DES CEREALES D'ORIGINE
FONGIQUE DANS LES REGIONS DE
TIARET ET DE AIN DEFLA**

par :
Lounes TERFI

Jury :

Président : Mr DOUMANDJI S.E. Professeur, E.N.S.A. El-Harrach. ALGER
Rapporteur : Mr GUEZLANE A. Chargé de cours, E.N.S.A. El-Harrach. ALGER
Examineur : Mr HACENE H. Maître de conférences, Université ALGER
Mr SABAOU N. Maître de conférences, E.N.S. Kouba. ALGER
Mr KEDAD A. Chargé de cours, E.N.S.A. El-Harrach. ALGER

LE 17 FEVRIER 1998

REMERCIEMENTS



Au terme de ce travail, nous tenons à remercier vivement Monsieur DOUMANDJI S.E., Professeur à l'I.N.A. d'El-Harrach, pour avoir accepté de présider ce jury.

Notre reconnaissance pour Monsieur GUEZLANE A., Chargé de Cours et Responsable du Département de Botanique à l'I.N.A. qui, malgré ses charges, a bien voulu diriger ce travail.

C'est avec grand honneur que nous comptons parmi les membres du jury Monsieur KEDAD A., Chargé de Cours à l'I.N.A.

Nos vifs remerciements vont à Monsieur HACENE H., Maître de Conférences et Directeur de l'Unité de Recherche sur les Zones Arides (U.R.Z.A.) d'Alger pour nous avoir fait honneur d'accepter d'être membre de ce jury.

Nos remerciements vont également à Monsieur SABAOU N., Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure de Kouba pour avoir accepté de nous faire honneur en participant à ce jury. Ses conseils pour la rédaction de ce mémoire nous ont été particulièrement utiles.

Nos remerciements vont également aux enseignants de l'I.N.E.S. d'Agronomie de Blida. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance, en particulier Mr Aissat, Mr Meziani, Mr Ali Ou Salah, Mr Bensaada, Mr Berbiha, Mr Bensafa, Mr Bouzar, Mr Houmani, Mr Khemici, Mr Ouksili, Mr Snoussi et au personnel du Département de Botanique de l'I.N.A., en particulier Hamid et Fatima.-

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	01
Chapitre 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	
I - SYMPTOMES	02
II - ETIOLOGIE	03
2.1 - <i>Helminthosporium</i>	04
2.2 - <i>Fusarium culmorum</i>	05
2.3 - <i>Fusarium graminearum</i>	07
III - SOURCES D'INOCULUM	08
3.1 - Sol	08
3.2 - Semences	10
IV - DEVELOPPEMENT DE LA MALADIE	11
4.1 - Température et humidité du sol	11
4.2 - Rotation	12
V - INVASION DE L'AGENT PATHOGENE.....	13
VI - PATHOGENICITE	14
VII - LUTTE	15
7.1 - Variétés résistantes	15
7.2 - Traitement des semences	17
Chapitre 2 : EVALUATION DE L'IMPORTANCE DES POURRITURES RACINAIRES	
I - INTRODUCTION	18
II - MATERIEL ET METHODES	18
2.1 - Echantillonnage	18
2.2 - Traitement des plantes	18
2.3 - Tests statistiques	20
III - RESULTATS ET DISCUSSION.....	20
3.1 - Incidence moyenne	20
3.2 - Comparaison des incidences et indices de sévérité de 1991 et 1992	20
3.3 - Comparaison des incidences et indice de sévérité entre les espèces	21
IV - CONCLUSION	24

Chapitre 3 : AGENTS FONGIQUES EN CAUSE

I - INTRODUCTION	25
II - MATERIEL ET METHODES	25
2.1 - Isolement	25
2.2 - Identification	25
III - RESULTATS ET DISCUSSION.....	26
IV - CONCLUSION	30

Chapitre 4 : ANALYSE DE LA MYCOFLORE DES SEMENCES

I - INTRODUCTION	31
II - MATERIEL ET METHODES	31
III - RESULTATS ET DISCUSSION	32
IV - CONCLUSION	33

Chapitre 5 : ETUDE DE LA CROISSANCE ET DE LA PATHOGENIE DE *HELMINTHOSPORIUM SATIVUM*

I - INTRODUCTION	34
II - ETUDE DE LA CROISSANCE	34
2.1 - Protocole	34
2.2 - Résultats et discussion.....	34
III - ETUDE DE LA PATHOGENIE ET RESISTANCE DES VARIETES DE BLE ET D'ORGE.....	35
3.1 - Protocole	35
3.1.1 - Préparation de l'inoculum	35
3.1.2 - Choix des variétés	36
3.1.3 - Technique utilisée	36
3.2 - Résultats et discussion.....	37
IV - CONCLUSION	38
CONCLUSION GENERALE	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43
ANNEXES	53

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, bien que les surfaces céréalières sont importantes (1 697 000 ha) les rendements moyens demeurent toujours très faibles 6 quintaux/Hectare (ANONYME, 1988).

Cette faiblesse dans le rendement est la conséquence des conditions climatiques défavorables (pluviométrie insuffisante et irrégulière, températures élevées lors des stades critiques ...) mais aussi aux maladies. Parmi les maladies des céréales dans les régions à climat semi - aride, les pourritures racinaires sont les plus importantes (WIESE, 1977). Les plus importantes à travers le monde ce sont les Fusarioses, les Helminthosporioses et les Septorioses.

Les champignons responsables de ces maladies peuvent entraîner la mort de la plante, si l'attaque a lieu à un stade jeune, ou l'échaudage, si l'attaque est tardive (WIESE, 1977 ; SPRAGUE, 1950). Cela se traduit par des diminutions de rendements pouvant atteindre 17% au Maroc (EL YOUSFI, 1984), 50% aux U.S.A (COOK, 1968 ; HILL, 1984) et 5,7% au Canada (LEDIMHAM, 1973 ; WIESE, 1987).

En Algérie, vu que les zones céréalières sont situées dans l'étage semi-aride du climatogramme d'Emberger il nous a paru intéressant de confirmer la présence de ces maladies et de les étudier dans l'éventualité de contribuer à une diminution de leur incidence sur les rendements.

La zone d'étude, située au centre du pays et qui comprend les wilayas de Tiaret, Tissemsilt et Aïn Defla, représente 90% de la surface céréalière du centre et 28% de la surface en Algérie (ANONYME, 1988). Pour cela nous nous sommes fixés un travail visant les points suivants :

- Evaluer l'importance de ces maladies
- Isoler les agents fongiques en cause
- Etudier la pathogénie des principaux agents sur certaines variétés de céréales.

Chapitre 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I - SYMPTOMES

Les pourritures racinaires constituent une maladie majeure bien connue du blé (WIESE, 1977). FINSTER et al. in HILL (1984) les décrivent comme une maladie insidieuse, persistante et non apparente, qui réduit chaque année le rendement. Ces pourritures sont caractérisées par un certain nombre de symptômes (BENNET, 1928 ; SPRAGUE, 1950 ; BUTLER, 1961 . RAPILLY, 1971 ; WIESE, 1977, 1987 ; COOK, 1980 ; WINDELS, 1989) :

- Fonte de semis ou "Seedling blight" qui se traduit par la mort de la plantule en phase juvénile. Les premiers symptômes apparaissent sur le coléoptile et sur la coléorhize et se traduisent par un brunissement et une décomposition des tissus.

- La maladie du pied ou "Foot rot" qui se traduit par un brunissement du collet, de la base du chaume et des racines, pouvant aller jusqu'à la désorganisation des gaines et quelquefois du chaume ainsi qu'une réduction du système racinaire pour les plants qui ont échappé à la fonte de semis et disparition de certaines talles; on observe une coloration rosâtre à la base de la tige dans le cas de *Fusarium* spp.

- Dèssèchement de l'épi ou "blighting of heads" et formation des épis blancs ou stériles qui correspondent à une attaque du collet et de la base de la plante.

II - ETIOLOGIE

L'étiologie des pourritures racinaires communes est complexe et subit des variations régionales. *Helminthosporium sativum* est l'agent majeur et premier déclenchant dans les prairies du Canada (JOHNSTON et GREANEY, 1942 ; HILL et al., 1983 ; BROSCIOUS, 1986 ; SPECHT, 1988 ; WINDELS et HOLLEN, 1986).

Ce champignon, ainsi que *Fusarium culmorum* et *F.graminearum*, représentent les agents majeurs des pourritures racinaires en Californie, au Nébraska, en Australie et en Afrique de l'Est (SIMMOND, 1953) et même partout dans le monde (WIESE 1987) Alors que dans le Nord Ouest du pacifique, ce sont *Fusarium graminearum* et *F.culmorum* (HENDERSON, 1958 ; COOK, 1968 a).

A New York, en Californie et dans le Nord Ouest des USA, les espèces les plus isolées des pourritures racinaires sont *F. avenaceum*, *F. acuminatum*, *F. graminearum*, *F. tricinctum* et *Microdochium bolleyi* (COOK, 1980 ; SCARDACI et WEBSTER, 1982 ; KANE et SMILEY, 1987).

D'autres agents pathogènes, *Fusarium crookwellense* et *F.poa*, peuvent être associés aux pourritures (WIESE, 1987).

En Pologne les principaux Fusaria responsables de cette maladie sont *F. culmorum*, *F. graminearum* et *F. avenaceum* (MANKA et al., 1985). Par contre, en Europe de l'Ouest l'agent le plus fréquent est *F. culmorum* (CASSINI, 1967 ; ZYLLINSKY, 1983).

Au Maroc, bien que *F. equiseti*, *F. graminearum* et *F. avenaceum* aient été isolés, les agents majeurs sont *H. sativum* et *F. culmorum* (LYAMANI, 1975 ; EL YOUSFI, 1984 ; WAHBY, 1989).

Vu que les agents les plus cités dans le monde sont *Helminthosporium sativum*, *Fusarium culmorum* et *Fusarium graminearum* (KANE et SMILEY, 1987) et au Maroc, *H. sativum* et *Fusarium culmorum* (WAHBY, 1989) nous nous limiterons à la présentation de ces trois agents .

2.1 - Helminthosporium sativum Pammel, C.M.King & Bakke syn. *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, dont la forme parfaite est *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayashi) Drechs. ex Dastur (SPECHT et RUSH, 1988 ; WINDELS et HOLLEN, 1989 ; CONNER, 1990), est un champignon appartenant à l'ordre des Moniliales et à la famille des Dematiaceae. Il présente un mycélium brun olive virant aux noir à maturité et abondant sur milieu gélosé (WAHBY, 1989).

Les conidiophores sont isolés ou groupés. Ils sont dressés, simples et mesurent 100 à 150 µm x 6 à 8 µm. Ils comportent plusieurs cloisons très distinctes. Les conidies naissent des pores latéraux juste au dessous des cloisons du conidiophore. Elles sont brun olive, oblongues, effilées, légèrement courbes et lisses et présentent 3 à 10 cloisons bien distinctes . Leur dimension est de 60 à 120 µm de longueur et de 12 à 20 µm de largeur (JONES et CLIFFORD, 1983 ; ZILLINSKY, 1983).

La forme parfaite se rencontre rarement dans la nature ; le champignon se conserve dans le sol sous forme de conidies ou de fragments mycéliens dans les débris végétaux.

Le développement du champignon a lieu entre 8 et 28°C mais la température optimale est de 25°C (JONES et CLIFFORD, 1983).

La contamination peut se produire à tous les stades de développement de la culture (ZILLINSKY, 1983) et entraîne la diminution du rendement du blé et de l'orge dans les régions subtropicales plus que tout autre agent pathogène, en provoquant ainsi l'apparition de grains ridés et petits (ZILLINSKY, 1983).

2.2 - *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. est un champignon imparfait appartenant à l'ordre des Moniliales et à la famille des Tuberculariaceae (MESSIAEN et CASSINI, 1968). Les formes parfaites connues se rattachent aux Hypocreaceae, Sphaeriales, Ascomycètes (DJERBI, 1971).

En culture il se manifeste sous la forme d'un mycélium floconneux rose à brun pourpre, à développement rapide, donnant une coloration souvent rouge carmin, très caractéristique du stroma. Il produit des conidiophores courts à phyalides compactes généralement groupées en pionnotes (DJERBI, 1971).

Les macroconidies sont courtes, larges, fusoïdes à faibles courbures, présentant 3 à 5 cloisons ayant 30 à 60 μm x 4 à 6 μm de large (NELSON et al., 1981 ; ZILLINSKY, 1983).

Les chlamydospores, qui sont abondantes, sont simples, en chaînes ou groupées en amas appelées chlamydospores mycéliennes. Elles représentent les formes de persistances dans le sol. On observe également des chlamydospores intraconidiennes, obtenues après transformation des cellules centrales de la macroconidie (MESSIAEN et al., 1965 ; COOK, 1968), et qui sont beaucoup plus résistantes que celles de *Fusarium graminearum* car survivant plus longtemps (COOK, 1968 ; SITTON et COOK, 1981).

Le champignon se conserve sous forme de chlamydospores et également sous forme "d'articles mycéliens enkystés" (DJERBI, 1971). Dans les sols de l'Etat de Washington les chlamydospores intraconidiennes sont le type prédominant chez *Fusarium culmorum* : environ neuf fois plus que les chlamydospores mycéliennes selon INGLIS et COOK (1986).

Les chlamydospores de *Fusarium culmorum*, comme celles des autres espèces, subissent une formation, une dormance et une germination comme la plupart des événements de leur cycle de vie. Si un événement fait défaut le champignon ne peut s'établir donc persister dans le sol d'où le qualificatif de « résistant » donné à ces sols. Dans une texture fine et riche en matière organique, les chlamydospores de *Fusarium culmorum* ont un faible pouvoir germinatif et se lysent plus rapidement que dans un sol à texture grossière et contenant moins de matière organique (COOK et PAPENDICK, 1970).

Le champignon se développe entre 4 et 36°C mais la température optimale de croissance est de 23°C ; La sporulation y est également meilleure (DJERBI, 1971 ; JONES et CLIFFORD, 1983).

Du point de vue écologique *Fusarium culmorum* semble lié aux climats tempérés à hivers frais, contrairement à *Fusarium graminearum*, fréquent dans les régions méridionales, de la France (DJERBI, 1971) et résiste mieux aux sécheresses et aux gels extrêmes que ce dernier champignon (ZILLINSKY, 1983).

C'est une espèce très polyphage qui a été signalée sur 22 familles de plantes supérieures mais qui est particulièrement inféodée aux céréales, notamment le blé (DJERBI, 1971). L'attaque peut se produire, comme *Helminthosporium sativum*, à tous les stades végétatifs de la plante (WAHBY, 1989).

Les chlamydospores constituent un mécanisme de conservation efficace (ZILLINSKY, 1983) bien que le champignon puisse aussi se conserver sous forme d'hyphes dans les résidus et dans les couches de labour (BURGESS et LIDDELL, 1988).

2.3 - *Fusarium graminearum* Schwabe est un champignon imparfait appartenant à l'ordre des Moniliales et à la famille des Tuberculariaceae dont la forme parfaite est *Gibberella zea*. Les périthèces sont bleu foncés à violet sur milieu pauvre comme le C.L.A*. Les asques sont octosporés et les ascospores, pluricellulaires. Les périthèces produits ne se conservent pas plus d'un an (DJERBI, 1971).

En culture ce champignon développe un mycélium aérien abondant, brun à blanc devenant rouge vineux au contact avec le milieu (TOUSSOUN et NELSON, 1976 ; BOOTH, 1977) mais il présente une grande variabilité; en effet la sporulation peut devenir aléatoire chez les cultures âgées (DJERBI, 1971). Les macroconidies sont hyalines, falciformes, à extrémités courbes ; elles ont 5 à 6 cloisons le plus souvent et des dimensions allant de 25 à 50 X 2,5 à 5µm (BOOTH , 1977 ; ZILLINSKY, 1983). Le champignon ne produit pas de chlamydospores (MESSIAEN et al, 1965) alors que selon BOOTH (1977), leur production est rare et est intercalaire ; elles mesurent 10 à 12 µm de diamètre. D'après TOUSSOUN et NELSON (1976), les chlamydospores, lorsqu'elles sont présentes, sont souvent endoconidiennes.

La croissance a lieu entre 6 et 36°C avec un optimum entre 21 et 30°C et la sporulation est meilleure à 23°C en lumière artificielle ou du jour, continue ou alternée avec l'obscurité. Par contre la formation de périthèces se produit selon DJERBI (1971), sous l'effet d'alternances de lumière et d'obscurité, combinées avec des alternances de températures basses (4 à 15°C) et de température plus élevées (23°C).

C.L.A. : Carnation Leaf Agar.

La conservation se fait sous forme d'articles mycéliens enkystés, de chlamydospores endoconidiennes ou de périthèces (MESSIAEN et al., 1965).

Du point de vue écologique, *Fusarium graminearum* semble caractériser les climats océaniques à hivers doux et à étés chauds et humides (DJERBI, 1971 ; ZILLINSKY, 1983) alors que pour d'autres auteurs (KANE et SMILEY, 1987), ce champignon prédomine dans les climats chauds.

Fusarium graminearum est très polyphage. Il a été signalé sur 36 genres appartenant à 15 familles de plantes, avec une prédominance pour les graminées (DJERBI, 1971).

III - SOURCES D'INOCULUM

3.1 - Le sol

C'est la voie principale de propagation des champignons en cause. *Helminthosporium sativum* persiste dans le sol et sur les débris végétaux sous forme de conidies ou de fragments mycéliens, *F. culmorum* persiste sous forme d'hyphes et de chlamydospores (WIESE, 1987 ; BURGESS et LIDDELL, 1988) alors que *F. graminearum* persiste sous forme de macroconidies en l'absence de chlamydospores (TOUSSOUN et NELSON, 1976).

