

Introduction dans le blé de variabilité génétique à partir d'*Aegilops Tauschii*

Maxime TROTTE², Joseph JAHIER², Bernard ROLLAND², Axel OLIVIER^{*1}, Éric MARGALÉ¹, Philippe LONNET¹, Patrice SENELLART¹, Bernard DUPERRIER¹, Henriette GOYEAU³, Claude de VALLAVIEILLE-POPE³, Marie-Reine PERRETAN⁴.

* Coordinateur : Axel OLIVIER¹, aolivier@invivo-group.com, Tél. : 01 40 66 20 78

1 - GIE Recherches Génétiques Céréales Club 5 - 83 avenue de la Grande Armée, 75782 Paris Cedex 16

2 - INRA UMR APBV Domaine de La Motte au Vicomte - BP 35327, 35653 Le Rheu

3 - INRA UMR BIOGER - BP 01, 78850 Thiverval-Grignon

4 - INRA UMR UBP - 234 avenue du Brezet, 63100 Clermont-Ferrand

1. Introduction

La variabilité pour certains caractères d'intérêt agronomique est limitée chez le blé tendre. Ceci peut résulter d'une érosion de la variabilité par la disparition de matériel (populations locales...) ou de l'utilisation des méthodes de sélection. La faible fréquence ou l'absence de formes alléliques doit être avant tout imputée au fait qu'un faible pourcentage de la variation génétique présente dans les pools génétiques *T. turgidum* et *Ae. tauschii* a participé à la création du blé tendre. Ceci est documenté d'une façon exhaustive dans l'article de Dvorak et al. (1998) "*The structure of the Aegilops tauschii gene pool and the evolution of hexaploid wheat*".

L'amélioration génétique ne peut être envisagée que si les sélectionneurs disposent d'un réservoir de variabilité suffisant. Dans le cas du blé tendre qui est allohexaploïde (2n=42, AABBDD), la variabilité intraspécifique a déjà été largement exploitée. Même si des progrès génétiques sont encore possibles, il est urgent d'accroître le potentiel de variabilité disponible du blé. La meilleure solution est l'exploitation de ses progéniteurs et des blés tétraploïdes. *Aegilops tauschii* (2n=14, DD) est parmi ses trois progéniteurs diploïdes celui qui présente le plus d'intérêt. En effet son génome présente une homologie complète avec le D du blé et sa variabilité génétique est supérieure à celles des deux autres progéniteurs : *Triticum monococcum* et *Ae. speltoides* donneurs respectifs des génomes A et B.

Ae. tauschii a une distribution géographique très vaste qui s'étend de la Turquie à l'Ouest de la Chine. Cette zone est très diversifiée d'un point de vue climatique et pédologique, le corollaire est que l'espèce présente une très grande variabilité quant à sa morphologie. L'espèce comprend deux sous-espèces : ssp. *tauschii* et ssp. *stragulata*. Cette dernière bien que minoritaire (présente seulement en Transcaucasie et au Sud-Est de la Mer Caspienne) est à l'origine du blé tendre.

Des blés dits synthétiques (2n=42, AABBDD) issus de l'hybridation entre des blés tétraploïdes et 80 accessions d'*Ae. tauschii* ont été créés par l'INRA et le GIE Club 5. L'objectif du projet est l'introduction de l'information génétique d'*Ae. tauschii* conférant des caractères nouveaux d'intérêt agronomique dans du matériel élite de blé tendre. Seront introduits en priorité des caractères de résistance aux rouilles, aux septorioses et à la fusariose.

L'introduction et la détection de gènes et QTL dans le blé feront appel à une stratégie développée et appliquée récemment par Tanksley (1996). Appelée stratégie "Advanced Backcross Analysis" (ou AB-QTL), elle permet avec une grande efficacité de sélectionner du matériel de bonne valeur agronomique tout en détectant les gènes/QTL impliqués dans les caractères d'intérêt agronomique.

L'exploitation de la variabilité de *Ae. tauschii* permettra à terme la mise au point par les sélectionneurs de nouvelles variétés de blé.

2. Évaluation au champ de la résistance aux maladies chez des blés synthétiques et des lignées dérivées de synthétiques

► Le matériel

Il était constitué de 82 génotypes :

- 42 blés synthétiques produits précédemment par l'INRA et le Club 5. Vingt et un (code SYN) ont pour parent tétraploïde Tétracourt qui est la composante tétraploïde extraite du blé tendre Courtot. Les 21 autres (code JOY) ont pour parent tétraploïde le blé dur Joyau.
- 3 blés synthétiques d'origine CIMMYT fournis par le Club 5
- 37 lignées dérivées de blés synthétiques du CIMMYT.

► Le dispositif

Les génotypes ont été évalués au champ pour leur résistance à la rouille jaune, la rouille brune, la septoriose (*Mycosphaerella graminicola*) et la fusariose dans un dispositif multilocal (INRA et les 4 établissements du Club 5) au cours de la saison 2006-2007.

En 2007-2008, les génotypes ayant présenté en 1^{ère} année un bon niveau de résistance à deux maladies ont été réévalués.

