

Contrat de branche 2005 - 2008

Exploitation de la variabilité génétique d'*Aegilops tauschii* dans l'amélioration du blé tendre

Coordinateur : GIE Club 5

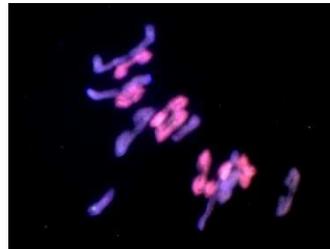
Partenaires INRA, UMR APBV, Rennes
UMR GDEC, Clermont-Ferrand



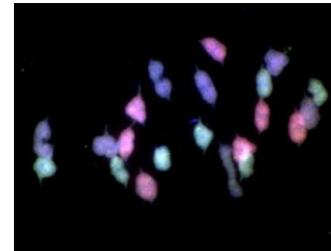
Aegilops tauschii

- Espèce diploïde ($2n=2x=14$) de la tribu des triticées, synonyme *Ae. squarrosa*

- Donneur du génome D au blé ($2n = 6x = 42$)



Blé tétraploïde
 $2n = 28 = AABB$



Blé tendre
 $2n = 42 = AABBDD$

- Distribution géographique large

↳ Variabilité



Méthodologie / croisement avec blé



Résultats des 1^{ers} travaux d'introgession

CIMMYT : pionnier dans la production et l'utilisation des blés synthétiques

Nombreux gènes introgressés :

Rouille brune (*Lr21 Lr32 Lr39 Lr42*)

Rouille jaune (*Yr28*)

Mouche de Hesse (*H22 H23 H24 H26*)

Objectifs

1- compléter les évaluations de synthétiques

2- exploitation dans l'amélioration du blé tendre

Démonstration de l'intérêt d'*Aegilops tauschii*

Sélection dans la descendance de croisements avec des variétés Elite

Matériel végétal

1- Blés synthétiques

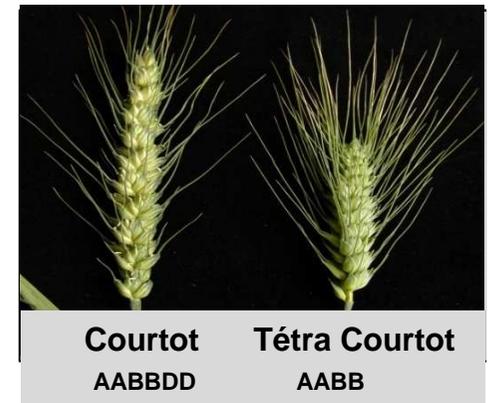
- Synthétiques créés par INRA Rennes-Club5

22 Synthétiques JOY : Joyau × *Ae. tauschii*

21 Synthétiques SYN : Tétra Courtot × *Ae. tauschii*

31 Aegilops parents de synthétiques (11 communs)

- Dix synthétiques en collection créés dans les années 1960



2- Descendances issues de croisements entre synthétiques et blés tendres

Hybrides F1 ou BC1 avec des lignées de blé tendre Elite

Lignées sélectionnées dans des descendances SSD entre 3 SYN et Courtot

1- compléter l'évaluation des synthétiques JOY et SYN

Programme FSOV 2006-2009 : évaluation des résistances aux rouilles, septoriose, fusariose

3 caractères évalués dans le contrat de branche :

- A- résistance au piétin-verse
- B- tolérance au stress azoté
- C- protéines de réserve du grain

Résistance au piétin-verse

Stade jeune plante

- 42 synthétiques évalués → 6 résistants
- analyse SYN 127 : 1 gène différent de *Pch1*

