



**HAL**  
open science

## Analyse du comportement de vingt lignées de blé tendre vis-à-vis de *Septoria nodorum* Berk.

Maxime M. Trottet, Patrick Merrien

### ► To cite this version:

Maxime M. Trottet, Patrick Merrien. Analyse du comportement de vingt lignées de blé tendre vis-à-vis de *Septoria nodorum* Berk.. *Agronomie*, 1982, 2 (8), pp.727-734. hal-02727733

**HAL Id: hal-02727733**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02727733>**

Submitted on 2 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Analyse du comportement de vingt lignées de blé tendre vis-à-vis de *Septoria nodorum* Berk.

Maxime TROTTEY & Patrick MERRIEN (1)

I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes, Centre de Recherches de Rennes, B.P. 29, F 35650 Le Rheu.

## RÉSUMÉ

*Triticum aestivum*,  
*Septoria nodorum*,  
Taille,  
Symptômes,  
Facteurs du rendement,  
Infections artificielles,  
Interaction taille-  
comportement.

Une étude portant sur 20 lignées de blé tendre a permis d'établir que la diminution du poids de 1 000 grains est le meilleur critère d'estimation de leur comportement vis-à-vis de la septoriose (*Septoria nodorum* Berk.). Les symptômes observés sur la dernière feuille à la fin du stade aqueux du grain et sur l'épi à la fin du stade laiteux expliquent assez bien cette diminution. Il apparaît que certaines lignées ont un niveau intéressant de tolérance lorsqu'on étudie la relation entre les symptômes et le poids de 1 000 grains. L'action de la maladie sur ce dernier critère est très souvent liée à la hauteur de la plante. Dans les conditions de l'expérience (contamination artificielle directement sur la dernière feuille et l'épi), cette action semble due davantage à un effet physiologique agissant simultanément sur la hauteur et la résistance de la plante qu'à un effet épidémiologique. Néanmoins, le comportement de certaines lignées est suffisamment différent de celui attendu pour que l'on puisse envisager une sélection simultanée pour le raccourcissement de la paille et l'augmentation du niveau de résistance à *S. nodorum*.

## SUMMARY

*Triticum aestivum*,  
*Septoria nodorum*,  
Height,  
Symptoms,  
Yield components,  
Artificial  
inoculation,  
Height-behaviour  
interaction.

*Analysis of the behaviour of twenty lines of soft wheat towards Septoria nodorum Berk.*

A study of 20 lines of soft wheat has established that 1 000-kernel weight decrease is the best means for assessing their behaviour towards glume blotch (*Septoria nodorum* Berk.). This decrease can fairly well be explained by the flag leaf symptoms when the kernel is watery ripe and by the ear symptoms when it is milky ripe. However, interesting levels of tolerance can be found from the study of the relationship between symptoms and 1 000-kernel weight.

Plant height gives the best forecast of the effect of *Septoria* glume blotch. Under the conditions of the experiment (artificial inoculation directly on the flag leaf and ear), this effect seems to be caused more by a physiological action on both height and resistance of the plant than by an epidemiological effect. Nevertheless, the behaviour of some lines is rather different from that predicted by plant height, so that selection for both shortening the height and increasing the level of resistance towards *S. nodorum* can be envisaged.

## I. INTRODUCTION

La septoriose provoquée par *Septoria nodorum* Berk., longtemps considérée comme une maladie secondaire du blé, a vu son importance augmenter depuis une vingtaine d'années. En 1980, c'était le parasite majeur dans les essais réalisés par l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (I.T.C.F.). Cette expansion de la maladie est due pour une grande part à l'intensification de la culture. De nombreux auteurs ont en effet montré que l'excès de fumure azotée augmentait la sensibilité des variétés (PIRSON, 1960 ; BRÖNNIMANN, 1968) ; l'excès de fumure potassique aurait le même effet (CUNFER *et al.*, 1980). Plusieurs auteurs (BOCKMANN, 1958 ; BRÖNNIMANN, 1969) ont remarqué que

la taille était un facteur important du comportement des variétés. Cette relation a été expliquée par RAPILLY (1976) en termes d'épidémiologie de la maladie. BRÖNNIMANN (1968, 1970), SHARP *et al.* (1972) signalent également que les symptômes n'expliquent pas toujours la totalité des pertes de rendement. SCOTT (1973) doit d'ailleurs exclure un cultivar (« Sterling ») de son analyse pour trouver une bonne relation entre les symptômes de la maladie et la perte de rendement. Le comportement des lignées de blé vis-à-vis de *S. nodorum* peut donc être estimé par 2 paramètres : le développement des symptômes sur la plante et la diminution du rendement sous l'action de la maladie. Le premier paramètre permet d'apprécier le niveau de résistance qui rend compte de l'aptitude de la plante à limiter le développement du parasite dans ses tissus. Le second mesure la tolérance au sens de FREY *et al.* (1973), mais nous préférons restreindre le sens du mot tolérance à celui donné par CALDWELL *et al.* (1958). La tolérance est alors l'aptitude des

(1) Nouvelle adresse : Northrup King, route de Sancheville, F-28200 Châteaudun.

plantes à supporter une forte maladie sans perte sévère de rendement : elle exprime le fait que la perte de rendement n'est pas une fonction directe de la sévérité de la maladie.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été réalisée au cours de la campagne 1978-1979 à l'aide de 20 lignées de blé choisies pour représenter une grande variabilité de taille, de comportement vis-à-vis de *S. nodorum* et d'origine géographique et génétique (tabl. 1).

