

# Le phénomène "Pieds secs" du tournesol : implication du phoma et étude du mécanisme de la contamination

André Pérès\* et Blandine Poisson\*\* -

CETIOM, Centre de Grignon, B.P. 4, 78850 THIVERVAL GRIGNON France  
Fax : +33.01.30.79.95.90 \*e-mail : peres@cetiom.fr \*\*e-mail : poisson@cetiom.fr

## RESUME

Le dessèchement prématuré du tournesol ("pieds secs") est l'une des préoccupations majeures des producteurs en France. Sa nuisibilité est établie et les études de diagnostic réalisées depuis 3 ans mettent en évidence une forte implication de *Phoma macdonaldii* (forme imparfaite de *Leptosphaeria lindquistii*) dans ce phénomène qui débute par des symptômes sur le bas de la tige.

En tentant de reproduire artificiellement un pied sec, la présente étude a pour objectif d'expliquer le mécanisme de la contamination "bas de tige" par le phoma. Les différentes voies de contamination mises en comparaison permettent d'observer que :

- une contamination directe du collet par un résidu infecté de phoma conduit systématiquement à une attaque de phoma "bas de tige" (95%) et à un dessèchement prématuré de la plante dans 27% des cas
- une contamination des cotylédons par ascospores et pycniospores est aussi efficace (100% d'attaque de phoma) et conduit à un dessèchement prématuré de la plante dans 19% des cas
- une contamination directe des racines par un résidu infecté de phoma est une voie de contamination moins efficace (22% d'attaque de phoma) mais elle aboutit à 17% de plantes desséchées prématurément.

Il convient donc de retenir avant tout de cette étude qu'une attaque de phoma sur bas de tige peut générer à elle seule des pieds secs (22% en moyenne dans les conditions de cette étude) par contamination directe (résidus) ou aérienne (spores).

## SUMMARY

The early drying of sunflower is one of French farmers major preoccupations. Its incidence is established, and the diagnosis studies carried out for 3 years underline the high responsibility of *Phoma macdonaldii* (perfect form of *Leptosphaeria lindquistii*) in this disease, which starts with symptoms in the lower part of the plant.

With the artificial reproduction of a "dry plant", the present study aims to explain the development of the phoma contamination in the lower part of the stem. The different means of contaminations in comparison allowed us to conclude that :

- the direct contamination of the collar by a phoma infected stubble leads systematically to phoma attack (95%) in the lower part of the stem and to an early withering of the plant in 27% of the cases
- the contamination of cotyledons by ascospores and pycniospores is efficient too : 100% of phoma attack and an early withering of the plant in 19% of the cases
- the direct contamination of the roots by phoma infected stubble is a less efficient method of contamination : 22% of phoma attack, but 17% of early withered plants.

In this study, we could show the part played by phoma in the development of "dry plants" (22% in the conditions of this study) by direct contamination (stubble) or aerial contamination (spores).

## INTRODUCTION

Les premières attaques de phoma se sont manifestées en France dans les années 80 par des défoliations prématurées suivies du développement de taches noires sur les noeuds de la tige. Plus récemment, une autre expression plus grave de la maladie a pris de l'expansion : l'attaque du bas de la tige se manifestant par un manchon noirâtre, souvent crevassé, avec altération plus ou moins forte de la moelle pouvant conduire au dessèchement prématuré pour cause de rupture d'alimentation de la plante. Ce phénomène appelé communément "pieds secs" tend à se généraliser dans les grandes régions de production du tournesol en France (Ouest - Centre - Sud-Ouest). Pour mener à bien l'étude de la lutte, il convient au préalable de comprendre le mécanisme de la contamination. Tel est l'objectif de la présente étude.

## MATERIELS ET METHODES

L'étude est conduite en serre en 1998 dans un dispositif "blocs de Fisher" à 6 répétitions (variété : Rigasol). Les plantes cultivées en pots sont conduites jusqu'à la maturité.