Suivi des maladies réalisées en pépinière

INRA	1 poquet RJ
	1 poquet RB
	2 poquets fusariose (périmètre irrigué)
	2 poquets <i>Mycosphaerella graminicola</i> (périmètre irrigué)
CB	rouilles et septoriose
FD	rouilles et septoriose
LVH	fusariose et RB
SER	RJ, RB et fusariose

► Résultats

Les tableaux de synthèse sont repris en annexes 1,2 et 3.

35 génotypes présentent une résistance à une maladie, 15 à 2 maladies et 8 à 3 maladies.

Seul le synthétique JOY 12 montre une tolérance fusariose acceptable. Ce résultat démontre qu'*Ae. tauschii* présente une faible variabilité pour la résistance à cette maladie.

Vis-à-vis de la septoriose (annexe 3), la résistance est très présente chez les synthétiques. La moitié des génotypes sont classés résistants. Les donneurs des génomes A et B étant sensibles, la résistance doit venir d'*Ae. tauschii*. Toutefois beaucoup de ces génotypes présentent une faible vigueur en végétation, ce qui limite le développement de la septoriose et rend difficile l'évaluation.

Presque la moitié des lignées dérivées de synthétiques par le Cimmyt sont résistantes à la rouille jaune ou à la rouille brune. Dix d'entre elles le sont vis-à-vis des deux maladies.

3. Recherche de nouveaux gènes de résistance à l'aide de tests pathologiques et de marqueurs moléculaires

► Tests pathologiques

Les 31 lignées évaluées au champ en année 2 dont 20 se sont avérées résistantes en 1^{ère} année ont été confrontées à INRA-Grignon à des isolats de rouille jaune et de rouille brune permettant de postuler la présence des gènes :

- *Yr1, Yr2, Yr3, Yr6, Yr7, Yr9, Yr17, Yr25, Yr32* de résistance à la rouille jaune
- *Lr1, Lr2a, Lr2b, Lr2c, Lr3, Lr3bg, Lr3ka, Lr9, Lr10, Lr13, Lr14a, Lr15, Lr16, Lr17a, Lr17b, Lr19, Lr20, Lr23, Lr24, Lr26, Lr37* de résistance à la rouille brune.

Rouille jaune

Les résultats sont présentés en annexe 2.

18 lignées sont résistantes au stade plantule aux 12 races françaises en collection à Grignon et présentent donc des gènes ou des associations de gènes de résistance à la rouille jaune actuellement non contournées.

SYN 52, JOY 52, SYN 56, Sq SYN 102, 04CIMTQ005, 16HRWSN2058, SYN 90, MV 03-91, Synthétique-89, PCME1WG-2353, PCME1WG-2414, C38IBWSN-123 sont également résistants au stade adulte au champ, soit totalement résistants soit partiellement résistants. Ces lignées présentent des sources de résistance intéressantes à exploiter.

Parmi les lignées sensibles à toutes les races au stade plantule, SYN 32 et SYN 56 ont un niveau de résistance intermédiaire au champ, JOY 56 est sensible au stade adulte.

Parmi les gènes de résistance spécifique postulés au stade plantule, *Yr6* est le plus fréquent. *Yr7, Yr9, Yr2, Yr4, Yr17* et *Yr8* sont vraisemblables.

Rouille brune

Une collection de 14 isolats, habituellement utilisée pour postuler la présence de gènes *Lr* dans les variétés de blé tendre, a permis de mettre en évidence la présence des gènes *Lr10* et *Lr14a* dans le matériel analysé, en combinaison *Lr10 + Lr14a* pour 7 lignées (annexe 3).

Certaines lignées présentent, outre le gène *Lr10* ou *Lr14a*, au moins un gène supplémentaire non identifiable avec les isolats utilisés. Les isolats de rouille brune issus de blé dur sont tous virulents sur *Lr10*, et il existe une race, assez fréquente, virulente sur *Lr14a*. Ces 2 gènes ne contribuent donc pas à la résistance observée au champ. Quatre lignées ont exprimé des types d'infection très bas à tous les isolats, ce groupe pourrait donc avoir des gènes issus d'*Ae. tauschii* comme *Lr21, Lr32, Lr41, Lr42*, que la collection d'isolats utilisée ne pouvait pas permettre de révéler. L'ajout à notre gamme différentielle de lignées portant ces gènes permettrait de tester l'hypothèse de leur présence dans le matériel étudié. A priori la virulence pour ces gènes est actuellement absente des populations naturelles, donc ces gènes, s'ils sont présents, constitueraient des sources de résistance efficaces et diversifiées. Enfin nous avons distingué un groupe de 13 lignées, pour lequel nous n'avons pas pu émettre d'hypothèse de présence de gènes connus : ces 13 lignées possèdent vraisemblablement des combinaisons de gènes de résistance, toutes différentes les unes des autres.

En conclusion, bien que n'ayant pu nommer précisément les combinaisons de gènes présentes, le matériel analysé semble présenter des sources de résistance avec une bonne diversité, au vu de la diversité des spectres de réponse obtenus vis-à-vis des 14 isolats utilisés.