La population de *H. sativum* varie selon les régions. Sur 56 champs pris comme échantillon au Texas, SPECHT et RUSH (1988) ont trouvé que le nombre de propagules par gramme de sol varie entre 25 et 300.. Une corrélation positive a été également trouvée entre les lésions causées par les pourritures et le nombre de propagules par gramme de terre. Le même résultat a été trouvé par KIDAMBI et al. (1985) qui, en travaillant pendant 4 ans sur la relation entre le taux d'inoculum de *H. sativum* dans le sol et

l'incidence de la maladie, ont rapporté que celle-ci augmente avec le nombre de conidies par gramme de sol qui varie de 125 à 258 conidies en fin de saison.

Fusarium culmorum existe dans le sol sous forme de chlamydospore et qu'une population de 100 propagules par gramme peut causer une diminution du rendement. Sur 74 champs étudiés, COOK (1968) a trouvé que 2 d'entre eux contenaient plus de 2 000 propagules par gramme, tandis que 7 autres, entre 100 à 1 000 propagules.

SITTON et COOK (1981) ont constaté que le nombre de propagules est 10 fois plus important dans les zones semi arides (200 à 400 mm de pluviométrie par an) ; ce nombre peut atteindre 10 000 propagules par gramme. Il a été montré également que les chlamydospores intraconidiennes de *Fusarium culmorum* survivent mieux que ceux de *F. graminearum*. 90% des chlamydospores de *Fusarium culmorum* des régions semi arides sont de type intraconidien alors qu'ils sont de 86% dans les régions subhumides.

La survie des chlamydospores intraconidiennes est importante la première année puis diminue jusqu'à devenir négligeable (INGLIS et COOK, 1986).

Les sols dans lesquels les chlamydospores sont incapables de se former, de germer et/ou de survivre sont désignés de résistants, immunes intolérant, antagonistes, suppressifs, (BAKER et COOK, 1974).

La faculté germinative dépend de la structure et de la matière organique du sol (COOK et PAPENDICK, 1970). Elle faiblit plus rapidement dans un sol à structure fine à teneur élevée en matière organique où on observe également une lyse de cellules, que dans un sol à structure grossière avec peu de matière organique. Les conditions de stress hydrique, trois semaines avant l'inoculation de *Fusarium culmorum* augmente la maladie (HILL, 1984). Il a été également rapporté que l'augmentation de la maladie, et donc des pertes, est liée à un environnement stressant tel que le froid ou les hivers secs (COOK, 1981).

3.2 - La semence

Bien que la semence ne soit pas le véhicule principal des agents de la pourriture, elle n'en reste pas moins l'une des causes de l'augmentation de la sévérité de la maladie.

En France PONCHET (1960) signale que *Helminthosporium sativum* est rare au niveau des semences et que *Fusarium roseum* y est peu présent. En Suède, KOLK (1970) a observé que les graines d'orges sont fortement attaquées par *Drechslera sativa* (22%) en analyse de semences que par *Fusarium roseum*. Au Maroc LYAMANI (1975) travaillant sur 134 échantillons de semences a rapporté la présence de 10 espèces fusariennes : *F. avenaceum* 20,1% du nombre analysé ; *F. culmorum* 5,2% et *F. graminearum* 5,2% des graines alors que NATH et al. (1970) montrent que plus d'une centaine de semence de céréales provenant de plusieurs régions du monde sont infectées par *Fusarium* spp. dont *F. culmorum*, *F. avenaceum* et *F. graminearum*.

D'après DJERBI (1971) *Fusarium* spp. peut être porté à la surface du caryopse sous forme de spores ou d'articles mycéliens enkystés ou, et c'est le plus fréquent, à l'intérieur, c'est à dire dans l'épicarpe, dans l'endocarpe ou plus profondément dans l'embryon alors que COLHOUN (1972) rapporte que *F. culmorum* ne pénètre jamais dans l'embryon, du caryopse mais à la surface de la graine ou tégument. Toujours d'après DJERBI le niveau d'avancement du parasite est lié au stade d'attaque : plus l'attaque est tardive et plus les deux barrières s'épaississent à la maturation et empêchent le mycelium de pénétrer; par exemple une contamination vingt jours après la floraison montre que *Fusarium* se localise dans le péricarpe.

Les infections tardives à la maturation se localisent au niveau de l'embryon où la couche externe du tégument séminal est mince et où la zone du micropyle présente une ouverture.

IV - DEVELOPPEMENT DE LA MALADIE

Les conditions climatiques qui règnent lors de l'attaque de *Fusarium* et particulièrement à certains stades végétatifs, surtout à l'épiaison et à la floraison, conditionnent les pertes. Cela se traduit par un abaissement du nombre de grains par épis et du poids de 1 000 grains par échaudage. Des pertes globales de l'ordre de 50% ont été plusieurs fois constatées (RAPILLY *et al.*, 1971).

On observe aussi une influence sur la qualité technologique des farines ou des semoules par la simple présence de champignon sur les téguments ou par les substances toxiques produites. En effet, *F. graminearum* produit une substance émétique qui provoque des troubles du système neurovégétatif, des nausées violentes et une irritation des muscles de l'estomac et de l'intestin. Ce même principe a été également retrouvé chez *F. culmorum*. C'est pour cela que certaines législations refusent à la meunerie des grains fusariés visible à 4% (DJERBI, 1971).

4.1 - Température et humidité du sol

Ces deux facteurs déterminent la sévérité de la maladie.

Dans le cas des pourritures à *F. culmorum* elles se rencontrent communément dans les régions semi-arides (200 à 400 mm de pluviométrie) mais rarement dans les zones pluvieuses (COOK, 1968). Cette distribution géographique est liée au nombre de chlamydospores de ce champignon qui est beaucoup plus élevé dans les zones semi-arides que sub-humides (COOK, 1980).

Plusieurs plants au champ peuvent être infectés mais dont les symptômes restent souvent peu apparents et mal définis, particulièrement si l'humidité du

sol n'est pas limitée malgré des nécroses visibles au sous collet (TINLINE et al., 1975).

La sévérité la plus grave, phase aigüe de la maladie, peut être atteinte sous un très bas potentiel hydrique de la plante (COOK, 1981).

Les pourritures à *F. graminearum* sont également observées surtout dans les régions sèches de l'Est de l'Australie (NELSON et al., 1981). La croissance de ce champignon se rencontre à un potentiel osmotique de -1 à -130 bars, avec un optimum de -10 à -20 bars (WEARING et BURGESS, 1979). L'infection est également influencée par les conditions humides de l'hôte (COOK, 1981).

BURGESS et LIDDEL (1988) rapportèrent de leur côté que l'infection par *F. graminearum* se rencontre entre -1 et -15 bars d'humidité et un maximum entre -3 et -7 bars et que l'infection dans un sol stérile est de 100% à un potentiel de -50 bars.

4.2 - Rotation des cultures

Le système de monoculture et les successions de plantes sensibles dans un champ augmente le taux d'inoculum de *Fusarium* spp dans le sol et par conséquent la sévérité de la maladie (CASSINI, 1970). C'est ainsi que le taux d'inoculum de *F. culmorum* dans un sol peut être de 300 propagules par gramme de terre après une culture de blé alors qu'il peut être de 2 000 à 3 000 propagules par gramme de sol après une culture d'avoine (COOK, 1968).

KIDAMBI et al. (1985) ont montré que la densité de l'inoculum de *H. sativum* dans un sol augmente avec le nombre d'années consacrées aux céréales et augmente beaucoup plus après une culture d'orge qu'après une culture de blé ou d'avoine (CHINN, 1976).

V - INVASION DE L'AGENT PATHOGENE

D'après DJERBI (1971), une fois les propagules en conditions favorables, l'agent pathogène entre en activité pendant la germination du grain et son développement accompagne celui de la jeune plantule. L'infection de celle-ci commence au niveau de la coléorhize ainsi que sur le scutellum et à la base du coléoptile, car le mycélium de ce parasite manifeste un tropisme à l'égard des jeunes tissus où il y a édification d'un stroma mycélien pseudoparenchymateux. Ce stroma situé à la surface de la coléorhize infecte les racines séminales dès qu'elles font saillie. L'infection simultanée de ces organes est bientôt suivie de la mort de la plantule qui constitue une source de contamination.

Aux stades suivants, le parasite, localisé d'abord au niveau des racines, se développe le long des chaumes et provoque une sensibilité accrue à la verse par suite de désorganisation des tissus; l'altération du système vasculaire réduit le mouvement de l'eau dans la plante, ce qui provoque le phénomène d'échaudage. A ce stade, le parasite sporule abondamment sur le chaume et les racines : c'est le deuxième foyer infectieux. Une contamination de l'épi d'origine exogène peut se produire .

Le stade le plus sensible est le stade 3-4 feuilles où les réserves du caryopse s'épuisent et où les racines secondaires qui sortent sont envahies par le parasite de la même manière que les racines séminales. Pour certaines variétés les racines secondaires détruites sont remplacées par les racines de remplacement émises à partir du péricycle (utilisé comme critère de résistance).

VI - PATHOGENICITE

KIDAMBI et al. (1985) ont rapporté que la pourriture à *Fusaria* a été décelée 20 jours après le semis pour atteindre son intensité à maturation de l'orge.

En faisant des inoculations de *F. graminearum* sous serre sur une variété de blé, KANE et SMILEY (1987) ont observé une mortalité significative en pré et post-émergence des plantules et que celles qui ont survécu présentaient des pourritures sévères du sous collet, collet et gaines et des décolorations des tissus au dessus de la surface du sol. L'intérieur des gaines est affecté au bout de la 6^{ème} semaine.

Pour *F. avenaceum* les symptômes observés sont similaires mais il n'a pas été observé de mort en pré et post-émergence. Toujours selon les mêmes auteurs, l'inoculation de *F. graminearum* a réduit le nombre et le poids des grains : 81,7 graines par plant et 28,6 grammes pour 1 000 grains.

MESTERHAZY (1978) rapporte que *F. culmorum* et *F. graminearum* sont très pathogènes alors que *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. flocciferum*, *F. acuminatum* et *F. solani* ne le sont qu'à 20 à 40% des premiers.

Cette pathogénicité d'après MONKA et al. (1985) est liée à la production de toxines chez *F. graminearum* et *F. culmorum* alors que les champignons qui n'en produisent pas sont peu pathogènes, tels que *F. avenaceum* et *F. equiseti*, ou pas du tout, comme *F. solani*.

WAHBY (1989), en testant la pathogénicité de 14 isolats de *Helminthosporium sativum* sur 6 variétés de céréales, a obtenu des résultats montrant l'existence d'une corrélation positive entre la croissance des isolats et l'indice de sévérité.

En prélevant des échantillons de 56 champs de céréales au Texas, SPECHT et RUSH (1988) ont conclu que *Helminthosporium sativum* est l'agent pathogène majeur responsable des pourritures des racines et du pied des céréales. Sur 56 champs, *H. sativum* a été isolé de 49 champs (avec 450 isolats), *F. equiseti* de 51 champs (370 isolats) *F. accuminatum* de 37 champs (96 isolats) et *Microdochium bolleyi* de 28 champs (64 isolats). La plupart des isolats de *H. sativum* sont issus de collets de plantules et de tiges tandis que la majorité des isolats des autres champignons sont issus de racines des plantules.

Ces résultats confirment que *Microdochium bolleyi* fréquemment associé avec les pourritures racinaires des céréales (SPRAGUE, 1948) est considéré comme saprophyte ou parasite de faiblesse bien que certains auteurs suggèrent que ce champignon peut causer de sévères symptômes.

VII - LUTTE

7.1 - Utilisation de variétés résistantes

En travaillant sur 6 variétés de blé tendre, 13 variétés de blé dur et 2 variétés d'orge, CASSINI (1967) a rapporté que le blé dur est le plus sensible vis à vis de *Fusarium* spp., suivi du blé tendre puis de l'orge et que les variétés d'une même espèce ne présentaient pas la même sensibilité.

Il y a une corrélation positive entre la résistance des variétés de blé au *F. culmorum* et au *F. graminearum* (MARTIN et JOHNSTON, 1982).

Vis -à- vis d'*Helminthosporium sativum*, toutes les variétés cultivées de blé, de triticales et d'orge sont sensibles, bien que chez ce dernier, l'infection est moins fréquente alors que l'avoine et le seigle sont rarement affectés (ZYLLINSKY, 1983).

La production de variétés résistantes est un problème difficile à résoudre bien que des différences de sensibilité vis-à-vis des pourritures racinaires existent entre les différentes variétés. KOMMEDAHL et PATEL (1966), en testant la résistance des variétés aux pourritures dues au *Fusarium roseum*, ont trouvé que les plus résistantes ont été celles qui ont été sélectionnées auparavant pour leur résistance au Minnesota (U.S.A.). Toujours dans le même sens CONNER (1990) en testant 16 variétés de blé (6 de blé dur, 10 de blé tendre) a remarqué que 5 variétés (30%) présentaient des sévérités de pourriture assez élevées, donc sensibles, dont la différence est significative des autres variétés à la probabilité de 0,05. Pour les 11 autres variétés des différences de résistance existent mais non significative au risque de $p=0,05$ ce qui confirme les résultats des travaux de HARDING (1972), de HURD et PATTERSON (1976).

Le contrôle des pourritures à travers la résistance génétique n'a pas été généralement effective : pas de résistance verticale (sensu Van Der Planck) vis-à-vis de tous les agents ayant été identifiés (BUTLER, 1961) quoique la sensibilité entre variétés est variable. La résistance générale (Résistance sensu Van Der Planck) vis-à-vis de quelques agents a été rapportée (HILL, 1984) mais l'identification et la manipulation de cette résistance persiste et une méthode sensible de mesure correcte de la maladie pour détecter de petites différences de résistance n'a pas été développée.

Plus tard, des résultats encourageants ont été obtenus. Les sources de résistances aux pourritures ont été identifiées chez quelques types de blé (CONNER et DAVIDSON, 1988). Récemment CONNER et WHELAN (1989) montrèrent que la résistance d'une variété (Cadet) à *Helminthosporium sativum* est liée à un caractère récessif qui contrôle le ou les gènes localisés sur le chromosome 5B. Ils montrèrent également que la variété de blé résistante développe peu de symptômes et produit peu de spores par lésion.

Certains travaux ont montré que les variétés qui tolèrent les stress hydriques sont les plus résistantes (WIESE, 1987).

7.2 - Traitement des semences

Les pertes causées par la fonte de semis (seedling blight) peuvent être très importantes quand des graines infectées sont utilisées comme semence (MACHACEK et GREANEY, 1938). Le traitement est destiné à éliminer les agents pathogènes qui se conservent sur les téguments et protéger la semence et la jeune plantule des attaques provenant du sol.

Les fongicides systém

iques permettent d'atteindre *Fusarium* spp. qui se trouvent sous les téguments jusqu'au niveau de l'embryon. La technique la plus utilisée est le poudrage à sec qui présente les inconvénients du manque d'adhévisité des poudres et un enrobage hétérogène. Ces inconvénients ont suscité l'emploi de bouillie concentré (procédé "Slurry") de fongicide liquide et de poudrage humide. Dans ce dernier procédé les semences sont humectées avant de recevoir la poudre; celle-ci forme un film continu qui enrobe la semence.

KOLK (1970) a rapporté que la désinfection des semences par les composés mercuriques tel que le méthoxy-éthyl-mercure s'est révélé plus efficace contre les différents champignons que les composés non mercuriques.

Le Benlat-T (30% Benomyl + 30% Thirame) suivi du Thiabendazole sont très efficaces pour les traitements des semences contre les pourritures à *Fusarium* spp. (MARTIN et JOHNSTON, 1982).

Chapitre 2 : EVALUATION DE L'IMPORTANCE DES POURRITURES RACINAIRES

I - INTRODUCTION

Plusieurs auteurs aux USA (WIESE, 1977) et au Maroc (EL-YOUSFI, 1984) ont rapporté que le caractère semi-aride du climat d'une région est favorable à une prédominance des pourritures racinaires.

D'après les données climatiques de la zone d'étude, Aïn Defla se trouve dans l'étage semi aride et chaud du climatogramme d'Emberger et Tiaret dans l'étage semi aride et doux.

Dans ce chapitre il sera procédé à l'évaluation des pourritures racinaires par le calcul des incidences et des indices de sévérité.

II - MATERIEL ET METHODES

2.1 - Echantillonnage

Deux prospections ont été réalisées durant deux années (1991 et 1992) dont le nombre d'échantillons a porté sur une centaine de champs. Pour chaque prospection des arrêts sont faits chaque 10-20 km et le champ de céréale le plus proche est examiné. Au niveau de chaque champ cinq échantillons de 10 plantes sont prélevés de manière équidistante sur chaque diagonale afin d'avoir 50 plantes par champ. Durant ces prospections il a été prélevé 4 411 plantes.

2.2 - Traitement des plantes

Chaque échantillon de 50 plantes est mis pendant 2 heures dans une bassine remplie d'eau. Elles sont ensuite lavées sous un jet d'eau du robinet. Ce traitement est répété une deuxième fois (trempage, rinçage) afin d'éliminer toutes les particules de terre collées aux racines.

Ensuite une observation de symptômes sur racines de chaque échantillon est réalisée afin de déterminer l'indice de sévérité et l'incidence en utilisant la méthode de GREANEY et al. (1938), in WAHBY (1989).

$$\text{Incidence (en \%)} = \frac{\text{Nbre de plantes atteintes}}{\text{Nbre total}} \times 100$$

$$\text{Indice de sévérité (en \%)} = \frac{\sum Ni Si}{Nt \times 5} \times 100$$

Où : Ni : Nombre de plantes de sévérité i

Si : Sévérité de la maladie au niveau de la plante

Nt : Nombre total de plantes observées

ECHELLE DE GREANEY ET . (1938)

SEVERITE	DEGRE D'INFESTATION DE LA PLANTE
0	Pas d'infestation
1	Lésions nécrotiques petites dispersées au niveau du sous collet, de la gaine et des racines.
2	Lésions nécrotiques distinctes sur la partie basale de la plante, particulièrement au niveau du sous collet et des racines.
3	Lésions nécrotiques grandes sur le collet, sous collet et racines avec vigueur diminuée de la plante.
4	Pourriture sévère de la partie basale, chlorose de la plante, souvent nanisme ou flétrissement de la plante.
5	Plante non émergée, n'atteint pas la maturité, plante morte.