Le semis a été réalisé le 19 octobre 1979 sur précédent pomme de terre ; 140 unités de  $P_2O_5$  et de  $K_2O$  ont été apportées au semis et 33 unités d'azote au début de la montaison, faible fumure azotée visant à limiter la verse des lignées les plus hautes mais permettant néanmoins un bon développement de la septoriose en inoculation artificielle.

Le dispositif expérimental était un « criss-cross » à 4 répétitions. Chaque bloc était subdivisé en 2 sous-blocs séparés par une bande d'1 m de largeur de la variété « Maris-Huntsman » ; l'un était artificiellement infecté par *S. nodorum*, l'autre servait de témoin. Les parcelles élémentaires, constituées de 3 lignes de 1,5 m de long avec un écartement de 20 cm entre les lignes, étaient séparées par 2 lignes de la variété « Maris Huntsman ». Pour éviter la verse, on a tendu un filet à mailles  $15 \times 15$  cm sur chaque sous-bloc, à 40 cm du sol.

Cinq isolats de *S. nodorum* ont été multipliés séparément, dans des erlenmeyers, sur des grains de blé stérilisés, selon la technique de BOCKMANN (1962) adaptée par

BRÖNNIMANN (1968). Les spores des 5 isolats, mélangées juste avant leur utilisation, ont été pulvérisées le soir à la concentration de  $10^6$  spores/ml de suspension jusqu'au début du ruissellement, soit environ 100 ml de suspension/m<sup>2</sup>. L'opération a eu lieu à l'épiaison de chaque lignée et a été répétée 2 fois à quelques jours d'intervalles, entre le 23 mai et le 11 juin.

Un dispositif d'irrigation par aspersion permettait de favoriser le développement de la maladie. La durée de chaque irrigation était de 20 mn et l'intensité de 6 mm d'eau par heure. L'irrigation était réalisée le jour de l'inoculation et ensuite le soir tous les deux jours lorsqu'il ne pleuvait pas.

A partir de la montaison, nous avons noté chaque semaine l'intensité de l'attaque par la septoriose dans chaque parcelle, séparément sur l'épi, la dernière feuille et le reste de la plante selon une échelle de 0 (absence de symptômes) à 12 (maximum de symptômes observés). Nous avons noté également la présence des autres parasites.

Pour chaque parcelle, nous avons effectué les opérations suivantes : à maturité, nous avons mesuré la hauteur moyenne des plantes ainsi que la distance de la ligule de la dernière feuille à l'épi en mesurant ce caractère pour 15 plantes.

Nous avons récolté 50 épis issus des talles principales qui ont été stockés 15 jours dans un grenier à une température voisine de 35 °C pour les amener à humidité identique et faible puis pesés et enfin battus, en réglant la ventilation de la batteuse de façon à ne pas éliminer de grains. Nous avons ensuite pesé le poids de grains des 50 épis et estimé le poids de 1 000 grains. Le nombre de grains par épi a été calculé à partir de ces deux données.

Pour chacun de ces facteurs du rendement, nous avons

TABLEAU 1

Lignées de blé utilisées.  
Wheat lines studied.

Lignées	Code	Origine géographique	Origine génétique (1)	Type de développement (2)
« Atlas 66 »	A 66	U.S.A.	Fronoso//Redhart*3/Noll 28	A
« Balajacerkov »	BL	U.R.S.S.	Sélection dans une population de la région d'Irkutsk	H
« Capitole »	CP	France	Cappelle//80-3/Etoile de Choisy	H
« Carala »	CR	U.S.A.	Se1, Alabama Bluestem	A
« Champlein »	CN	France	Yga/Tadepi	H
« (Champlein/Aronde) 68 »	CA	France		P
« Comtal »	CT	France	BD 321/Champlein//ND	H
« Domus »	D	Allemagne		H
« Etoile de Choisy »	EC	France	Mon Désir/Ardito//Mouton à épi roux/K3/3/Mouton à épi roux	H
« Fermo »	F	Suisse	Carstens VIII/278,93//Probus	H
« Fermo $\mu$ 9/14 »	F $\mu$	Suisse	Mutant obtenu par A. FOSSATI (FOSSATI et BRÖNNIMANN, 1975)	H
« Lafron »	LF	Colombic		P
« Mironovskaia 808 »	M	U.R.S.S.	Sélection dans Artemovka	H
« Oxley »	OL	Australie	Penjamo 82/4*Gabo 56/TZPP/Nainari 60/4/2*lerma Rojo//Norin 10/Brevor 14/3/3*Andes	P
« Redon M4 »	M4	France	Sélection dans une population de Bretagne	H
« Rex »	RX	France	Vilmorin 29/Thatcher	P
« Roazon »	RZ	France	VPM/Moisson	H
« VPM 1.1.1.2. R4 »	VP	France	Ae. ventricosa/T. persicum//3* Marne	H
« ZG 2424/72 »	ZG	Suisse		H
« 71995 »	71	Suisse		H

(1) les généalogies sont données selon la méthode standard de PURDY *et al.* (1968).