Stade adulte: les 6 synthétiques 'prometteurs' sont sensibles

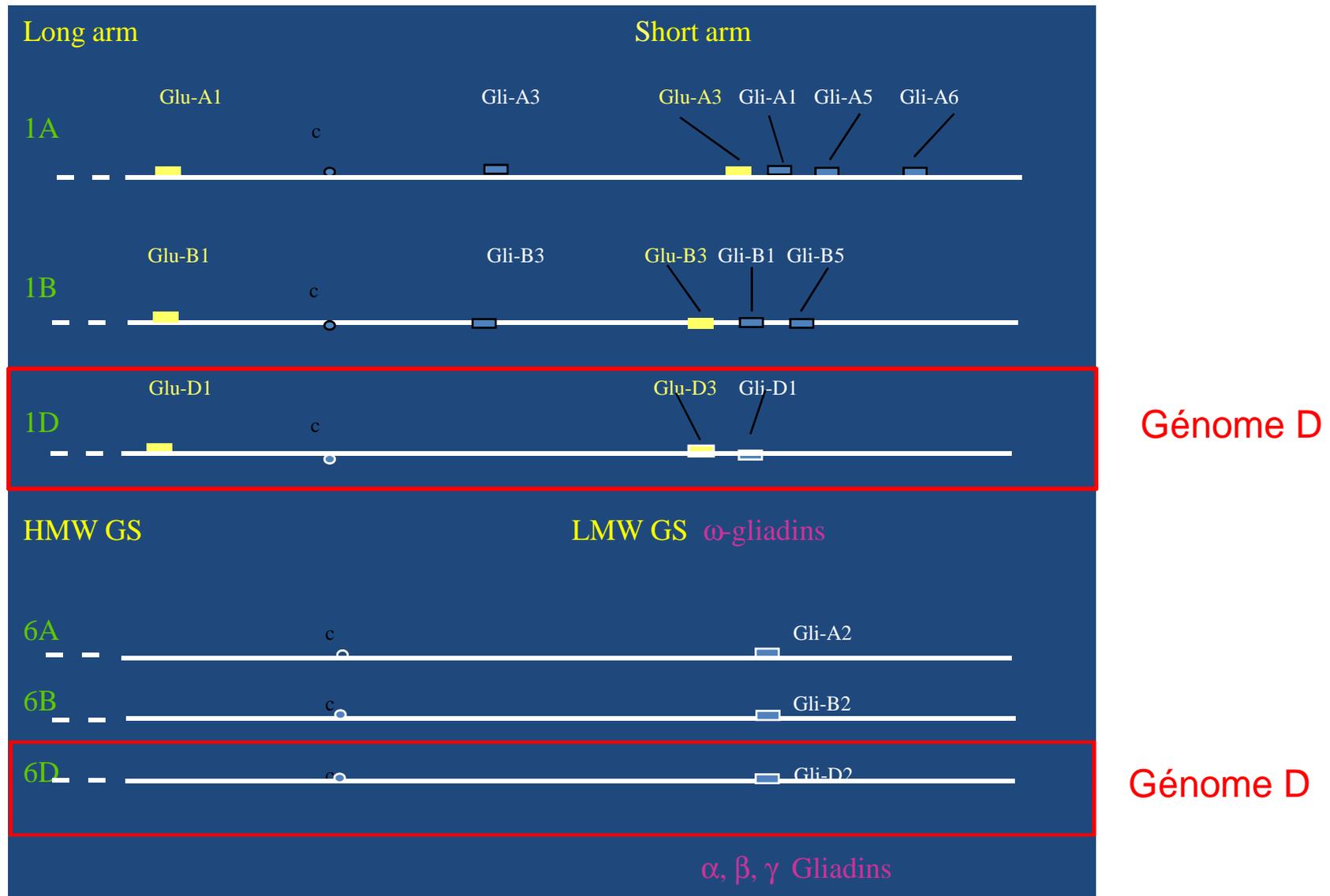


tolérance au stress azoté (à INRA Estrées-Mons, J. Le Gouis)

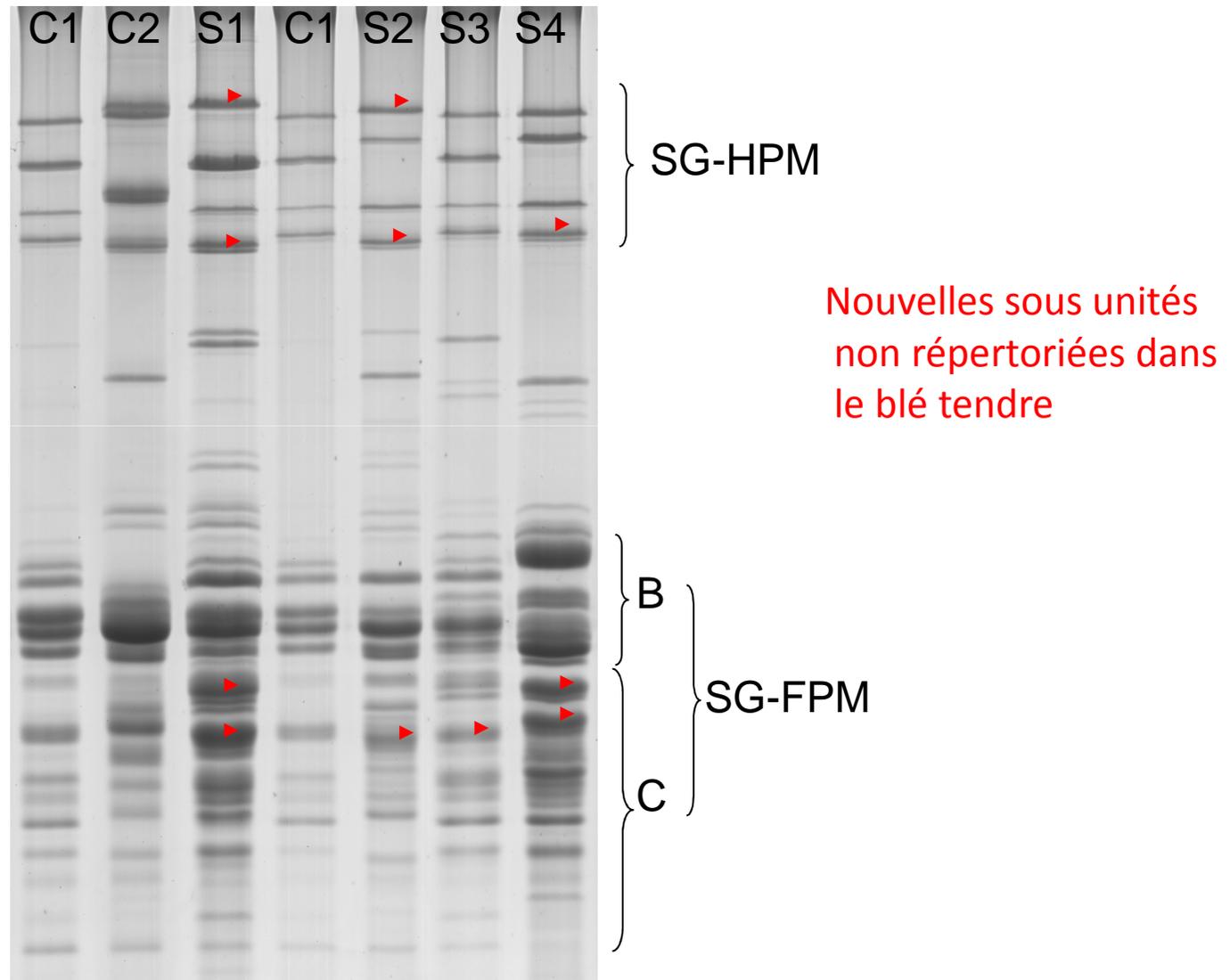
4 synthétiques évalués en chambre de culture : aucune aptitude particulière

