

Flétrissement et pourriture racinaire de la lentille dans le Nord-Ouest algérien

L. Belabid, Z. Fortas, D. Dalli, M. Khiare, D. Amdjad

Les légumineuses alimentaires représentent une part importante de l'alimentation humaine et animale. Ces cultures sont riches en protéines et fournissent au sol une quantité non négligeable d'azote fixé utile pour les céréales, en réduisant d'autant les coûts de production et en limitant la pollution des nappes phréatiques par les nitrates des engrais [1].

En Algérie, la superficie cultivée en lentille (*Lens culinaris* Med.) est passée de 26 000 ha en 1969 à 1 500 ha en 1997, avec des rendements fluctuants qui demeurent très faibles [2].

Les champignons telluriques constituent un des principaux facteurs limitant le développement de la lentille, causant des maladies de flétrissement ou de pourriture racinaire notamment en Égypte [3], en Syrie [4], au Canada [5], en Tchécoslovaquie [6] et Nouvelle-Zélande [7].

Les agents responsables de ces maladies, en particulier de la pourriture racinaire, appartiennent aux genres *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Thielaviopsis*, *Macrophomina*, *Ozonium*, *Pythium*, *Aphanomyces* et *Sclerotinia* [8]. Quant au flétrissement vasculaire, il est provoqué par *F. oxysporum* [4].

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'importance de ces maladies et d'identifier les espèces fongiques responsables, ainsi que la fréquence de leur répartition dans le Nord-Ouest algérien. Le pouvoir pathogène des isolats de *F. oxysporum* isolés de lentille a été testé par ailleurs.

Matériel et méthodes

La prospection a été effectuée dans trois zones agroclimatiques différentes [9] représentant les surfaces les plus cultivées en lentille dans le Nord-Ouest algérien (tableau 1). Quarante et un champs de lentille, pris au hasard à 5 km d'intervalle, ont été prospectés pendant les mois de mars, avril et mai (stade floraison et formation des graines) au cours des campagnes de 1994 à 1997. Au niveau de chaque site, on évalue le pourcentage des pieds malades, on décrit les symptômes et le stade du végétal, et on prélève 20 plantes, prises au hasard, pour analyse au laboratoire. Chaque plante est découpée en 15 pièces (0,5 cm/pièce) de part et d'autre du collet (7,5 cm de tige et 7,5 cm de racine). Ce matériel est désinfecté à l'hypochlorite de sodium à 2 % pendant 3 min, rincé plusieurs fois à l'eau distillée stérile, séché entre du papier filtre stérile puis placé dans des boîtes de Pétri contenant du milieu PDA (5 pièces/boîte), en les numérotant de 0 à 15, en fonction de la position de chaque segment sur le végétal, en prenant le 0 pour indiquer le collet. L'incu-

bation est effectuée à 22-25 °C pendant 7 jours.

Les graines prélevées à partir des plants de lentille malades sont désinfectées et incubées pendant 2 semaines sur milieu PDA dans les mêmes conditions.

Les champignons développés dans les boîtes de Pétri sont purifiés et identifiés sur la base des caractéristiques microscopiques des clés du genre *Fusarium* [10, 11], *Rhizoctonia* [12, 13] et *Sclerotinia* [13]. Le pourcentage de chaque espèce isolée par champ et par région agroclimatique est évalué.

Le pouvoir pathogène des isolats de *F. oxysporum*, isolés des segments les plus hauts de la tige de lentille, a été testé. Un disque de 5 mm de diamètre d'une culture monospore de *F. oxysporum* âgée de 5 jours est introduit dans un Erlenmeyer de 100 ml contenant 50 ml de milieu LD liquide (60 g de graine de lentille + 20 g de dextrose). Les flacons ensemencés sont déposés sur un agitateur à l'intérieur d'une étuve réglée à 20 °C. Après 15 jours d'incubation, les cultures sont filtrées à travers une double couche de mousseline. Le filtrat de culture récupéré est dilué avec de l'eau distillée stérile afin d'avoir une concentration de $2,5 \cdot 10^6$ microconidies/ml [14]. Le comptage des spores est effectué à l'aide de la cellule de Thoma. Le pouvoir pathogène a été testé sur une variété de lentille, très sensible à la fusariose vasculaire (ILL 4605) [4, 14], fournie par le laboratoire de pathologie végétale de l'ICARDA (Syrie). Les graines ont été désinfectées et semées dans des pots de 500 g contenant du sable stérilisé à 120 °C (1 h pen-

