

RECHERCHE D'UNE METHODE FIABLE POUR L'EVALUATION DE L'EFFET DES TOXINES SECRETEES PAR *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* SUR LE PALMIER DATTIER

SEDRA My H.,*EL FAKHOURI, R.,** et
LAZREK, H. B.,**

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى قياس درجة تسمم المواد المختلفة المفترزة من طرف الفطر، المسبب لمرض البيوض، أو لا، كما تصف لنا هذه الدراسة طرق الحصول على هذه المواد السامة التالية: I،II و III. لقد تمت بعد ذلك تنقية المادة II (الاکثر تسمما) بواسطة 2 - x 50 dowex لتعطي مواد أخرى مختلفة تسمى F1،F2،F3 و F4 حسب قيمة pH وتبين كذلك من خلال النتائج أن هذه المواد السامة أظهرت قدرتها على اصابة نباتات نخيل الثمر وكذلك على تيبس أوراق معزولة من نباتات مؤصلة عن زراعة الانسجة، ويبدو أن المادتين II و F2 هما الاكثر تسمما من المواد الاخرى. وأخيرا، ان النتائج المحصل عليها من خلال المناقشة في هذا المنشور تفتح بابا مهما في مجال البحث يهدف من جهة الى توضيح بعض الوسائل التي يستعملها الفطر الطفيلي في العدوى ومن جهة أخرى الى استعمال المادة السامة في المستقبل والاعتماد على تطبيقها لاختصاصها في انتقاء أصناف النخيل المقاومة لمرض البيوض تحت بيئة اصطناعية.

* *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*

كلمات جوهرية : الفطر الفوزريوم، المادة السامة الفطرية، النخيل، مرض البيوض.

* Laboratoire de Pathologie Végétale - Mycologie Centre Régional de la Recherche Agronomique du Haouz Pré-Sahara (INRA-Marrakech - MAROC

** Laboratoire de Chimie Bio-organique, Département de Chimie, Faculté des Sciences Semlalia Marrakech, MAROC

RESUME

Cette étude vise à tester la toxicité de différents constituants peptidiques des toxines secrétées par le *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, agent du Bayoud . Elle décrit d'abord les méthodes d'obtention de ces constituants toxiques . Ainsi trois fractions I, II et III ont été isolées . La fraction II la plus toxique a été purifiée sur Dowex 50W-X2 à différents pH pour donner des fractions F1, F2, F3 et F4 . Cette étude a ensuite permis de mettre en évidence l'effet toxique de ces substances sur les plantules du palmier dattier et les feuilles détachées de vitroplants . En effet, il a été constaté que les fractions II et F2 se sont avérées les plus toxiques . Enfin, les résultats présentés et discutés dans cet article ouvrent une voie de recherche intéressante permettant d'une part d'élucider certains phénomènes dans la pathogénéicité du parasite et d'autre part d'envisager une application pratique dans la sélection *in vitro* des variétés résistantes au Bayoud .

MOTS CLÉS : *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, toxine, palmier dattier, Bayoud .

ABSTRACT

This study consists of the evaluation of toxicity of different toxin peptidic constituents secreted by *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, agent of Bayoud disease . First, it describes the methods of the obtention of these constituents . Then, three fractions I, II and III have been isolated . The fraction II, which is the most toxic substance, has been purified on Dowex 50W-X2 at different pH levels, and the fractions F1, F2, F3 and F4 have been determined . Toxicity of these substances has been checked on palm seedling and detached leaves . Indeed, fractions II and F2 did prove more toxic than the other substances . Further research based on our findings will help in a better understanding of the pathogenecity of *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* and to define the practical uses of the *in vitro*-selection .

KEY WORDS : *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, toxin, date palm, Bayoud disease .

INTRODUCTION

La fusariose vasculaire du palmier dattier dénommée "Bayoud" causée par *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis* est la maladie la plus redoutable dans les palmeraies d'Afrique du Nord. Elle fait partie des maladies d'origine tellurique contre lesquelles, il est difficile de lutter. La lutte génétique par l'utilisation des variétés ou cultivars résistants au Bayoud est le moyen adopté par l'Institut National de la Recherche Agronomique (Perreau-Leroy, 1958; Louvet et Toutain, 1973; Saaidi et al., 1981; Djerbi et al., 1986; Sedra, 1990). La sélection pour le caractère de résistance à la maladie, nécessite la mise au point de tests simples, rapides et complémentaires qui permettent de trier le matériel génétique résistant ou de confirmer sa résistance au stade plantule.

La plupart des formes spéciales de *F.oxysporum* et des espèces de *Fusarium* en général produisent des toxines de nature très diverse : protéiques (Mussel, 1972), terpéniques (Casinovi, 1972) et glycopeptidiques (Main et al., 1972). La lycomarasmine est la première substance toxique, de nature peptidique, isolée et purifiée à partir des cultures du *F.o.f.sp. lycopersici* (Messiaen et al., 1969). Ensuite, de nombreuses toxines spécifiques ont été isolées, (e.g, la Carbotoxine (Scheffer et al., 1972), la victoxine d'*Helminthosporium victoriae* (Pringle, 1972). Certaines sont uniquement isolées et leur structure n'est pas encore déterminée. En 1977 Surico et al., ont isolé l'acide fusarique et l'anhydre-aspergillomarasmine B à partir des cultures du *F.o.f.sp.albedinis*.