protéines de réserve du grain

Principaux locus impliqués dans la synthèse des protéines de réserve du blé



Diversité des gluténines HPM et FPM de quelques blés synthétiques



C1, C2 : témoins blé tendre, S1--S4: blés synthétiques

Résultat d'analyse des SG-HPM et SG-FPM des blés synthétiques et de leurs parents

Parents génome D			Synthétique Courtot 4x-Tau			Synthétique Joyau x Tauschii		
Parents génome D	Glu-D1	Glu-D3	SYN=Tétra			JOY=Joyau		
			Courtot x tauschii	Glu-D1	Glu-D3	x tauchii	Glu-D1	Glu-D3
Squa 7	2°11	N1				JOY 7	2°10°	N1
Squa 12	2 12	N1	SYN 12	2 12	N1	JOY 12	2°10°d1	N1
Squa 13	5 11	N5	SYN 13	5 10°	N5	JOY 13	5 10°	N5
Squa 14	3 11	a'				JOY 14	3 10°	a'
Squa 16	4 10	c	SYN 16	3 10°	c			
Squa 25	2 11	N3'				JOY 25	2°10°	N3'
Squa 36	5 10°	c	SYN 36	5 10°	c	JOY 36	5 10	c
Squa 37	2°12	a'	SYN 37	2' 12	a'			
Squa 52	5 11	N4				JOY 52	5 10°	N4
Squa 54	3 11	N1	SYN 54	3 10°	N1	JOY 54	2°10°	N1
Squa 56	5 10	N	SYN 56	5 10°	N	JOY 56	4 12	N
Squa 59	2 11	N1	SYN 59	3 10°	N1			
Squa 80*						JOY 80	5 10°	N
Squa 83	2°12	c'	SYN 83	2'12	c'			
Squa 85	2°11	N3				JOY 85	2°10°	N3
Squa 87	2 10	N				JOY 87	2°10°	N
Squa 88	5 11	N	SYN 88	2 12	N			
Squa 90	2 12	a'	SYN 90	2°12	a'	JOY 90	2' 12	a'
Squa 97	2 12	a	SYN 97					
Squa 102	2 12	c	SYN 102	2 12	c	JOY 102	2 12	c
Squa 109	2°d2	c'	SYN 109	2'd2	c'	JOY 109	2°12 d2	c'
Squa 110*			SYN 110	3 10°	N1	JOY 110	3 10°	N1
Squa 112	2°10°d1	N4				JOY 112	2°10°d1	N4
Squa 113	3 d1	c				JOY 113	3 d1	c
Squa 119	5 12	N1				JOY 119	3 10°	N1
Squa 135	3 11	c				JOY 135	2°10°	N4
Squa 140	2°d1	a'	SYN 140	2°d1	a'			
Squa 150*			SYN 150	3 10°	N1	JOY 150	3 10°	c

Intérêts de ces blés synthétiques pour la valeur d'utilisation

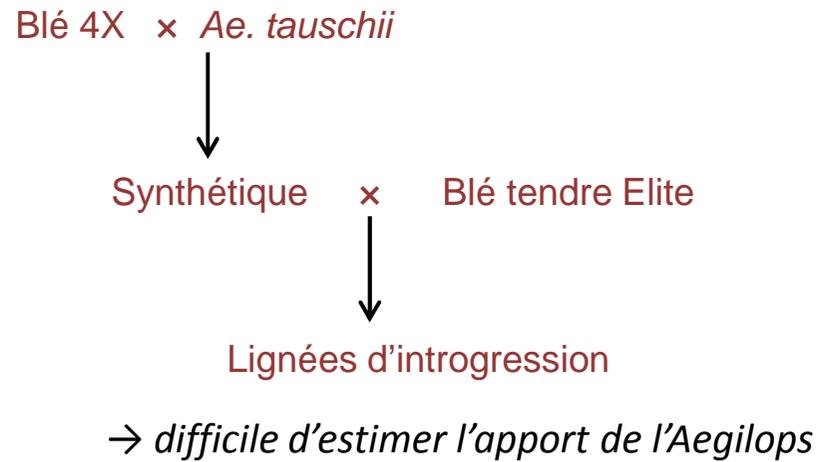
1- de nouveaux allèles ont été identifiés, 12 pour *Glu-D1* et 7 pour *Glu-D3*