► Marquage moléculaire

Par ailleurs, nous disposons des marqueurs moléculaires pour détecter les gènes *Lr9* (chromosome 6B), *Lr 10 (1A)*, *Lr 19 (7D)*, *Lr24 (3D)*, *Lr 34 (7D)* et *Lr 37 (2A)*. Dans le tableau (Annexe 1) sont données les lignées portant *Lr 10, Lr 9, Lr 24, Lr 34* et *Lr 37*. Les résultats concernant *Lr19* n'ont pas été retenus car ils étaient de toute évidence aberrants.

Lr 10 est très présent. La raison principale est sa présence dans Tétra Courtot parent des synthétiques SYN. Les quatre autres gènes sont présents dans un à quatre génotypes.

Bien que présents, ces gènes n'expliquent pas les comportements observés : d'autres introgressions restent à marquer.

4. Développement et évaluation de populations d'introgression de la variabilité d'*Ae. tauschii*

3 populations BC1 issues d'*Ae. tauschii* disponibles à l'INRA sont multipliées et évaluées afin de valider le choix de ce type de populations pour l'identification de gènes d'intérêt venant d'*Ae. tauschii*.

► Développement et évaluation des populations Courtot

Au cours des deux premières années du projet, les deux populations SSD BC1F5 : SYN 37/2*Courtot et SYN 88/ 2* Courtot de 68 et 35 lignées ont été multipliées à l'INRA. Ces populations sont originales car elles ont la particularité d'être en ségrégation seulement au niveau du génome D, la partie AB étant fixée sachant que le parent tétraploïde est Tétra Courtot.

Ces populations ont été évaluées en lignes par les 5 partenaires. Peu de lignées étaient transgressives pour les résistances. De plus, la majorité était sensible à la verse même si leur hauteur était inférieure ou équivalente à celle des variétés actuelles. La sensibilité à la verse est apportée par les deux parents synthétiques mais aussi par Courtot. Cette dernière en raison de ces deux gènes de nanisme *Rht1* et *Rht2* ne verse pas, mais dès qu'on lui retire un des deux gènes de nanisme, on a des lignées isogéniques très sensibles à la verse (observations antérieures par l'INRA).

En définitive, seulement 5 lignées ont été retenues (4 dans SSD 37 et une dans SSD 88). Ceci souligne l'importance du choix du parent récurrent lors de la constitution d'une population avec une lignée donneuse de type blés synthétiques.

► Développement et évaluation de la population HD SYN 127

74 premières lignées de cette population AB-QTL HD BC1 SYN 127/2*Caphorn produites par l'INRA de Clermont-Ferrand ont été évaluées et sélectionnées en lignes par les 5 partenaires. Le parent SYN 127 a présenté un niveau intermédiaire de résistance aux rouilles et à la septoriose. Ses gènes de résistance sont différents de ceux de Caphorn dans la mesure où une très grande variabilité a été observée au sein des lignées HD. La sélection a porté sur la précocité, la hauteur, la résistance aux maladies, plus à maturité un choix visuel par chaque sélectionneur. La mise en commun des observations a permis de retenir 13 lignées. Après la récolte, des analyses complémentaires faites sur la teneur en protéines et le SDS n'ont éliminé aucune des 13 lignées, elles seront réévaluées au champ en 2009-2010.

5. Développement de populations AB Qtl à partir d'origine d'*Ae. tauschii*

Lors de la première année du projet, chaque partenaire a croisé 10 synthétiques par 2 élites.

Les élites sont choisis avec une sensibilité pour les maladies du feuillage afin de mettre en évidence les résistances venant de l'origine synthétique.

5 croisements sont maintenus en 2nd année pour chaque partenaire, suite aux résultats de l'évaluation de 2007. Les croisements réalisés avec un synthétique ou dérivé de synthétique n'ayant pas confirmé une résistance sont éliminés. Les 5 F1 sont recroisés avec le récurrent élite sur plusieurs épis afin d'assurer suffisamment de grains BC1. Sur certains donneurs comme Synthétique 89 (Synthétique Cimmyt) les plantes F1 après le stade 3-4 feuilles dégénèrent due au phénomène de nécrose hybride. Ceci est dû au rassemblement dans la F1 des 2 allèles dominant des gènes *Ne1* et *Ne2*. Ces plantes arrivent tout de même à faire du pollen, ce qui permet la réalisation du rétrocroisement.

Sur chacune de ces BC1, 20 plantes sont recroisées afin de préserver la variabilité du donneur d'origine blés synthétiques. On observe sur 50% des plantes BC1 le phénomène de dégénérescence, ceci confirme l'hypothèse de 2 gènes en cause.

Au minimum 200 grains BC2F1 ont été produits à partir de 20 origines BC1.

Chacune des 17 populations BC2F1 sera multipliée et autofécondée en 2009-2010 par le partenaire qui l'aura produite en vue d'évaluation permettant de mettre en évidence des Qtls apportés par le donneur d'origine synthétique de résistance aux maladies.