Au Maroc Moukhliis et ses collaborateurs (1987) ont étudié les toxines secrétées par le *F.o.f.sp.albedinis*. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'existence de l'acide fusarique et certains dérivés acides. Les objectifs de notre étude constituent une suite des travaux antérieurs et visent à :

- apprécier la toxicité de différents constituants peptidiques des toxines secrétées par le *F.o.f.sp.albedinis*.
- étudier l'effet de ces substances sur matériel végétal du palmier dattier.

MATERIEL ET METHODES

Extraction et fractionnement de toxines à partir du filtrat de culture du *F.o.f.sp.albedinis*

Les isolats du *F.o.f.sp.albedinis* utilisés ont été cultivés sur le milieu liquide Czapek (2g de NaNO₃; 1g K₂HPO₄; 0,5 g KCl; 0,5 g MgSO₄, 7H₂O; 0,01 g FeSO₄, 7H₂O; 30 g de Saccharose dans 1000cc d'eau distillée stérile à pH=4). La souche Foa 133 utilisée a été choisie pour son agressivité élevée vis-à-vis des plantules du palmier (Sedra, 1992). Les toxines ont été extraites du filtrat de culture du parasite âgée de 10 jours. Les étapes de l'extraction sont les suivantes:

Après une précipitation métabolique des macromolécules, le surnageant est

éaporé sous vide à une température inférieure à 45°C . La séparation était effectuée sur une colonne (3 x 50 cm) d'absorption (Norite + Celite) à base de la Pyridine aqueuse à 10%, 30% et 50% ce qui a permis d'isoler trois fractions I, II et III respectivement . Ces dernières étaient utilisées directement pour le test de toxicité sur les vitroplants . Ensuite, la substance qui s'est avérée toxique est ensuite séparée de son ion ionophore par dissociation sur une Dowex 50W-X2, H+ à une gamme de pH . Les fractions obtenues étaient conservées au réfrigérateur à 4°C pour être utilisées, plus tard, dans les tests biologiques . Ces fractions étaient codées F1, F2, F3 et F4, correspondant respectivement aux pH=2 ; 3,8 ; 9,3 et 9,6 .

Etude de l'effet des toxines sur les vitroplants

Les vitroplants utilisés ont été obtenus à partir de culture des tissus de palmier dattier, effectuée par le laboratoire de physiologie végétale de l'INRA-Marrakech . Les vitroplants du cultivar Jihel (JHL) sensible et Tadmente (TDMT) résistant au Bayoud ont été utilisés au stade plantule .

La méthode d'appréciation de la toxicité des fractions I, II et III sur les Vitroplants en tubes consiste à tremper séparément les racines dans des solutions contenant les fractions à une concentration de l'ordre de 0,5 g/l . Quatre séries de quatre vitroplants chacune pour chaque fraction et pour chaque cultivar ont été testées . Les vitroplants témoins sont trempés dans l'eau stérile . Ces symptômes observés pour chacune des fractions ont été notés tous les deux jours et pendant 34 jours . Ils consistaient en :

- brunissement des racines,
- enroulement des feuilles,
- dessèchement total des feuilles
- mort de la plantule .

Etude de l'effet des toxines sur les plantules issues de graines.

Les plantules du palmier dattier utilisées sont issues de graines obtenues par croisements réalisés entre parents sensibles (cultivar Jihel x mâle local) et résistants (cultivar Bousthami noire x mâle NP4) . Le taux moyen d'homogénéisation des descendants de ces deux croisements basé sur le critère de sensibilité et de résistance est estimé respectivement à 86% et 78% (Sedra, résultats non publiés) . Les graines étaient préalablement désinfectées à l'eau de Javel (12°C) pendant deux minutes à 10%, rincées à l'eau stérile et mises à germer sur sable stérile humidifié (15j , 35°C) . Les jeunes plantules obtenues ont été utilisées au stade de la première feuille .

L'effet toxique des fractions F1, F2; F3 et F4 à une concentration de l'ordre de 10⁻³ mg/ml sur les plantules issues de graines a été apprécié par trempage des racines préalablement lavées, dans des solutions contenant ces fractions séparément . Les plantules-témoins sont trempées dans l'eau . Cinq plantules par fraction et par croisement ont été utilisées . Les notations sont identiques à celles

de l'essai précédent . Des notations régulières ont été faites pour décrire l'évolution des symptômes .

Etude de l'effet des toxines sur les feuilles détachées des vitroplants

Les feuilles détachées sont prélevées de jeunes vitroplants âgés de trois ans et appartenant à deux cultivars : un sensible au Bayoud Boufeggous (BFG) et l'autre résistant Sairlayalet (SYL) .