(2) A : Alternatif ; H : Hiver ; P : Printemps.

TABLEAU 2

Principaux caractères observés sur les lignées.  
Main features observed in the lines.

Lignées	Taille en cm	Distance feuille-épi en cm	Note SN dernière feuille 19/6	Note SN épi 3/7	P.M.G. témoin	P.M.G. inoculé	P.M.G. relatif	(1)	(2)
« Atlas 66 »	147,50	18,7	2,25	3,75	45,51	43,16	95,95	- 5,64	- 6,15
« Balajackerkov »	167,25	32,1	1,75	0,25	44,41	43,57	98,07	2,63	- 1,51
« Capitole »	96,25	14,9	7,50	8,50	50,35	33,83	67,49	11,95	9,25
« Carala »	153,75	33,2	4,25	3,50	50,97	47,51	93,20	3,84	- 4,65
« Champlein »	107,75	16,1	3,25	5,25	50,62	41,36	81,71	- 0,48	4,53
« (Champlein/Aronde) 68 »	96,75	16,9	2,75	4,75	42,14	34,58	82,18	0,89	5,39
« Comtal »	113,00	21,7	2,25	5,25	44,25	40,15	90,54	- 11,78	- 1,64
« Domus »	119,25	17,1	3,75	4,75	49,56	41,49	83,73	- 1,06	2,99
« Etoile de Choisy »	111,75	23,2	8,00	9,00	52,17	41,37	79,17	0,78	- 3,76
« Fermo »	122,50	14,5	3,00	3,50	45,66	38,62	84,62	1,25	4,99
« Fermo µ 9/14 »	131,50	22,0	2,50	2,75	47,04	43,10	91,71	- 1,5	- 0,31
« Lafron »	144,75	28,4	3,25	3,75	43,85	41,82	95,13	- 2,47	- 6,18
« Mironovskaia 808 »	144,75	31,9	3,00	4,50	56,80	52,45	92,36	- 0,40	- 4,55
« Oxley »	85,00	15,6	3,50	6,00	44,16	34,34	73,93	0,70	10,74
« Redon M4 »	138,00	25,1	2,75	2,50	58,24	52,07	89,43	- 0,88	2,21
« Rex »	104,25	24,9	3,75	6,25	44,61	36,81	82,54	- 6,34	1,46
« Roazon »	98,25	13,6	7,00	8,25	53,95	39,87	74,00	2,84	3,62
« VPM 1.1.1.2. R4 »	146,50	25,2	2,50	4,50	49,73	48,01	96,54	- 0,92	- 8,31
« ZG 2424/72 »	84,75	15,4	6,75	10,00	43,47	35,31	81,26	- 6,09	- 6,59
« 71995 »	113,50	20,7	5,00	5,50	52,44	44,97	85,81	- 1,84	- 1,52

P.M.G. : Poids de Mille Grains.

(1) Part du poids de 1 000 grains relatif non expliquée par la hauteur en analyse en régression linéaire.

(2) Part du poids de 1 000 grains relatif non expliquée par les symptômes de la dernière feuille et l'épi en analyse en régression linéaire multiple.

exprimé la valeur du caractère dans la parcelle inoculée en pour cent de celle de la parcelle témoin. Nous appellerons ce pourcentage valeur relative du caractère (e.g. poids de 1 000 grains relatif).

III. RÉSULTATS

L'année 1979 a été peu favorable au développement des parasites. Le niveau d'attaque par les rouilles et l'oïdium a été très faible. Nous avons observé un peu de *Septoria tritici* jusqu'au début de la montaison sur la base des plantes. Lorsque les feuilles de la base se sont desséchées, ce parasite ne s'est pas développé sur les autres parties de la plante. L'irrigation par aspersion a permis un très bon développement de *S. nodorum* dans les parcelles infectées artificiellement ; le parasite n'a été observé qu'à l'état de traces dans les parcelles témoins. *S. nodorum* a donc été le seul parasite présent dans cet essai et nous pouvons attribuer au seul effet de *S. nodorum* les différences observées sur les facteurs du rendement entre les parcelles inoculées et les parcelles témoins.

Les valeurs moyennes des principaux caractères mesurés sur les lignées sont données dans le tableau 2.

A. Effet de la septoriose sur certaines composantes du rendement

Nous avons d'abord analysé le poids de 50 épis, le poids de grains dans 50 épis, le poids de 1 000 grains et le nombre de grains par épi. L'effet de l'infection est significatif pour les trois premiers facteurs et nous observons une interaction

lignées × traitements (infectés-non infectés) pour les 4 facteurs. Cela prouve que l'effet de la septoriose sur les facteurs du rendement est spécifique de chaque lignée et qu'il existe des différences variétales de comportement.

TABLEAU 3

Résultats de l'analyse de variance sur les facteurs du rendement observés.

Results of analysis of variance on the observed yield components.