Parents			
Synthétique	Résistance Synthétique	Elite	BC2F1
JOY 80	Rb + Spt	SOISSONS	JOY 80 / 3* SOISSONS
JOY 87	Rb + Spt	SOISSONS	JOY 87 / 3* SOISSONS
SYN 109	Spt	BANDERA	SYN 109/ 3* BANDERA
SYN 109	Spt	ROYSSAC	SYN 109/ 3* ROYSSAC
SYN 110	Spt	ORVANTIS	SYN 110 / 3* ORVANTIS
JOY 110	Spt	AUBUSSON	JOY 110 / 3* AUBUSSON
SYN 150	Spt	AUBUSSON	SYN 150 / 3* AUBUSSON
SYNTHETIQUE 89	Rb + Rj + Spt	ORVANTIS	SYNTHETIQUE - 89 / 3* ORVANTIS
SYNTHETIQUE 89	Rb + Rj + Spt	ALTIGO	SYNTHETIQUE - 89 / 3* ALTIGO
SYNTHETIQUE 89	Rb + Rj + Spt	AUBUSSON	SYNTHETIQUE - 89 / 3* AUBUSSON
2YCSN-80677	Spt	AUBUSSON	2YCSN-80677/ 3*AUBUSSON
26ESWYT-80790	Rb + Spt	BOLOGNA	26ESWYT-80790/ 3*BOLOGNA
ME1IQ03-36	Rb + Spt	AUBUSSON	ME1IQ03-36 / 3* AUBUSSON
ME1IQ03-36	Rb + Spt	ALTIGO	ME1IQ03-36 / 3* ALTIGO
MV 03-334	Rb	ALTIGO	MV 03-334 / 3* ALTIGO
PCME1WG-1930	Rj	MENDEL	PCME1WG-1930 / 3* MENDEL
C38IBWSN-123	Rb + Spt	GUADALUPE	C38IBWSN-123 / 3* GUADALUPE

Liste des populations AB-QTL BC2F1 produites.

6. Conclusions

L'utilisation d'*Aegilops tauschii* pour enrichir le niveau de variabilité génétique du blé tendre est privilégiée par de nombreuses équipes. Les deux raisons invoquées sont 1) son aire de distribution très vaste est corrélée à une très grande diversité génétique et 2) son génome est totalement homologue à celui du génome D. Les transferts de gènes par recombinaison homologue ne posent pas de difficulté.

Néanmoins son exploitation est un travail de longue haleine. En effet, à côté de gènes/QTL d'intérêt agronomique, l'essentiel de son information génétique n'est d'aucun intérêt et constitue de ce fait un fardeau génétique dont il faut se débarrasser dans la descendance des synthétiques. C'est pour cela que les hybrides entre les blés synthétiques et les blés élites doivent être rétrocroisés.

Nous avons débuté l'évaluation de trois populations en BC1. Les résultats obtenus montrent que l'on a déjà en BC1 un niveau agronomique acceptable pour une évaluation vis-à-vis des pathogènes. Le stade BC2 en ajoutant un cycle de recombinaison devrait permettre d'améliorer les évaluations et avec une recombinaison supplémentaire de réduire le QTL.

Comme le deuxième rétrocroisement a été fait sur au moins 20 belles plantes BC1, on peut supposer que l'essentiel de la variabilité d'intérêt est présente en BC2 et qu'elle sera plus facile à détecter au champ, car le fonds génétique est constitué en moyenne de 87.5% du parent récurrent. Avec des effectifs finaux en BC2 de l'ordre de 200 individus, nous avons des populations permettant une analyse statistique robuste.

Les objectifs du programme ont été atteints :

- une large gamme de blés synthétiques et de lignées dérivées de synthétiques ont été évaluées vis-à-vis des 4 principales maladies du blé,
- plusieurs nouvelles résistances aux rouilles et à la septoriose ont été mises en évidence. Par contre les résultats concernant la fusariose sont plutôt décevants. Un seul synthétique JOY 12 semble avoir un comportement satisfaisant,
- le transfert de la variabilité observée dans du matériel Elite nécessite plusieurs années. Dans ce cadre,

l'essentiel de notre activité a été la création de nombreuses populations AB-QTL qui seront exploitées après fixation des lignées. Ces populations permettront de mettre en évidence des liaisons entre marqueur et QTL de résistance. Ceci afin de pouvoir cumuler plusieurs gènes de résistance dans le même génotype,

- notre projet était focalisé sur la résistance aux maladies. Mais il ne faut pas perdre de vue que *Ae. tauschii* renferme aussi une variabilité pour la plupart des caractères. Nous l'avons démontré (hors programme) pour les protéines de réserve.

Références bibliographiques

Cox T.S., Raupp W.J. and Gill B.S., 2001. Leaf rust resistance genes Lr41, Lr42 and Lr43 transferred from *Triticum tauschii* to common wheat. *Crop Sci.* 34 : 339-343.

Cox T.S., Sears R.G., Bequette R.K. and Lartin T.J., 1995. Germplasm enhancement in winter wheat x *Triticum tauschii* backcross populations. *Crop Sci.* 35 : 913-919.

Dvorak J., Luo M.C., Yang Z.L. and Zhang H.B., 1998. The structure of the *Aegilops tauschii* genepool and the evolution of hexaploid wheat. *Theor. Appl. Genet.* 97 : 657-670

Eastwood R.F., Lagudah E.S., Appels R., Hannah M. and Kollmorgen J.F., 1991. *Triticum tauschii* : a novel source of resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*). *Aust. J. Agric. Res.* 42 : 69-77.