0 10 20km.

Echelle

Nord

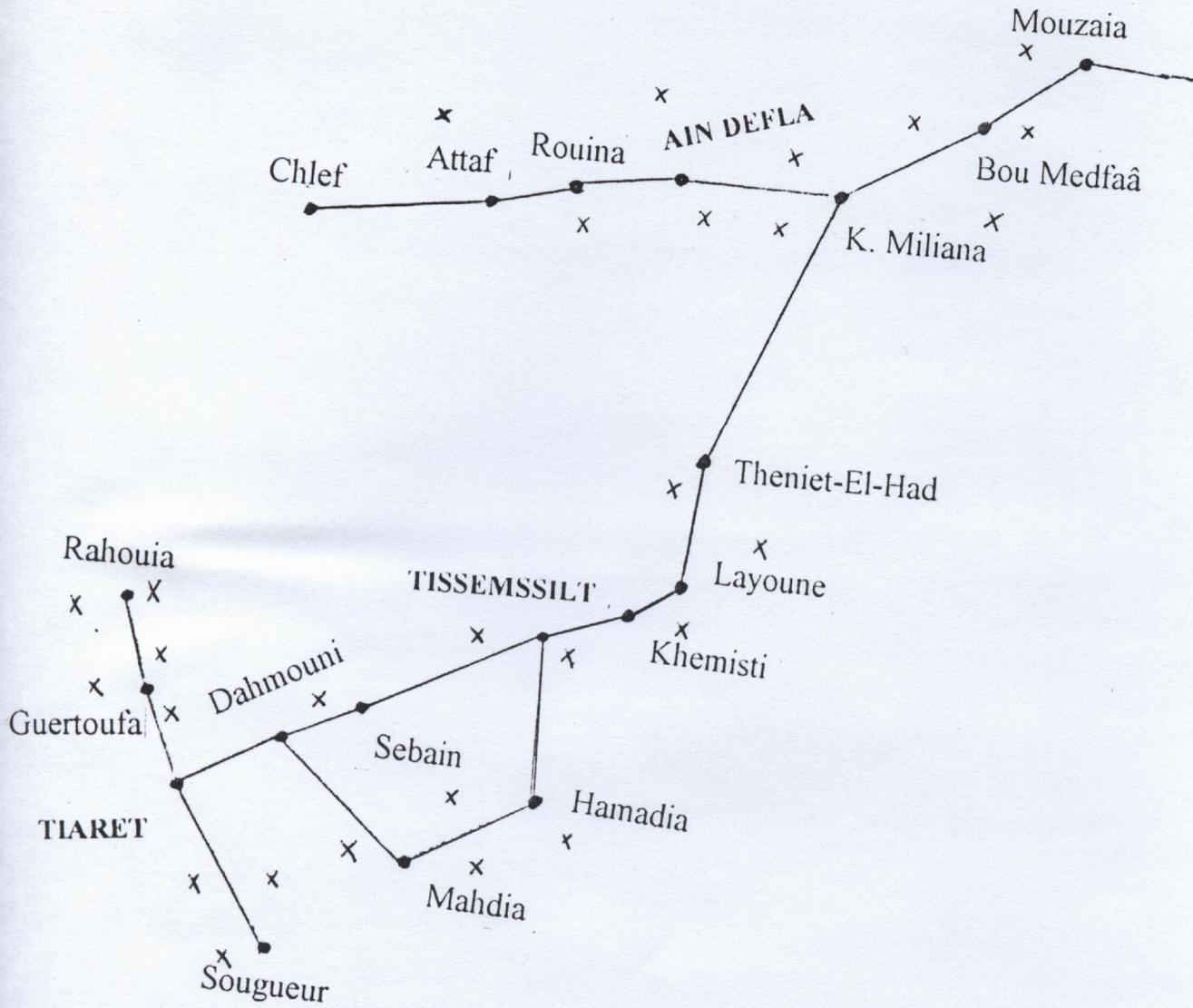


Figure n°1 : Zones des régions prospectées
(les croix désignent les endroits de prélèvement).



Figure n°2
Symptômes de pourriture racinaires
haut : jaunissement des épis observé
sur champ
bas : différence entre plante atteinte
(droite) et des plantes saines (gauche)

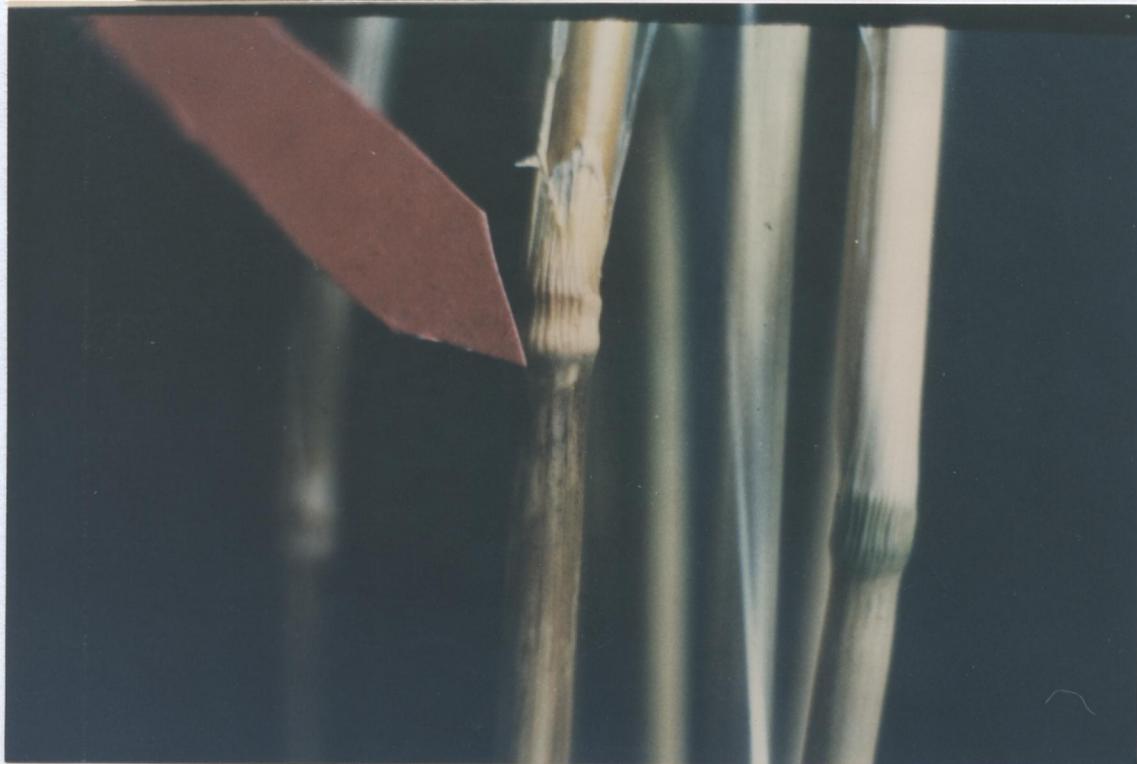


Figure n°3: symptômes de pourritures racinaires sur plante
en haut: au niveau collet
en bas : au niveau noeud et entre noeuds.

2.3- Tests statistiques

Les tests utilisés sont :

- L'intervalle de confiance à une moyenne :
- Calcul de la moyenne et variance
- Comparaison de deux moyenne t de Fisher
- Analyse de la variance.

III - RESULTATS ET DISCUSSION.

3.1 - Incidence moyenne

Les résultats des prospections réalisées durant les deux années (Annexe T₂ à T₆) montrent l'importance des pourritures racinaires dans cette région qui présente une incidence moyenne des deux années de 21,2 ce qui est élevé si l'on considère les effets néfastes sur le développement des plantes et donc l'incidence sur les rendements par une diminution du nombre de grains par épis et un échaudage entraînant jusqu'à 50 % de pertes (RAPILLY *et al.*, 1971). Cette moyenne confirme ce qui est rapporté par plusieurs auteurs que les maladies racinaires sont importantes dans les zones à climat aride (WIESE 1977 ; COOK, 1968, 1980, 1981 ; HILL, 1984).

L'intervalle de confiance à ce pourcentage $p_0 \pm \frac{\sqrt{p_0 q_0}}{n}$ est compris entre 20,1 et 22,3 pour le risque 5 % et entre 19,7 et 22,7 pour le risque 1 % .

Nous remarquons également une très grande variation des moyennes des incidences et des indices de sévérité d'une année à une autre et d'une espèce à une autre.

3.2 - Comparaison des incidences et des indices de sévérité des deux années

L'incidence moyenne, d'après les calculs, est de 19,22 pour l'année 1991 et de 24,58 pour l'année 1992.

La comparaison entre les deux moyennes observées des incidences montre que celle de 1992 dépasse celle de 1991 de manière significative pour $\alpha = 2\%$.

$$\varepsilon = \frac{|m_A - m_B|}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} = 2,37$$

Pour l'indice de sévérité la moyenne est de 6,50 pour 1991 et 9,59 pour 1992. La moyenne de 1992 dépasse celle de 1991 de manière significative pour $\alpha = 9\%$. $\varepsilon = 3,06$.

Cette différence, au niveau incidence moyenne et indice de sévérité peut s'expliquer par un stress hydrique observé en 1992 où la pluviométrie a été inférieure à celle de 1991 et où les températures les plus basses ont été également enregistrées, ce qui est favorable au développement des maladies racinaires. COOK.(1981) a montré que l'augmentation de la maladie est liée à un environnement stressant tel que le froid et les hivers secs.

3.3 - Comparaison des incidences et des indices de sévérité entre les espèces

3.3.1 - Comparaison en 1991

La moyenne des incidences est de 12,7 pour le blé tendre, 18,77 pour l'orge et 25 pour le blé dur (Figure N°4). Pour l'indice de sévérité il est de 4,73 pour le blé tendre, 6,55 pour l'orge et 8,61 pour le blé dur (Figure N°4). Le F de Fisher théorique de l'incidence est égal à 3,2 pour $\alpha = 5\%$, le F calculé est de 3,4. Nous pouvons conclure que les moyennes diffèrent significativement pour $\alpha = 5\%$.

Nous pouvons également examiner leur comparaison chacune à chacune en utilisant le test

$$t = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}}$$

Ce qui donne une différence significative pour le blé tendre et le blé dur alors qu'elle ne l'est pas pour le blé dur et l'orge.

Pour l'indice de sévérité la différence n'est pas significative au risque $\alpha = 5\%$ entre le blé tendre : 4,73, Orge : 6,55 et le blé dur : 8,61.

Nous pouvons dire que le blé dur est, au vu de ces deux critères, le plus sensible suivi de l'orge puis du blé tendre.

3.2.2 - Comparaison en 1992

Durant cette année les espèces les plus sensibles, et ayant présenté les mêmes incidences, sont le blé dur (27,5) et l'orge (27,5) suivies du blé tendre (18,33) (Figure N°4). Il en est de même pour les indices de sévérité observés où le plus faible a été celui du blé tendre avec 6,8 (Figure N°4).

Les calculs statistiques ont montré que les différences ne sont pas significatives, au risque $\alpha = 5\%$, entre les espèces que ce soit pour l'incidence ou l'indice de sévérité.

Durant cette année le blé dur est le plus sensible suivi de l'orge et du blé tendre.

Sur les deux années il a été observé une sensibilité du blé dur avec des incidences élevées.

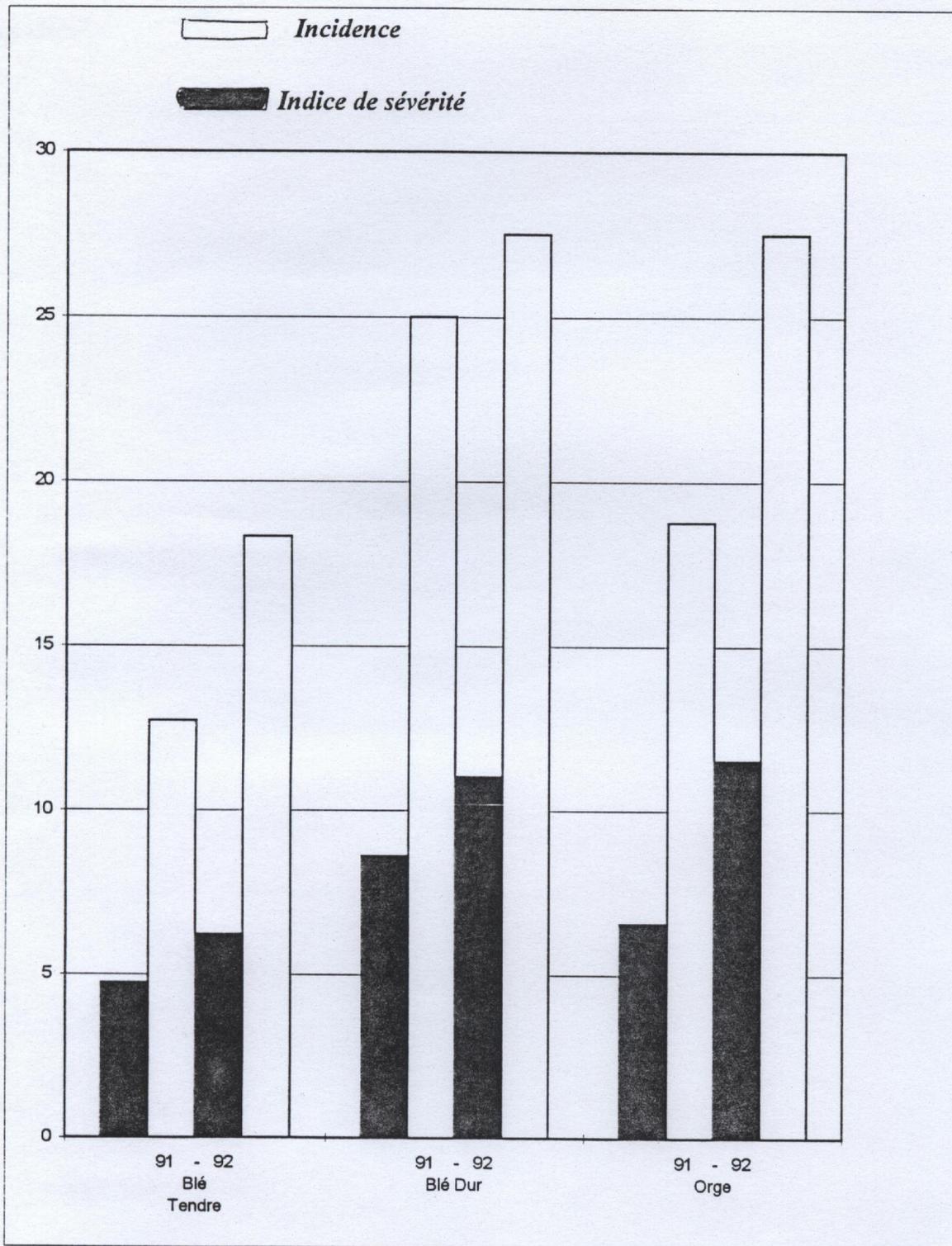


Figure N° 4 : Incidence et indice de sévérité des pourritures racinaires par espèce en 1991 et 1992 .

IV - CONCLUSION

D'après l'analyse trois conclusions peuvent être tirées :

- L'incidence moyenne des deux années liée aux pourritures racinaires est de 21,2; ce qui est élevé quant on sait que la diminution du rendement est liée à l'incidence.

- L'incidence et l'indice de sévérité de 1992 (24,58 et 9,59) dépassent celles de 1991 (19,22 et 6,50) de manière significative pour $\alpha = 5\%$. Cela est dû à la pluviométrie plus faible enregistrée en 1992.

- L'analyse statistique montre également que l'espèce la plus sensible aux pourritures racinaires, que ce soit au niveau incidence ou indice de sévérité, est le blé dur suivi de l'orge puis du blé tendre.

Chapitre 3 : AGENTS FONGIQUES EN CAUSE

I - INTRODUCTION

L'étiologie des pourritures racinaires est complexe et subit des variations régionales (COOK, 1968; HILL *et al.*, 1983 ; KANE et SMILEY, 1987).

Dans ce chapitre seront déterminés les agents pathogènes responsables, ainsi que leurs taux de présence.

II - MATERIEL ET METHODES

2.1 - Isolement des champignons

Après le comptage des plantes présentant les symptômes, un fragment des racines, du sous collet ou du collet de 1 cm est prélevé de chaque plante. L'ensemble des fragments d'un même échantillon sont désinfectés à l'eau de javel titrant 2° pendant 5 minutes pour les racines et sous collet et 10 minutes pour les collets et entre noeuds. Ensuite les fragments sont rincés à l'eau distillée stérile plusieurs fois, séchés entre deux papiers Joseph puis mis dans des boîtes de Pétri de 9 cm contenant du PDA contenant du sulfate de Streptomycine (50 µg/ml) et ce pour éviter le développement des bactéries. Huit fragments sont déposés par boîte lesquelles sont incubées à 25°C pendant 5 à 7 jours (HILL, 1984). Les expériences sont réalisées dans des conditions stériles.

2.2 - Identification

Les espèces de *Fusarium* sont repiquées sur PDA et incubées pendant une semaine à 22°C puis stockées à 4°C en vue d'un repiquage et d'une incubation pendant 10 à 15 jours sur le C.L.A (TOUSSOUN et NELSON, 1976) puis identifiées par l'utilisation de deux clés, celle de TOUSSOUN et NELSON (1976) et celle de BOOTH (1977).

Le CLA est préparé en plaçant des fragments de 1 cm de feuilles d'oeillet stérilisé à 120°C pendant 15 minutes dans les boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée stérile gélosée à 0,2 %. Ensuite on repique le champignon sur les feuilles d'oeillet (HILL et al., 1983).

Helminthosporium sativum est identifié après incubation; il est ensuite repiqué et incubé pendant 7 jours puis stocké à 5°C (HILL et al., 1983).