Dans cette étude, la toxicité des fractions (F1, F2, F3 et F4) a été testée sur les feuilles détachées selon une méthode inspirée de celle de Schipper (1978) et modifiée par Pinon en 1984 sur le couple . Peuplier-*Hypoxyllum mammatum* . Cette méthode, basée sur le principe de l'absorption pétiolaire, consiste à tremper les pétioles de feuilles détachées de jeune palmier dans des tubes contenant les solutions des différentes fractions séparément (planche 1, photo 3) . Quatre feuilles par fraction et par cultivar ont été testées . Dans le cas du témoin, les feuilles sont trempées dans l'eau stérile . Les tubes portant les feuilles sont placés à la lumière du jour, dans une température ambiante allant de 22°C à 27°C . Les anomalies observées sur les feuilles sont notées régulièrement pendant vingt jours . Les symptômes observés étaient :

- nécrose sur la pétiole.
- enroulements de la feuille.
- dessèchement total de la feuille .

RESULTATS

Effet des toxines sur les vitroplants

Les résultats sont présentés sous forme de pourcentage de mortalité des plants . L'analyse statistique des résultats est réalisée suivant un dispositif complètement aléatoire utilisant l'analyse de la variance à deux critères de variations : cultivar-fraction .

Les deux cultivars testés vis-à-vis de différentes fractions (I, II et III) présentent des symptômes caractérisés d'abord par un brunissement des racines, qui provoque l'enroulement des feuilles, par la suite leur dessèchement et le plant finit par mourir . Les racines des vitroplants témoins ont demeuré indépendants toute la durée de l'essai (planche 1, photo 2) .

Cependant le début d'apparition des symptômes, ne dépend pas seulement des fractions testées mais également des cultivars utilisés . En effet, l'apparition des symptômes a été plus précoce pour toutes les fractions toxiques en particulier pour la fraction II chez le cultivar sensible Jihel (JHL) que dans le cas du cultivar Tadmente (TDMT) . En outre, pour cette même fraction l'enroulement des feuilles a été relativement plus tardif chez le cultivar Tadmente et sa progression n'a pas touché l'ensemble des plants .

Le tableau I montre qu' il y a une différence significative dans la réponse des

cultivars à l'action des fractions toxiques . En effet, la figure 1 montre qu'avec la fraction II par exemple, le pourcentage de mortalité des vitroplants atteint 75% chez le cultivar Jihel contre 50% chez le cultivar Tadmente . La comparaison de l'effet toxique des fractions sur les vitroplants a montré que la fraction II s'est révélée plus toxique que la fraction I (figure 1) . Une différence significative a été aussi observée entre l'effet des fractions sur les vitroplants (Tableau I) .

Effet des toxines sur les plantules issues de graines

Les résultats sont présentés sous forme de pourcentage de mortalité des plants . La comparaison des résultats a été faite sur la base du calcul de moyenne et d'écart type .

Le trempage des plantules dans des solutions contenant les fractions F1, F2, F3 et F4 provoque un brunissement des racines .Ce brunissement s'accroît et se développe pendant la première semaine . Par ailleurs, le témoin ne présente aucun symptôme (planche 1, photo 1) . La toxicité des fractions a été observée préférentiellement au niveau de la "coiffe" des racines et entraîne un ralentissement de la croissance racinaire .

Tableau I : Résultats de l'analyse factorielle de la variance pour apprécier l'effet de 3 fractions toxiques du parasite sur deux cultivars de palmier dattier .

source de variation	degré de liberté	somme des carrés écarts	carrés moyens	F
cultivar	1	661,5	661,5	12,8***
fraction	2	999	499,5	9,7**
interaction	2	103	51,5	<1 (NS)
variation résiduelle	18	132,5	7,4	

- Résultats obtenus à l'aide de l'analyse factorielle de la variance à deux critères (cultivar-fraction) pour $p = 0,05$.

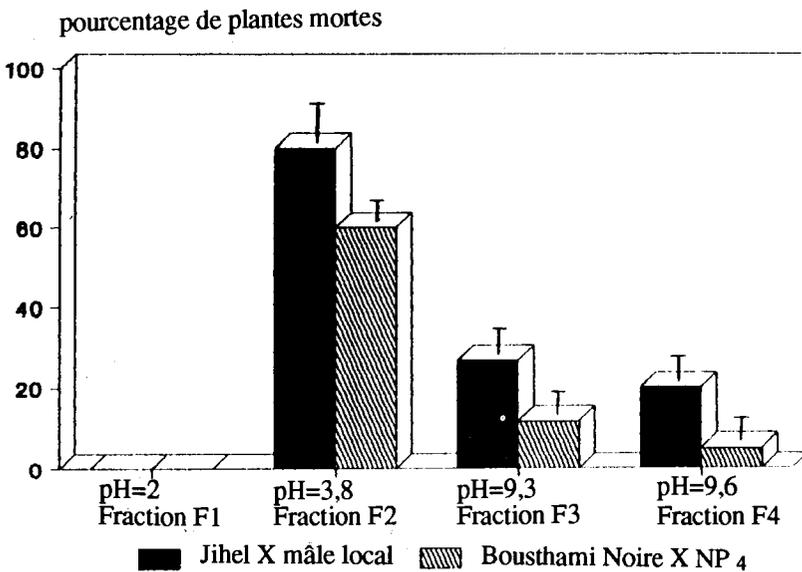
Différence non significative (NS), hautement significative (**), très hautement significative (***) .