Nouveaux allèles	
Glu-D1	Glu-D3
2 10	N
2°11	N1
2°12	N3
3 11	N3'
4 10	N4
5 10 [∞]	N5
5 11	c'
5 12	
2°d1	
2°d2	
3 d1	
2°10°d1	

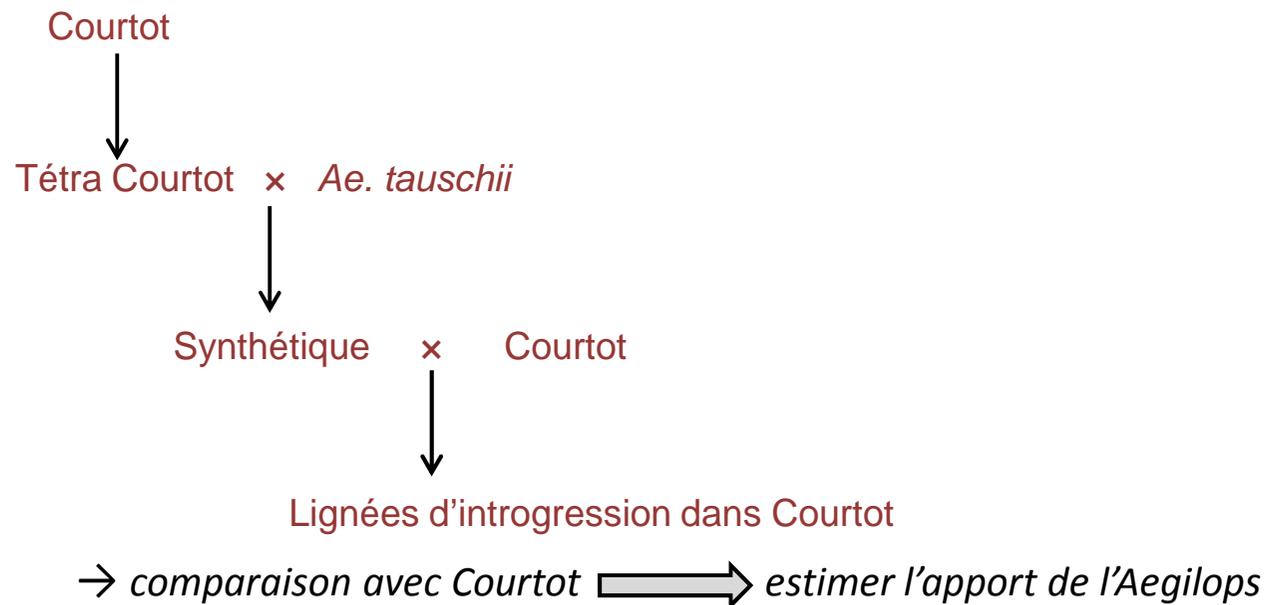
2- l'effet sur la valeur d'utilisation de ces nouveaux allèles reste à préciser. On s'attend à des effets favorables sur l'extensibilité, pour certains d'entre eux.

2- exploiter les blés synthétiques dans l'amélioration du blé

Cas général



Modèle Courtot (modèle à 2 parents)



2 – 1: Démonstration de l'intérêt d'*Aegilops tauschii*. Sélection dans la descendance de SYN × Courtot

- Matériel produit
- SSD 37 = SYN 37 / 2* Courtot
 - SSD 88 = SYN 88 / 2* Courtot
 - SSD 127 = SYN 127 / Courtot

2008: Première sélection en tunnel au cours de la production de SSD (hauteur....)

2009: Deuxième sélection en lignes en pépinière (résistance maladies,...)

2010-2011-2012: Evaluation en parcelles d'essai de 24 lignées F6-F7 retenues

récolte 2012
(conventionnel)
(2 répétitions)

	rendement en pourcentage de Courtot			
	Rennes	Clermont	Moulon	moyenne
SSD 37-1	89	92	94	92
SSD 37-5	100	98	97	98
SSD 37-6	106	100	109	105
SSD 37-13	106	96	95	99
SSD 37-19	131	100	102	111
SSD 37-23	113	87	95	98
SSD 37-32	99	103	100	101
SSD 37-33	114	92	102	103
SSD 37-64	100	94	103	99,0
SSD 88-4	113	89	107	103
SSD 88-11	80	104	106	97
SSD 88-19	87	99	93	93
SSD 88-20	99	100	97	99
SSD 88-26	116	107	114	112
SSD 88-29	103	99	90	97
SSD 88-30	109	102	97	103
SSD 127-3	108	89	89	95
SSD 127-13	121	93	94	103
SSD 127-21	104	90	99	98
SSD 127-23	93	86	90	90
SSD 127-27	120	94	96	103
SSD 127-30	131	100	95	109
SSD 127-31	105	91	92	96
SSD 127-41	89	80	75	81
Courtot	100	100	100	100

En 2012-2013: préciser les différentes résistances introgressées



Tests de résistance / rouilles et septoriose

En cours: évaluation de la valeur technologique de ce matériel (W...)

