

Recherche de géniteurs de résistance à la fusariose de l'épi causée par *Fusarium culmorum* chez le blé et les espèces voisines

L Saur

avec la collaboration technique de JY Morlais



INRA, station d'amélioration des plantes, domaine de la Motte-au-Vicomte, BP 29, 35650 Le Rheu, France

(Reçu le 21 décembre 1990; accepté le 29 avril 1991)

Résumé — Sur une période de 10 ans, 230 variétés de blé tendre et 334 lignées appartenant à 15 espèces de triticiées ont été évaluées pendant une ou plusieurs années pour leur résistance à la fusariose de l'épi causée par *Fusarium culmorum*. La contamination a été réalisée par pulvérisation d'une suspension de spores à l'anthesis pour chaque génotype. Aucun niveau de résistance très élevé n'a été trouvé chez les espèces voisines de *Triticum aestivum*. Les lignées de blé de printemps des zones subtropicales signalées pour leur résistance à *Fusarium graminearum* se sont montrées assez résistantes à *F. culmorum* dans nos conditions. Les blés tendres d'hiver étudiés présentent une variabilité importante pour la résistance avec de très grandes différences entre les variétés peu sensibles et les variétés très sensibles. Le niveau de résistance à rechercher pour des variétés de blés d'hiver en zone tempérée est discuté à partir de mesures de l'effet du parasite sur le rendement.

Fusarium culmorum / résistance / blé / Triticeae

Summary — Sources of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in bread wheat and related species. Over a 10-yr period, a total of 230 wheat genotypes and 334 lines from 15 Triticeae species were evaluated for their resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum*. Plants were inoculated in the field by spraying a spore suspension at the anthesis of each genotype. The percentage of infected spikelets was evaluated visually 20 d after contamination and the effect of the disease on thousand grain weight was measured by comparing inoculated and uninoculated plots. The same 4 varieties were used as control every year. The good difference between the susceptible and the resistant controls (fig 1), provided a scale to compare genotypes even if they were not tested during the same years. A wide genetic variation was found in winter wheat, from very susceptible to partially resistant genotypes (table I). The resistance level needed for winter wheat cultivation in the temperate climate of northern France is discussed according to the evaluation of the loss of grain yield due to the disease (table II). Exotic spring wheat varieties reported for their tolerance to *Fusarium graminearum* were also tolerant to *F. culmorum* under our environmental conditions (table III). Related species did not display a very high level of resistance (table IV). Only the frequency of resistant genotypes is higher in the species *Triticum monococcum* and *Aegilops speltoides*.

Fusarium culmorum / resistance / wheat / Triticeae

INTRODUCTION

La fusariose de l'épi provoque chez le blé des pertes de rendement qui peuvent être très importantes en cas d'attaque grave, mais aussi une contamination du grain par des mycotoxines qui peuvent déprécier la qualité de la récolte. Il n'existe pas pour l'instant de possibilité de lutte chimique efficace contre cette maladie fongique qui se développe lorsqu'une période humide se

produit au moment de la floraison. Des différences de comportement entre génotypes de blé tendre ont été signalées dès 1942 par Dickson, mais aucun niveau de résistance très élevé n'a été trouvé. Les résultats les plus nombreux concernent les blés de printemps cultivés dans les régions à climat chaud et humide où l'agent responsable de la maladie est *Fusarium graminearum* (Schwabe). Dans les conditions plus fraîches de l'Europe du Nord-Ouest, le dévelop-

pement des épidémies est moins fréquent et est dû surtout à *Fusarium culmorum* (WG Smith). Jusqu'à présent, aucune interaction entre des génotypes de blé et ces 2 espèces fusariennes n'a été trouvée. Mesterhazy (1988) évalue à 0,90 le coefficient de corrélation entre les résultats obtenus sur plusieurs génotypes pour ces 2 espèces en contamination artificielle.

Les données concernant la variabilité de la résistance à *F. culmorum* chez le blé sont peu nombreuses (Walther, 1976; Mielke, 1988; Snijders, 1990). La variation des conditions climatiques durant les mois de mai et juin rend difficile la comparaison de variétés de précocités différentes. La relation entre les symptômes à un stade donné et la perte de rendement causée par le parasite dépend de la variété (Saur et Benacef, 1991). Une bonne connaissance du comportement d'un génotype nécessite une expérimentation pluriannuelle et la prise en compte de l'effet de la maladie sur le rendement.