Caractère mesuré	Coefficient moyen de variation	F variétés	Signification (2)
Poids de mille grains	3,14 p. 100	85,67 (2)	S
Poids de mille grains relatif (1)	3,68 p. 100	28,40	S
Poids relatif de 50 épis	12,71 p. 100	3,16	S
Poids relatif de grains dans 50 épis	14,43 p. 100	4,01	S
Nombre relatif de grains dans 50 épis	10,98 p. 100	1,00	NS

(1) Relatif indique que la valeur du caractère dans la parcelle inoculée est exprimée en pour cent de la valeur du caractère dans la parcelle témoin.

(2) F : interaction variétés × traitements.

(3) S : significatif au seuil de 5 p. 100 ; NS : non significatif.

TABLEAU 4

Corrélations entre les valeurs relatives de quatre facteurs du rendement (dans la partie supérieure sont données les valeurs du coefficient de corrélation paramétrique et dans la partie inférieure celles du coefficient de corrélation de rang de Spearman).  
Correlation between relative values of four yield components (in the upper part are given the values of the correlation coefficient and in the lower part, the values of the Spearman rank correlation coefficient).

	Poids de mille grains	Poids de 50 épis	Poids de grains dans 50 épis	Nombre de grains par épi
Poids de mille grains		0,86 (**)	0,87 (**)	0,45 (*)
Poids de 50 épis	0,83 (**)		0,96 (**)	0,63 (*)
Poids de grains dans 50 épis	0,82 (**)	0,95 (**)		0,66 (*)
Nombre de grains par épi	0,23	0,46 (*)	0,46 (*)	

(\*) Significatif au seuil de 5 p. 100.

(\*\*) Significatif au seuil de 1 p. 100.

Nous avons ensuite étudié la variation des mêmes critères pour les parcelles inoculées exprimées en pour cent des parcelles témoins par la technique de l'analyse de variance. Les résultats sont donnés dans le tableau 3. Nous constatons que le nombre de grains par épi n'est pas affecté par la septoriose et que le poids de 1 000 grains relatif est le caractère le moins fluctuant qui permet donc de séparer les variétés avec le plus de précision.

L'étude des corrélations entre ces quatre caractères (tabl. 4) montre que la diminution du nombre de grains par épi sous l'action de la septoriose est faiblement liée à la diminution des autres facteurs du rendement et que les corrélations entre les diminutions du poids de 50 épis, du poids de grains dans 50 épis et du poids de 1 000 grains sont élevées. Les classements des variétés selon ces trois caractères sont très proches.

Nous pouvons donc n'utiliser qu'un seul paramètre, le poids de 1 000 grains relatif, pour décrire l'effet de la septoriose provoquée par *S. nodorum* sur le blé tendre. Ce caractère ne dépend pas du poids de 1 000 grains des plantes saines, la corrélation entre le poids de 1 000 grains des parcelles témoins et le poids relatif de 1 000 grains n'étant pas significative ( $r = 0,19$ ).

## B. Relation entre les symptômes observés et le poids de 1 000 grains

Pour chaque date de notation et chaque étage de la plante (épi, dernière feuille, trois feuilles inférieures), nous avons calculé la corrélation entre les symptômes observés et le poids de 1 000 grains relatif. Cette corrélation est faible pour les feuilles de la base, elle est bonne avec la dernière feuille et l'épi. La notation qui explique le mieux le poids de 1 000 grains relatif est celle du 19 juin (fin du stade aqueux) pour la dernière feuille ( $r = 0,75$ ) et celle du 3 juillet pour l'épi (fin du stade laiteux) ( $r = 0,75$ ). L'utilisation de ces deux notations en régression multiple n'améliore pas de manière significative l'explication du poids de 1 000 grains relatif ( $r = 0,79$ ).

L'étude des écarts à la régression linéaire multiple du poids de 1 000 grains relatif sur l'attaque de la dernière feuille le 19 juin et de l'épi le 3 juillet permet d'estimer la tolérance des variétés *sensu* CALDWELL *et al.* (1958) (part de la perte de rendement non expliquée par les symptômes)

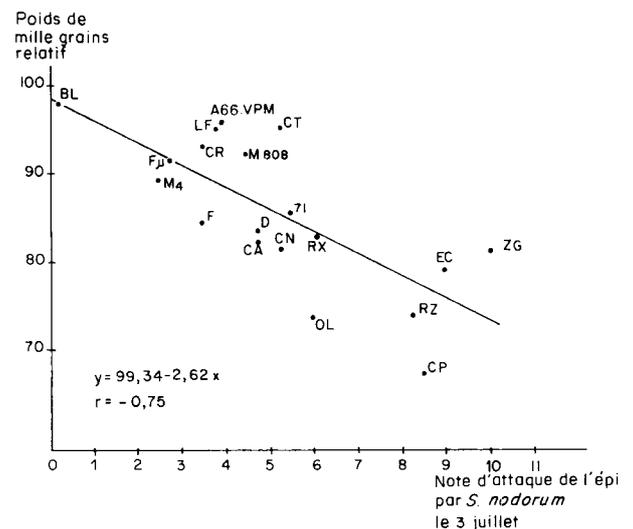


Figure 1

Relation entre les symptômes de *S. nodorum* sur l'épi le 3 juillet et le poids relatif de 1 000 grains.

Relation between *S. nodorum* ear symptoms on July 3rd and relative 1 000 grain weight.