- Cultivars Jihel (sensible) et Tadmente (résistante au Bayoud) .
- Fractions toxique I, II et III

Trois semaines plus tard, des symptômes de flétrissement typiques du Bayoud ont été observés chez les plantules du palmier dattier. Ces symptômes étaient caractérisés par un enroulement des feuilles qui finissaient par se dessécher (planche 1, photo 1). La figure 2 montre que la fraction F2 (pH=3,8) s'est révélée plus toxique que les fractions F1 (pH=2), F3 (pH=9,3) et F4 (pH=9,6) et que les plantules issues du croisement (JHL x mâle local) se sont avérées plus sensibles à toutes les fractions toxiques utilisées.

En effet, pour la fraction F2, le pourcentage de mortalité des plantules a atteint 80% dans le cas du premier croisement contre 60% dans le cas du second croisement (Bousthami noire x mâle NP4).

Fig 1 : Effet des fractions (F1, F2, F3 et F4) séparées à différents pH sur les plantules issues de graines.



- Pourcentage moyen et écart-type de mortalité des plantules due à l'effet toxique, des fractions F1, F2, F3 et F4.
- Plantules issues des croisements entre parents sensibles (Jihel X mâle local) et résistants (Bousthami noire X mâle NP4).
- racines des plantules trempées dans des solutions toxiques pendant 8 jours.