Dans cette étude nous présentons les résultats obtenus sur 10 années dans des essais destinés à identifier des sources de résistance à la fusariose de l'épi causée par *Fusarium culmorum* utilisables pour l'amélioration du blé tendre d'hiver en climat tempéré.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

Les essais ont été réalisés entre 1981 et 1990 sur 3 types de matériel végétal : des blés de printemps originaires de différentes parties du monde où la fusariose de l'épi est répandue, des blés d'hiver européens et une collection de quelques espèces de triticiées. Cent quarante sept variétés de blé de printemps ont été étudiées. Certaines ont été introduites à partir des données bibliographiques et tous les blés originaires de Chine présents dans notre collection ont été testés. Les 83 génotypes de blé d'hiver expérimentés représentent un échantillon de variétés françaises signalées pour leur bon comportement vis-à-vis de la fusariose de l'épi ou largement cultivées ou nouvelles.

Des lignées d'Europe du Sud provenant d'échanges avec l'institut de recherche sur les céréales (GKI) en Hongrie, l'université de Belgrade en Yougoslavie et l'institut de recherche sur les céréales de Fundulea en Roumanie ont été également mises en essai. Pour les espèces voisines du blé tendre, les 334 lignées étudiées proviennent de la collection de la station d'amélioration des plantes de Rennes et représentent 15 espèces.

Protocole expérimental

Tous les tests ont été réalisés au champ en semis d'automne avec contamination artificielle par pulvérisation de spores sur les épis. L'inoculum est constitué d'une suspension de conidies dans de l'eau (10^6 spores/ml). L'isolat de *F. culmorum* utilisé a été isolé à partir d'un épi infecté en conditions naturelles provenant de la région de Rennes. La contamination est réalisée le soir après une irrigation par aspersion afin de maintenir une humidité suffisante sur les plantes pendant la nuit.

Pour les blés tendres, le dispositif est le type *criss-cross* avec 3 répétitions et 2 traitements séparés par une parcelle de bordure (traitement avec contamination et témoin sans contamination). La parcelle élémentaire est un poquet de 20 grains avec un maillage de 50 cm entre poquets. Chaque variété est contaminée individuellement au stade floraison.

Pour les espèces voisines, le premier tri a été fait avec 2 répétitions seulement et 3 contaminations de l'ensemble de l'essai depuis la floraison du génotype le plus précoce, jusqu'à celle du plus tardif. Les lignées les plus intéressantes ont subi une deuxième ou une troisième année d'essai avec contamination individualisée à la floraison et 3 répétitions.

L'effet du parasite sur le rendement de quelques variétés a été mesuré dans un dispositif en parcelles plus grandes (6 m^2) sur 3 années. En 1985, 2 concentrations d'inoculum (10^6 et 2×10^5 spores/ml) ont été utilisées pour ce type d'essai de façon à obtenir 2 niveaux de contamination.

Évaluation de la sensibilité

Des traitements fongicides destinés à éviter le développement du piétin verse, des rouilles et de l'oïdium ont été réalisés sur l'ensemble des essais.

L'intensité de la maladie a été notée 20–25 j après la contamination pour chaque génotype. La proportion d'épillets présentant des symptômes est appréciée visuellement selon une échelle de 1 (pas de symptômes) à 9 (100% des épillets atteints). Dans les essais en parcelles de 6 m^2 , la notation des symptômes a été faite par dénombrement des épillets malades.

Le rendement en grain n'a été mesuré que dans les essais réalisés à cet effet. La petite taille des parcelles dans les essais en poquets ne permet pas une bonne évaluation du rendement, mais le poids de 1 000 grains peut être estimé avec précision. Le coefficient de corrélation entre la perte de rendement et la perte de poids de 1 000 grains causée par le parasite est élevé (Saur et Benacef, 1991). L'effet de la maladie a été étudié pour les blés d'hiver seulement, par le rapport du poids de 1 000 grains de la parcelle contaminée sur le poids de 1 000 grains de la parcelle non contaminée. Quatre variétés témoins représentant 2 groupes de précocité et de sensibilité différents ont été reconduites pendant les 10 années d'expérimenta-

tion. Il s'agit de Copain et Réso (précoces) et Bizel et Capest (tardifs).