Conclusions

- Démonstration de l'intérêt d'*Ae. tauschii*
- Lignées issues de croisements avec Courtot ne sont pas des géniteurs « agronomiques » car Courtot est une variété sensible aux maladies avec un potentiel de rendement limité
- Matériel d'étude original adapté pour identifier, localiser et marquer des gènes de résistance et analyser l'intérêt de gènes codant pour des protéines de réserve
- Intérêt de l'exploitation d'*Ae. tauschii* par croisement direct blé tendre × *Ae. tauschii*



En cours: croisement entre 10 blés tendres Elite et 5 Ae. tauschii

2 – 2 : Sélection de géniteurs dans la descendance de F1 ou BC1 Synthétiques × Elites

Hybrides F1 ou BC1 avec des lignées de blé Elite

Synthétiques	Blé Elites
SYN 12 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 13 SYN 13 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 13 SYN 37 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 37 SYN 54 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 54 SYN 88 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 88 SYN 90 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 90 SYN 97 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 97 SYN 102 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 102 SYN 110 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 110 SYN 127 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 127 SYN 150 = Tétra Courtot × <i>Ae. tauschii</i> 150	Caphorn, Koréli Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Caphorn, Orpic, Royssac, Rytmic, Skerzzo Caphorn, Koréli, Rytmic Caphorn, Orpic, Royssac, Rytmic, Skerzzo Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo, Rytmic Caphorn, Koréli, Royssac, Rytmic, Caphorn, Koréli, Orpic, Royssac Caphorn, Koréli Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Koréli
JOY 12 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 12 JOY 13 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 13 JOY 14 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 14 JOY 36 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 36 JOY 56 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 56 JOY 85 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 85 JOY 87 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 87 JOY 90 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 90 JOY 102 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 102 JOY 109 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 109 JOY 110 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 110 JOY 112 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 112 JOY 113 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 113 JOY 119 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 119 JOY 127 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 127 JOY 135 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 135 JOY 140 = cv Joyau × <i>Ae. tauschii</i> 140	Koréli Koréli Koréli Koréli Koréli Koréli Koréli Koréli, Rytmic Koréli Caphorn, Koréli Koréli Koréli Koréli Caphorn, Koréli, Orpic, Royssac, Rytmic, Skerzzo Rytmic, Skerzzo Skerzzo Caphorn, Skerzzo, Orpic, Rytmic, Royssac
A 14 = <i>T. dicoccum</i> Vernal × <i>Ae. tauschii</i> 78 A 38 = <i>T. dicoccum</i> × <i>Ae. tauschii</i> 33 A 39 = <i>Ae. tauschii</i> 33 × <i>T. dicoccum</i> 119 A 40 = <i>Ae. tauschii</i> 33 × <i>T. persicum</i> 25 A 41 = <i>Ae. tauschii</i> 33 × <i>T. durum</i> 81039 A 49 = <i>T. durum</i> cv Durtal × <i>Ae. tauschii</i> 38 A 50 = <i>T. timopheevi</i> 81136 × <i>Ae. tauschii</i> 38 A 51 = <i>T. dicoccum</i> spontaneum × <i>Ae. tauschii</i> 77 A 52 = <i>T. durum</i> × <i>Ae. tauschii</i> 80 A 53 = <i>T. persicum</i> × <i>Ae. tauschii</i> 80	Caphorn, Orpic, Skerzzo Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Caphorn, Royssac Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Caphorn, Orpic, Skerzzo Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Caphorn, Orpic, Skerzzo Caphorn, Royssac, Skerzzo Caphorn, Orpic, Royssac, Skerzzo Caphorn, Royssac Caphorn, Royssac

38 synthétiques

**97 hybrides F1
38 hybrides BC1**

Année 0
Début en 2004

F1

Croisements manuels

synthétiques x géotypes « élite » : 56 en 2004, 59 en 2005, 42 en 2006, 21 en 2007

Année 2
F2

1 ligne par croisement en pépinière, en très faibles intrants (maximum 70 UN, herbicides).

Année 3
F3

40-50 croisements en bulks. 400 plantes par croisement (semis clair). Elimination de croisements sur les critères : maladies, hauteur, fertilité. Récolte en mélange.

Année 4
F4

30-35 croisements restants. Suivi identique à la F2.

Année 5
F5

Pépinière 5 sites

10-20 croisements restants. Sélection plante à plante des plus **belles** plantes,

12 à 45 épis-lignes par descendance pour chaque croisement sélectionné en F4, 40 à 50 plantes/ligne. Soit 200-350 lignées. Sélection sur : maladies, précocité, fixité

Année 6
F6

30-50 lignées de 6 épis-lignes de 1,5 m. Sélection sur maladies et fixité. Première mesure de rendement en faibles intrants (2 reps FI) sur 4 lieux Club5 et 1 lieu INRA.