(fig. 1 et 2). Cette mesure de la tolérance est néanmoins à prendre avec certaines réserves en particulier pour les variétés très précoces, les symptômes de ces variétés pouvant être surestimés. Cela pourrait être le cas pour deux lignées très précoces ayant un niveau peu élevé de résistance « ZG 2424/72 » et « Etoile de Choisy » qui semblent avoir un niveau de tolérance intéressant.

## C. Influence de la hauteur sur le comportement vis-à-vis de la septoriose

### 1. Influence de la hauteur sur l'expression des symptômes

L'étude de la relation entre la hauteur de la plante et l'attaque de la dernière feuille et de l'épi montre que les plantes sont d'autant moins attaquées qu'elles sont plus hautes ( $r = 0,58$  entre la hauteur et l'attaque de la dernière feuille le 19 juin et  $r = 0,78$  entre la hauteur et l'attaque de l'épi le 3 juillet) (fig. 3 et 4). L'attaque de l'épi est moins bien expliquée par la distance de la dernière feuille à l'épi

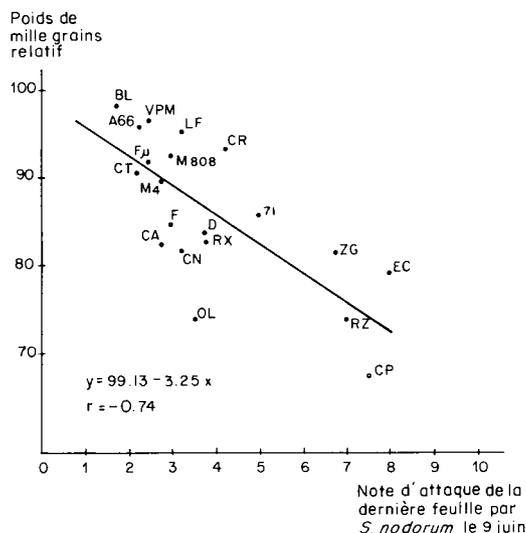


Figure 2  
Relation entre les symptômes de *S. nodorum* sur la dernière feuille le 9 juin et le poids relatif de 1 000 grains.  
Relation between *S. nodorum* flag leaf symptoms on June 9th and relative 1 000 grain weight.

que par la hauteur de la plante, bien que cette distance soit fortement corrélée à la hauteur totale ( $r = 0,78$ ). Cependant, une régression progressive effectuée pour expliquer l'attaque de l'épi en fonction de l'attaque de la dernière feuille, de la hauteur de la plante et de la distance de la dernière feuille à l'épi montre que si l'on retire l'effet linéaire de l'attaque de la dernière feuille de la variable mesurant l'attaque de l'épi, la prédiction de cette dernière variable est mieux expliquée par la distance de la dernière feuille à l'épi que par la hauteur de la plante. Ce résultat ne peut pas être expliqué en terme de progression de la maladie de bas en haut puisqu'ici la contamination a lieu directement sur la dernière feuille et l'épi. La taille de la plante explique donc une partie du développement de la maladie sur la plante mais ce n'est probablement pas le seul facteur, l'architecture de la plante et un facteur physiologique non lié à la hauteur doivent également intervenir.

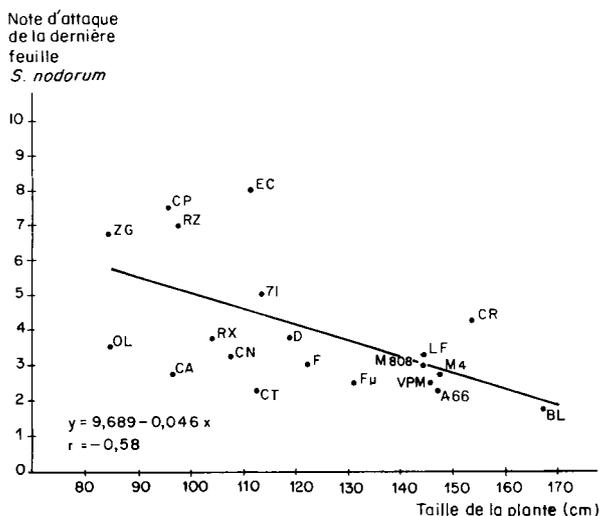


Figure 3  
Relation entre la taille des plantes et l'attaque de la dernière feuille par *S. nodorum* le 9 juin.  
Relation between plant height and *S. nodorum* symptoms on flag leaf on June 9th.

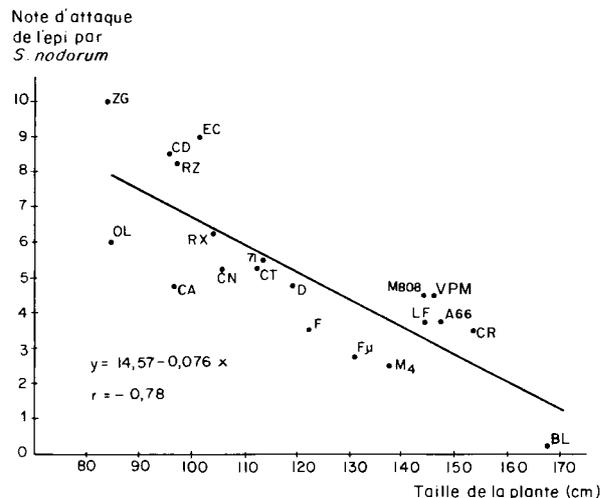


Figure 4  
Relation entre la taille des plantes et l'attaque de l'épi par *S. nodorum* le 3 juillet.  
Relation between plant height and *S. nodorum* symptoms on the ear on July 3rd.