Tous les génotypes n'ont pas été mis en essai les mêmes années. Pour pouvoir comparer les variétés expérimentées sur des périodes différentes, les résultats de chaque année ont été transformés à partir des valeurs obtenues pour le témoin résistant Bizel et le témoin sensible Réso. La transformation de type linéaire tient compte de la moyenne de ces 2 témoins et de leur écart l'année considérée et les résultats sont exprimés dans l'échelle de référence formée par les valeurs moyennes des témoins sur 10 ans.

RÉSULTATS

Développement de la maladie

Le développement de la maladie a été satisfaisant pour toutes les années d'observation. Les résultats des témoins (fig 1) montrent que la différence entre témoins sensibles et peu sensibles se manifeste de façon nette chaque année pour les 2 caractères étudiés : symptômes et effet du parasite sur le poids de 1 000 grains. On distingue dans tous les cas les 2 variétés sensibles Capest et Réso des 2 variétés résistantes Bizel et Copain. Seule l'amplitude de la différence varie avec l'année.

Évaluation des blés d'hiver

Une grande variabilité de comportement a été trouvée dans les blés d'hiver. Le tableau I présente la moyenne des valeurs ajustées obtenues pour chaque variété pour les différentes années d'étude. Certains génotypes se montrent extrêmement sensibles : Rivoli ou Frandoc pour les types précoces ou Hobbit pour les tardifs. Leur sensibilité se rapproche de celle des variétés de blé dur expérimentées dans nos essais. Des variétés largement cultivées comme Festival, Fidel ou Arminda présentent un bon comportement. Ringo Sztar, variété hongroise ainsi que des lignées roumaines et yougoslaves se montrent assez résistantes. Elles sont issues de programmes de sélection incluant la résistance à la fusariose de l'épi dans leurs objectifs. Parmi les variétés ayant subi une seule année d'essai, Arina lignée suisse tardive a été peu attaquée par la parasite. Aucune variété n'a présenté un niveau de résistance meilleur que celui de Bizel.

L'effet de la maladie sur le rendement en grain de quelques variétés de sensibilités différentes

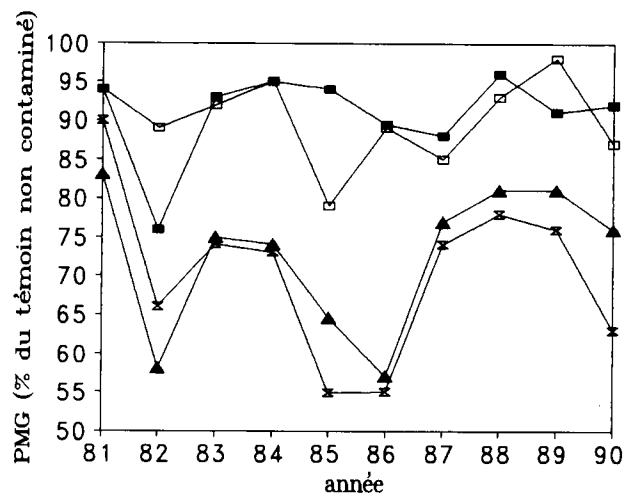
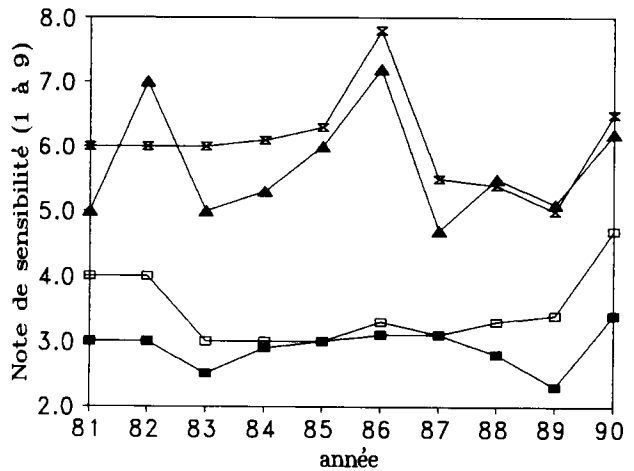


Fig 1. Note de sensibilité et poids de 1 000 grains (PMG) dans les essais de résistance à la fusariose de l'épi causée par *F. culmorum*, pour 4 témoins sur 10 ans. —■— Bizel; —▲— Capest; —□— Copain; —x— Réso.

est présenté dans le tableau II. L'importance de l'attaque est variable selon les essais. L'utilisation d'un inoculum de concentration plus faible en 1985 se traduit par un moindre développement de la maladie comparable à celui d'une année où les conditions climatiques ne sont pas favorables.