Gill B.S. and Raupp W.J., 1987. Direct genetic transfers from *Aegilops squarrosa* L. to hexaploid wheat. *Crop Sc.* 27: 445-450

Huang X.Q., Coster H., Ganai M.W., Roder M.S., 2003. Advanced Backcross QTL analysis for the identification of quantitative trait loci alleles from wild relatives of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 106: 1379-1389.

Knott D.R. and Dvorak, J., 1981. Agronomic and quality characteristics of wheat lines with leaf rust resistance derived from *Triticum speltoides*. *Can. J. Genet. Cytol.* 23 : 475-480.

May C.E. and Lagudah E.S., 1992. Inheritance in hexaploid wheat of *Septoria tritici* blotch resistance and other characters derived from *Triticum tauschii*. *Aust. J. Agric. Res.* 43 : 433-442.

McFadden E.S. and Sears E.R., 1946. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives. *J. Hered.* 37 : 81-89.

Narasimhamoorthy B., Gill B.S., Fritz A.K., Nelson J.C., Brown-Guedira G.L., 2006. Advanced backcross QTL analysis of a hard winter wheat x synthetic wheat population. *Theor. Appl. Genet.* 112: 787-796.

Lange W. and Jochemsem G., 1992. Use of the gene pools of *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* and *Aegilops squarrosa* for the breeding of common wheat (*T. aestivum*), through chromosome-doubled hybrids. I. Two strategies for the production of amphiploids. *Euphytica* 59 : 197-212.

Pestsova E.G., Borner A., Roder M.S., 2006. Development and QTL assessment of *Triticum aestivum*-*Aegilops tauschii* introgression lines. *Theor. Appl. Genet.* 112: 634-647.

Riley R. and Chapman V., 1960. The D genome of hexaploid wheat. *Wheat Inf. Serv.* 11 : 18-19.

Hatchett J.H., Martin T.J. and Livers R.W., 1981. Expression and inheritance of resistance to hessian fly in synthetic hexaploid wheats derived from *Triticum tauschii*. *Crop Sci.* 21 : 731-734.

Tanksley S.D., Nelson J.C., 1996. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. *Theor Appl Genet* 92, 191-203.

Villareal R.L., Mujeeb-Kazi A., Del Toro E., Crossa J. and Rajaram S., 1994. Agronomic variability in selected *Triticum turgidum* x *T. tauschii* synthetic Hexaploid wheats. *J. Agronomy & Crop Science* 173 : 307-317.

Annexe 1

Synthétiques ou dérivées		2007			2008		Conclusion Tests Pathologiques	Marquage moléculaire
		R.brune			R.brune			
		LVH	CB	INRA	CB	FD		
SYN 12	INRA	6	4	5			Lr10	
JOY 12	INRA	5	4	1	5			
SYN 13	INRA				1	1	Lr10+?	
JOY 13	INRA	1	1	1				
JOY 14	INRA	8	2	1				
SYN 15	INRA				3	2	Lr10 Lr 14a	
SYN 16	INRA	7	4	1			Lr10	
JOY 25	INRA	5	3	1	3			
SYN 36	INRA	5	3	1			Lr10	
JOY 36	INRA	7	4	1				
SYN 37	INRA				1	1	Lr10+?	
SYN 52	INRA				2	1	Lr10 Lr 14a	
JOY 52	INRA				1		Lr10 Lr 14a	
SYN 53	INRA				3	1	Lr10 Lr 14a	
SYN 54	INRA	8	3	4			Lr10	
JOY 54	INRA	8	1	1				
SYN 56	INRA				1	1	Lr10+?	
JOY 56	INRA				1		Lr10+?	
SYN 59	INRA	8	2	6			Lr10	
JOY 80	INRA	1	1	1	1			
SYN 83	INRA	5	gel	5			Lr10	
JOY 85	INRA				1	1	Lr10 Lr 14a	
JOY 87	INRA	3	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
SYN 88	INRA	4	1	4			Lr10	
SYN 90	INRA	1	1	2	1	1	Lr10+?	
JOY 90	INRA	1	1	3	1			
SYN 97	INRA	3	1	3	3	1	Lr10 Lr 14a	
sq SYN 102	INRA				3	1	Lr10 Lr 14a	
JOY 102	INRA	5	4	1				
SYN 109	INRA	6	4	8	3	3	Lr10	
JOY 109	INRA	5	3	7	4			
SYN 110	INRA	8	3	6			Lr10	
JOY 110	INRA	7	2	7			Lr10	
JOY 112	INRA	5	1	4				
JOY 113	INRA	1	1	3	1			
JOY 119	INRA	7	3	1				
SYN 127	INRA	2	3	7			Lr10	
JOY 135	INRA	6	3	5	1			
JOY 135	INRA	8	3	3				
SYN 140	INRA				1	1	Lr 14a+Autre(s) gène(s)	
SYN 150	INRA	4	3	4			Lr10	
JOY 150	INRA	8	3	1				

Annexe 1 : Résultats de l'évaluation Rouille Brune.