L. Belabid, D. Dalli, M. Khiare, D. Amdjad : Phytopathologie, Institut d'agronomie, BP 763, Mascara, 29000 Algérie. <belabid@usa.net>

Z. Fortas : Mycologie (Mycorrhizes), Institut des sciences de la nature, Université d'Oran-Es-Senia, 31000 Algérie.

Tirés à part : L. Belabid

Tableau 1**Caractéristiques climatiques des chefs-lieux des départements producteurs de lentille dans leur zone agroclimatique respective (région Nord-Ouest) (d'après Maatougui [9])**

Zones/département	Pluviométrie (mm) moy. annuelle	Température (°C)		Période	Altitude (m)
		Min.	Max.		
Plaines côtières					
Ain Temouchent	473	13,0	22,6	1957-1990	250
Mostaganem	276	11,5	22,8	1976-1990	104
Plaines intérieures					
Bel-Abbes	393	9,6	23,8	1931-1990	470
Mascara	511	9,3	23,9	1950-1982	600
Hauts plateaux					
Tissemsilt	422	7,3	21,2	1930-1982	889
Tiaret	535	8,5	20,4	1965-1990	1 023

Climatic characterisation of chief towns of administrative departments producing lentils and their respective agroclimatic zones (north-western region)

dant 3 j consécutifs). Les pots, placés dans un phytotron réglé à 20 °C et 12 h de photopériode, sont arrosés une fois par semaine. L'inoculation est effectuée à 10 jours après la levée des plantules (trois répétitions par isolat et dix plantules par pot). Les plantules sont détériorées ; on coupe 1 cm de l'extrémité des racines et on plonge le système racinaire dans 10 ml de la suspension de microconidies pendant 48 h. Les plantules sont ensuite transplantées dans des pots de 500 g contenant un mélange de sol et de sable (1:1) stérilisé. L'incubation est effectuée comme précédemment. Les plantules témoins sont plongées dans une solution d'eau distillée stérile pendant 48 h. La lecture des résultats est effectuée quotidiennement en relevant pour chaque isolat les symptômes sur la variété sensible, jusqu'à la mort totale des 10 plantules par pot. Pour vérifier l'implication de *F. oxysporum* dans l'infection, on isole à nouveau le champignon de la tige, et les cultures de champignons obtenues sur PDA sont comparées à leurs cultures mères.

Résultats et conclusion

Les symptômes de flétrissement et/ou de pourriture racinaire de lentille ont été observés dans toutes les parcelles pros-

pectées, avec des pourcentages de 1 à 66 (moyenne de 9,9 % pour tout le Nord-Ouest algérien). Sur les 41 champs de lentille, 3,1 % des plantes des plaines côtières, 10,3 % de ceux des plaines intérieures et 16,3 % des plantes des hauts plateaux présentent les symptômes de flétrissement et/ou de pourriture racinaire (tableau 2).

Au niveau des plaines côtières, pour les 7 champs prospectés, le pourcentage d'infection est de 1,5 à Ain Temouchent et de 4,6 à Mostaganem (tableau 2).

Pour les plaines intérieures, les 7 sites agricoles de la région de Mascara montrent une moyenne de 12,5 % de plantes malades, contre 8 % pour les stations de Bel-Abbes.

Pour la région de Tiaret (hauts plateaux), certains champs présentent jusqu'à 66 % de lentilles malades (moyenne de 18,5 %). En revanche, dans la région de Tissemsilt, le maximum de plantes malades est de 37 % avec une moyenne de 14 %.