III - RESULTATS ET DISCUSSION

Les agents pathogènes fréquemment associés aux pourritures racinaires sont par ordre d'importance *H. sativum* (39%), *F. culmorum* (25,9%) et *F. graminearum* (21,4%) (Tableau N°1).

Quant à la sévérité causée par ces champignons, *H. sativum* domine par sa fréquence de la sévérité 1 à la sévérité 5 (Tableau N°2). Il est plus présent, avec des maxima de 50 et 31,2%, dans les sévérités 4 et 5 alors qu'il n'est que de 32,3%, presque avec la même présence que les autres champignons, dans la sévérité 1. La gravité des symptômes et donc de la maladie et de son incidence est plus liée à *H. sativum*.

Cette dominance de *H. sativum* a été déjà rapporté par plusieurs auteurs dans d'autres régions comme aux USA (COOK, 1980 ; BROSCIOUS et FRANK, 1986 ; HILL et al., 1983), en Australie (PURSS, 1971), en Afrique de l'Est (SAARI, 1974) au Brésil (REIS, 1983) et au Maroc (WAHBY, 1989). Par contre dans d'autres régions comme dans le Nord Ouest du Pacifique (HENDERSON, 1958 ; COOK, 1968) et en Pologne (MANKA et al., 1985) c'est *F. culmorum* et *F. graminearum* qui dominent alors qu'à New York, en Californie, au Nord Ouest des USA, c'est *F. avenaceum*, *F. acuminatum*, *F. graminearum*, *F. tricinctum* et *Microdochium bolleyi* qui sont majoritaires (COOK, 1980 ; SCARDACI et WEBSTER, 1982 ; KANE et SMILEY, 1987).

Pour leurs taux de présence élevés dans les différentes sévérités, on peut dire, qu'en plus de *H. sativum*, ceux qui demeurent les plus redoutables sont *F. culmorum* et *F. graminearum*.

La sensibilité des espèces, est forte vis-à-vis de *H. sativum* avec 45,1% pour l'orge, 35,9% pour le blé tendre et 29,4% pour le blé dur. Par contre elle l'est moins vis-à-vis de *F. culmorum* (respectivement 22,5%, 26,5% et 25%) et de *F. graminearum* (respectivement 22,5%, 20,3% et 23,5%) (Tableau N°3). On remarque également que la fréquence de *F. culmorum* au niveau des champs est plus importante durant les deux années dans la région de Tiaret (33,7% en 1991 et 30% en 1992) que dans la région de Aïn Defla (10,5 % en 1991 et 18,9 % en 1992) (Tableau N°4). Cela peut s'expliquer par une résistance de ce champignon aux températures qui prévalent dans cette région et par une production importante de chlamydospores intraconidiennes (COOK, 1980) qui survivent mieux que celles de *F. graminearum* (SITTON et COOK, 1981). Ce champignon est également plus virulent après des stress hydriques (COOK, 1981 ; HILL, 1984) liés à une pluviométrie faible de la région de Tiaret (309 mm en 1991 et 370 mm en 1992).

Un autre facteur qui peut influencer sur la virulence est la rotation céréales sur céréale pratiquée dans cette région et qui augmente ainsi le taux d'inoculum dans le sol (CASSINI, 1970). Cette augmentation de l'inoculum d'un champignon peut être au profit d'une espèce, ici *F. culmorum*.

Tableau N°1
Fréquence des champignons par année

AGENT EN CAUSE	ANNEE		
	1991	1992	MOYENNE
<i>H. sativum</i>	51,2	26,8	39
<i>F. culmorum</i>	26,1	25,7	25,9
<i>F. graminearum</i>	12	30,9	21,4
<i>F. solani</i>	6,3	5,1	5,7
<i>F. moniliforme</i>	1,3	1	1,1
<i>F. tricinctum</i>	0	3	1,5
<i>F. equiseti</i>	0,5	5,1	3
<i>F. sambucinum</i>	0,5	0	0,2
<i>Torula sp.</i>	1,8	2	1,9
TOTAL	100	100	100

Tableau N°2
Fréquence des champignons en fonction
de la sévérité de la maladie

ANNEE ESPECES	1991					1992					MOYENNE				
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
<i>H. sativum</i>	41,4	47,5	38	66,6	62,5	23,3	28,5	26	33,3	0	32,3	38	32	50	31,2
<i>F. culmorum</i>	10,8	35	47,6	25	12,5	30	25	17,4	33,3	0	20,4	30	32,5	29	6,2
<i>F. graminearum</i>	28	10	9,5	0	12,5	26,6	28,5	34,7	33,3	0	27,3	19	22	16,6	6,2
<i>F. solani</i>	6,3	0	4,7	8,3	12,5	3,3	3,5	13	0	0	4,8	1,7	8,8	4	6,2
<i>F. moniliforme</i>	6,5	0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	3,3	1,7	0	0	0
<i>F. tricinctum</i>	0	0	0	0	0	3,3	3,5	4,3	0	0	1,6	1,6	2,1	0	0
<i>Torula sp.</i>	6,5	2,5	0	0	0	3,3	0	4,3	0	0	5	1,2	2,1	0	0
<i>F. equiseti</i>	0	2,5	0	0	0	10	7,1	0	0	0	5	4,5	0	0	0
<i>F. sambucinum</i>	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0
TOTAL	100					100					100				

Note : S1 à S5 = Sévérité de 1 à 5.

Tableau N°3

Fréquence des champignons selon l'espèce de céréale

ESPECES AGENTS EN CAUSE	ESPECES			
	ORGE	BLE TENDRE	BLE DUR	MOYENNE
<i>H. sativum</i>	45,1	35,9	29,4	36,8
<i>F. culmorum</i>	22,5	26,5	25	24,6
<i>F. graminearum</i>	22,5	20,3	23,5	22
<i>F. solani</i>	2,1	6,2	7,3	5,6
<i>F. moniliforme</i>	0	4,6	0	1,5
<i>F. tricinctum</i>	0	0	4,4	1,4
<i>F. sambucinum</i>	0	0	1,4	0,5
<i>F. equiseti</i>	2,1	1,5	4,4	2,6
<i>Torula sp.</i>	2,1	3	1,4	2,2
TOTAL	100	100	100	100

Tableau N°4

Fréquence des champignons par région

AGENTS EN CAUSE	ANNEE			
	1991		1992	
	A>N DEFLA	TIARET	A>N DEFLA	TIARET
<i>H. sativum</i>	52,6	43,8	16,2	33,3
<i>F. culmorum</i>	10,5	33,7	18,9	30
<i>F. graminearum</i>	26,3	11,2	37,8	26,6
<i>F. solani</i>	10,5	2,2	8,1	3,3
<i>F. moniliforme</i>	0	2,2	2,7	0
<i>F. tricinctum</i>	0	0	8,1	0
<i>F. sambucinum</i>	0	1,1	0	0
<i>F. equiseti</i>	0	1,1	5,4	5
<i>Torula sp.</i>	0	4,4	2,7	1,6
TOTAL	100	100	100	100

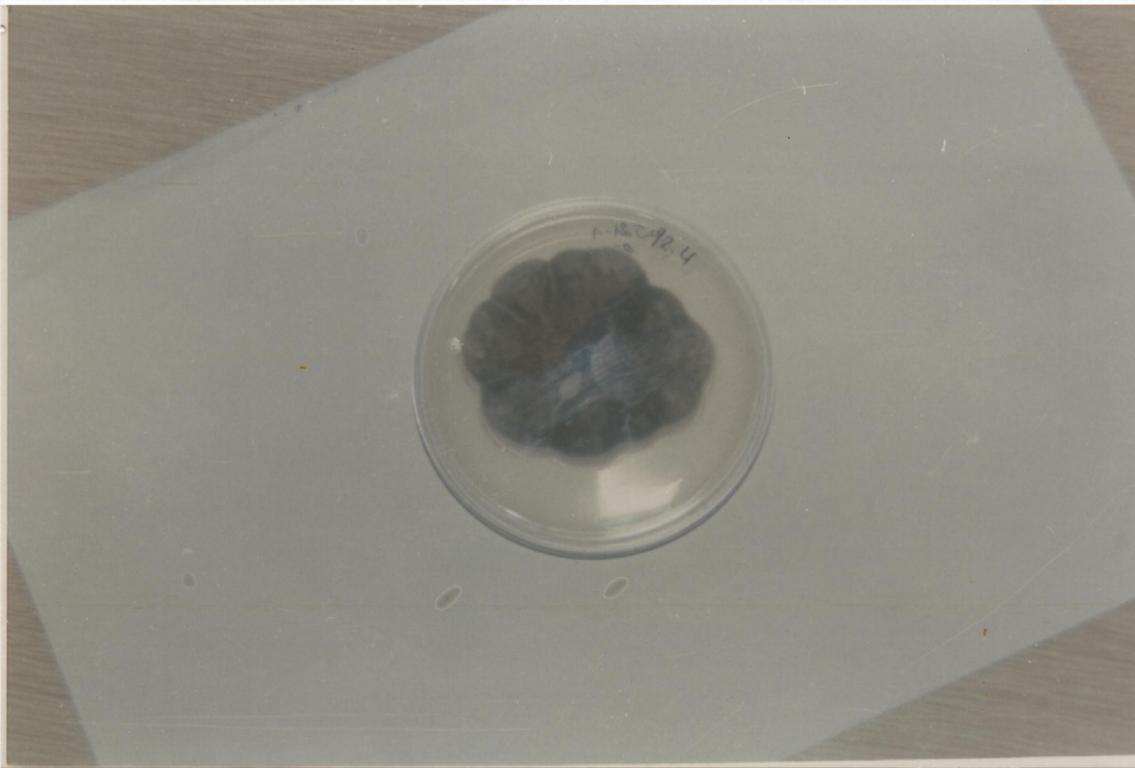


Figure n°5:

en haut : Culture de *H. sativum*

en bas : Conidie de *H. sativum* (Gr x 50)

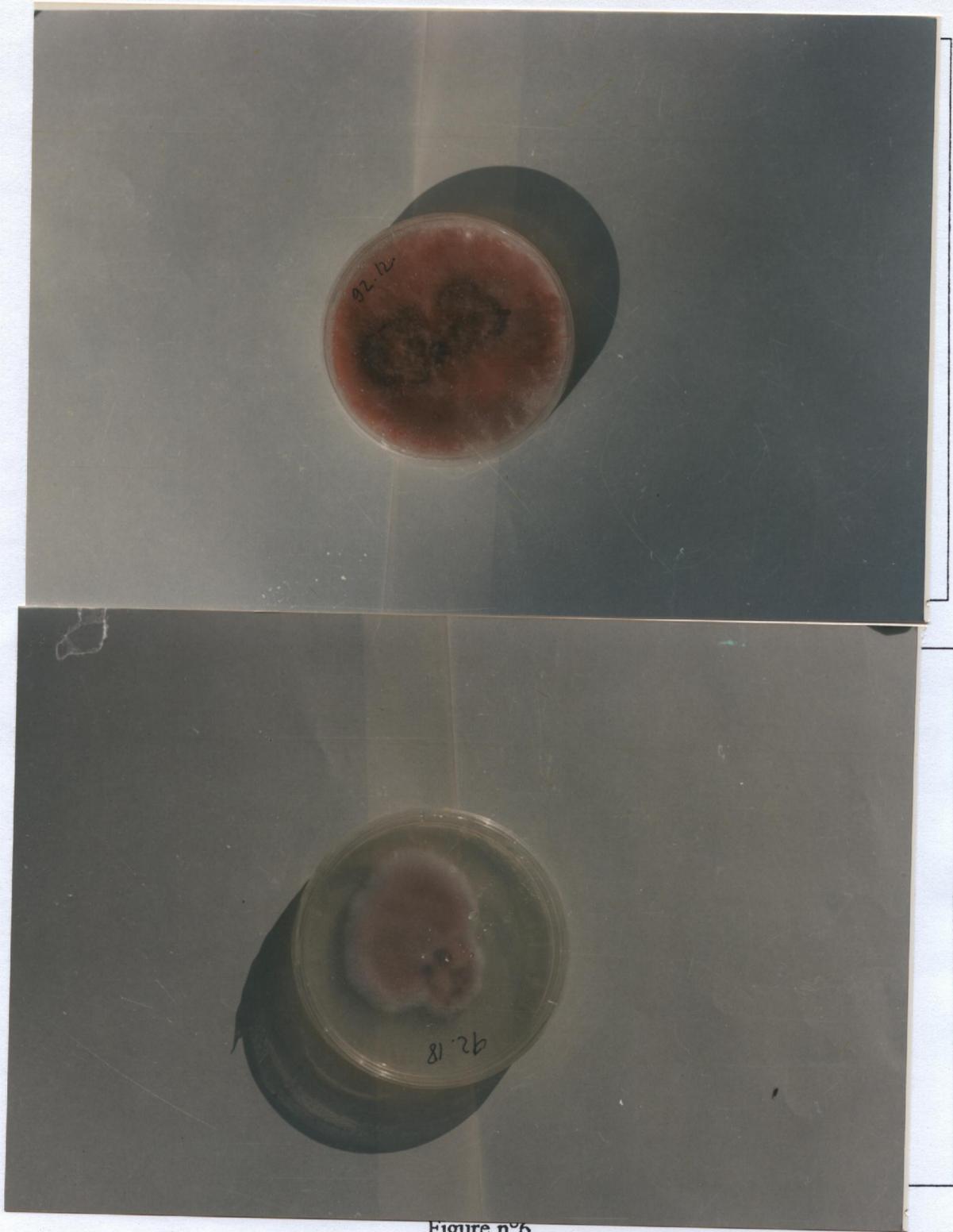


Figure n°6

en haut: Culture de *F.culmorum*
en bas: Culture de *F.graminearum*.

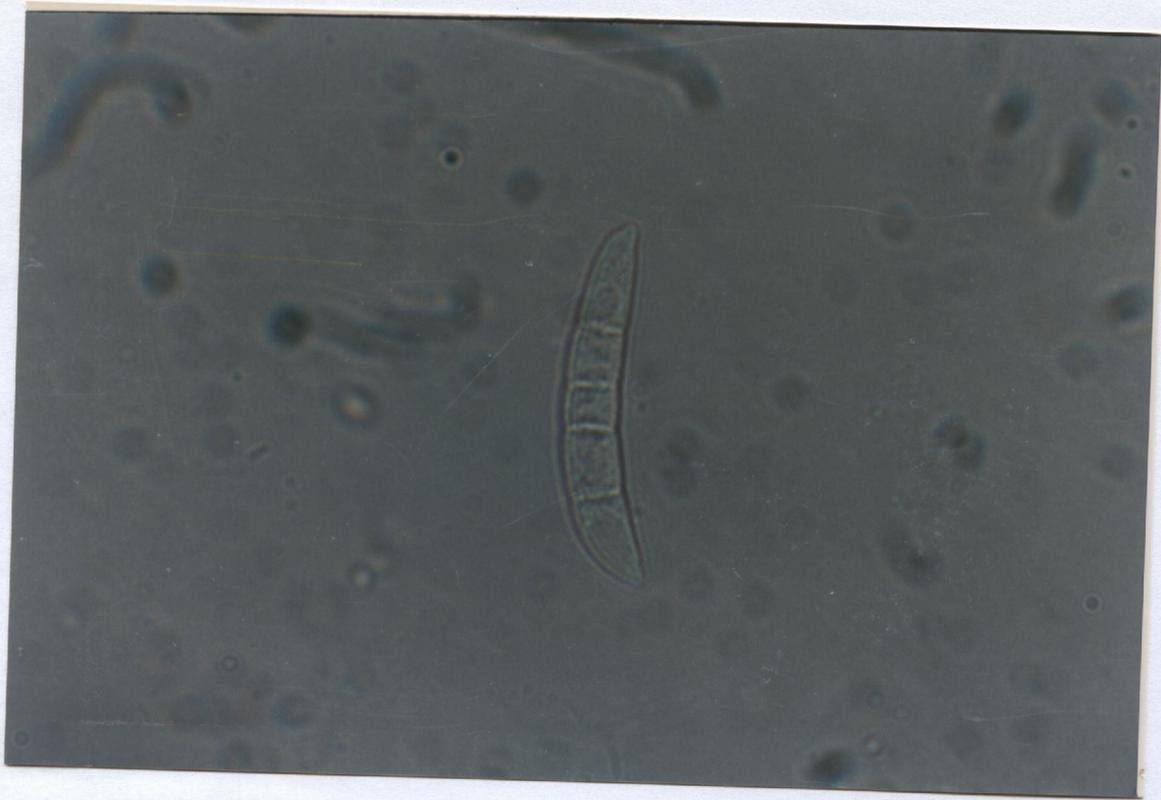


Figure n°7 :

en haut: macroconidie de *F.culmorum* (Gr x 100)

en bas : Chlamydospores en chaine de *F.culmorum* (Gr.x 100)

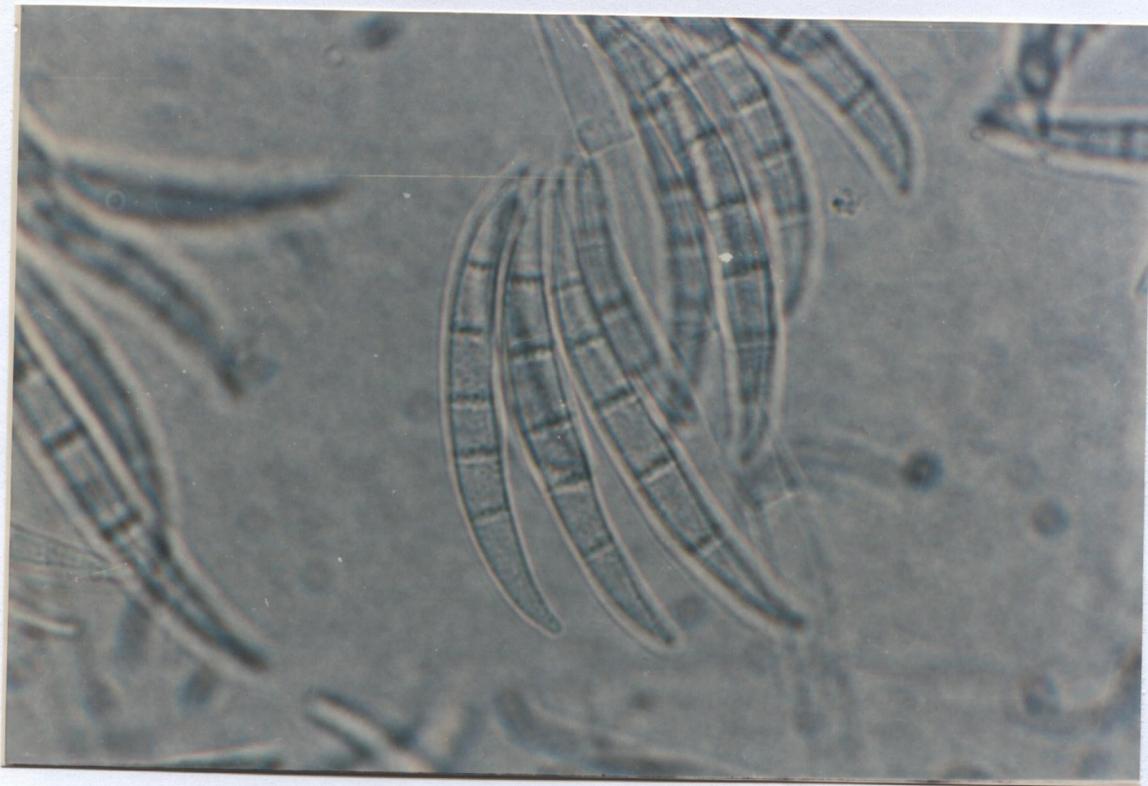


Figure n° 8

en haut : macroconidies de *F.graminearum* produites sur phialides latérales (Gr x 50)

en bas : macroconidies de *F.graminearum* (Gr x 100)

IV - CONCLUSION

Les principaux agents associés aux pourritures racinaires sont par ordre d'importance *H. sativum* (39%), *F. culmorum* (25,9%) et *F. graminearum* (21,4%).