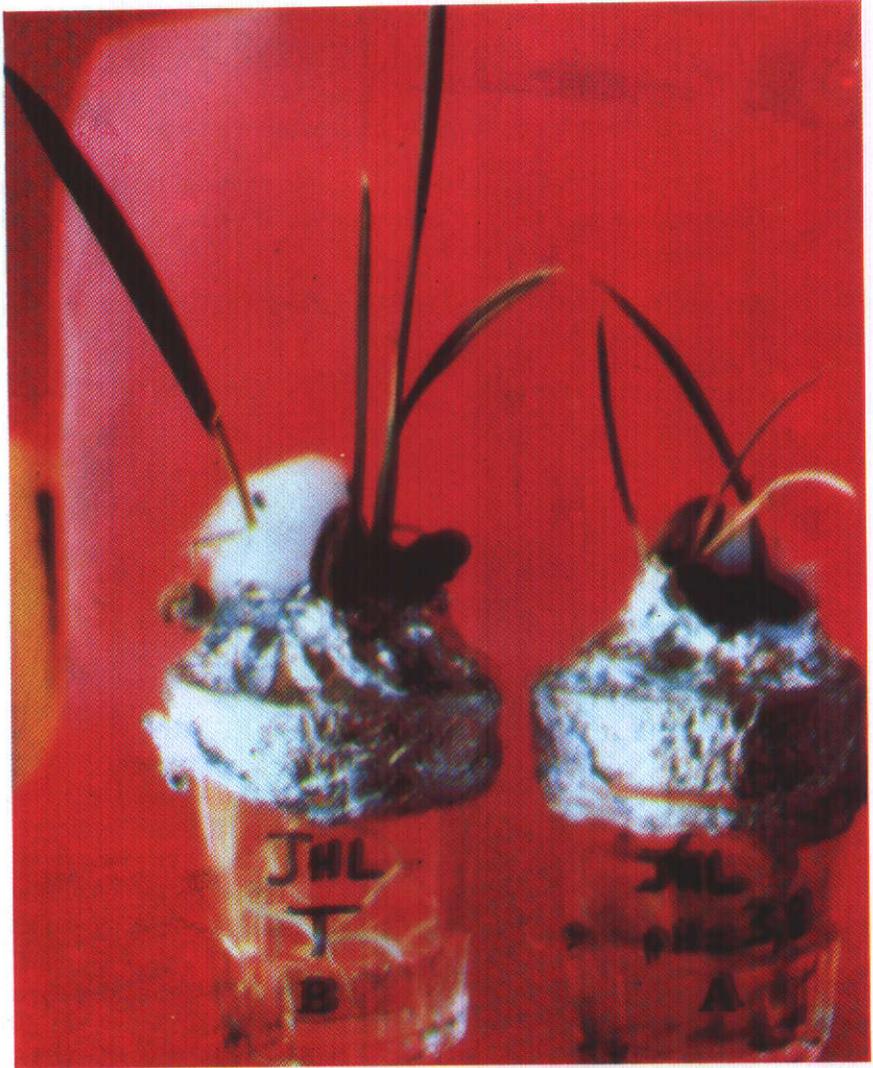


PLANCHE I
PHOTO 1

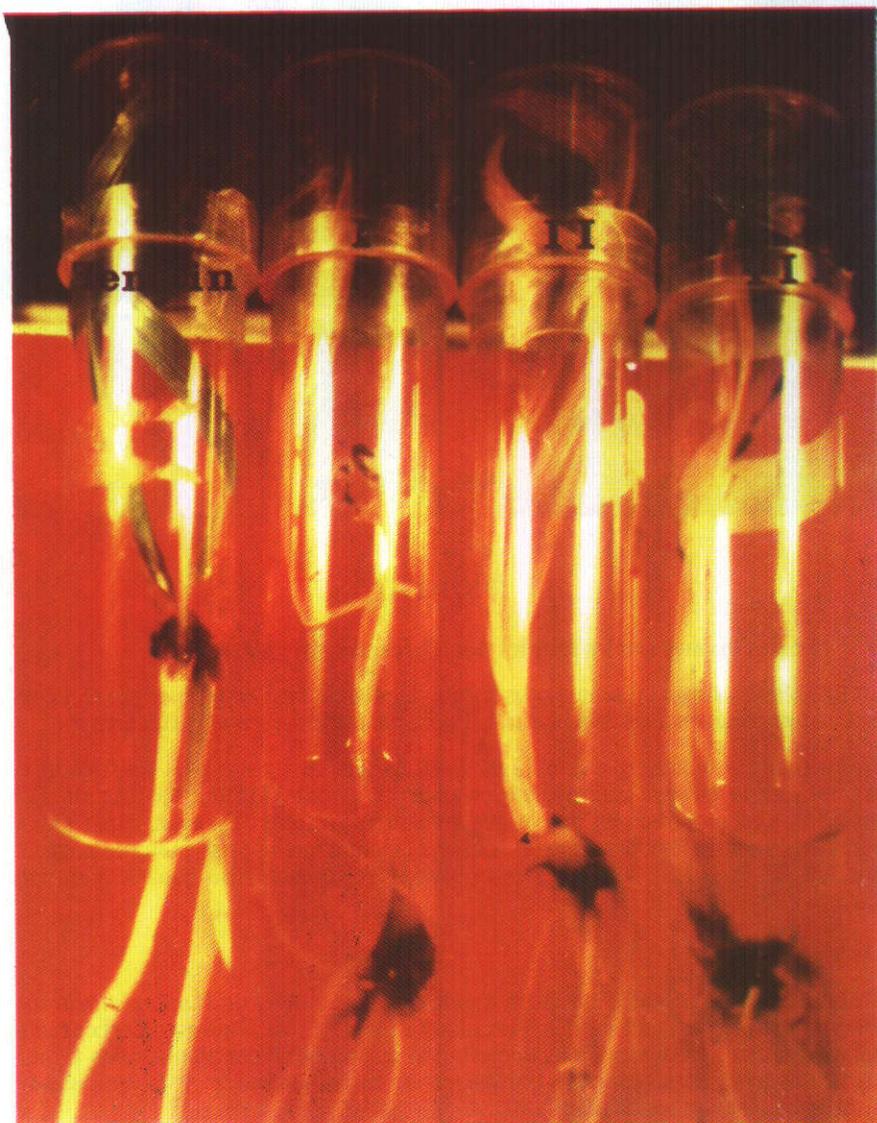


PHOTO 2

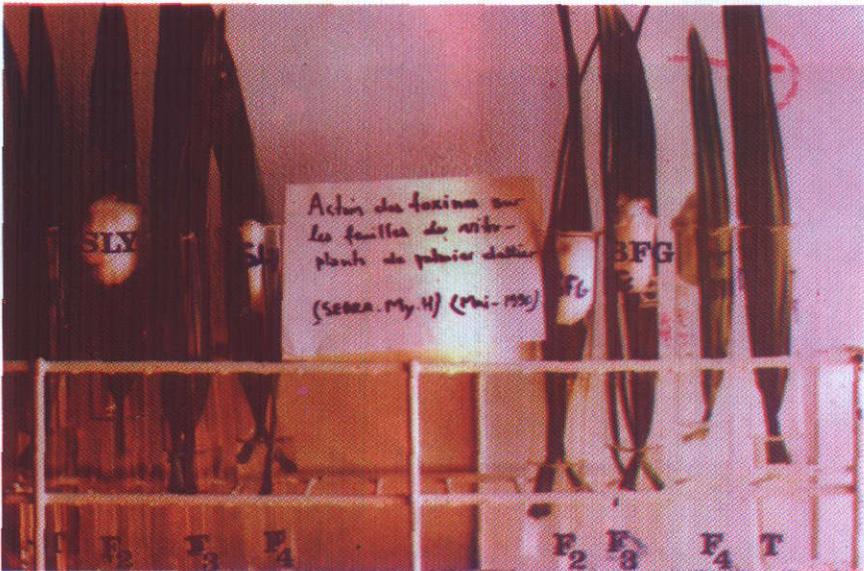


PHOTO 3

Effet des toxines sur les feuilles détachées des vitroplants

Les résultats sont présentés sous forme de pourcentage de feuilles desséchées et leur comparaison a été faite sur la base du calcul de moyenne et d'écart-type .