Note de sensibilité de 1 à 9

En gras = note supérieure à 3

En gris clair = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris foncé = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl

Annexe 1 (suite)

Synthétiques ou dérivées		2007			2008		Conclusion Tests Pathologiques	Marquage moléculaire
		R.brune			R.brune			
		LVH	CB	INRA	CB	FD		
2YCSN-80677	CB	4	1	1	4	1		
26ESWYT-80766	CB	6	1	3				
26ESWYT-80790	CB	1	1	3				
26ESWYT-80832	CB	6	2	1				Lr10
26ESWYT-80835	CB	5	1	1				Lr10
01CIM54	CB	1	1	1				
04CIMTQ005	CB	1	1	2	2	1	Combinaison ou gène Tauschii	
16HRWSN2058	CB	1	1	2	1	1		
16HRWSN2059	CB	1	1	1	1	1	Lr19 ou gènes Tauschii	Lr37+Lr24+Lr34
16HRWSN2109	CB	1	1	2				
F11LGSCSS-290	LVH	4	1	2				Lr10
ME1IQ03-36	LVH	1	3	2	2	1	Combinaison ou gène Tauschii	Lr10+Lr37
MV 03-91	LVH	1	1	1	3	1	Lr19 ou gènes Tauschii	
MV 03-280	LVH	1	1	1	5	1	Lr19 ou gènes Tauschii	Lr10+Lr9
MV 03-327	LVH	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
MV 03-334	LVH	1	3	1	1	1	Lr19 ou gènes Tauschii	
MV 03-336	LVH	1	1	1				Lr 9
Synthétique-49	LVH	7	7	2				
Synthétique-54	LVH	4	4	5				Lr10
Synthétique-89	LVH	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
36IBWSN-265	FD	1	2	4			Combinaison ou gène Tauschii	Lr10
PCME1WG-148	FD	1	1	1				Lr34
PCME1WG-950	FD	4	3	5				
PCME1WG-1930	FD	3	1	5	3	1		Lr37
PCME1WG-2138	FD	2	2	3	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
PCME1WG-2353	FD	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
PCME1WG-2414	FD	1	1	1	2	1	Combinaison ou gène Tauschii	Lr10+Lr37
PPV02-72	FD	1	1	1				Lr10
ALIME1PZ-296	FD	5	1	2	1	1		
C38IBWSN-123	FD	1	1	3	1	1		
02 CY 76	SER	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
02 CY 212	SER	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	
02 CY 335	SER	5	2	5	1	1		
02 CY 399	SER	4	2	1	2	1		
04 CY BP 21	SER	1	1	1	1	1	Combinaison ou gène Tauschii	Lr10
04 CY BP 24	SER	1	1	4			Combinaison ou gène Tauschii	Lr10
04 CY BP 34	SER	1	1	1	1	1		
04 CY BP 42	SER	1	3	1				
04 CY BP 71	SER	4	2	1	1	1		
04CY BP 22	SER	1	1	2				Lr10

Annexe 1 : Résultats de l'évaluation Rouille Brune.

Note de sensibilité de 1 à 9

En gras = note supérieure à 3

En gris foncé = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris clair = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl

Annexe 2

Synthétiques ou dérivées		2007			2008				Conclusion Tests Pathologiques
		R.jaune			R jaune				
		INRA	SER	CB	INRA	CB	FD	SER	
SYN 12	INRA	1	4	1					
JOY 12	INRA	1	5	1	1	4	1	8	
SYN 13	INRA				5	1	1	1	Sensible à toutes les races
JOY 13	INRA	5	8	5					
JOY 14	INRA	7	8	5					
SYN 15	INRA				1	1	6	5	Résistant à toutes les races
SYN 16	INRA	7	4	1					
JOY 25	INRA	1	8	3	9	7	3	8	
SYN 36	INRA	6	4	1					
JOY 36	INRA	7	5	3					
SYN 37	INRA					1	4	6	Résistant à toutes les races
SYN 52	INRA				4	1	3	3	Résistant à toutes les races
JOY 52	INRA				1	1	1	1	Résistant à toutes les races
SYN 53	INRA				3	1	4	6	Résistant à toutes les races
SYN 54	INRA	4	8	1					
JOY 54	INRA	8	9	6					
SYN 56	INRA				5	1	1	2	Sensible à toutes les races
JOY 56	INRA				8	8	4	9	Sensible à toutes les races
SYN 59	INRA	3	7	5					
JOY 80	INRA	5	7	5	9	8	4	8	
SYN 83	INRA	3	4	gel					
JOY 85	INRA				1	5	6	7	Yr8 ?
JOY 87	INRA	1	2	1	9	3	2	3	Résistant à toutes les races
SYN 88	INRA	3	6	1					
SYN 90	INRA	1	3	1	1	1	3	4	Résistant à toutes les races
JOY 90	INRA	2	5	2	3	5		6	
SYN 97	INRA	1	1	1	6	1	1	1	Résistant à toutes les races
sq SYN 102	INRA				1	1	1	3	Résistant à toutes les races
JOY 102	INRA	7?	3	1					
SYN 109	INRA	3	3	1	1	5	3	5	
JOY 109	INRA	2	4	1	3	6	1	6	
SYN 110	INRA	7?	7	1					
JOY 110	INRA	?	7	1					
JOY 112	INRA	2	6	2					
JOY 113	INRA	2	6	3	4	8	8	8	
JOY 119	INRA	8	7	3					
SYN 127	INRA	3	4	2					
JOY 135	INRA	5	7	3	7	9		7	
JOY 135	INRA	7?	7	1					
SYN 140	INRA				1	3	3	7	Résistant à toutes les races
SYN 150	INRA	1	7	1					
JOY 150	INRA	7?	8	1					

Annexe 2 : Résultats de l'évaluation Rouille Jaune.