Dans tous les cas *H. sativum* demeure le plus dominant de la sévérité 2 à 5.

En remarque également, après comparaison entre les régions, que *F. culmorum* est dominant, par des taux élevés, dans la région de Tiaret.

Chapitre 4 : ANALYSE DE LA MYCOFLORE DES SEMENCES

I - INTRODUCTION

L'analyse de la mycoflore des semences dans ce chapitre permettra de déterminer l'importance relative des différents champignons présents et le risque de transmission de la maladie par cette voie.

NEERGAARD (1977) a remarqué que la présence du parasite dans les semences peut provoquer d'année en année une réduction des rendements sans que l'agriculteur en prenne conscience.

II - MATERIEL ET METHODES

L'analyse a porté sur 20 échantillons provenant de 20 agriculteurs répartis sur la wilaya de Ain-Defla. Elle a concerné les trois espèces de céréales : orge, blé dur, blé tendre, avec pour chacune 100 caryopses. Le prélèvement de ces échantillons a été effectué au niveau de la C.C.L.S* de Khémis Miliana.

La technique utilisée est la méthode internationale de contrôle des semences dite d'ULSTER mise au point en 1941 par MUSKETT et MALONE . Elle permet de déterminer le pourcentage de contamination d'un échantillon de semence par l'identification des colonies mycéliennes issues des graines ensemencées.

On commence par désinfecter superficiellement la semence à l'aide d'une solution d'hypochlorite de sodium à 1% de façon à éliminer au mieux les saprophytes. On laisse agir pendant 5 minutes, on lave ensuite à l'eau stérile (3 rinçages) et on sèche les graines entre 2 feuilles de papier filtre stérile. Ces grains sont disposées ensuite sur le milieu P.D.A. coulé en boîte de Pétri à raison de 10 graines par boîte, le sillon ventral appliqué contre le milieu de culture. Les boîtes ensemencées sont exposées à la lumière continue pour que la plupart des champignons péricarpiques puissent sporuler. Sept jours après l'ensemencement on effectue un dénombrement des colonies identifiables.

* C.C.L.S. : Coopérative de Céréales et de Légumes Secs.

Tableau N°5
Taux des champignons présents dans la semence

ESPECES	BLE DUR	BLE TENDRE	ORGE	MOYENNE
CHAMPIGNONS				
<i>Alternaria sp.</i>	58	60	57	58,3
<i>Cladosporium sp.</i>	7,2	8,3	5,8	7,1
<i>Stemphylium sp.</i>	8,1	4,2	6,1	6,1
<i>Penicillium sp.</i>	4,3	5,1	8,1	5,8
<i>Rhizopus sp.</i>	3,2	4,1	3,3	3,5
<i>Helminthosporium sativum</i>	4,7	3,6	2,8	3,7
<i>Fusarium graminearum</i>	3,6	2,5	2	2,7
<i>Fusarium culmorum</i>	3,5	2,2	3,1	2,9
<i>Fusarium solani</i>	1,1	1,5	1,6	1,4
<i>Fusarium moniliforme</i>	1,4	1,3	0,8	1,1
<i>Fusarium sambucinum</i>	2,1	0	0	0,7
<i>Fusarium equiseti</i>	0,5	0,4	1,3	0,7
Non identifié	2,3	7,8	8,1	6
TOTAL	100	100	100	100

III- RESULTATS ET DISCUSSION

Dans cette analyse nous remarquons que l'espèce qui prédomine est *Alternaria sp* avec des taux de 58%, 60% et 57% de la mycoflore pour respectivement le blé dur, le blé tendre et l'orge (Tableau N°5). Par contre les espèces pathogènes ne présentent que des taux relativement faibles : 16,9%, 11,5% et 11,6% pour respectivement le blé dur, le blé tendre et l'orge. Cela peut être dû au fait que les saprophytes peuvent nuire au développement des pathogènes et ainsi masquer leur présence lors des isolements.

Malgré le taux de contamination relativement faible, une transmission des pourritures d'une année à l'autre par la voie des semences est non négligeable. NEERGAARD (1979) a montré que la présence d'*H. sativum* et

de *Fusarium* provoque des pourritures sur champ et qu'une contamination de 10% de la semence par *H. sativum* provoque une réduction de 30% de rendement.

D'autre part on remarque qu'une corrélation existe entre l'importance des espèces pathogènes isolées des champs et celles isolées des semences. La fréquence est de 36,8% pour *H. sativum*, 24,6% pour *F. culmorum* et 22% pour *F. graminearum* au niveau des champs et respectivement 3,7 %, 2,9 % et 2,7 % au niveau des semences. La contamination des espèces de céréales par les champignons pathogène est plus importantes pour le blé dur (16,9 %) que pour l'orge (11,6 %) et le blé tendre (11,5 %). Cet ordre a été trouvé également sur champs au niveau des indices de sévérité (BD:8,61%; Orge : 6,55 % ; BT : 4,3 %). On remarque aussi que *H. sativum* est beaucoup plus présent au niveau de la semence de blé dur (4,7%) que sur blé tendre (3,6%) ou sur orge (2,8%) alors que dans certaines régions comme en Suède où des taux de contamination supérieurs (22%) ont été enregistrés sur orge (KOLK, 1970).

IV - CONCLUSION

Malgré la présence relativement faible dans les lots de semences de germes pathogènes(13,3 %) par rapport au saprophytes, qui sont dominants, cela peut suffire à la transmission de la maladie par les semences.

Il y a une corrélation entre les pathogènes isolés des racines et ceux isolés des semences où *H. sativum* domine pour chaque espèce de céréales excepté pour l'orge où le taux d'*H. sativum* est inférieur de 0,3% par rapport à *F. culmorum*.

Chapitre 5 : ETUDE DE LA CROISSANCE ET DE LA PATHOGENIE DE *HELMINTHOSPORIUM SATIVUM*

I - INTRODUCTION

D'après les résultats obtenus précédemment par les incidences et indices de sévérité, *Helminthosporium sativum* est le principal agent en cause dans les pourritures racinaires, dans les deux régions de Aïn Defla et de Tiaret, des trois espèces de céréales étudiées. Pour cela, et afin de mieux connaître sa pathogénie, il est apparu intéressant d'étudier la croissance par une culture sur PDA et la pathogénie par une inoculation sur un grand nombre de variétés cultivées en Algérie afin de mieux comprendre la corrélation existante entre la croissance et la pathogénie.

II - ETUDE DE LA CROISSANCE

2.1 - Protocole

18 isolats purifiés, qui étaient conservés à 4°C, ont été utilisés. Ils ont été d'abord repiqués sur des boîtes puis incubés pendant 5 jours à 25°C et à l'obscurité. Pour chaque isolat une rondelle de 5mm de diamètre est prélevée au niveau de la bordure de la colonie et repiquée sur une boîte de Pétri de 9cm de diamètre contenant le milieu PDA et incubé à 25°C à l'obscurité. La durée d'incubation est arrêtée lorsque l'un des isolats est à un cm du bord de la boîte de Pétri. Pour chaque isolat la mesure des deux diamètres perpendiculaires est relevée.

2.2 - Résultats et discussion.

Après six jours d'incubation, des mesures sont prises en prenant pour chaque isolat la moyenne des deux diamètres perpendiculaires. Cela a permis de distinguer trois classes de croissances (Tableau N°6)

- Une classe à croissance rapide : plus de 55 mm.
- Une classe à croissance moyenne: entre 40 et 55 mm.
- Une classe à croissance lente : moins de 40 mm.

Certains auteurs ont utilisé d'autres critères pour classer les isolats tels que l'importance du mycélium aérien, la couleur du mycélium, l'intensité de sporulation et la régularité des contours .

Tableau N°6
Dimensions des colonies d'*Helminthosporium*
après 6 jours d'incubation

CROISSANCE	R A P I D E		M O Y E N N E		L E N T E	
	N° ISOLAT	DIMENSION (mm)	N° ISOLAT	DIMENSION (mm)	N° ISOLAT	DIMENSION (mm)
	92.06	62	92.05	50	92.20	37
	9103	60	92.16	45	91.3	35
	91.011	58	92.26	44	92.4	25
	92.6	57	91.13	40	91.01	20
	92.23	55	91.6	40	91.02	20
	91.5	55	92.13	40	92.06	10
MOYENNE		57,8		43,1		24,5

III - ETUDE DE LA PATHOGENICITE DE *H. SATIVUM* ET RESISTANCE DES VARIETES DE BLE ET D'ORGE.

3.1 - Protocole

3.1.1 - préparation de l'inoculum

Trois souches de *H.sativum* ont été retenues selon leur croissance :

- Souche I, n°91.011 à croissance rapide : 58 mm
- Souche II, n°92.26 à croissance moyenne : 44 mm
- Souche III, n° 92.4 à croissance faible : 25 mm

Pour le repiquage de ces souches en vue d'une production importante d'inoculum il a été procédé comme suit :

- Grattage de la crème de la culture
- Dilution des spores dans l'eau distillée stéril
- Repiquage en mettant dans chaque boîte de Pétri de 9 cm contenant le PDA une goutte de cette suspension.

- Après 10 à 14 jours d'incubation à 25°C, les conidies sont collectées par immersion avec 10 ml d'eau distillée et en grattant la surface avec une lame pour disloquer les conidies.

- Ajustage de la concentration à 10^6 spores/ml. Cette concentration permet d'accentuer le processus infectieux des espèces pathogènes selon DAGUENET et MORICE (1991).

3.1.2 - Choix des variétés

Les variétés ont été choisies parcequ'elles sont cultivées sur des surfaces importantes au niveau de la wilaya de Ain-Defla

3 variétés de blé tendre : HD 1220, Anza, Florence

3 variétés de blé dur : Vitron, Waha, Md Ben Bachir

3 variétés d'orge : Express, Saïda, Plaisant.

3.1.3 - Technique utilisée

L'étude de 3 souches d'*H. sativum* sur 9 variétés de céréales avec 3 répétitions à nécessité le protocole suivant :

- Remplissage des pots de 30 cm de longueur, 20 cm de largeur et 20 cm de hauteur avec du terreau stérilisé à la vapeur pendant 45 minutes composé de 1/3 fumier et 2/3 terre.

- Désinfection de la semence à l'eau de javel titrant 2° pendant 3 minutes.

- Rinçage 2 fois des graines à l'eau distillée stérile.

- Semis de 30 graines d'une variété par pot à une profondeur de 5 cm à l'aide d'une fiche cartonnée préalablement trouée de manière à maintenir avec précision la distance entre les graines.

- Inoculation à la levée et trois semaines plus tard . L'inoculation, pour chaque pot avec 100 ml d'eau dont la concentration est de 10^6 spores/ml..

L'observation de symptômes s'est faite 9 semaines plus tard : les plants sont arrachés pour déterminer la sévérité (CONNER R.L, 1990) en utilisant l'échelle de Greaney utilisée dans le chapitre 2 et dont les résultats sont notés en annexe du Tableau N°8.

3.2 - Résultats et discussion.

Neuf semaines après le semis, les plantes sont arrachées des pots et observées pour l'estimation de la sévérité et de l'incidence des pourritures racinaires selon la méthode de GREANEY et al (1938) déjà utilisée. . Les souches d'*Helminthosporium sativum* issues des classes à croissance différente ont montré une différence dans la pathogénicité sur les trois espèces (Figure N°9). La souche à croissance rapide a été plus virulente avec une incidence moyenne de 80,4 et un indice de sévérité moyen de 30,7; elle est suivie de la souche à croissance moyenne (76,3 et 26,1) elle même suivie de la souche à croissance lente (76,3 et 23). Les mêmes résultats ont été rapportés par d'autres auteurs. SANFORD et BROAD FOOT(1934), en testant 227 isolats de *H. sativum*, ont obtenu une variabilité dans la virulence.

Pour les variétés nous remarquons qu'il y a une différence dans la résistance à cet agent . Les calculs statistiques ont montré une différence significative pour α 5%, le degré de signification de 1%. (Annexe tableau N°11) D'après les moyennes la variété la plus résistante est HD1220 (Blé tendre, indice 11,75) et la variété la plus sensible est Waha (Blé dur, indice 33,5) (Figure N° 10). La comparaison de la moyenne d'une variété à celle d'une autre variété à l'aide du t de Fisher (égal à 2) qui doit être égal à 6,30. Cela nous permet de déterminer les différences significatives entre les variétés (Figure N°10) et de les classer comme suit :

- Très résistante : BT HD 1220
- Résistante : Orge plaisant
- Sensibilité moyenne : Orge express, BD MBB, BT Florence
- Plus sensible : BT Anza, Orge Saïda, BD Vitron
- Très sensible : BD Waha

La comparaison du degré de sensibilité d'une même espèce montre que pour l'orge, la variété Saïda est plus sensible (IS=22,75) que l'orge Express (IS=17,5) et Plaisant (13,75).

Pour le blé dur c'est la variété Waha qui est la plus sensible (IS=33,5), et de manière significative (α 5%), que Vitron (IS=22,25) et MBB (IS=18).

Pour le blé tendre la variété Anza est plus sensible (IS=25,75), de manière significative (α 5%), que Florence (IS=18,5) et HD 1220 (IS=11,75).

Au niveau espèce c'est le blé dur qui est le plus sensible (IS=24,6) suivi du blé tendre (IS=18,6) et de l'orge (IS=18). Cette sensibilité du blé dur par rapport aux autres espèces a été observée par CASSINI (1967) en France alors que pour WAHBY (1989) au Maroc, c'est l'orge qui est la plus sensible.

IV - CONCLUSION

Les souches isolées d'*H. sativum* ont montré une différence dans la croissance linéaire ce qui nous a amené à les grouper en croissance rapide, moyenne et lente avec comme dimensions moyennes respectivement de 57,8 mm, 43,1 mm et 24,5 mm. Ces isolats ont montré une différence de pathogénicité sur les espèces de céréales après inoculation : cela a donné un indice de sévérité de 30,7% pour l'isolat à croissance rapide, 26,1 % pour l'isolat à croissance moyenne et 23% pour l'isolat à croissance faible.

Pour les espèces testées, c'est le blé dur qui s'est montré plus sensible (IS=24,6%), suivi du blé tendre (IS=18,6%) puis de l'orge (IS=18%). Quant aux variétés d'une même espèce, c'est Saïda qui est la plus sensible (IS=22,75) pour l'orge, Waha pour le blé dur (IS=33,5%) et Anza pour le blé tendre (IS=25,75%).