La figure 3 montre que le cultivar Boufeggous s'est avéré plus sensible aux toxines que le cultivar Sairlayaleta (planche 1, photo 3) et que la fraction F2 (pH=3,8) s'est montrée plus active que les autres fractions . En effet, vingt jours après inoculation, le pourcentage de dessèchement a atteint ; par exemple pour la fraction F2 (pH=3,8) 90% chez le cultivar BFG contre 70% chez le cultivar SLY.

DISCUSSION

Les résultats présentés indiquent que le filtrat de culture du *F.o.f.sp.albedinis* produisant une toxicité sur les vitroplants, plantules et feuilles détachées du palmier dattier . Nous rappelons que selon la disponibilité des plants, nous avons mené plusieurs séries d'essais consistant en la recherche de tests simples et discriminants entre les cultivars .

L'extraction des premières fractions I, II et III et la séparation de la fraction II (plus toxique) à différents pH, montrent qu'il pourrait exister plusieurs composés présentant une activité toxique formant ainsi les toxines du parasite .

Fig 2 : Effet des substances toxiques extraites du culture du *F. o. f. sp. albedinis* sur vitroplants .

- Cultivars sensible (Jihel) et résistant (Tadment) .
- Le pourcentage moyen et écart-type de mortalité des vitroplants due à l'effet toxique des fractions I, II et III .
- Racines des plants trempées dans des solutions toxiques pendant 34 jours .

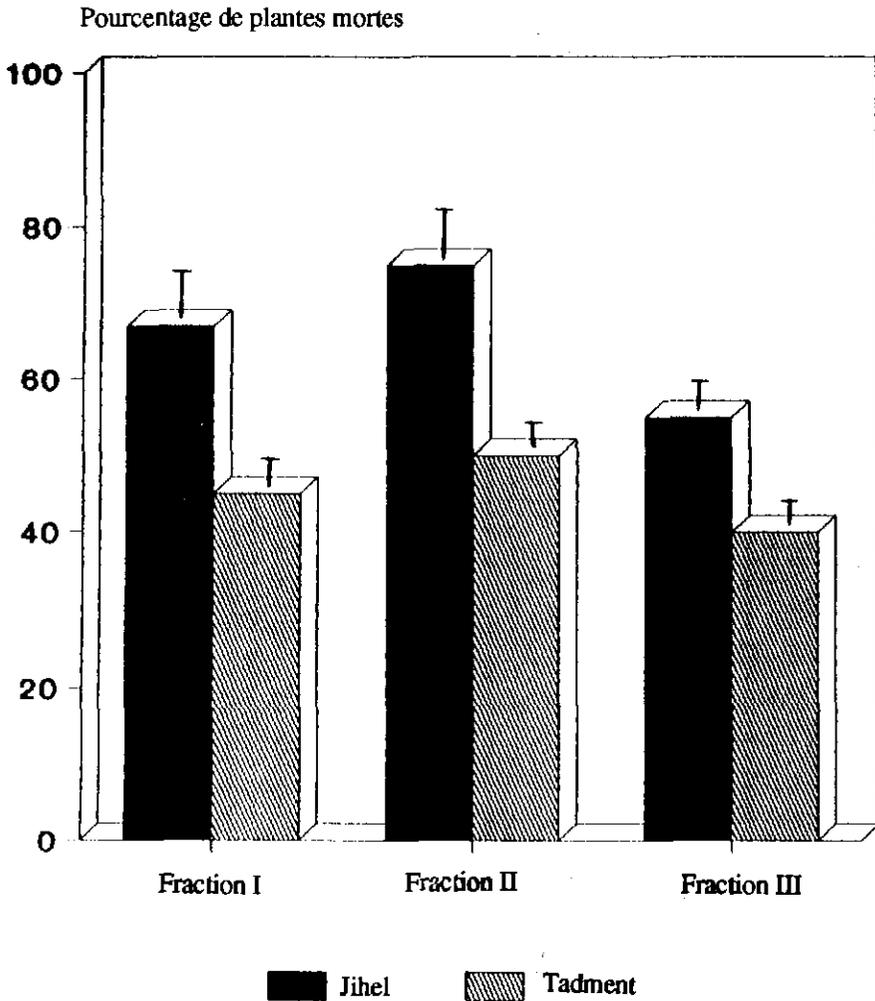
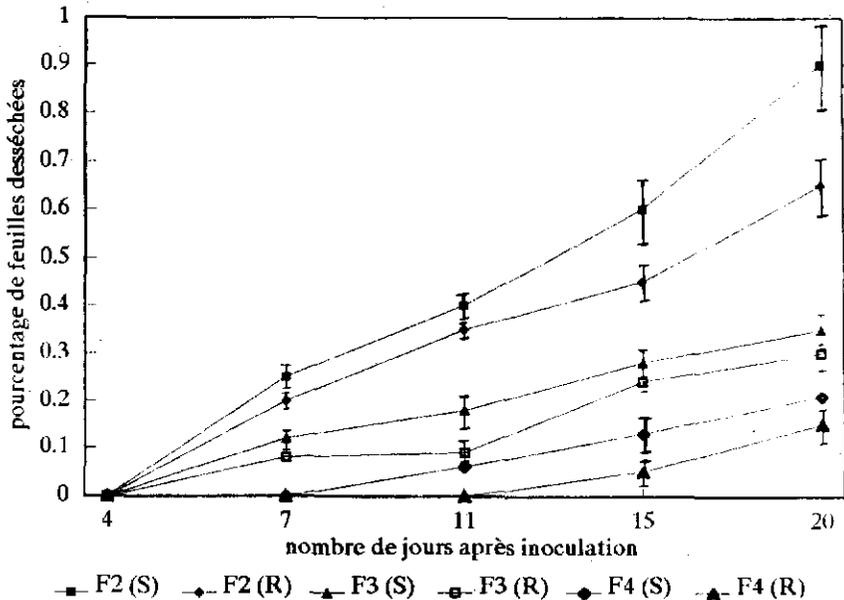