2. Influence de la taille sur l'effet de la septoriose sur le poids de 1 000 grains.

La taille est un meilleur estimateur de la diminution du poids de 1 000 grains sous l'action de la septoriose que les symptômes observés sur la dernière feuille et l'épi ( $r = 0,88$  pour la taille contre  $r = 0,77$  pour la meilleure explication que l'on puisse obtenir par les symptômes en prenant simultanément en compte l'attaque de la dernière feuille et de l'épi (fig. 5)). Cela peut être partiellement expliqué par le fait que la taille est mesurée avec plus de précision que les symptômes. Mais il y a également de fortes chances pour que les facteurs physiologiques qui conduisent à l'augmentation de la taille aient également pour effet de rendre la plante plus résistante.

La distance de la dernière feuille à l'épi explique moins bien que la taille le poids de 1 000 grains relatif ( $r = 0,68$ ) et,

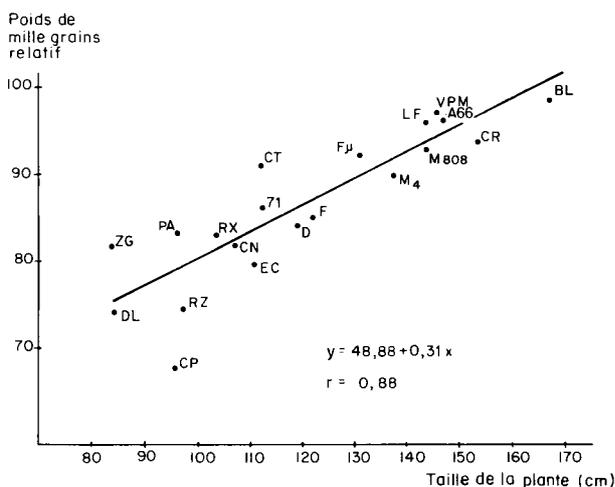


Figure 5  
Relation entre la taille des plantes et l'effet de *S. nodorum* sur le poids relatif de 1 000 grains.  
Relation between plant height and the effect of *S. nodorum* on the 1 000 grain weight.

lorsqu'elle est utilisée comme deuxième facteur en régression multiple, elle n'améliore pas la prévision du poids de 1 000 grains relatif donnée par la taille. De même, la note d'attaque de l'épi par la septoriose, lorsqu'elle est utilisée comme second facteur explicatif, n'améliore pas non plus cette prévision. Ce fait vient renforcer notre présomption que, dans nos conditions (infection artificielle sur la dernière feuille et l'épi), l'effet de la taille est davantage un reflet d'un aspect de la physiologie de la plante qui participe à des propriétés de résistance de la plante qu'un effet épidémiologique.

#### IV. DISCUSSION

Des conditions climatiques peu favorables au développement des maladies ont permis une mesure du comportement de lignées de blé vis-à-vis de *S. nodorum* plus précise qu'en année très pluvieuse. En effet, il n'y a pas de développement naturel des maladies dans ces conditions et le développement de *S. nodorum* dépend de la contamination artificielle et de l'irrigation et est donc partiellement contrôlé.

Mais avec une contamination artificielle, le développement de la maladie est différent de celui observé en conditions naturelles. On observe en effet que la dernière feuille et l'épi sont plus fortement attaqués que les feuilles inférieures alors que l'on observe le contraire avec un développement naturel de la maladie.

En dépit de ce mode de contamination, nous trouvons un fort effet de la taille des plantes sur leur comportement. Cet effet ne peut pas être expliqué en terme d'épidémiologie par une progression plus lente et difficile du parasite sur les plantes les plus hautes. De plus, le moindre développement de la maladie sur ces plantes ne peut pas être entièrement expliqué par un microclimat plus sec au niveau de la dernière feuille et de l'épi car, lorsqu'une irrigation par aspersion était réalisée le soir, on pouvait observer la présence de rosée sur les épis des plantes les plus hautes le lendemain matin. Remarquons aussi que nous retrouvons cette liaison entre la taille des plantes et leur comportement vis-à-vis de *S. nodorum* en conditions d'attaque naturelle les années où le climat est favorable au développement de la maladie. Nous devons donc admettre qu'une aptitude physiologique de la plante influe à la fois sur sa hauteur et sur un aspect de son comportement vis-à-vis de *S. nodorum*. Cette relation est telle que 77 p. 100 de la variation du poids de 1 000 grains relatif sont expliqués par la hauteur des variétés. Cette liaison entre la taille et le comportement vis-à-vis de *S. nodorum* est cependant modulable : certaines lignées courtes ont un assez bon comportement vis-à-vis de la septoriose. Cela laisse penser qu'il doit être possible de sélectionner des lignées relativement courtes et assez résistantes à *S. nodorum*. Cette étude montre également l'intérêt du jugement des géniteurs potentiels de résistance en fonction de leur taille. Les lignées ZG 2424/72 et (« Champlein/Aronde) 68 » en particulier ont une perte de rendement relativement élevée mais inférieure à celle que leur taille permettrait de prévoir. On remarque que ces deux lignées sont celles qui ont le plus faible poids de 1 000 grains témoin, cependant, la corrélation entre le poids de 1 000 grains témoin et le résidu de l'explication du poids de 1 000 grains par la taille n'est pas significativement différent de zéro. A Rennes, la lignée « (Champlein/Aronde) 68 » s'est révélée être un assez bon géniteur de résistance à *S. nodorum*.