Une prospection similaire des champs de lentille pendant les campagnes agricoles de 1991/1992 et de 1992/1993 dans des régions de Tiaret et Tissemsilt a fourni entre 0 et 90 % de symptômes (flétrissement, jaunissement et pourriture racinaire) [15].

Les symptômes typiques de la fusariose vasculaire de la lentille débutent par un flétrissement soudain de l'extrémité de l'apex et se développent vers la base de la plante. Les folioles atteintes restent fixées en position parallèle en prenant une coloration vert clair. Le dessèchement de la plante peut être total ou partiel. Les vaisseaux conducteurs de la tige des plantes malades ne présentent pas de coloration comme c'est le cas dans d'autres maladies vasculaires. Le système racinaire des plantes malades présente une réduction des ramifications secondaires. En revanche, les observations effectuées par Setti et Bouznad [15] décrivent la présence d'une coloration des vaisseaux au niveau du collet.

Tableau 2**Pourcentage de plants de lentille présentant les symptômes de flétrissement et de pourriture racinaire dans le Nord-Ouest algérien**

Zones/départements	Champs prospectés	Pourcentage de plantes infectées	
		Moyenne	Intervalle
Plaines côtières			
Ain Temouchent	7	3,05	1-7
Mostaganem	2	1,50	1-3
Plaines intérieures			
Bel-Abbes	5	4,60	2-7
Bel-Abbes	14	10,28	4-16
Bel-Abbes	7	8,14	5-12
Mascara	7	12,42	4-16
Hauts plateaux			
Tissemsilt	20	16,34	5-66
Tissemsilt	10	14,20	5-37
Tiaret	10	18,48	8-66
Total	41	9,89	1-66

Frequencies of wilt and root rot in lentil plants in north-western Algeria

La pourriture racinaire de la lentille induit un jaunissement des feuilles de la base de la plante qui se développe pour atteindre les feuilles du sommet. Les feuilles atteintes se dessèchent immédiatement et tombent. Les racines prennent une coloration brun rouge puis se décomposent (pourriture du système racinaire). La plante déterrée se casse facilement au niveau du collet et les racines restent dans le sol.

La sclérotiniose, causée par *Sclerotinia* sp., provoque le développement d'un duvet mycélien de couleur blanche à la base de la tige de lentille transformant ainsi la surface atteinte en pourriture molle, avec jaunissement et mort de la plante. Sur les tissus infectés se forment des sclérotés noirs.

Les résultats des isollements effectués à partir des pieds de lentille malades montrent la dominance des espèces de *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* et *F. moniliforme*) ainsi que les espèces *Sclerotinia* sp. et *Rhizoctonia solani* (tableau 3). À partir de la tige de lentille, seules les espèces *F. oxysporum*, *F. solani* et *Sclerotinia* sp. ont été isolées.

F. solani a été isolé seulement à partir des 5 premiers segments de la tige (2,5 cm du collet). Ce champignon ne colonise pas la totalité de la tige contrairement à *F. oxysporum* qui est vasculaire et peut atteindre même les parties hautes de la plante.

La mycoflore de lentille est dominée par *F. oxysporum* (51,1 %), *F. solani* (22,7 %) et *Rhizoctonia solani* (18,4 %).

La répartition de ces espèces par zone agroclimatique (tableau 3) indique la dominance *F. oxysporum* dans les plaines côtières (63,8 %), les plaines intérieures (40,7 %) et les hauts plateaux (54 %). *F. solani* est important surtout dans les hauts plateaux (28,5 %) par comparaison avec les plaines intérieures (19,6 %) et les plaines côtières (12,1 %).