La comparaison de 23 modalités de contamination (T1) permet d'étudier la triple hypothèse selon laquelle l'attaque de phoma sur bas de tige pourrait être la conséquence :

- de la contamination des cotylédons (méthode : dépôt de 3 micro-gouttes d'une suspension d'ascospores ou de pycniospores) ---> *modalités A, B, C, D, E et F*

- de la contamination directe du collet (méthode : soit micro-pulvérisation ou application d'un coton imbibé d'une suspension d'ascospores ou de pycniospores, soit application d'un résidu infecté de phoma) ---> *modalités G, H, I, J, K, L, M, N, O et P*

- de la contamination de la racine (méthode : apport dans le sol, juste avant le semis, de résidus infectés de phoma ou application de ces résidus contre la partie haute de la racine - Comparaison dans 3 types de sol : Marais - Groies - Pathus) ---> *modalités Q, R, S, T, U et V*

Les contaminations ont lieu à deux ou trois stades selon les modalités, entre le semis et le stade 8 feuilles (T1).

Un suivi de la maladie est réalisé toutes les semaines en observant l'attaque sur cotylédons, noeud cotylédonaire, bas de tige (zone collet-1er noeud foliaire), racine et le dessèchement de la plante (T2-T3-T4-T5). A maturité, 6 explants sont prélevés sur tissus internes du collet et du pivot pour réaliser des analyses pathologiques in vitro (recherche du phoma).

## RESULTATS

**La contamination des cotylédons** qui entraîne 100% d'attaque de phoma sur le noeud cotylédonaire est à l'origine de **19% de pieds secs** (T2). L'apparition et l'évolution des symptômes sont très rapides (1ers symptômes en 6 jours sur cotylédons et en 24-29 jours sur noeud cotylédonaire). L'évolution ultérieure de l'attaque en manchon bas de tige est un peu plus rapide dans le cas d'une contamination par ascospores comparée à une contamination par pycniospores (45 jours contre 60 jours) et d'autant plus courte que le stade de contamination est tardif (10 jours d'écart entre une contamination à B2 et une contamination à B6). La transmission de l'attaque depuis la tige vers la racine est plus fréquente dans le cas des contaminations par pycniospores (par rapport aux ascospores), surtout quand la contamination est très précoce (B2).

**La contamination du collet qui provoque 95% d'attaque de phoma à ce niveau est à l'origine de 27% de pieds secs** (T3). L'expression très rapide de l'attaque (100% d'attaque en 2 à 5j) qui fait suite à l'application directe de la source d'inoculum contre le collet (résidu infecté ou coton imprégné de spores) démontre le **rôle des résidus dans la contamination directe du collet** en conditions humides (résidus et coton contaminés maintenus humides

pendant 7 jours). La fréquence d'attaque est la même quelle que soit la nature de l'inoculum (ascospores, pycniospores ou résidus) et le stade de contamination (B2, B4 ou B8). L'attaque se propage ensuite du collet vers la racine dans 58% des cas.

**La contamination directe des racines** par enfouissement de résidus infectés au moment du semis est la moins génératrice d'attaque de phoma (22%) mais elle conduit cependant à **17% de pieds secs** (T4). Par contre, l'application directe au stade B4 d'un **résidu infecté de phoma contre le haut du pivot génère** systématiquement une attaque de phoma suivie de la formation d'un manchon de phoma bas de tige dans 83% des cas et **un taux de pieds secs de 22%**. Il semblerait que la terre de marais poitevin soit la plus favorable à l'apparition de pieds secs dans cette étude (en culture, le phénomène "pieds secs" est également fréquent sur ce type de sol).

Quel que soit l'organe contaminé par le phoma, les **pieds secs** obtenus expriment systématiquement une **attaque de phoma typique sur bas de tige** (manchon) **et sur racine** à la suite d'une contamination soit des cotylédons, soit du collet, soit des racines, organes qui se confirment ou se révèlent donc comme étant sensibles à la contamination par le phoma (T5). Les analyses pathologiques réalisées à maturité sur ces plantes confirment la présence profonde du phoma dans les tissus internes du pivot racinaire et du collet (T5).

## **CONCLUSION - DISCUSSION**

Cette étude confirme que **le phoma peut être à lui seul la cause d'un dessèchement prématuré**. Dans les conditions de cet essai, **22% de pieds secs sont obtenus** (le plus souvent au stade M1-M2) par différentes modalités de contamination.

Les trois formes d'inoculum mises en comparaison (suspension d'**ascospores** - suspension de **pycniospores** - **résidus** de tournesol infectés) et appliquées aux stades végétatifs **B2**, ou **B4**, ou **B6**, ou **B8** **génèrent des attaques de phoma et des pieds secs**.