Un autre aspect du comportement est également à

prendre en compte, c'est le niveau de tolérance des lignées. Nous constatons en effet que les symptômes de *S. nodorum* n'expliquent que de façon imparfaite la diminution du poids de 1 000 grains. Ce fait peut être expliqué en partie par l'imprécision des notations de symptômes, par une relation non linéaire entre les symptômes et la perte de rendement ou par un biais dans l'estimation des symptômes dû aux différences de précocité des lignées. Nous avons essayé d'estimer les symptômes un même nombre de jours après l'épiaison puis de calculer la corrélation entre ces symptômes estimés et le poids de 1 000 grains relatif. Cette corrélation est plus faible que celle que l'on obtient avec les symptômes notés à une date donnée.

Le phénomène de tolérance est observé pour des lignées ayant un bon comportement (« VPM 1.1.1.2. R4 », « Atlas 66 », « Lafron ») mais aussi pour des lignées ayant une plus forte perte de rendement comme « ZG 2424/72 » et « Etoile de Choisy », bien que la très grande précocité de ces deux dernières lignées puisse biaiser la notation des symptômes. On remarque également que la diminution du poids de 1 000 grains d'autres lignées (« Capitole », « Oxley ») est bien plus importante que ce que les symptômes permettraient de prévoir. On peut qualifier ces lignées d'intolérantes à *S. nodorum* (*sensu* MATTHEWS, 1970). Ce phénomène de tolérance a déjà été observé par BRÖNNIMANN (1968). Il pourrait être en relation avec les toxines découvertes dans le milieu de culture de *S. nodorum* (BOUSQUET & SKAJENNIKOFF, 1974 ; DEVYS *et al.*, 1974, 1978, 1980). Ces toxines ont une action sur la photosynthèse, l'ouverture des stomates, l'activité alpha-amylasique et une variabilité de la réponse a été observée pour un petit nombre de cultivars (BOUSQUET *et al.*, 1977 ; TOUTAUD & BOUSQUET, 1979). La tolérance des variétés pourrait donc être en partie expliquée par des différences de réponse aux toxines produites par *S. nodorum*.

Les liaisons observées sont en accord avec les travaux de BOCKMANN (1958) et de BRÖNNIMANN (1968) en ce qui concerne l'effet de la taille et avec ceux de BRÖNNIMANN (1968) en ce qui concerne l'effet des symptômes. Contrairement à ROSIELLE & BROWN (1980), nous n'avons pas observé de liaison entre la précocité des lignées et leur sensibilité à la septoriose, bien qu'il y ait 20 jours de différence à l'épiaison entre les lignées les plus précoces et les plus tardives.

Pour le sélectionneur, le choix de géniteurs de résistance ne doit pas être fait uniquement sur l'aspect visuel des plantes après contamination naturelle ou artificielle. Il est nécessaire d'étudier l'effet de la septoriose sur le rendement des lignées ou sur le facteur du rendement le plus affecté : le poids de 1 000 grains. Il faut veiller en utilisant ce critère à ne pas sélectionner des lignées dont le poids de 1 000 grains sains est faible ou qui sont peu fertiles. La prise en compte simultanément avec le facteur précédent du poids de 1 000 grains sains et de la fertilité de l'épi permet d'éviter ce risque. D'autre part, l'absence de liaison entre le poids de 1 000 grains sains et le poids de 1 000 grains relatif qui a également été trouvée dans d'autres essais limite le risque de sélectionner des lignées à petits grains. Nous constatons d'ailleurs que les lignées sélectionnées selon ce critère à Rennes ou par BRÖNNIMANN & FOSSATI en Suisse ont généralement un grain assez gros. La sélection pourrait être faite en deux temps : élimination des lignées les plus sensibles au vu des symptômes puis mesure plus précise sur un nombre plus restreint de lignées de l'effet de la septoriose sur le poids de 1 000 grains. L'utilisation de cette technique suppose que la septoriose soit la seule maladie

présente dans le test, ce qui peut être obtenu en réalisant une sélection simultanée sur les autres parasites ou en utilisant des fongicides spécifiques sans action sur *S. nodorum*. Il est aussi nécessaire de tenir compte de la taille des plantes si l'on ne veut pas sélectionner uniquement des plantes hautes.