Fig 3 : Action des toxines sur les feuilles détachées de vitroplants .

- Fractions des toxines F1 (pH=2), F2 (pH=3.8), F3 (pH=9.3) et F4 (pH=9.6) .
- Cultivars sensibles (S) Boufeggous et résistant (R) Sairlayalate .
- Moyen et écart-type des feuilles détachées trempées dans des solutions des fractions toxiques .
- La fraction F1 et les feuilles témoins n'ont présenté aucun signe de flétrissement .



Dans les tests biologiques, plusieurs auteurs utilisent des plantes entières ou des parties de plantes pour étudier l'effet des toxines fongiques : Molot et al., (1984) ont utilisé les plantules d'asperge pour évaluer l'effet des toxines secrétées par *Rhizoctonia violacea*. Lemaire et al., (1984) ont aussi utilisé les plantules de la tomate pour étudier les toxines de *Pyrenochaeta lycopersici*. Pinon (1984) a utilisé particulièrement les feuilles des peupliers pour les toxines de *Hypoxyllum mammatum*. Dans notre travail, nous avons utilisé aussi trois types de matériel végétal : plantules issues de graines du palmier dattier, les vitroplants et feuilles détachées de vitroplants âgés de 3 ans. L'utilisation de chaque matériel présente des avantages et des inconvénients. Cependant, l'évaluation de l'effet des toxines sur ce différent matériel végétal semble délicate ; étant donnée la diversité des anomalies provoquées par les toxines sur ce matériel et leur évolution en fonction du temps. Nous nous sommes donc contentés dans cet article de fonder nos résultats sur le critère de mortalité des plants due au flétrissement des plantes ou au dessèchement des feuilles détachées.

Les plantules issues de graines ou de culture des tissus et attaquées par les toxines, présentent une croissance ralentie par rapport au témoin . Les tests menés sur les feuilles détachées apparaissent plus rapides que ceux où les plantules ont été utilisées . Ils ont aussi l'avantage d'être moins encombrants et les symptômes observés sont basés sur l'enroulement des feuilles dû à l'absorption pétiolaire des substances toxiques (Pinon, 1984 ; Schipper, 1978) .

Les différences observées dans l'expression des symptômes dus à l'effet toxique des fractions sont dues probablement à leur nature chimique . Des analyses chimiques plus approfondies pourront élucider ces constatations .

Par ailleurs, bien que les cultivars utilisés réagissent différemment à l'effet toxique des fractions isolées, la fiabilité de la discrimination variétale, à l'état actuel, n'est pas envisageable ; du fait que nous n'avons pas encore prouvé la spécificité des fractions toxiques et leur rôle déterminant dans le pouvoir pathogène du champignon . La concentration des substances toxiques peut aussi être à l'origine de différences observées dans la réaction des cultivars étudiés . Par conséquent elle peut jouer un rôle déterminant dans la discrimination des cultivars . Par ailleurs, plusieurs auteurs ont étudié l'importance de la spécificité des toxines et leur utilisation dans la sélection des cultivars résistants sur d'autres couples hôte-parasite (Dutrecq, 1977 ; Dutrecq *et al.*, 1979) .

Les résultats présentés dans cet article ouvrent une voie de recherche intéressante permettant d'une part d'élucider le rôle des toxines dans la pathogénéicité du parasite et d'autre part d'envisager une application pratique dans la sélection *in vitro* des cultivars résistants au Bayoud .