Trois types de situations peuvent être décrits à partir de ces résultats :

- en cas d'attaque très forte (1982) : la variété la plus résistante perd 23% de son rendement contre 62% pour la variété la plus sensible;
- en cas d'attaque moyenne comme en 1983 ou en 1985, le parasite a peu d'effet sur les variétés résistantes. Les témoins sensibles Réso ou Rescler subissent une baisse de rendement nette et des variétés extrêmement sensibles peuvent être fortement endommagées (Pernel et Frandoc, 1983);

Tableau I. Comportement de variétés de blé d'hiver dans des essais de résistance à la fusariose de l'épi. Intensité de l'attaque et effet de la maladie sur le poids de 1 000 grains.

<i>Nom</i>	<i>Nombre d'années d'essai</i>	<i>Note¹</i>	<i>Poids de 1 000 grains (en % du témoin) non contaminé</i>	<i>Pays d'origine</i>	<i>Nom</i>	<i>Nombre d'années d'essai</i>	<i>Note¹</i>	<i>Poids de 1 000 grains (en % du témoin) non contaminé</i>	<i>Pays d'origine</i>
<i>Variétés ayant subi plusieurs années d'essai</i>					<i>Variétés ayant subi une seule année d'essai</i>				
Bizel ²	10	2,9	90,9	France	80-1/70	3	4,9	79,7	Hongrie
Libellula	2	2,9	89,7	Italie	Divio	3	4,9	69,1	France
1991 9-11	2	2,9	89,0	Roumanie	Top	2	5,0	80,6	France
Adam	4	3,0	85,3	France	Moulin	3	5,2	72,6	G Bretagne
Festival	5	3,0	82,5	France	Pernel	7	5,4	63,1	France
Ringo Sztar	3	3,1	86,5	Hongrie	Rescler	6	5,6	68,6	France
2325W 1-1	2	3,1	85,5	Roumanie	Capest ³	10	5,7	72,7	France
Ns 732	2	3,2	87,7	Roumanie	Thésée	4	5,9	73,4	France
Renan	5	3,2	86,0	France	Apollo	3	6,0	77,7	Allemagne
1991 1-12	2	3,2	77,1	Roumanie	Réso ³	10	6,0	70,4	France
Storch	2	3,3	90,9	Allemagne	Récital	2	6,1	74,4	France
Turda 195	2	3,3	88,4	Roumanie	Tarasque	3	6,2	80,2	France
Transylvania	2	3,3	88,0	Roumanie	Rivoli	6	6,2	66,5	France
1561 7-21	2	3,3	85,6	Roumanie	Frاندoc	3	6,4	63,5	France
Briscar	2	3,3	80,0	France	Hobbit	3	6,5	74,8	G Bretagne
1561 1-22	2	3,4	82,1	Roumanie	Beauchamp	5	6,5	71,2	France
Zg 6103/84	2	3,4	77,5	Yougoslavie	<i>Variétés ayant subi une seule année d'essai</i>				
Copain ²	10	3,5	90,1	France	Arina	1	2,5	90,0	Suisse
Zg 8029/82	3	3,5	87,4	Yougoslavie	Hardi	1	3,1	90,9	France
Sabre	4	3,5	83,6	France	Nimbus	1	3,8	81,0	Allemagne
Iena	5	3,5	76,6	France	Open	1	3,9	93,6	France
74-2	3	3,6	92,8	Hongrie	Ecu	1	4,2	82,4	France
E de Choisy	3	3,6	87,3	France	Genial	1	4,2	81,0	France
Fleurus	2	3,6	80,3	France	Fortal	1	4,2	76,7	France
Talent	5	3,6	80,3	France	Scipion	1	4,3	83,5	France
Glanor	2	3,6	78,1	France	Lutin	1	4,3	74,1	France
Poncheau	7	3,7	87,9	France	Decibel	1	4,4	84,5	France
Armindia	9	3,7	83,6	Pays-Bas	Artaban	1	4,5	76,7	France
Fidel	5	3,7	82,9	France	Louvre	1	4,5	76,7	Pays-Bas
1991 1-31	2	3,7	79,4	Roumanie	Courtot	1	4,5	76,0	France
81-28	3	3,8	79,2	Hongrie	Festin	1	4,5	63,9	France
Fundulea 29	2	3,9	85,4	Roumanie	Baroudeur	1	4,9	82,4	France
Apexal	3	4,0	73,7	France	Capitole	1	5,0	63,9	France
Albatros	3	4,1	82,9	France	Gavroche	1	5,1	84,4	France
81-50	3	4,2	85,8	Hongrie	Jade	1	5,6	89,5	France
Zenith	2	4,2	85,1	Suisse	Fandango	1	5,6	69,0	France
Camp Remy	6	4,2	79,4	France	Delfi	1	5,7	84,0	France
Soissons	2	4,2	72,7	France	Gerbier	1	6,2	60,8	France
Roazon	2	4,2	72,5	France	Comtal	1	6,4	68,5	France
Fortin	2	4,3	85,9	France	Fief	1	6,5	73,9	France
Voyage	2	4,3	80,2	France	Ducat	1	6,7	83,3	France
79-1/57	3	4,5	76,9	Hongrie	Dolmen	1	7,1	67,0	France
Super Zlatna	2	4,6	82,2	Bulgarie	1 : Echelle de 1 (pas de symptômes) à 9 (100% des épillets atteints).				
Goelent	3	4,6	74,4	France	2 : Témoin résistant.				
Match	2	4,6	71,6	France	3 : Témoin sensible.				
Florin	2	4,8	73,2	France					
Gala	3	4,8	71,7	France					