Ces résultats mettent en évidence **le rôle important des résidus infectés de phoma** qui sont source de contamination directe (par contact) ou indirecte (par ascospores et pycniospores) et l'intérêt évident de leur gestion rigoureuse dans l'assolement (broyage - enfouissement - rotations espacées).

**T1 : modalités de contamination comparées**

Code	Organe contaminé	Inoculum utilisé	Abbrev. inoc.	Stade de conta (1)	N bre de plantes
A	cotylédon	ascospores	asco	B2	6
B	cotylédon	ascospores	asco	B4	6
C	cotylédon	ascospores	asco	B6	6
D	cotylédon	pycniospores	pycnio	B2	6
E	cotylédon	pycniospores	pycnio	B4	6
F	cotylédon	pycniospores	pycnio	B6	6
G	collet	ascospores/coton imbibé	asco C	B4	6
H	collet	ascospores/coton imbibé	asco C	B8	6
I	collet	ascospores/pulvérisation	asco P	B4	6
J	collet	ascospores/pulvérisation	asco P	B8	6
K	collet	pycniospores/coton imbibé	Pycnio C	B4	6
L	collet	pycniospores/coton imbibé	Pycnio C	B8	6
M	collet	pycniospores/pulvérisation	Pycnio P	B4	6
N	collet	pycniospores/pulvérisation	Pycnio P	B8	6
O	collet	résidus		B4	6
P	collet	résidus		B8	6
Q	racine	résidus/terre de marais		Semis	6
R	racine	résidus/terre de marais		B4	6
S	racine	résidus/terre de Groies		Semis	6
T	racine	résidus/terre de Groies		B4	6
U	racine	résidus/terre arg. calc. S.Path.		Semis	6
V	racine	résidus/terre arg. calc. S.Path.		B4	6
Z	témoin non contaminé				12

(1) : B2, B4, B6, B8 : respectivement stades végétatifs foliaires 2 feuilles, 4 feuilles, 6 feuilles, 8 feuilles

**T2 : Résultats de l'attaque phoma due à la contamination des cotylédons  
(6 plantes/modalité)**

Cod	Type inoc	Stade conta	Attaque /cotylédon			Tache encerclante / noeud cotylédonnaire			Manchon BT (4)			Pieds secs	
			Nbre (1)	Stade	Délai (2)	Nbre	Stade	Délai	Nbre (3)	Stade	Délai	Nbre	Stade
A	asco	B2	6	B2	6j	6	E1	24j	5 (1)	F4	50j	2	M0
B	asco	B4	6	B6	6j	6	E1	25j	2 (0)	F4	45j	0	-
C	asco	B6	6	B8	6j	6	B10	26j	4 (1)	F4	40j	0	-
Moy			6		6j	6		25j	3.7		45j	0.7	
D	pycnio	B2	6	B2	6j	6	E1	24j	6 (6)	M12	65j	3	M12
E	pycnio	B4	6	B6	6j	6	F1	29j	5 (3)	M12	59j	2	M13
F	pycnio	B6	6	B8	6j	6	E2	29j	3 (2)	M12	55j	0	-
Moy			6		6j	6		27.3j	4.7		59.7j	1.6	
M.gle			6		6j	6		26.1j	4.2		52.3	1.2	

(1) : nombre de plantes attaquées en phoma

(2) : durée en jours entre la contamination et le 1er symptôme de phoma

(3) : nombre de plantes présentant un manchon de phoma sur bas de tige *suivi en italiques du nombre de plantes attaquées sur racine*