REMERCIEMENTS

Nous remercions la communauté Européenne Economique (Contrat CEE. TS 2A-0097) et l'organisation Internationale pour l'Agriculture et l'Alimentation (PNUD / FAO / projet RAB / 88 / 024) pour leur contribution au financement de cette étude et le Laboratoire de Physiologie Végétale (INRA-Marrakech) pour notre approvisionnement en vitroplants.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARBIER, M. 1972 . The chemistry of some amino-acide derived phytotoxins . p.91-103 . In Phytotoxins in Plant Diseases (R.K.S.Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds.) . Academic Press, New-York .
- CASINOVI, C.G. 1972 . Chemistry of the terpenoid phytotoxins . p.105-125 . In phytotoxins in Plant Diseases (R.K.S. Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds.) . Academic Press, New-York .
- DJEBRI M., AOUAD H., FILALI H., SAAIDI M., CHTIOUI A., SEDRA My H., ALLAOUI, HAMDAOUI T. et OUBRICH M., 1986. Preliminary results on selection of high quality Bayoud resistant lines among natural date palm population in Morocco. P. 386-399. In the Proceeding of. The second symposium on date oalm.3-6. March. 1985, king Faisal University, Saudi Arabia. 1986.
- DUTRECQ, A.. 1977 . Critères de sélection de céréales résistantes à la toxine d'*Helminthosporium Sativum* . Ann. Phytopathology 9 : 544 .
- DUTRECQ, A., SOMMMEREYNS et J.SEMAL . 1979 . Using resistance to the toxin of *Helminthosporium Sativumas*, a mean of selecting cereals ; toxicity tests and toxin preparation . Faculté des Sciences Agronomiques Gembloux . Belgique : 370-373 .
- LEMAIRE, J.M.; A.GLANDARD ; H.LATERRAT ; M.CONUS et D.BLANCHARD . 1984 . Mise en évidence d'une toxine chez *Pyrenochaeta Lycopersici Scheneider* et Gerlach, agent des racines liégeuses ou Corky-root de la tomate et du Melon . Rev.cytol.Biol.végét.Bot., 7.193-204 .
- LOUVET, J. et C.TOUTAIN . 1973 . Recherches sur les fusarioses VII . Nouvelles observations sur la fusariose du palmier dattier et précisions concernant la lutte . Ann.Phytopathol., 5 , 35-52 .
- MAIN, C.E. et R.W.PERO . 1972 . Phytotoxins in the brown spot disease of tobacco caused by *Alternaria tenuis*. p.427-429 . In Phytotoxins in Plant Diseases (R.K.S.Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds.) . Academic Press, New-York .
- MESSIAEN, C.M et CASSINI, R. 1968 . Recherches sur les fusarioses IV. La systématique des *Fusarium* . Ann. Epiphytes, 19 (3) : 387-454 .
- MOLOT, P.M.; M.CONUS ; J.COTTA et H.FERRIERE . 1984 . Mise en évidence d'une toxine dans les filtrats de culture de *Rhizoctonia Violacea* . Relation entre la sensibilité des plantules d'asperge à cette toxine et aux contaminations par mycélium . Rev. Cytol. Biol. Végét. Bot., 7 : 205-217 .
- MOUKHLISSE, N. 1987 . Contribution à l'identification et étude de la toxicité des différents constituants de la toxine sécrétée par le *Fusarium oxysporum*

f.sp.*albedinis* . Thèse de 3ème cycle, Marrakech, Maroc .

MUSSEL, H.W. 1972 . Toxic proteins secreted by cotton isolates of *Verticillium albo-atrum* . p.443-445 . In *Phytotoxins in Plant Diseases* (R.K.S.Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds ;) . Academic Press, New-York .

PEREAU-LEROY, P. 1958 . Le palmier dattier au Maroc. Inst. Franc. de Recherches Fruitières . Outre-Mer (I.F.A.C.) p.142 .

PINON, J. 1984 . Propriétés biologiques de la toxine d'*Hypoxylon mammatum*, parasite des peupliers de la section Leuce. Rev. Cytol. Biol. Vég. 7 , 271-277 .

PRINGLE, R.B. 1972 . Chemistry of host-specific phytotoxins . p.139-155 . In *Phytotoxins in Plant Diseases* (R.K.S.Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds;) . Academic Press, New-York .

SAAIDI, M.; C.TOUTAIN; H.BANNEROT et J.LOUVET . 1981 . La sélection du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pour la résistance au Bayoud. Fruits, 4 , 36 : 241-249 .

SCHEFFER, R.P. et O.C.YODER. 1972 . Host-specific toxins and selective toxicity . p.251-272 . In *Phytotoxins in Plant Diseases* (R.K.S.Wood, A.Ballio, et A.Graniti, eds.) . Academic Press, New-York .

SCHIPPER, A.L.Jr. 1978 . A *Hypoxylon mammatum* toxin responsible for canker formation in quaking aspen . *Phytopathology* 68 : 868-872 .

SEDRA, My.H. 1990 . Preliminary results on the evaluation of the resistance to the Bayoud on the clones (Khalts) ; cultivars and some hybrids of the fruits quality criterion . p.529 . In proceeding of the 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union . 28 Oct . -3 Nov. 1990 , Agadir, Maroc .

SEDRA, My.H. 1992 . Remarques sur la variabilité du pouvoir pathogène des isolats et souches de *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*, agent causal de la fusariose vasculaire (Bayoud) du palmier dattier (sous presse Al Awamia n° 84).

SURICO, G. et A.GRANITI . 1977 . Produzione di tossine da *Fusarium oxysporum* Sch. f .sp.*albedinis* . *Phytopathology* 16 : 30-33 .