D'autres travaux montrent que *F. solani* a été isolé avec des fréquences allant de 60 % dans la région de Tissemsilt à 90 % dans la région de Tiaret, tandis que *F. oxysporum* a été isolé avec une fréquence de 90 % dans la région de Tiaret [15]. *Rhizoctonia solani* est plus abondant dans les plaines intérieures (31,4 %) que dans les plaines côtières (15 %) et sur les hauts plateaux (10,5 %). Dans les racines, *Rhizoctonia solani* est associé soit à *F. solani*, soit à *F. oxysporum*, lequel se comporte comme un envahisseur secondaire qui colonise rapidement les tissus racinaires nécrosés.

Tableau 3

Pourcentage des espèces fongiques pathogènes isolées à partir de la lentille pendant la période 1994-1997 par zone agroclimatique

Zones/départements	Fo	Fs	Fe	Fm	Rs	Ssp
Plaines côtières	63,75	12,14	2,85	2,85	15	3,57
Ain Temouchent	62,5	12,5	0	0	20	5
Mostaganem	64	12	4	4	13	3
Plaines intérieures	40,71	19,64	0	0	31,42	8,21
Bel-Abbes	45,7	17,1	0	0	33,6	3,8
Mascara	35,7	22,1	0	0	29,5	12,9
Hauts plateaux	54	28,5	2,5	0	10,5	4,5
Tissemsilt	43	41	0	0	12	4
Tiaret	65	16	5	0	9	5,0
% moyen	519	22,68	1,70	0,48	18,41	5,60

Fo : *F. oxysporum* ; Fs : *F. solani* ; Fe : *F. equiseti* ; Fm : *F. moniliforme* ; Rs : *Rhizoctonia solani* ; Ssp : *Sclerotinia* sp.

Frequencies of pathogenic fungi species isolated from lentils over the 1994-1997 period by agroclimatic zone

Les graines issues des plantes malades n'ont fourni aucun isolement de champignon pathogène. *F. oxysporum* se transmettrait donc par une contamination externe de la semence [8].

À l'issue des campagnes 1994 à 1997, on

a conclu que *F. oxysporum* est le pathogène majeur à prendre en compte et la cause majeure du flétrissement des plants de lentille [4, 8]. Cette constatation rejoint d'autres résultats où des baisses de rendement peuvent atteindre 50 %

Summary

Wilt and root rot of lentils in north-western Algeria

L. Belabid, Z. Fortas, D. Dalli, M. Khiare, D. Amdjad

The lentil, one of the most important pulses (after the chickpea), has a good potential as a crop for the dry areas in the north-western Algeria. Recent observations indicate an increased incidence of wilt and root rot associated with Fusarium sp.

The present survey assesses the cause and intensity of wilt and root rot on lentils farmer in fields in the north-west of Algeria. Randomly-selected lentil fields (Table 1) were surveyed throughout the March-April-May growing seasons from 1994 to 1997 for the incidence and severity of fungal diseases. Symptoms of wilt, root rot and stem rot were observed during the reproductive periods at proportions varying from 1-66% (mean: 9.9%) (Table 2).

*Six pathogenic fungi were isolated (Table 3) from wilted (*Fusarium oxysporum* Schlecht.), root rot affected (*F. solani* and *Rhizoctonia solani*) and stem rot affected (*Sclerotinia* sp.) lentils (Table 3). No *F. oxysporum* was found inside seeds from infected plants, indicated that seed transmission of the diseases is either via external contamination of the seed or via trash, such as infected stem, soil, etc., which can carry high levels of the pathogen.*

*Results of a pathogenicity test of *F. oxysporum* isolated from lentil stems showed vascular wilt symptoms with progressive drying of leaves and shoots from the apex downward. All isolates were pathogenic on the susceptible lentil ILL 4605, with different reactions according to the isolate tested. *F. oxysporum* is the main causal agent of lentil wilt in Algeria, with other fusaria like *F. moniliforme* and *F. equiseti*, being of minor importance.*

Cahiers Agricultures 2000 ; 9 : 515-8.