Année 7
F7

5-10 lignées (12 lignes/géotype).
6 essais en conduites T et Faibles intrants
Mesures : protéines, W, zeleny, SDS.
3-5 lignées (18 lignes/géotype).
6 essais en conduites T et Faibles intrants
Mesures de valeur technologiques

Année 8
F8

Année 9
F9
en 2012-13 pour xts 2004

3 lignées (18 lignes/géotype pour fixité).
Essais en faibles intrants sur 1 site INRA.
Mesures : tests qualité, panification.

- FI** Conduite de l'essai en faibles intrants : semis clair, N-60u, 0 fongicide mais au moins 1 régulateur
- T** Conduite de l'essai en mode intensif Traité fongicide

Bilan des dernières sorties F6

Récolte 2012 – 5 lieux

Conduite Faibles Intrants: densité faible (150 grains/m²), 0 N tallage, 1 ou 2 régulateurs, 0 fongicide

20 lignées

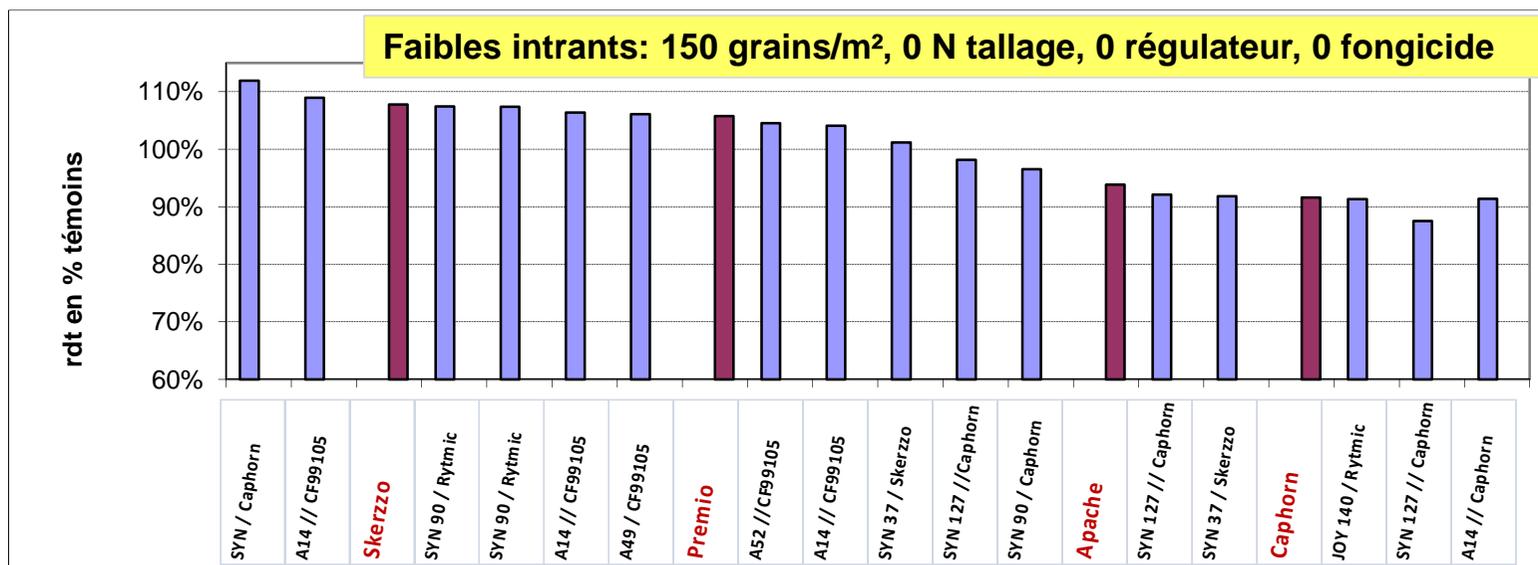
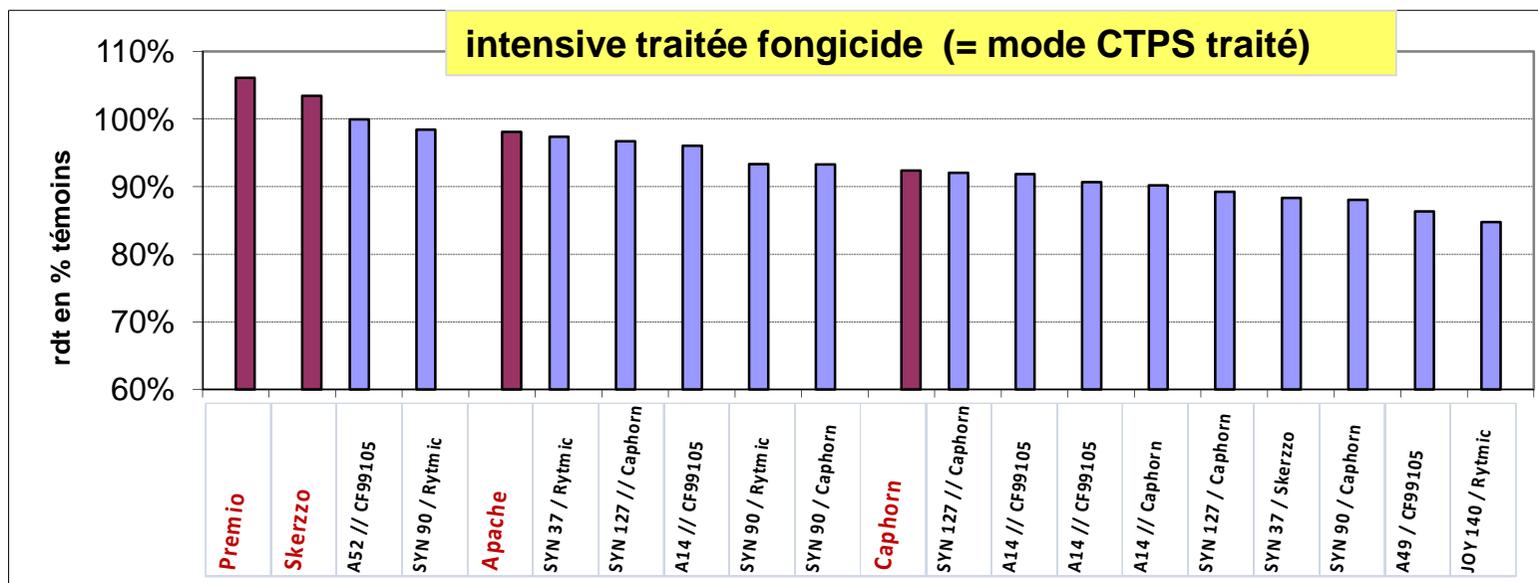
		Rendement (5 lieux)		PMG	PS	Protéines	
		Qx/ha	% T	(1 lieu)	(4 lieux)	LE (63)	Syngenta (78)
Joy 119 / Skerzzo	18	75	109		79	15.9	
Joy 119 / Skerzzo	14	75	109	40	77	16.3	11.9
Joy 119 / Skerzzo	11	74	107	42	77	15.8	12.3
Joy 119 / Skerzzo	24	73	107	39	76	14.5	11.8
Premio		72	105	38	72	13.6	12.2
Syn 37 / Rytmic	11	72	104	36	76	14.2	11.5
Joy 119 / Skerzzo	22	71	104		76	16.3	
Syn 37 / Rytmic	10	71	103		76	14.9	
Joy 119 / Skerzzo	5	70	102	43	76	15.9	12.1
Skerzzo		69	101	35	77	15.7	
Joy 119 / Skerzzo	2	69	100	39	75	14.6	11.9
Joy 119 / Skerzzo	21	70	101		79	16.2	
Syn 97 / Koreli	20	66	96	44	78	14.7	13.2
Joy 119 / Skerzzo	20	66	96	38	73	13.6	12.1
Syn 97 / Koreli	12	66	96		79	15.3	
Syn 97 / Koreli	11	66	95	43	77	15.5	13.9
Caphorn		66	96	35	72	13.9	13.0
Apache		66	96	34	74	16.9	13.2
Syn 37 / Rytmic	2	64	93	34	74	18.2	11.5
Syn 97 / Koreli	17	64	93		79	13.4	
Syn 97 / Koreli	19	64	94	40	78	16.3	13.4
Joy 119 / Skerzzo	30	63	92		75	16.0	
Joy 119 / Skerzzo	7	60	88	38	71	14.6	13.3
Joy 119 / Skerzzo	6	59	86		76	16.8	