Tableau II. Effet d'une attaque de *Fusarium culmorum* sur le rendement de variétés de blé tendre. Rendement de la parcelle contaminée en % du témoin non contaminé et nombre d'épillets présentant des symptômes.

	1982		1983				1985	
			Concentration de l'inoculum (spores/ml)					
	10^6 Rdt% ¹	E_i^2	10^6 Rdt%	E_i	10^6 Rdt%	E_i	2×10^5 Rdt%	E_i
Bizel	77,0 ^{a,3}	25	93,3 ^a	6	96,9 ^a	6	97,6 ^a	2
Copain	74,1 ^a	29	101,3 ^a	6				
Adam	71,6 ^a	25	91,3 ^a	25				
Poncheau	70,9 ^a	21						
43-6					93,9 ^{ab}	8	95,4 ^a	2
Fidel					88,1 ^{bc}	7	97,6 ^a	4
Talent					80,9 ^{cd}	18	95,9 ^a	4
Arminda					74,5 ^d	27	84,5 ^b	16
Tarasque			80,2 ^{bc}	47				
108-2			75,6 ^c	46				
Rescler	41,1 ^b	95	74,8 ^c	42	53,6 ^e	46	73,0 ^c	30
Réso	37,8 ^b	75	75,5 ^c	39				
Match			74,1 ^c	39				
Divio			72,4 ^c	37				
Pernel			57,1 ^d	57				
Frandoc			50,3 ^d	90				

1 : Rdt% : Rendement après contamination en % du témoin non contaminé

2 : E_i : Pourcentage d'épillets présentant des symptômes 25 à 30 j après la contamination

3 : Les résultats suivis de la même lettre ne sont pas différents au seuil 0,05 (ppds de Fischer)

– en cas d'attaque faible comme en 1985 avec la concentration de l'inoculum de 2×10^5 spores/ml, les variétés peu sensibles Fidel et Talent ne subissent pas de perte de rendement notable.

Évaluation des blés de printemps

Les résultats présentés ici ne concernent que les notations de symptômes sur épi. Les variétés ayant présenté le meilleur comportement parmi les 147 géotypes étudiés sont présentées dans le tableau III. Il s'agit de variétés déjà citées pour leur résistance à *F. graminearum*. Soo mai 3 signalé comme résistant (Yu, 1982) a présenté très peu de symptômes pour 6 années d'étude dans nos essais. *Erythrospermum* 3086 utilisé comme témoin résistant par Schroeder et Christensen (1963) est un peu plus attaqué.