Reçu le 18 mai 1981.  
Accepté le 12 mai 1982.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr A. FOSSATI de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins à Nyon (Suisse) de nous avoir fourni des semences de ses lignées en particulier du mutant 9/14 de « Fermo ». Nos collègues du laboratoire céréales (I.N.R.A., Rennes) et Messieurs PAUVERT (I.N.R.A., Versailles), PITRAT (I.N.R.A., Avignon) et VINCENT (I.N.R.A., Dijon) qui ont accepté de lire cet article et nous ont apporté leurs critiques constructives.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bockmann H.**, 1958. Untersuchung über die Braunfleckigkeit des Weizens in Sommer 1957. *Phytopathol. Z.*, **33**, 225-240.
- Bockmann H.**, 1962. Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuss- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektionen sowie deren Neben- und Nachwirkungen. *Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschut.*, **14**, 153-156.
- Bousquet J. F., Skajennikoff M.**, 1974. Isolement et mode d'action d'une phytotoxine produite en culture par *Septoria nodorum* Berk. *Phytopathol. Z.*, **80**, 355-360.
- Bousquet J. F., Skajennikoff M., Berthenod O., Chartier P.**, 1977. Action dépressive de l'ochracine, phytotoxine synthétisée par le *Septoria nodorum* Berk., sur l'assimilation du CO<sub>2</sub> par des plantules de blé. *Ann. Phytopathol.*, **9**, 503-510.
- Brönnimann A.**, 1968. Zur Kenntnis von *Septoria nodorum* Berk. dem Erreger der Spelzenbräune und einer Blattdürre des Weizens. *Phytopathol. Z.*, **61**, 101-146.
- Brönnimann A.**, 1968. Einfluss einer züchterisch oder durch Chlorcholinchlorid bedingten Halmverkürzung bei Sommerweizen auf den Befall und die Schädigung durch *Septoria nodorum* Berk. *Z. Acker Pflanzenbau*, **129**, 247-258.
- Brönnimann A.**, 1970. Zur Vererbung der Toleranz des Weizens gegenüber Befall durch *Septoria nodorum* Berk. *Z. Pflanzenzücht.*, **63**, 333-340.
- Caldwell R. M., Schafer J. F., Compton L. E., Patterson F. L.**, 1958. Tolerance to cereal leaf rusts. *Science*, **128**, 714-715.
- Cunfer B. M., Touchton J. T., Johnson J. W.**, 1980. Effect of phosphorus and potassium fertilization on *Septoria glume blotch* of wheat. *Phytopathology*, **70**, 1196-1199.
- Devys M., Bousquet J. F., Skajennikoff M., Barbier M.**, 1974. L'ochracine (ou melleine) phytotoxine isolée du milieu de culture de *Septoria nodorum* Berk. *Phytopathol. Z.*, **81**, 92-94.
- Devys M., Bousquet J. F., Kollman A., Barbier M.**, 1978. La septorine, nouvelle pyrazine substituée, isolée du milieu de culture de *Septoria nodorum* Berk., champignon phytopathogène. *C.R. Acad. Sci. Paris*. **286**, 457-458.
- Devys M., Bousquet J. F., Kollmann A., Barbier M.**, 1980. Dihydroisocoumarines et acide mycophénolique du milieu de culture du champignon phytopathogène *Septoria nodorum* Berk. *Phytochemistry*, **19**, 2221-2222.
- Fossati A., Brönnimann A.**, 1975. Obtention de mutants tolérants à *Septoria nodorum* Berk. chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). *Z. Pflanzenzücht.*, **75**, 205-216.
- Frey K. J., Browning J. A., Simons M. D.**, 1973. Management of host resistance genes to control diseases. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*. **80**, 160-180.
- Matthews R.E.F.**, 1970. *Plant virology*. Academic Press N.Y. 778 p.
- Pirson H.**, 1960. Prüfung verschiedener Winterweizensorten auf Anfälligkeit gegen *Septoria nodorum* Berk. mit Hilfe von künstlichen Infektionen. *Phytopathol. Z.*, **37**, 330-342.
- Purdy L. H., Loegering W. Q., Konzak C. F., Peterson C. S., Allan R. E.**, 1968. A proposed standard method for illustrating pedigrees of small grain varieties. *Crop Sci.*, **8**, 405-406.
- Rapilly F.**, 1976. *Essai de modélisation d'une épidémie de Septoriose à Septoria nodorum Berk. sur blé : recherche de critères de résistance horizontale*. Thèse Université de Paris Sud, Orsay, 206 p.
- Rosielle A. A., Brown A.G.P.**, 1980. Selection for resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Euphytica*, **29**, 337-346.
- Scott P. R.**, 1973. Incidence and effects of *Septoria nodorum* on wheat cultivars. *Ann. appl. Biol.*, **75**, 321-329.
- Sharp E. L., Brönnimann A., Mc Neal F. H.**, 1972. Reaction of selected spring wheat varieties to infection by *Septoria nodorum*. *Plant Dis. Rep.*, **56**, 761-764.
- Touraud G., Bousquet J. F.**, 1979. Activités physiologiques de l'ochracine, synthétisée par *Septoria nodorum* Berk. sur la croissance de plantules de riz et sur la synthèse « de novo » des alpha-amylases par les couches à aleurone du caryopse de blé. Interaction avec l'acide gibberellique. *Can. J. Bot.*, **57**, 561-567.