Note de sensibilité de 1 à 9

En gras = note supérieure à 3

En gris clair = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris foncé = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl

Annexe 2 (suite)

Synthétiques ou dérivées		2007			2008				Conclusion Tests Pathologiques
		R.jaune			R jaune				
		INRA	SER	CB	INRA	CB	FD	SER	
2YCSN-80677	CB	?	2	1	1	4	1	3	
26ESWYT-80766	CB	1	1	1					
26ESWYT-80790	CB	3	4	1					
26ESWYT-80832	CB	8	1	1					
26ESWYT-80835	CB	?	1	1					
01CIM54	CB	1	5	7	1				
04CIMTQ005	CB	1	1	1	1	1	1	1	Résistant à toutes les races
16HRWSN2058	CB	3	1	1	1	1	1	1	Résistant à toutes les races
16HRWSN2059	CB	?	2	1	9	3	1	5	Yr6+Yr9 ?
16HRWSN2109	CB	4	1	1					
F11LGSCSS-290	LVH	?	1	1					
ME1IQ03-36	LVH	2	1	1	8	6	1	1	
MV 03-91	LVH	1	1	1	4	1	1	4	Résistant à toutes les races
MV 03-280	LVH	1	2	3	1	1	1	7	Résistant à toutes les races
MV 03-327	LVH	1	3	1	1	1	3	6	Yr7+
MV 03-334	LVH	1	1	1	6	1	3	5	Yr9+Yr4 ?
MV 03-336	LVH	1	4	1					
Synthétique-49	LVH	?	5	1					
Synthétique-54	LVH	2	1	1					
Synthétique-89	LVH	1	1	1		1	1	1	Résistant à toutes les races
36IBWSN-265	FD	1	1	1					
PCME1WG-148	FD	1	4	1					
PCME1WG-950	FD	7	1	1					
PCME1WG-1930	FD	2	1	1	4.5	1	2	3	
PCME1WG-2138	FD	1	1	1	3.5	1	1	1	Yr6+ (Yr9 ou Yr17)
PCME1WG-2353	FD	1	1	1	1	1	1	1	Résistant à toutes les races
PCME1WG-2414	FD	?	1	1	3	1	1	1	Résistant à toutes les races
PPV02-72	FD	1	4	1					
ALIME1PZ-296	FD	1	1	1	1	1	1	1	
C38IBWSN-123	FD	?	2	1	2	1	1	4	
02 CY 76	SER	1	1	1	1	1	1	1	
02 CY 212	SER	?	1	1	1	1	1	1	Yr7+
02 CY 335	SER	1	1	1	2	1	1	1	
02 CY 399	SER	?	1	1	1	1	1	1	
04 CY BP 21	SER	1	3	1	3	1	1	1	Yr6+Yr9
04 CY BP 24	SER	1	5	2					
04 CY BP 34	SER	1	1	1	5	1	1	3	Yr6+
04 CY BP 42	SER	9	1	1					
04 CY BP 71	SER	1	1	1	3	1	1	1	
04CY BP 22	SER	1	5	2					

Annexe 2 : Résultats de l'évaluation Rouille Jaune.

Note de sensibilité de 1 à 9

En gras = note supérieure à 3

En gris clair = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris foncé = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl

Annexe 3

Synthétiques ou dérivés		2007					2008		
		Epi	Htr	Septo tritici			Tritici		
				FD	INRA	CB	INRA	CB	FD
SYN 12	INRA	17-mai	115	?	10	1			
JOY 12	INRA	20-mai	120	?	5	2	3	2	
SYN 13	INRA						2	3	6
JOY 13	INRA	13-mai	100	1	5	1	5		
JOY 14	INRA	11-mai	125	2	7	1			
SYN 15	INRA						2	3	3
SYN 16	INRA	14-mai	100	6	20	2			
JOY 25	INRA	10-mai	115	4	5	1	4	2	
SYN 36	INRA	15-mai	100	5	30	1			
JOY 36	INRA	13-mai	120	2	5	2			
SYN 37	INRA						2	3	3
SYN 52	INRA						2	1	3
JOY 52	INRA						2	1	3
SYN 53	INRA						2	1	3
SYN 54	INRA	15-mai	90	2	20	1			
JOY 54	INRA	10-mai	110	1	30	1			
SYN 56	INRA						2	3	6
JOY 56	INRA						2	3	
SYN 59	INRA	15-mai	90	3	10	2			
JOY 80	INRA	13-mai	105	3	5	1	3	2	
SYN 83	INRA	19-mai	gel	4	2	gel			
JOY 85	INRA						2	2	4
JOY 87	INRA	12-mai	115	2	2	1	2	1	3
SYN 88	INRA	13-mai	105	2	5	1			
SYN 90	INRA	17-mai	115	2	2	1	2	1	3
JOY 90	INRA	12-mai	120	2	5	1	2	2	
SYN 97	INRA	18-mai	115	3	5	1	2	2	3
sq SYN 102	INRA						2	2	3
JOY 102	INRA	12-mai	105	3	5	4			
SYN 109	INRA	15-mai	110	3	2	2	4	1	3
JOY 109	INRA	11-mai	125	2	5	2	2	1	
SYN 110	INRA	10-mai	75	2	10	3			
JOY 110	INRA	15-mai	75	2	5	1			
JOY 112	INRA	09-mai	120	3	2	2			
JOY 113	INRA	08-mai	135	3	2	2	4	2	
JOY 119	INRA	10-mai	85	2	10	1			
SYN 127	INRA	15-mai	110	3	10	1			
JOY 135	INRA	13-mai	90	2	10	3	2	1	
JOY 135	INRA	12-mai	115	2	5	2			
SYN 140	INRA						2	3	4
SYN 150	INRA	14-mai	90	2	2	2			
JOY 150	INRA	10-mai	120	2	5	3			

Annexe 3 : Résultats de l'évaluation Septoriose.

Note de sensibilité de 1 à 9 ou de 1 à 90 pour INRA 2007

En gras = note supérieure à 3 ou équivalent

En gris clair = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris foncé = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl

Annexe 3 (suite)

Synthétiques ou dérivés		2007					2008		
		Epi	Htr	Septo tritici			Tritici		
				FD	INRA	CB	INRA	CB	FD
2YCSN-80677	CB	24-avr	90	3	10	1	4	1	2
26ESWYT-80766	CB	24-avr	90	2	20	1			
26ESWYT-80790	CB	24-avr	90	3	10	3			
26ESWYT-80832	CB	24-avr	90	5	90	9			
26ESWYT-80835	CB	24-avr	90	5	70	8			
01CIM54	CB	04-mai	95	2	30	7	2		
04CIMTQ005	CB	28-avr	80	3	10	1	2	1	3
16HRWSN2058	CB	24-avr	105	3	30	3	3	5	5
16HRWSN2059	CB	25-avr	95	4	10	1	4	1	6
16HRWSN2109	CB	24-avr	95	4	70	6			
F11LGSCSS-290	LVH	24-avr	85	2	20	3			
ME1IQ03-36	LVH	30-avr	90	2	20	3	2	2	1
MV 03-91	LVH	24-avr	90	2	10	1	4	2	3
MV 03-280	LVH	24-avr	75	3	80	6	6	9	7
MV 03-327	LVH	24-avr	85	4	90	7	8	8	7
MV 03-334	LVH	28-avr	80	3	80	7	9	9	7
MV 03-336	LVH	24-avr	80	4	80	6			
Synthétique-49	LVH	29-avr	110	3	70	4			
Synthétique-54	LVH	07-mai	95	3	30	1			
Synthétique-89	LVH	24-avr	100	2	5	1	2	1	3
36IBWSN-265	FD	26-avr	90	2	20	2			
PCME1WG-148	FD	28-avr	85	2	20	3			
PCME1WG-950	FD	24-avr	85	3	30	3			
PCME1WG-1930	FD	24-avr	80	3	10	2	4	4	2
PCME1WG-2138	FD	30-avr	90	2	10	1	3	1	2
PCME1WG-2353	FD	24-avr	85	2	10	2	3	1	2
PCME1WG-2414	FD	26-avr	90	2	20	2	4	3	4
PPV02-72	FD	28-avr	95	3	50	7			
ALIME1PZ-296	FD	24-avr	85	2	5	1	2	1	4
C38IBWSN-123	FD	24-avr	85	2	10	2	2	2	3
02 CY 76	SER	24-avr	100	2	10	2	3	2	4
02 CY 212	SER	24-avr	90	2	70	5	3	9	8
02 CY 335	SER	24-avr	85	3	10	2	2	3	1
02 CY 399	SER	22-avr	95	2	5	2	4	1	2
04 CY BP 21	SER	24-avr	85	2	40	2	3	2	3
04 CY BP 24	SER	24-avr	75	2	5	4			
04 CY BP 34	SER	28-avr	100	2	60	4	5	5	4
04 CY BP 42	SER	24-avr	80	2	40	3			
04 CY BP 71	SER	23-avr	85	2	15	1	4	2	2
04CY BP 22	SER	25-avr	90	2	20	2			

Annexe 3 : Résultats de l'évaluation Septoriose.

Note de sensibilité de 1 à 9 ou de 1 à 90 pour INRA 2007

En gras = note supérieure à 3 ou équivalent

En gris clair = synthétiques confirmant aucune note supérieure à 3 sur les 2 années

En gris foncé = synthétiques utilisés dans les BC2 AB-Qtl