Cependant, le niveau de résistance de ces variétés est difficile à comparer à celui des meilleurs blés d'hiver dans nos conditions de

tests au champ. En effet, en semis d'hiver, elles atteignent le stade floraison parfois très tôt, surtout pour les types peu sensibles à la longueur du jour. En semis de printemps, les dates de floraison sont nettement plus tardives que celles des blés d'hiver et le climat de la période est en général plus sec.

Évaluation des espèces voisines

Des lignées sensibles à très sensibles ont été trouvées dans toutes les espèces de triticiées étudiées (tableau IV). Des lignées assez résistantes ont été observées surtout chez *Triticum monococcum* (20% des lignées testées) et *Aegilops speltaoides* (25%). Toutefois, les géotypes étudiés pour ces 2 espèces sont beaucoup plus tardifs que les blés tendres d'hiver et la comparaison avec ceux-ci est difficile. Une lignée d'*Ae. speltaoides* seulement a développé moins de symptômes que les meilleurs blés tendres de printemps.

Tableau III. Note de sensibilité des blés de printemps ayant présenté le meilleur comportement dans les essais de résistance à la fusariose de l'épi.

Nom	Période d'étude	Note moyenne ¹	Pays d'origine
PI 94555	80-83	2,3	Chine
PI 94557		2,7	Chine
PI 94558		2,8	Chine
PI 94554		2,6	Chine
7862	81-85	2,4	Chine
Frontana		2,9	Brésil
Toropi		3,0	Brésil
Erythrospermun		3,3	USA
7884		3,2	Chine
Soo mai 3 ²		2,5	Chine
Ke Han 6		83-85	2,1
F 60049	2,1		Chine
Long 75175	2,3		Chine
Ke Han 8	2,7		Chine
You Yi Mai	3,0		Chine
Rival	3,0		USA
Soo mai 3 ²	2,3		Chine
Nyu Bay	84-86		2,1
Nimavi Kyuchu		2,2	Japon
Soo mai 3 ²		2,0	Chine
Klein Atlas	89-90	2,2	Argentine
LAJ 2316		3,1	Argentine

¹ : Note de 1 (pas de symptômes) à 9 (100% des épillets atteints).

² : Témoin résistant.

DISCUSSION – CONCLUSION

Mielke (1988) n'a pas trouvé de résistance intéressante dans une prospection chez 39 espèces de triticiées. Nos résultats montrent que pour 2 espèces, *T monococcum* et *Ae speltoïdes*, la proportion de génotypes peu sensibles est plus importante que chez le blé tendre. Dans l'état actuel de nos techniques d'évaluation de la résistance, il n'est pas possible de savoir si les meilleures lignées de ces espèces présentent une résistance supérieure à celle des meilleurs blés tendres.

Les résultats sur les blés de printemps confirment les observations faites par Snijders (1990) qui a trouvé un bon comportement de lignées de blé de printemps citées pour leur résistance à *F*

graminearum, dans les conditions climatiques des Pays-Bas et avec contamination par *F culmorum*. Ces constatations apportent un élément de plus à l'hypothèse que la résistance à ces 2 champignons pathogènes très voisins est régie par les mêmes mécanismes et que ces géniteurs peuvent être utilisés dans des programmes d'amélioration de la résistance du blé d'hiver à *F culmorum*.

Même si on ne trouve pas de très haut niveau de résistance, la variabilité pour le comportement vis-à-vis de la fusariose de l'épi est importante chez le blé d'hiver. La fréquence des génotypes résistants est même assez élevée puisque des variétés ayant un bon comportement ont été obtenues sans avoir tenu compte de ce caractère dans le choix des parents, ni avoir réalisé de tests de résistance au cours de la sélection (Festival, Adam, Renan). L'intérêt pratique de ces résistances peut être discuté au regard des résultats obtenus dans des essais réalisés pour mesurer l'influence d'une attaque de *Fusarium culmorum* sur le rendement : les situations où l'attaque est aussi forte que dans l'essai de 1982 ne se produisent pas en conditions naturelles dans nos régions sauf peut-être pour le blé dur. Des résistances du niveau des meilleures variétés testées devraient être suffisantes pour éviter les pertes de rendement préjudiciables dans une culture. Par contre, les risques de dégâts sont importants pour une variété très sensible même si les conditions ne sont pas très favorables au développement de la maladie.