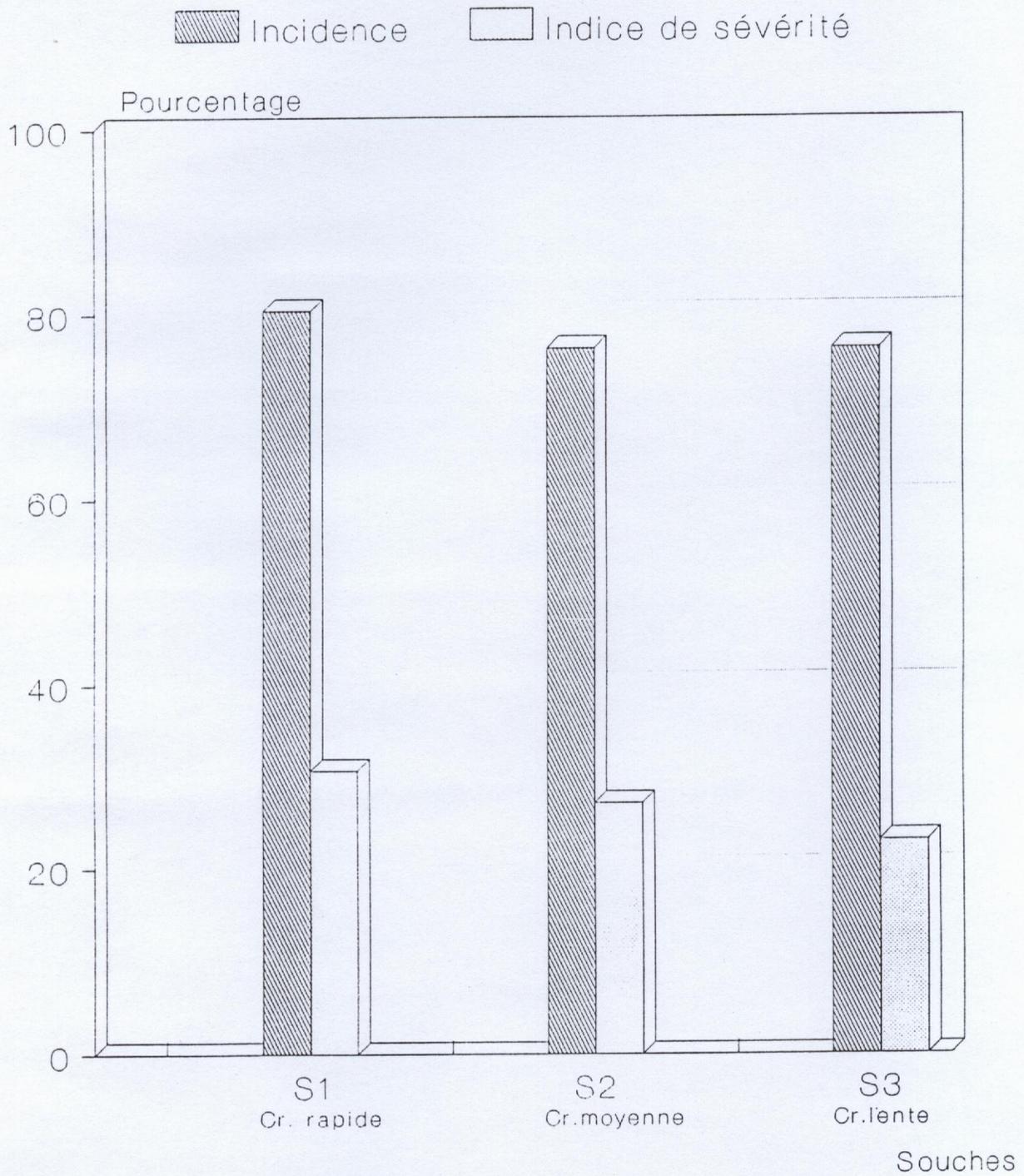
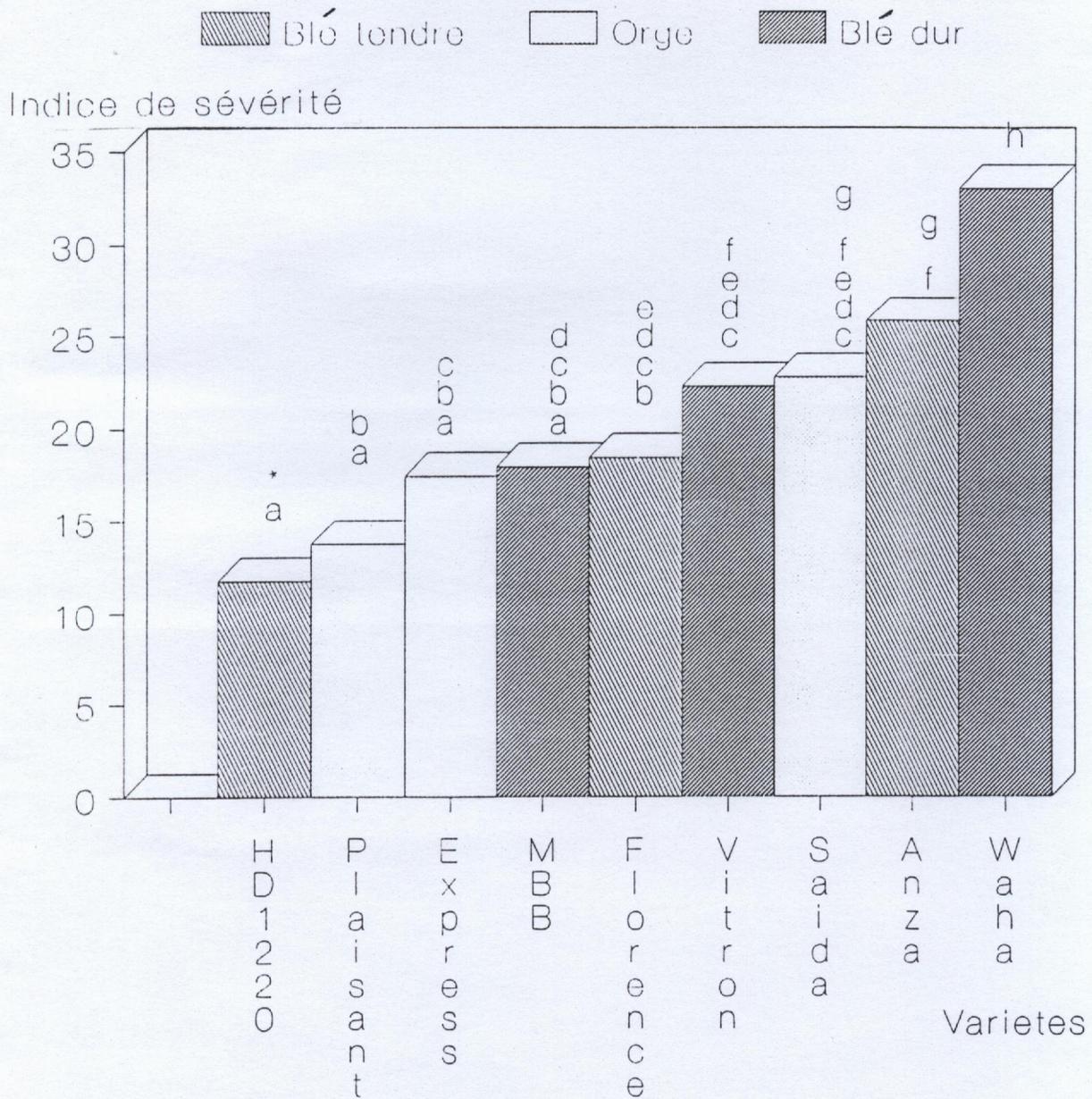


Figure N° 9 : Pathogénicité des souches d'*Helminthosporium*, à différentes croissances, sur l'incidence et l'indice de sévérité



* Même lettre veut dire différence non significative = 5 %

Figure N°10 : Classification des variétés de blé et d'orge en fonction de leur sensibilité à *Helminthosporium sativum*.



Figure n° 11 : Plantules de blé dur (variété Vitron)

V1 S3a: symptômes de pourritures, après inoculation par *H.Sativum* au niveau des racines, du collet et des feuilles de la base.

V1Tb : Témoin non inoculé.



Figure N°12: Plantules d'orge (variété Plaisant) après inoculation avec *H.sativum*

V7S2a : mort en pré-émergence

V7S2b : symptômes avancés au stade 3 feuilles

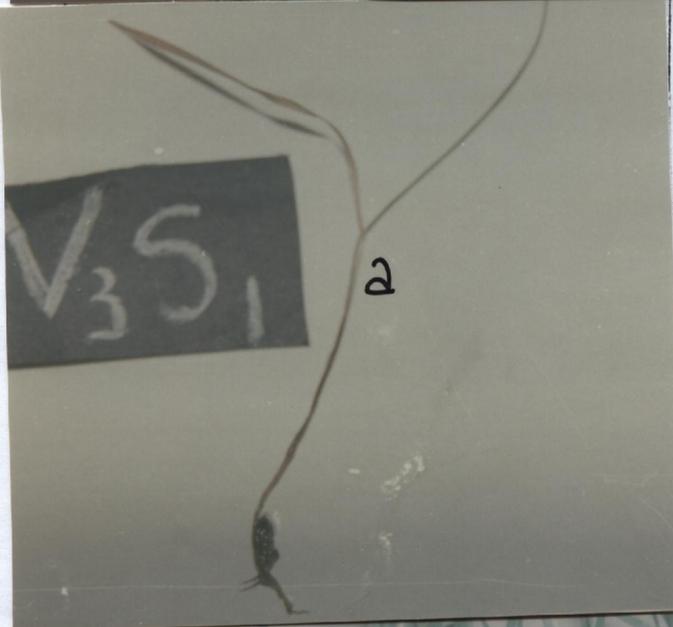
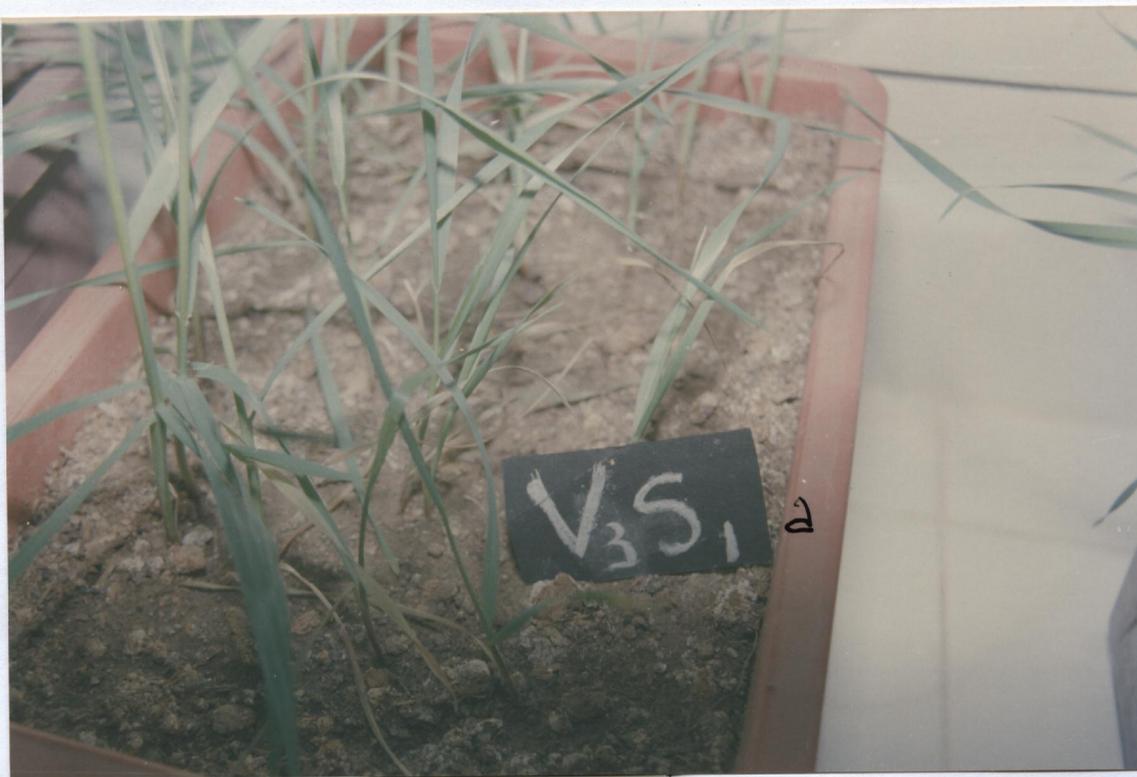


Figure n°13

Plantules de blé dur (variété Waha) après inoculation avec *H.sativum*

V3S1a: inoculation avec souche virulente (91.011)

V3S2b: inoculation avec souche moins virulente (92.26)



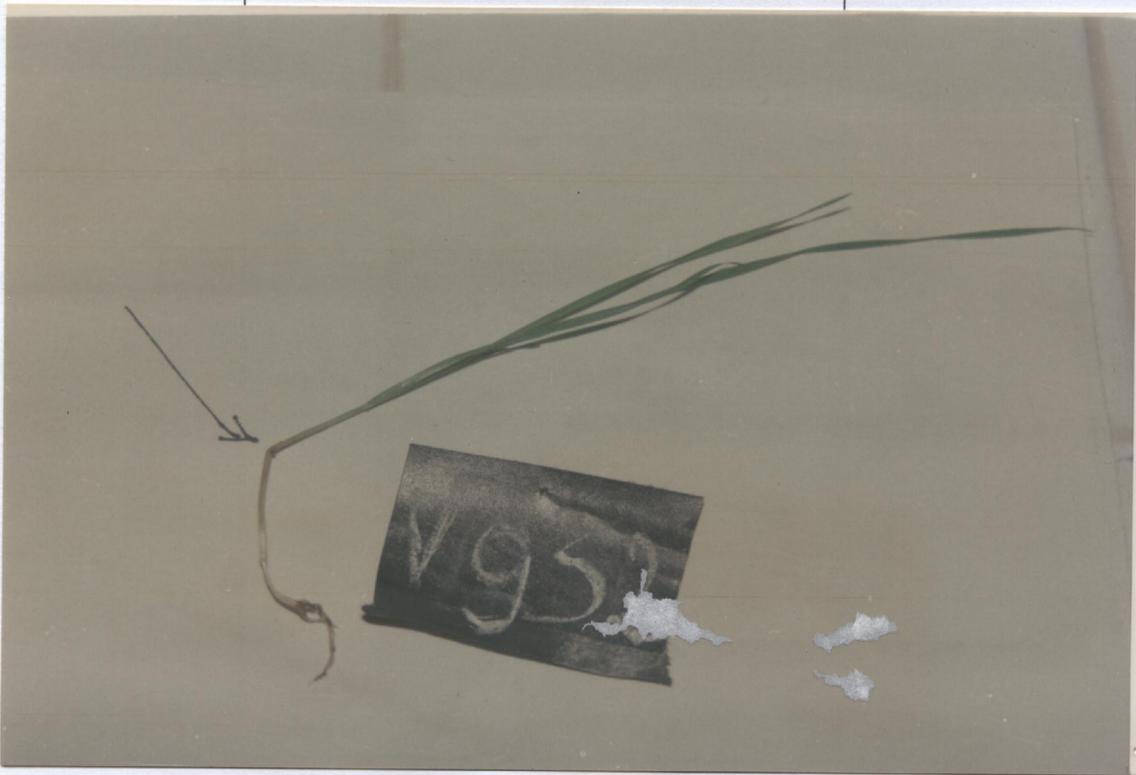


Figure n°14 :
plantules de blé tendre (variété Anza) montrant des symptômes de pourritures après
inoculation avec *H.sativum* au niveau des racines, du noeud et des feuilles de la base.

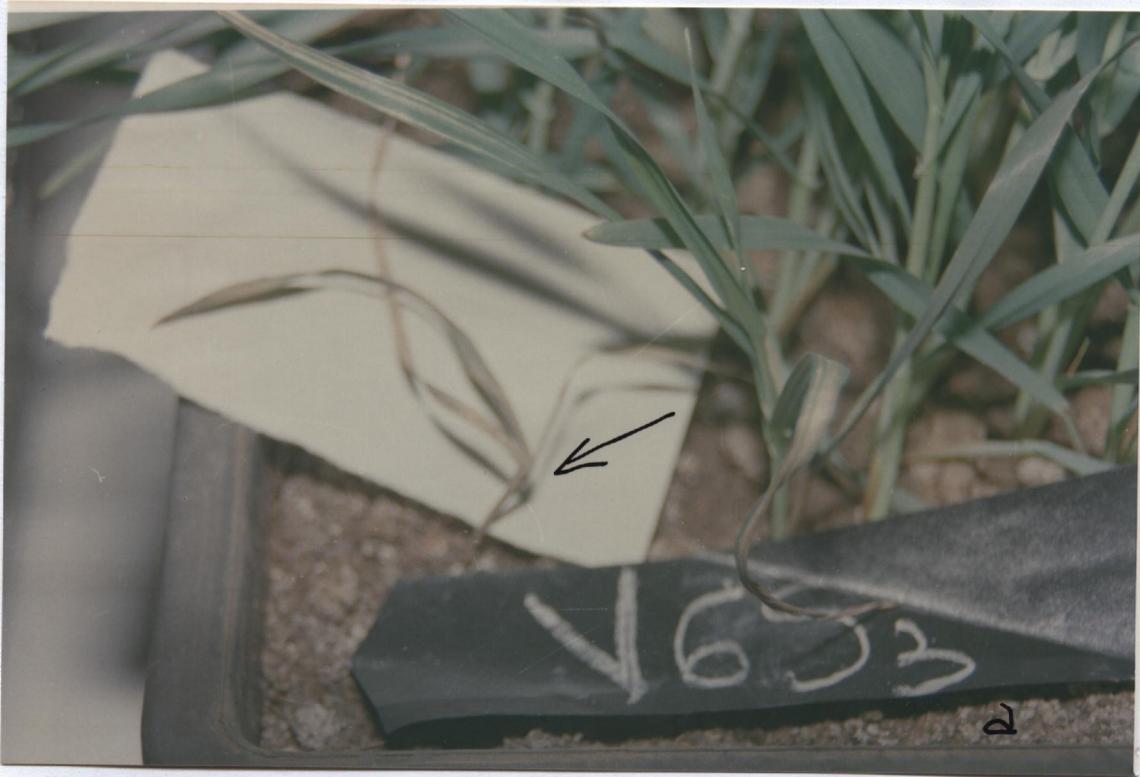


Figure n°15 : Plantules d'orge (variété Saida)

V6S3a : mortalité en post-émergence après inoculation avec *H.sativum*

V6Tb : témoin non inoculé

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail trois points principaux, et qui étaient les objectifs de départ, ont été réalisés :

1 - L'évaluation de l'importance des maladies racinaires dans les régions de Tiaret et de Aïn Defla, avec deux prospections durant les deux années 1991 et 1992, a permis de prélever 4 411 plants et de montrer que l'incidence moyenne des attaques était de 21,2 % .

Il a été montré également que le blé dur s'avère le plus sensible de manière significative $\alpha = 5\%$ durant les deux années avec comme incidence et indice de sévérité moyens de 26,25 % et 9,69 % respectivement suivi de l'orge avec 23,13 % et 8,84 % et du blé tendre avec 15,76 % et 5,76 % .

2 - L'isolement des agents fongiques en cause montre que les principaux ont été *H. sativum* avec une fréquence de 39% , *F. culmorum* avec 25,9% et *F.graminearum* avec 21,4%

Il a été montré aussi que *H. sativum* est le plus virulent des agents isolés car il domine dans les sévérités élevées dans les deux régions et que *F. culmorum* est plus présent dans la région de Tiaret.