Lignées F6 : suite

20 lignes

	Epiason (2 lieux)	Hauteur (3 lieux)	Verse (5 lieux)	R. J. (1 lieu)	R. B. (4 lieux)	Septo (2 lieux)	Fusa (1 lieu)
Joy 119 // Skerzzo 18	144	111	2	1	2	2	1
Joy 119 // Skerzzo 14	142	115	3	3	2	3	1
Joy 119 // Skerzzo 11	141	113	2	2	2	3	1
Joy 119 // Skerzzo 24	146	101	3	2	1	2	1
Premio	142	85	1	3	2	6	1
Syn 37 // Rytmic 11	146	107	2	1	3	3	3
Joy 119 // Skerzzo 22	144	100	2	1	1	2	1
Syn 37 // Rytmic 10	146	109	2	2	2	2	3
Joy 119 // Skerzzo 5	143	115	4	2	4	3	1
Skerzzo	144	105	2	2	2	4	1
Joy 119 // Skerzzo 2	140	106	3	3	3	4	1
Joy 119 // Skerzzo 21	141	105	1	1	4	3	1
Syn 97 // Koreli 20	146	115			2	3	
Joy 119 // Skerzzo 20	146	104	3	2	5	5	5
Syn 97 // Koreli 12	147	105	2	2	3	3	1
Syn 97 // Koreli 11	143	110	3	3	3	4	3
Caphorn	143	84	1	3	2	7	5
Apache	139	85	1	2	3	8	1
Syn 37 // Rytmic 2	146	109	3	2	4	4	3
Syn 97 // Koreli 17	146	120	6	2	2	3	3
Syn 97 // Koreli 19	146	107	3	3	2	3	1
Joy 119 // Skerzzo 30	144	111	3	3	5	4	1
Joy 119 // Skerzzo 7	147	90	1	3	4	4	5
Joy 119 // Skerzzo 6	144	108	2	5	4	4	3