La contamination de la récolte par des myco-toxines peut se produire même si le niveau d'attaque par le parasite est faible et ne se traduit pas par une baisse de rendement importante (Snijders et Perkowski, 1990). Dans une situation où les exigences de qualité prennent de plus en plus d'importance, des variétés présentant un très haut niveau de résistance seront nécessaires.

L'utilisation de géniteurs d'origines diverses pourrait contribuer, si les systèmes de résistance sont différents, à l'élévation du niveau de résistance chez le blé tendre. La résistance peut être décomposée en au moins 2 facteurs indépendants : résistance à la contamination et résistance à l'extension des symptômes (Schroeder et Christensen, 1963; Saur, 1984). Une connaissance plus précise des géniteurs permettrait de choisir des combinaisons complémentaires pour ces 2 facteurs pour essayer d'obtenir des génotypes transgressifs. Les résistances trouvées dans les autres espèces de triticiées ne sont

Tableau IV. Comportement de lignées de différentes espèces de triticiées dans les essais de résistance à la fusariose de l'épi.

Espèce	Nombre de lignées testées	Note ¹ maxi	Note ² mini	Nombre de lignées de note ≤ 3
<i>T monococcum</i>	64	7,5	2,5	13
<i>T persicum</i>	49	7,5	2,5	2
<i>Ae squarrosa</i>	48	8,0	2,5	3
<i>Ae ventricosa</i>	24	7,5	5,0	0
<i>Ae speltoïdes</i>	41	7,0	1,5	11
<i>Ae triuncialis</i>	33	7,5	3,0	1
<i>Ae cylindrica</i>	25	6,5	2,0	5
<i>Ae ovata</i>	19	7,5	4,0	0
<i>Ae triaristata</i>	14	7,5	5,0	0
<i>Ae biuncialis</i>	8	7,0	2,8	2
<i>Ae uniaristata</i>	5	7,0	5,0	0
<i>Ae kotschii</i>	5	7,0	5,0	0
<i>Ae umbellulata</i>	4	6,0	4,5	0
<i>Ae variabilis</i>	4	6,5	3,0	1
<i>Ae comosa</i>	1	3,5	3,5	0

¹ : Note de la lignée la plus sensible de 1 (pas de symptômes) à 9 (100% des épillets atteints).

² : Note de la lignée la plus résistante.

pas suffisamment importantes pour justifier leur utilisation en sélection dans un premier temps.

RÉFÉRENCES

- Dickson JG (1942) Scab of wheat and barley and its control. *US Dep Agric Farmer's Bull* 1599, 1-17
- Mesterhazy A (1988) Expression of resistance of wheat to *Fusarium graminearum* and *F culmorum* under various experimental conditions. *J Phytopathol* 123, 304-310
- Mielke H (1988) Untersuchungen über *Fusarium culmorum* (W G Sm) Sacc als Fuss- und Ährenkrankheitserreger beim Weizen. *Mitt Biol Bundesanst Land- Forstwirtschaft Berl Dahlem* 238, 101 p
- Saur L (1984) Comportement de quatre variétés de blé tendre vis-à-vis de la fusariose de l'épi causée par *Fusarium roseum* var *culmorum* (Schwabe) Sn et H *Agronomie* 4, 939-943
- Saur L, Benacef N (1991) Relation entre les symptômes de fusariose de l'épi et la perte de rendement chez le blé tendre. Comparaison de quatre variétés. In: *Écophysiologie du blé*. Les colloques de l'INRA (sous presse)
- Schroeder HW, Christensen JJ (1963) Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae* (Schw) Petch. *Phytopathology* 53, 831-838
- Snijders CHA (1990) Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. *Euphytica* 50, 171-179
- Snijders CHA, Perkowski J (1990) Effects of head blight caused by *Fusarium culmorum* on toxin content and weight of wheat kernels. *Phytopathology* 80, 566-570
- Walther H (1976) Prüfung von Weizen auf Befall mit den Ährenkrankheiten *Septoria nodorum* und *Fusarium culmorum* durch künstliche Infektion im Feldversuch. *Tagungsber Akad Landwirtschaftswiss DDR* 143, 427-436
- Yu YJ (1982) Monosomic analysis for scab resistance and yield components in the wheat cultivar Soo-mo 3. *Cereal Res Commun* 10, 185-189