(Tchécoslovaquie) [6] et 12 % (Syrie) [4]. L'ensemble des *F. oxysporum*, isolés à partir des segments de tige de lentille, ont manifesté les mêmes symptômes caractéristiques de la fusariose vasculaire sur la variété ILL 4605. De même, les cultures issues des isolements provenant des plantules attaquées sont morphologiquement identiques à leurs cultures mères respectives. Nous en concluons que les isolats de *F. oxysporum* inoculés à cette variété sont responsables de la trachéomycose de la lentille, forme spéciale *lentis*.

Le flétrissement et/ou la pourriture racinaire de la lentille dans le Nord-Ouest algérien sont dues essentiellement à *F. oxysporum*, *F. solani* et *Rhizoctonia solani*. Ces espèces sont des agents infectieux du sol à caractère opportuniste. L'espèce *F. oxysporum* est commune aux trois zones agroclimatiques tandis que les deux autres se manifestent surtout au niveau des hauts plateaux ou des plaines intérieures.

F. oxysporum et *F. solani* se transmettent par la semence de lentille, de sorte que le traitement chimique de la semence avant le semis pourrait réduire les dégâts. La recherche de nouvelles sources de résistance génétique demeure un objectif urgent à atteindre ■

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des arbitres de la revue pour leur directives et remarques très pertinentes.

Références

1. Labdi M. Perspectives de développement des légumineuses annuelles dans les systèmes céréaliers des zones semi-arides. *Céréaliculture* 1991 ; 25 : 12-20.
2. Statistiques agricoles, Série B. 1964 à 1997. Alger, Éd. ministère de l'Agriculture.
3. Hamdi A, Hassanein AM. Survey of fungal diseases of lentil in north Egypt. *Lens Newsletter* 1996 ; 23 : 52-6.
4. Bayaa B, Erskine W, Khoury L. Survey of wilt damage on lentil in northwest Syria. *Arab J Pl Prot* 1986 ; 4 : 119-8.
5. Bhalla MK, Nolzolillo C, Schneider BF. Pathogenicity of soil fungi associated with root-rot of lentil. *Can J Plant Pathol* 1984 ; 6 : 21-8.
6. Bojdova J, Sinsky T. Species spectrum of the *Fusarium* genus of lentil in Czechoslovakia. *Lens Newsletter* 1990 ; 17 : 29-31.
7. Fletcher JD, Broadhurst PG, Bansal KR. *Fusarium avenaceum* : a pathogen of lentil in New

Zealand. *N Zealand J Crop Hort Sci* 1991 ; 19 : 207-10.

8. Bayaa B, Erskine W. Diseases of lentil. In : Allen DJ, Lenné JM, eds. *The pathology of food and pasture legume*. CAB International, 1998 : 423-71.

9. Maatougui ME. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspective de relance. *Céréaliculture* 1996 ; numéro spécial Fèves, co-édité par l'Institut technique des grandes cultures et le Réseau maghrébin de recherche sur la fève, 29 : 6-14.

10. Messiaen CM, Cassini R. Recherches sur les fusarioses. IV : La systématique des *Fusarium*. *Ann Epiphyt* 1968 ; 19 : 387-454.

11. Booth C. *The genus Fusarium*. Kew, Surrey, England : Commonwealth Mycological Institute, 1971 ; 237 p.

12. Barnett H, Hunter BB. *Illustrated Genera of Imperfecti Fungi*, 3rd ed. Minneapolis MN : Burgess Publishing company, 1972 ; 208 p.

13. Rieuf P. *Clé d'identification des champignons rencontrés sur les plantes maraichères*. Versailles, Paris : INRA, 1985 : 27-30.

14. Bayaa B, Erskine W, Abbas A. Evaluating different methods screening lentil germplasm for resistance to lentil wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*. *Arab J Pl Prot* 1994 ; 12 : 83-91.

15. Setti B, Bouznad Z. *Fusarium* root-rot and wilt of lentil in Western Algeria. 3rd European Conference on grain legumes, Valladolid, España, 14-19 november 1998 ; 254 p.