Bilan des lignées avancées F7 – F8 Récolte 2012 – 6 lieux



Lignées F7 – F8 : suite

Modalité: traité

		Epiaison	Hauteur	Verse
		(4 lieux)	(4 lieux)	(4 lieux)
SYN 90 / Caphorn	45-43	147	100	2
A14 // CF99105	02-30	148	105	1
Skerzzo		145	98	1
Syn 90 / Rytmic	31-14	145	93	2.5
Syn 90 / Rytmic	31-9	146	96	2
A49 / CF99105	18-6	146	107	5
Premio		143	85	1
A14 //CF99105	02-20	149	97	1
A52 //CF99105	20-11	145	100	1
A14 // CF99105	02-26	147	96	1
Syn 37 / Skerzzo	26-14	146	112	2
Syn 127 // Caphorn	99-1	146	102	4
SYN 90 / Caphorn	45-12	149	104	5
Apache		141	85	1
Syn 127 // Caphorn	02-10	143	90	1
Syn 37 / Skerzzo	26-8	144	107	4
Caphorn		144	83	1
A14 // Caphorn	01-3	147	84	1
Joy 140 / Rytmic	55-1	149	113	4
Syn 127 // Caphorn	99-3	148	105	5

Modalité: faibles intrants

		R.J.	R.B.	Septoriose		Fusariose
		(1 lieu)	(2 lieux)	(3 lieux)	Exp. Spé.*	Exp. Spé.*
SYN 90 / Caphorn	45-43	1	2	2	2.5	5.5
A14 // CF99105	02-30	1	2	2.3	3.5	5.5
Skerzzo		2	5	4.3		
Syn 90 / Rytmic	31-14	1	2	2.7	3	5
Syn 90 / Rytmic	31-9	2	2	2.3	3	4.5
A14 //CF99105	02-20	1	2	2.3	3.5	4.5
A49 / CF99105	18-6	2	2	2	2.5	4.5
Premio		3	2	6.3	5.5	5
A52 //CF99105	20-11	1	7	3.7	4.5	4.5
A14 // CF99105	02-26	1	4	2.3	4	4
Syn 37 / Skerzzo	26-14	4	7	3.3	4.5	2
Syn 127 // Caphorn	99-1	3	8	5	4.25	7
SYN 90 / Caphorn	45-12	2	2	2.7	3	4.5
Apache		3	6	8	7.5	3.5
Syn 127 // Caphorn	02-10	3	7	7	6.25	8.5
Syn 37 / Skerzzo	26-8	1	3	3.3	4	4
Caphorn		3	4	8	6.5	8
A14 // Caphorn	01-3	2	4	6	5	7.5
Joy 140 / Rytmic	55-1	1	6	2.7	4	4
Syn 127 // Caphorn	99-3	2	6	5	4.5	6



Évaluation de la résistance à la septoriose
Poquets inoculés

Modalité: faibles intrants

		PS	Prot	Dureté	W
		(3 lieux)	(essai INRA-Rennes 2011)		
SYN 90 / Caphorn	45-43	78	10.7	41	167
A14 // CF99105	02-30	74	11.5	92	207
Skerzzo		79	11.4	86	277
Syn 90 / Rytmic	31-14	76	9.8	84	122
Syn 90 / Rytmic	31-9	78	10.4	96	161
A14 //CF99105	02-20	75	10.6	83	121
A49 / CF99105	18-6	75	9.9	37	93
Premio		73	10.5	76	187
A52 //CF99105	20-11	78	9.8	73	178
A14 // CF99105	02-26	75	11.5	85	166
Syn 37 / CF99102	26-14	79	10.1	92	201
Syn 127 // Caphorn	99-1	74	10.5	99	258
SYN 90 / Caphorn	45-12	76	10.1	38	162
Apache		76	10.4	65	163
Syn 127 // Caphorn	02-10	75	10.7	70	194
Syn 37 / CF99102	26-8	76	11.7	55	247
Caphorn		74	10.6	71	247
A14 // Caphorn	01-3	73	11.4	92	182
Joy 140 / Rytmic	55-1	77	10.0	89	261
Syn 127 // Caphorn	99-3	74	10.3	34	261

Conclusions principales du travail de sélection

La sélection a abouti à des lignées:

- ✓ **productives en conduite faibles intrants
mais limitées en Traité intensif (la meilleure =100% des témoins)**
- ✓ **très résistantes à la septoriose, rouilles jaune et brune, variables en fusariose**
- ✓ **tardives, hautes et sensibles à la verse,**
- ✓ **bon PS, type hard majoritaire, W moyens à assez faibles.**

Les perspectives immédiates sont:

- ☞ Exploiter en tant que géniteurs les lignées sélectionnées en création variétale



Variétés adaptées à des conduites en intrants réduits

- ☞ identifier les gènes /QTL de résistance, notamment à *S. tritici*



Il est admis que, par rapport à l'objectif de départ, ce programme est un succès Club5-INRA, avec la création de GENITEURS de bon niveau agronomique.

C'est une première en France et probablement en Europe.