(4) : manchon d'attaque de phoma sur bas de tige

**T3 : Résultats de l'attaque phoma due à la contamination directe du collet  
(6 plantes/modalité)**

Code	Type inoc	Stade conta	Tache non encerclante au collet			Tache encerclante au collet			Manchon BT (4)			Pieds secs	
			Nbre (1)	Stade	Délai (2)	Nbre	Stade	Délai	Nbre (3)	Stade	Délai	Nbre	Stade
G	asco C	B4	6	B6	5j	6	E1	12j	4 (4)	M11	67j	4	M12
H	asco C	B8	6	B10	5j	6	E2	10j	4 (3)	M12	59j	2	M12
I	asco P	B4	6	F4	59j	5	E2	60j	5 (4)	M11	67j	1	M13
J	asco P	B8	4	M0	45j	4	M0	50j	2 (4)	M2	75j	2	M2
Moy			5.5		28.5j	5.3		33j	3.7		67j	2.3	
K	pycnio C	B4	6	B6	5j	6	E1	19j	4 (3)	M12	69j	1	M3
L	pycnio C	B8	6	B10	5j	6	M1	17j	4 (2)	M13	75j	1	M2
M	pycnio P	B4	6	M0	60j	4	M11	66j	4 (4)	M2	72j	1	M3
N	pycnio P	B8	5	M1	58j	4	M13	62j	4 (5)	M2	69j	2	M2
Moy			5.7		32j	5		51j	4		71j	1.2	
O	résidus	B	6	B6	3j	6	F4	53j	4 (4)	M12	72j	2	M13

P	résidus	4 B 8	6	B8	2j	6	F2	30j	3 (2)	M2	65j	0	-
Moy			6		2.5j	6		41j	3.5		68j	1	
M. gle			5.7		21j	5.4		41.8j	3.2		68.7j	1.5	

(1) - (2) - (3) - (4) : cf T2

**T4: Résultats de l'attaque phoma dûe à la contamination directe des racines par les résidus (6 plantes/modalité)**

Code	Type de sol (origine)	Stade de conta.	Tache non encerclante sur collet			Tache encerclante sur collet			Manchon BT (4)			Pieds secs	
			Nbre (1)	Stade	Délai (2)	Nbre	Stade	Délai	Nbre (3)	Stade	Délai	Nbre	St
Q	marais	semis	1	F2	38j	1	M1	61j	1 (0)	M2	72j	1	M2
R	marais	B4	6	B6	7j	6	F1	36j	5 (3)	M2	73j	3	M2
S	Groies	semis	1	F2	36j	1	M1	64j	1 (1)	M1	62j	0	-
T	Groies	B4	6	B6	7j	6	F1	36j	4 (1)	M1	61j	1	M2
U	Pathus	semis	2	F35	39j	2	M1	65j	2 (0)	M2	71j	2	M3
V	Pathus	B4	6	B6	7j	6	E5	29j	6 (6)	M2	68j	0	-
Moy			3.7		22.3	3.7		48.5j	3.2		67.8j	1.2	

(1) - (2) - (3) - (4) : cf T2

**T5 : analyse descriptive de chaque pied sec**

n°	Modalité	Organe contaminé	Stade conta	Phoma cotylé	phoma noeud cotylénc	Phoma collet n.enc.	Phoma collet enc.	Phoma manchon BT	Phoma racine visuel	Phoma racine isolat	Phoma collet isolat
1	A	cotylédon	B2	O	O	-	-	O	N	N	N
2	A	cotylédon	B2	O	O	-	-	O	O	O	O
3	D	cotylédon	B2	O	O	-	-	O	O	O	O
4	D	cotylédon	B2	O	O	-	-	O	O	O	O
5	D	cotylédon	B2	O	O	-	-	O	O	N	O
6	E	cotylédon	B4	O	O	-	-	O	O	N	O
7	E	cotylédon	B4	O	O	-	-	O	O	N	O
8	G	collet	B4	-	-	O	O	O	O	O	O
9	G	collet	B4	-	-	O	O	O	O	O	O
10	G	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
11	G	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
12	H	collet	B8	-	-	O	O	O	O	O	O
13	H	collet	B8	-	-	O	O	O	O	N	O
14	I	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
15	J	collet	B8	-	-	O	O	O	O	O	O
16	J	collet	B8	-	-	O	O	O	O	N	O
17	K	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
18	L	collet	B8	-	-	O	O	O	O	N	O

8											
19	M	collet	B4	-	-	O	O	O	O	O	O
20	N	collet	B8	-	-	O	O	O	O	O	O
21	N	collet	B8	-	-	O	O	O	O	O	O
22	O	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
23	O	collet	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
24	Q	racine	semis	-	-	O	O	O	N	N	N
25	R	racine	B4	-	-	O	O	O	O	N	O
26	R	racine	B4	-	-	O	O	O	O	N	O

O : oui N : non - pas d'observation enc : encerclant n. enc. : non encerclant BT : bas de tige