Ces mêmes agents ont été également isolés des semences et dans les mêmes proportions relatives et donc représentent une voie non négligeable de transmission.

3 - L'étude de la pathogénie du principal agent, qui est *H. sativum*, sur 9 variétés de céréales, a révélé que les isolats qui ont une croissance rapide ont été plus virulentes et de manière significative pour $\alpha = 5\%$ (Indice de sévérité 30,7) que ceux qui ont eu une croissance moyenne (Indice de sévérité 26,1) ou une croissance faible (Indice de sévérité 23).

Les neufs variétés de céréales ont exprimé une différence significative $\alpha = 5\%$ dans la résistance ; la variété la plus résistante a été celle du blé tendre HD 1220 et la plus sensible a été celle du blé dur Waha.

Des résultats de ce travail, il ressort que l'incidence de ces agents pathogènes sur la production de céréales en Algérie est importante. Pour diminuer ces pertes, des actions doivent être menées par les services concernés (O.A.I.C, I.T.G.C, I.N.P.V)* sur les facteurs favorisant ces maladies déjà évoquées dans nos différentes analyses :

- Contrôle beaucoup plus rigoureux durant la phase végétative des parcelles dont la production est destinée à la semence. Les observations visuelles doivent être affinées au niveau du laboratoire afin d'éliminer toute semence issue de parcelles infectées.

- Désinfection de la semence : cette opération doit être suivie par une vulgarisation auprès des agriculteurs de l'intérêt d'utiliser une semence désinfectée car beaucoup d'entre eux utilisent leur propre semence non désinfectée ce qui est un facteur de dissémination d'une année à une autre.

- Choix de variétés résistantes : c'est un facteur facile à maîtriser par l'OAIC fournisseur de semences.

- Respect de la rotation, bien que ce soit un facteur difficile à maîtriser dans ces régions à dominance céréalière où les conditions climatiques ne permettent pas d'introduire d'autres cultures.

O.A.I.C : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.

I.T.G.C : Institut Techniques des Grandes Cultures.

I.N.P.V : Institut National de la Protection des Végétaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1988.** Direction de la Planification, Sous Direction des Statistiques. Statistiques Agricoles. Ministère de l'Agriculture .
- BAKER, K.F. and COOK, R.J., 1974 .** Biological control of plant pathogens W.F.Freeman & C.O., San Fransisco 433 p .
- BARNETT, H.L., BARRY , B.HUNTER., 1972 .** Illustrated genera of imperecti Fungui. Third edition. Burgess publishing compagny 237 p.
- BENNETT, F.T., 1928 .** On two species of *Fusarium* , *F culmorum* and *F. avenaceum* , as parasite of cereals. Ann App. Bio., **15** : 213-244
- BOOTH, C., 1971.** The genus *Fusarium*. Eastern Press Limited. London 237 pp.
- BOOTH ,C., 1977 .** Laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth. Mycological Institue – England.
- BROSCIOUS, S.C. and FRANK, J.A., 1986.** Effects of crop management practices on common root rot of winter wheat. Plant disease **70**: 857– 859
- BURGESS, L.W. and LIDDELL, C.M., 1988.** Wax partitioned soil columns to study the influence of soil moisture potential of the infection of wheat by *Fusarium graminearum* in Phytopathology. **78** 185 -189
- BUTLER, F.C., 1961.** Root and Foot rot disease of wheat NS. W. Dep. Agric. Bull. 77-98 pp.

- CASSINI, R., 1967.** A propos des dégâts provoqués par *Fusarium roseum* dans les cultures de céréales dans le bassin parisien. Académie d'Agriculture de France. Extrait du procès verbal de la séance du 21 Juin 1967 : 858 – 867
- CASSINI, R., 1970.** Sur l'importance de la contamination des semences dans l'apparition et le développement de la maladie du pied des céréales dues à *Fusarium roseum*. Ann. Acad. Sci. Fenn. A, Biologica, **168** : 28 – 30
- CHINN, S.H.F., 1976.** *Cochliobolus sativus* conidia populations in soils following various cereal crops. Phytopatho. **66** : 1082 – 1084.
- COLHOUN, J., 1972.** Control of *Fusarium* diseases of cereals. Ann. Agric. Fenniae, **11** : 292 – 297.
- COLLIS – GEORGE, N. and LIYOYD, J., 1979.** The basis for a procedure to specific soil physical properties of a seed bed for wheat. Aust. J. Agric. Res. **30** : 831 – 846.
- CONNER, R.L., 1990.** Interrelationship of cultivar reactions to common root rot, black point, and spot blotch in spring wheat, in plant disease **74**:224–27.
- CONNER, R.L. and DAVIDSON, J.G.N., 1988.** Resistance in Wheat to black point caused by *Alternaria alternata* and *Cochliobolus sativus*. Can. J. Plant Sci. **68** : 351 – 359.
- CONNER, R.L., and WHELAN, E.D.P., 1989.** Role of 5 β in controlling black point in hard spring wheat. Can. J. Plant. Sci. **69** : 675 – 679.
- COOK, R.J., 1968.** a . influence of oats on soil borne populations of *Fusarium culmorum* phytopathological **58** : 957 – 960.

- COOK, R.J., 1968.** b. *Fusarium* root and foot rot of cereals in the Pacific Northwest phytopathology **58** : 127 – 131.
- COOK, R.J., 1980.** *Fusarium* foot rot of wheat and its control in the Pacific Northwest, plant disease **64** : 1061 – 1066.
- COOK, R.J., 1981.** *Fusarium* diseases of wheat and other small grains in North America. p 39 – 52 in : *Fusarium* : diseases, biology and taxonomy P.E Nelson, T.A., Toussoun, and R.J COOK, eds Pennsylvania state university .
- COOK, R.J. and PAPENDICK, R.I., 1970.** Soil water potential as a factor in the ecology of *F. culmorum*. Plant Soil **32** : 131 – 145.
- COOK, R.J. and CHRISTEN, A.A., 1976.** Growth of cereal root rot fungi as affected by t° water potential interactions phytopatho **66** : 193 – 197.
- COOK, R.J. and INGLIS, D.A., 1986.** Persistence of chlamydospores of *Fusarium culmorum* in wheat field soils of eastern Washington in phytopathology **76** : 1205 – 1208.
- DAGUENET, G. and MORICE, G., 1991.** Maladies des céréales in : perspectives agricoles n° 165. pp 29 – 53. 1991 Ed. Société lepaf. France.
- DJERBI, M., 1969.** Etude écologique et histologique des actions parasitaires des espèces fusariennes à l'égard du blé. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle.

- DJERBI, M., 1971.** Recherche sur l'histologie et le cycle biologique de *Fusarium roseum*. Bulletin de l'INAT n° 28 – 29.
- EL-YOUSFI, B., 1984.** Contribution à l'étude de l'étiologie, de l'épidémiologie et des pertes de rendement dues aux pourritures racinaires du blé et de l'orge. mémoire de 3^{ème} cycle. I.A.V. Rabat.
- GRENEY, F.J., MACHACEK, J.E. and JOHNSTON, C.L., 1938.** Varietal résistance of wheat and oats to root caused by *Fusarium culmorum* and *Helminthosporium sativum*. Scientific Agriculture, **38** : 500 – 523.
- HARDING, H., 1972.** Reaction to common root rot of 14 *Triticum* species and the incidence of *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp in subcrown internode tissue. Can J. Bot **50** : 1805 – 1810.
- HARDING, H., 1973.** Fungui associated with subcrown internodes of wheat. Can. J. Bot. **51** : 2514 – 2516.
- HENDERSON, W.J., 1958.** Colorado Handbook of plant disease 3rd ed. Colorado state University ext. serr. Fort. Collins 230 pp.
- HILL, J.P., 1984.** Quantitative disease assesment of wheat seedling leaves inoculed with *Fusarium culmorum* in Pathological **74** : 665 – 666.
- HILL, J.P., FERNANDEZ, J.A and MCHANE, M.S., 1983.** Fungui associated with common root of winther wheat in Colorado and wyoming in plant disease. **67** : 795 – 797.

- HILL, J.P. and HANCHEY, P., 1987.** Surface disinfection of wheat seed and inoculation of seedling roots with single macroconidia of *Fusarium acuminatum* in plant disease 71 : 130 – 131.
- HURD, E.A. and PATTERSON, L.A., 1976.** Sinton hard spring wheat Can. J. Plant. Sci 56 : 399 – 400.
- INGLIS, D.A. and COOK, R.J., 1986.** Persistence of chlamydospores of *Fusarium culmorum* in wheat field soils of Eastern Washington. Phtopathology 76 : 1205 – 1208.
- JOHNSTON, C.L. and GREANEY, F.J., 1942.** Studies on the pathogenicity of *Fusarium* species associated with root rot of wheat. Phytopathology 32:670– 683.
- JONES, G.D. and CLIFFORD, B.C., 1983.** Cereal diseases. Their pathology and control. Second Edition John Wiley and Sons LTD.
- KANE, R.T., 1985.** Ecology and pathogenicity of fungi associated with root and crown rot of winter wheat in New Ph D.Thesis. Conell University Ithaca Ny 149p.
- KANE, R.T. and SMILEY, R.W., 1987.** Relative pathogenicity of selected *Fusarium* species and *Microdochium boleyi* to winter wheat in New York in plant Disease 71 : 177 – 181.
- KIDAMBI, R.D, LUDZ, A.L., and VAN ALFEN, N.K., 1985.** Disease progress and epidemiology of crown rot of spring barley in Utah. Can J. Plant Pathol. 7 : 233 – 237.

- KOLK, H., 1970.** Seedling diseases of cereals in Sweden. Proc. Int. Test. Ass. **35** : 51 – 67.
- KOMMEDAHL, I. and PATEL, K.P., 1966.** A method of rating wheat varieties in the field for resistance to common root rot. Plant Disease. Reporter **50** : 26 –27.
- LEDIMHAM, R.I., ATKINSON, T.G. and HERRICKS, J., 1973.** Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada 1969 – 1971.
Canada disease **53** : 113 – 122.
- LYAMANI, A., 1975.** Etude de la composition de la flore fongique associée aux semences de blé et d'orge au Maroc. Mémoire de 3^{ème} cycle I.A. V Rabat.
- MACHACEK, J.E. and GRENEY, F.J., 1938.** The black point or "Kernel smurdge" of cereals Can. J. Res. Sec. 16 : 84 – 113.
- MANKA, M., VISCONTI, A., CHELKOWSKI, J. and BOTTALICO A., 1985.**
Pathogenicity of *Fusarium* isolates from wheat, rye and triticales towards seedling and their ability to produce trichothecenes and Zearalenone phyto. **113** : 24 – 29.
- MARTIN, R.A. and JOHNSTON, H.W., 1982.** Effects and control of *Fusarium* diseases of cereal grains in the Atlantic Provinces. Can. J. Plant Pathol., **4** : 210 – 216.
- MESSIAEN, C.M et CASSINI, R., 1968.** Recherches de fusarioses. La systématique des *Fusarium*. Ann. Epiphyties, **19** : 387 – 454.

- MESSIAEN, C.M., MAS, P., BEYRIES, A. and VENDRAN, H. 1965.** Lyse mycélienne et conservation dans le sol chez les '*Fusarium*' page 107 – 128. Station de Pathologie végétale. Centre de Recherche Agronomique du Sud Est Vaucluse. France.
- MESTERHAZY A., 1978.** Comparative analysis of artificial inoculation methods with *Fusarium* Spp on winter wheat varieties phytopathology Z, **93**:19– 25.
- MURRAY, D.L. and GADD, G.M., 1981.** Preliminary studies on *Microdochium bolleyi* with special reference to colonization of barley trans. Br. Mycol. Sac. **76** : 397 – 403.
- MUSKET, MALONE, 1941.** The ulster methode pour l'analyse de la mycoflore des caryopses.
- NATH, R., NEERGARD, P. and MATHUR, S.B., 1970.** Identification of *Fusarium* species on seeds as they occur in blotter test. Proc. Int. Seed. Test. Ass. **35** : 121 – 143.
- NEERGAARD, P., 1979.** Manuel de la production, du contrôle de la qualité et de la distribution de semences. F.A.O. 1979 – 266 p.
- NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A and COOK, R.J., 1981.** *Fusarium* : Biology and Taxonomy eds. The Pennsylvania State University. Press University 457 pp.
- PONCHET, J., 1960.** La détection des parasites transmis par les semences de blé. Proc. Int. Seeds. Ass. **25** : 539 – 553.

- PURSS, G.S., 1971.** Pathogenic specialization in *Fusarium graminearum*.
Aust. J. Agric. Res., 22 : 553 – 561.
- RAPILLY, F., LEMAIRE, J.M. and CASSINI, R., 1971.** Les principales
maladies des céréales INRA Dpt Pathologie végétale p 119.
- REIS, E.M., 1983.** Selective medium for isolating *Cochliobolus sativus* from soil
plant disease 67 : 68 – 70.
- SALT, G.A., 1979.** The increasing interest minor pathogens. Pages 289 – 312 in
Soil-Borne Plant Pathogens. B. schippers W. Gams. Eds Academic Press.
London 686 pp.
- SANFORD, G.B. and BROADFOOT W.C., 1934.** On the prevalence of
pathogenic forms of *Helminthosporium sativum* and *Fusarium culmorum* in
the soil fields and its relation to the root problem. Can.J. Res. 10 : 264 – 274.
- SCARDACI, S.C. and WEBSTER, R.K., 1982.** Common root rot of cereals in
California. Plant disease 66 : 34- 36.
- SCHWARTZ, 1980.** Méthodes statistiques destinées aux médecins et
biologistes. Ed. flammarion et Cie. 317 pp.
- SHIPPERS, B. and VANECK, W.H., 1981.** Formation and survival of
chlamydospores in *Fusarium* Pages 250 – 260 in *Fusarium* : Biology and
Taxonomy P.E. Nelson, T.A. Toussoun, and R.J. COOK, eds.
Pensylvania State University Press. University Park 457 pp.

- SIMMOND, P.M., 1953.** Root rots of cereals Bot. Rev. **19** : 131 – 146.
- SITTON and COOK, R.J., 1981.** Comparative morphologie and survival of chlamydopres of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* phytopatho. **71** : 85 –90.
- SPECHT, L.P and RUSH, C.M., 1988.** Fungui Associated with root and foot rot of winter wheat and populations of *Cochliobolus sativus* in the Texas Panhandle. In Plant Disease **72** : 959 – 963.
- SPRAGUE, R., 1944.** Roots rot cereals and grasses in North Dakota N.D. Agric. Exp. St Bull 332.
- SPRAGUE, R., 1948.** *Gloeosporium decay* in graminea phytopathological **38** : 131 – 136.
- SPRAGUE, R., 1950.** Disease of cereals in North America Ronald Press Co538pp.
- TEICH, A.H. and NELSON, K., 1984.** Survey of *Fusarium* head blight and possible effects of cultural practises in wheat fields in Lambton conty in 1983 Can. Plant Dis. Sur., **64** : 11 – 13.
- TINLINE, R.D., 1977.** Multiple infection of subcrow internodes of wheat by common root rot Can. J. Bot. **55** : 30 –34.
- TINLINE, R.D, LIDINGHAM, R.J. and SELLANS, B.J. 1975.** Appraisal of loss from common root rot in wheat in Biology and control of soil borne plant pathogens G.W. Burchl.

- TOUSSOUN, T.A. and NELSON, P.E., 1976.** A pictorial guide to the identification of *Fusarium* spp 2nd ed. Pennsylvania State University Press, University Park 43 pp.
- TRICHELLAR, G.M., 1978.** Two new root diseases of wheat in the Netherlands
ACTA Bot Neerl 27 : 154.
- WAHBY, S., 1989.** Les pourritures racinaires des céréales dans les régions du Haouz et des Rhamna. DES 3^{ème} cycle Université Cadi Ayyad Marakech.
- WEARING, A.H. and BURGESS, L.W., 1979.** Water potential and the saprophytic growth of *Fusarium graminearum*. Soil Biol. Biochem. 11:661–667.
- WIESE, M.V., 1977.** Compendium of wheat disease, American phytopathological Society, St Paul MN 106 p.
- WIESE, M.V., 1987.** Compendium of wheat diseases 2nd ed. American phytopathological Society. St Paul MN. p 112.
- WINDELS, C.E. and HOLEN, C., 1989.** Association of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum* on spring wheat. Differing in severity of common root rot. Plant Disease 73 : 953 – 956.
- ZILLINSKY, F.J. 1983.** Common diseases of small grains cereals. A guide to identification centro international de mejoramiento de Maiz y trigo 141 pp.

ANNEXES

Tableau N°1 : Données climatiques

DONNEES DU CLIMAT AIN DEFLA

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	MOY	
PLUVIOMETRIE (en mm)	1991	47	75	70	25	14	14	0	9	47	21	40	66	428
	1992	145	12	84	43	55	21	2	4	5	50	43	7	470
TEMPERATURES MOYENNES	1991	13	13	18	19	23	32	37	38	34	25	18	13	23,5
	1992	17	17	21	26	27	30	35	34	23	19	15	15	23,2

DONNEES DU CLIMAT TIARET

MOIS	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	MOY	
PLUVIOMETRIE (en mm)	1991	30	41	118	13	24	7	8	13	19	71	12	14	370
	1992	23	19	49	51	58	11	18	4	13	12	19	31	309
TEMPERATURES MOYENNES	1991	4	7,5	9	8,5	16,5	23,5	27	27	20	16,5	6,5	6	14,3
	1992	3,5	6	7,4	11	15,5	17	23,5	25	22	14	10	6,5	13,4

**Tableau N°2 : Incidence et Indice de sévérité des échantillons
prélevés en Janvier 1991.**

STATIONS	ESPECE	S ₀	At	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	T	I %	IS %	
91-01	O	49	1	1					50	2	0,4	Abadia
91-02	BD	46	4	4					50	8	1,6	
91-03	BT	44	6	5	1				50	12	2,8	
91-04	BT	45	5	2	1	2			50	10	4	Rouina
91-05	BD	47	3	2				1	50	6	2,8	
91-06	O	48	2	2					50	4	0,8	
91-07	BT	44	6	4				2	50	12	5,6	A.Defla
91-08	BT	47	3	3					50	6	1,2	
91-09	O	46	4	4					50	8	1,6	
91-010	BT	43	7	5	2				50	14	3,6	K.Meliana
91-011	BD	33	17	9	0	4		4	50	34	16,4	
91-012	O	45	5	5	0				50	10	2	
91-013	BT	34	16	15	1				50	32	6,8	El-Affroun
91-014	BD	41	9	9					50	18	3,6	
91-015	O	37	13	11	1		1		50	26	6,8	
91-016	BD	33	17	9	2	3	2	1	50	34	14,5	
91-017	O	26	14	6	3	1	4		50	28	12,4	
91-018	BD	42	8	7	1				50	16	3,6	
TOTAL			140						900			

S₀, S₁, S ... Sévérité 0,1,2 ...

At : Plantes atteintes

T : Total

I : Incidence

IS : Indice de sévérité

O : Orge

BD : Blé Dur

BT : Blé Tendre .

**Tableau N°3 : Incidence et Indice de sévérité des échantillons
Prélevés Mars 1991**

STATIONS	ESPECE	S ₀	At	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	T	I%	IS%	
91-1	O	35	15	8	2	5			50	30	10,8	Mahdia
91-2	BT	45	5	5					50	10	2	
91-3	O	40	10	4	3	2		1	50	20	6,4	
91-4	BD	37	13	6	3	2	2		50	26	10,4	Si Haoues
91-5	BT	42	8	3	2	2	1		50	16	6,8	
91-6	O	37	13	7	3	1	2		50	26	9,6	
91-7	BT	38	12	3	2	2	5		50	24	13,2	Rahouia
91-8	O	47	1					1	48	2	2	
91-9	BD	32	3	3					35	8,5	1,7	
91-10	BD	45	5	2	2	1			50	10	3,6	
91-11	BD	36	14	10	4				50	28	7,2	Tamda
91-12	O	31	5	4			1		36	13,8	4,4	
91-13	BT	41	9	8	1				50	18	4	
91-14	BD	36	12	11	1				48	25	5,4	Guertoufa
91-15	O	38	12	6	3	2	1		50	24	8,8	
91-16	O	43	7	4	1		1	1	50	14	6	
TOTAL			144						767			

**Tableau N°4 : Incidence et Indice de sévérité des échantillons
prélevés en Avril 1991.**

STATIONS	ESPECE	S ₀	At	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	T	I%	IS%	
91-17	BD	12	19	6	10	3			31	61	22,5	Tissemsilt
91-18	BD	23	17	2	12	3			40	42	17,5	Mahdia
91-19	BT	45	1	1					46	2	0,4	
91-20	BT	49	1	1					50	2	0,4	Si Haoues
91-21	BT	23	4	4					27	14,8	14,8	
91-22	O	34	16	5	6	5			50	32	12,8	
91-23	O	22	10	5	5				32	31	9,3	Rahouia
91-24	BT	43	7	4	3				50	14	4	
91-25	O	28	2	2					30	6,5	1,3	
91-26	BD	17	10	5	3	2			27	37	12,6	
91-27	BD	49	1	1					50	2	0,4	Sougueur
91-28	O	49	1	1					50	2	0,4	
91-29	O	17	23	5	15	3			40	57,5	22	
91-30	BT	44	6	2	3	1			50	12	4,4	Sougueur
91-31	BD	34	16	7	9				50	32	10	
91-32	BD	33	12	4	6	2			45	26,5	10	
91-33	BT	43	7	2	3	2			50	14	5,6	
91-34	BD	35	15	4	8	3			50	30	11,6	
91-35	BT	48	2	2					50	4	0,8	
TOTAL			170						818			

**Tableau N°5: Incidence et Indice de sévérité des échantillons
prélevés en Mars 1992.**

STATIONS	ESPECE	S ₀	At	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	T	I%	IS%	
92-01	O	29	9	3	4	1	1		38	23,6	9,4	Djendel
92-02	O	40	11	6	2	2	1		51	21,5	7,8	
92-03	BT	38	12	5	3	2	1	1	50	24	10,4	
92-04	O	39	11	6	3	1	1		50	22	7,6	
92-05	BT	28	13	6	4	3			41	31	11,2	
92-06	BD	21	9	4	2	1	2		30	30	12,6	
92-07	BD	29	10	6	2	1	1		39	25,6	8,7	
92-019	BD	37	13	8	5				50	26	7,2	Abadia
92-020	BD	22	8	5	3				30	26,6	7,3	
92-021	BT	40	10	2	4	4			50	20	8,8	
92-022	BT	46	4	4					50	8	1,6	Rouina
92-023	O	24	11	1	6	3	1		35	31,4	14,8	
92-024	BT	29	5	4	1				34	14,7	3,5	
92-025	O	35	15		8	7			50	30	14,8	Aïn Defla
92-026	BD	34	14	1	9	4			48	29	12,9	
92-027	BT	32	8	5	3				40	20	5,5	Bou Medfâa
92-028	O	31	5	5					36	13,8	2,7	
92-029	BD	27	18		11	7			45	40	19,5	
TOTAL			186						767			

**Tableau N°6: Incidence et Indice de sévérité des échantillons
prélevés en Mai 1992**

STATIONS	ESPECE	S ₀	At	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	T	I%	IS%	
92-1	O	41	10	4	3	2	1		51	19,6	7,8	Layoune
92-2	BD	36	15	7	6	2			51	29,4	9,8	Khemisti
92-3	BT	38	11	7	2		2		49	22,4	7,7	Bougara
92-4	O	33	21	8	5	5	3		54	38,8	16,6	
92-5	O	38	13	3	5	2	3		51	25,4	12,1	
92-6	O	36	14	6	2	4	2		50	28	12	
92-7	BT	44	11	3	4	3	1		55	20	8,7	
92-8	BD	35	13	3	3	4	3		48	27	13,7	
92-9	BT	41	9	3	3	2	1		50	18	7,6	
92-10	O	35	14	8	2	3	1		49	28,5	10,2	Hamadia
92-11	O	42	14	4	4	3	3		56	25	11,7	
92-12	BT	48	7	2	3	2			55	12,7	5	
92-13	O	37	12	9	3				49	24,4	6,1	Boucherit
92-14	O	24	20	12	7	1			44	45,4	13,1	
92-15	BD	38	12	6	4	2			50	24	8	
92-16	O	27	16	6	7	3			43	37	13,4	Sougueur
92-17	O	38	9	2	4	2	1		47	19	8,5	
92-18	BT	40	11	6	3	1	1		51	21,5	7,4	
92-19	BD	40	11	6	4	1			51	21,5	6,6	Guertoufa
92-20	BD	38	12	3	2	4	3		50	23,5	12,4	
92-21	O	37	13	3	4	5	1		50	26	12	
92-22	O	34	20	3	4	9	4		54	37	20	
92-23	BT	44	7	4	2	1			51	13,7	4,3	
TOTAL			295						1159			

Tableau N°7 : Identification des champignons 1991

Aïn Defla Blida	STATIONS	ESPECE	SEV 1	SEV 2	SEV 3	SEV 4	SEV 5
	91-01	O	Hs				
	91-02	BD	Hs Fg				
	91-03	BT	Hs	Hs Fg			
	91-04	BT	Fc	Fc	Hs Fg		
	91-05	BD	Hs Fg				
	91-06	O					
	91-07	BT	Hs				Hs Fg
	91-08	BT	Fg				
	91-09	O	Hs				
	91-010	BT	Fg	Hs			
	91-011	BD	Fg		Fc		Hs
	91-012	O	Hs				
	91-013	BT	Fg	Hs			
	91-014	BD	Fsol				
	91-015	O	F	Hs		Hs	
	91-016	BD	Hs Fsol	Hs	Fsol	Hs	
	91-017	O	Ni			Hs Fsol	
91-018	BD	Ni	Hs Fgr				

Tiaret Tissemsilt	STATIONS	ESPECE	SEV 1	SEV 2	SEV 3	SEV 4	SEV 5
	91-1	O	Hs Fc	Hs Fc	Hs		
	91-2	BT		Fc			
	91-3	O	Hs T		Fg		Hs
	91-4	BD	T	Fg	Hs	Hs Fc	
	91-5	BT	Hs	Hs T	Hs Fc	Ni	
	91-6	O	Fc	Hs Fc	Hs	Hs	
	91-7	BT	Hs	Hs Feq	Hs Fc	Hs Fc	
	91-8	O		Hs Fc			Hs Fc
	91-9	BD	Hs Fg				
	91-10	BD	Hs T		Hs Fc		
	91-11	BD	Hs Fc	Hs			
	91-12	O	Hs Fg	Hs Fc		Hs	
	91-13	BT	Hs	Hs Fc			
	91-14	BD	Hs	Hs Fs			
	91-15	O	Hs Fg	Hs Fc	Hs Fc	Fc	
	91-16	O	Fg	Hs		Hs	Hs Fsol
	91-17	BD	Fc	Fc	Fc		
	91-18	BD	Ni	Fc	Fc		
	91-19	BT	Fm				
	91-20	BT	Fm				
	91-21	BT	Fsol				
	91-22	O	Ni	Fc	Fc		
	91-23	O	Ni	Fg			
	91-24	BT	Ni	Hs			
	91-25	O	Fg				
	91-26	BD	Ni	Ni	Ni		
	91-27	BD	Ni				
	91-28	O	Fg				
	91-29	O	Fg	Hs	Ni		
	91-30	BT	Ni	Ni	Ni		
	91-31	BD	Ni	Fc			
	91-32	BD	Ni	Fc	Fc		
	91-33	BT	Ni	Ni	Ni		
	91-34	BD	Ni	Fc	Fc		
91-35	BT	Ni					

Légende :

Hs	= <i>H. sativum</i>	Fc	= <i>F. culmorum</i>
Fg	= <i>F. graminearum</i>	Fsol	= <i>F. solani</i>
Fm	= <i>F. moniliforme</i>	Ft	= <i>F. tricinctum</i>
Fs	= <i>F. sambucinum</i>	Feq	= <i>F. equiseti</i>
T	= <i>Torula</i>	F.trim	= <i>F. tricinctum</i>

Tableau N°7 (suite): Identification des champignons 1992

Aïn Defla Blida	STATIONS	ESPECE	SEV 1	SEV 2	SEV 3	SEV 4	SEV 5
	92-01	O	Ni	Fg	Ni	Hs	
	92-02	O	Fg T		Ni	Fc	
	92-03	BT	Fsol		Fsol	Fg	Fg
	92-04	O	Ni	Fg	Ni	Hs	
	92-05	BT	Hs	Hs	Ni		
	92-06	BD	Ni	Ni	Hs	Ni	
	92-07	BD	Ni	Ni	Fg	Fg	
	92-019	BD	Hs Feq	Feq			
	92-020	BD	Ni	Ni			
	92-021	BT		Fmoni	Fsol		
	92-022	BT	Fc				
	92-023	O		Fg	Fg	Fg	
	92-024	BT	Fc	Fc			
	92-025	O		Fg	Fg		
	92-026	BD	Ftricin	Ftricin	Ftricin		
	92-027	BT	Fc	Fc			
92-028	O	Fc					
92-029	BD		Fg	Fg			

Tiaret Tissemsilt	STATIONS	ESPECE	SEV 1	SEV 2	SEV 3	SEV 4	SEV 5
	92-1	O	Fg		Fg	Fg	
	92-2	BD	Fg	Hs Fg	Fg		
	92-3	BT	Fg		Ni		
	92-4	O	Feq	Hs	Hs	Hs Fc	
	92-6	O	Feq		Fc	Hs	
	92-7	BT	Fg	Fg	Fg		
	92-8	BD	Fg	Feq	Fg	Fg	
	92-9	BT		Fc	T	Fc	
	92-10	O		Fc	Fc	Ni	
	92-12	BT	Fc	Fg	Hs		
	92-13	O	Hs Fg	Hs			
	92-14	O	Fc	Fc			
	92-15	BD		Fsol	Fsol		
	92-16	O	Hs	Hs	Ni		
	92-17	O	Fg	Fc	Fc	Ni	
	92-18	BT	Fc	Ni	Ni	Fc	
	92-19	BD	Fc	Fc	Ni		
	92-20	BD	Hs		Fc	Fc	
	92-21	O	Hs	Hs	Hs		
	92-22	O	Ni	Hs	Hs	Hs	
	92-23	BT	Hs Fc	Hs	Hs		

Tableau N°8 : Incidence et indice de sévérité des souches sur les variétés de blé et d'orge

VARIETES	SOUCHE 1 Cr RAPIDE										SOUCHE 2 Cr MOYENNE									
	Nbre de Plantes / Sévérité										Nbre Plantes / Sévérité									
	0	1	2	3	4	5	I %	S %	0	1	2	3	4	5	I %	S %				
Blé Tendre	HD 1220	6	16	8			80	21	15	9	4	2			50	15				
	Anza	5	6	11	3	5	83	38	5	5	10	2	8		83	42				
	Florence	10	8	4	3	5	66	30	5	11	4	10			83	32				
Blé Dur	Vitron	4	15	5	3	3	86	30	3	15	6	6			90	30				
	Waha	0	11	2	2	2	100	58	0	11	10	6	3		100	40				
	MBB	8	14	6	2		73	21	7	13	5	5			76	25				
Orge	Express	7	10	3	10		76	30	8	15	5	2			73	20				
	Saïda	6	8	11	5		80	30	7	7	11	5			76	29				
	Plaisant	6	19	5			80	19	13	14	1	1			56	12				

Suite Tableau N°8

VARIETES	SOUCHE 1 Cr FAIBLE										TEMOIN NON INOCULE									
	Nbre de Plantes / Sévérité										Nbre Plantes / Sévérité									
	0	1	2	3	4	5	I %	S %	0	1	2	3	4	5	I %	S %				
Blé Tendre	HD 1220	16	11	3			46	11	29	1					3	0,6				
	Anza	5	18	5	1	1	83	23	29	1					3	0,6				
	Florence	18	6	6			40	12	30	0					0	0				
Blé Dur	Vitron	0	21	7	1	1	100	28	28	2					6	1,3				
	Waha	2	15	5	5	3	93	34	27	3					10	2				
	MBB	6	15	7	1	1	80	24	27	3					10	2				
Orge	Express	7	17	6			76	19	28	2					6	1,3				
	Saïda	4	11	10	3	2	86	32	29	1					3	0,6				
	Plaisant	5	14	11			83	24	29	1					3	0,6				

Tableau N°9 : Indice de sévérité

VARIETES SOUCHES	BLE TENDRE				BLE DUR				ORGE				MOY
	HD 1220	Anza	Florence	Vitron	Waha	MBB	Express	Saïda	Plaisant	Express	Saïda	Plaisant	
	21	38	30	30	58	21	30	30	19	30,77	30	30	
15	42	32	30	40	25	20	20	12	27,22	29	29	12	27,22
11	23	12	28	34	24	19	19	24	23	32	32	24	23
0	0	0	1	1	2	1	1	0	0,66	0	0	0	0,66
Moyennes variétés	11,75	25,75	18,5	22,25	33,5	18	17,5	22,75	13,745	17,5	22,75	13,745	/
Moyennes espèces	18,6				24,6			18			18		

Tableau N°10 : Calcul pour l'analyse de la variance

VARIETES SOUCHES	BLE TENDRE				BLE DUR				ORGE				ti	ti²
	HD 1220	Anza	Florence	Vitron	Waha	MBB	Express	Saïda	Plaisant	Express	Saïda	Plaisant		
	21	38	30	30	58	21	30	30	19	77 061	30	30		
15	42	32	30	40	25	20	20	12	60 025	29	29	12	245	60 025
11	23	12	28	34	24	19	19	24	42 849	32	32	24	207	42 849
0	0	0	1	1	2	1	1	0	36	0	0	0	6	36
Tj	47	103	74	89	134	72	70	91	55	91	91	55	TG 735	Σti² 179 971
Tj²	2 209	10 609	5 476	7 921	17 956	5 184	4 900	8 281	3 025	8 281	8 281	3 025	ΣTj²	65 591
Σj X²	789	3 737	2 068	2 585	6 122	1 644	1 662	2 765	1 081	2 765	2 765	1 081	ΣX²	22 543

Tableau N°11

ANALYSE VARIANCE FACTEUR SOUCHES

	DDL	VAR	F
Entre souche 179971/9 - $375^2/36 = 4\ 989$	3	1 663	
Résiduelle 22453 - 179971/9 = 2 457	32	76,8	21,66
Total 22453 - $735^2/36 = 7\ 447$	35		
A 5% $F_{32}^3 = 2,92 < F_c 21,66 \Rightarrow$ Différence significative			

ANALYSE VARIANCE FACTEUR VARIETES

	DDL	VAR	F
Entre variétés 65561/4 - $735^2/36 = 1\ 384$	8	173	
Résiduelle 22453 - 65561/4 = 6 062	27	224,5	0,77
Total 22453 - $735^2/36 = 7\ 447$	35		
A 5% $F_{27}^8 = 2,31 > F_c 0,77 \Rightarrow$ Différence non significative			

ANALYSE FACTEUR SOUCHES ET VARIETES SIMULTANEMENT

	DDL	VAR	F
Entre souche 179971/9 - $735^2/36 = 4\ 990$	3	1 663	37,2
Entre variétés 65561/4 - $735^2/36 = 1\ 384$	8	173	3,87
Résiduelle 6062 - 4989 = 1 073	24	44,7	
Total 22453 - 15006 = 7 446	35		
A 5% $F_{24}^3 = 3,01 < F_c 37,2 \Rightarrow$ Différence significative à 1 ‰ A 5% $F_{24}^8 = 2,36 < F_c 3,87 \Rightarrow$ Différence significative à 1%			

Milieu de culture (P.D.A.)

Pomme de terre : 200gr

Dextrose : 15gr

Agar agar : 20gr

Eau distillée : 1000ml

