

**Projet FSOV 2004 :
Détection et exploitation de résistances
durables aux septorioses et fusarioses du blé
tendre**

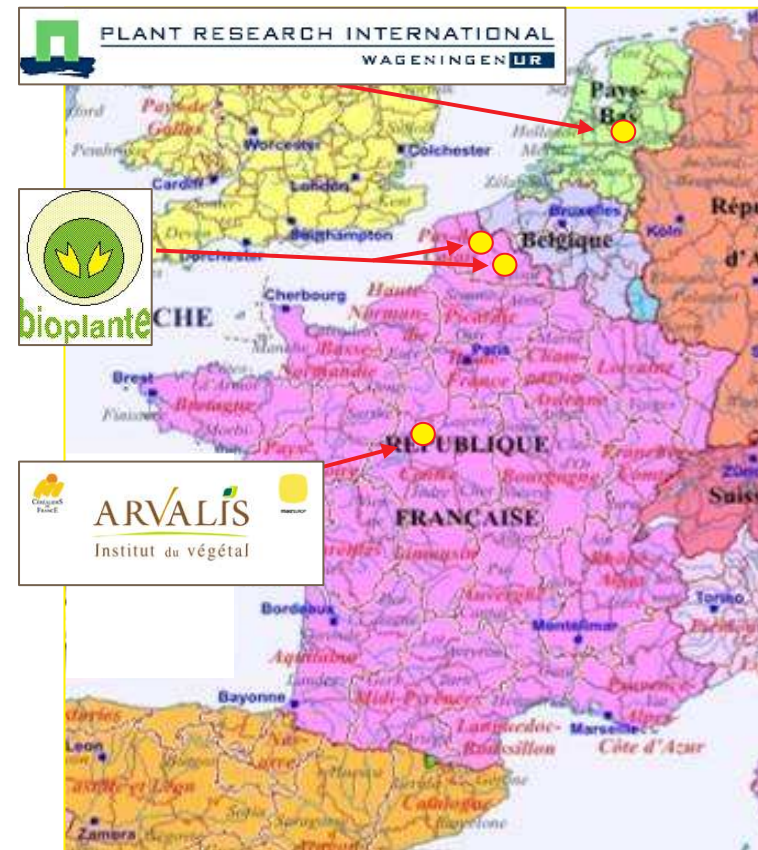


Les Partenaires

Durée : 3 ans (décembre 2004)

Partenaires :

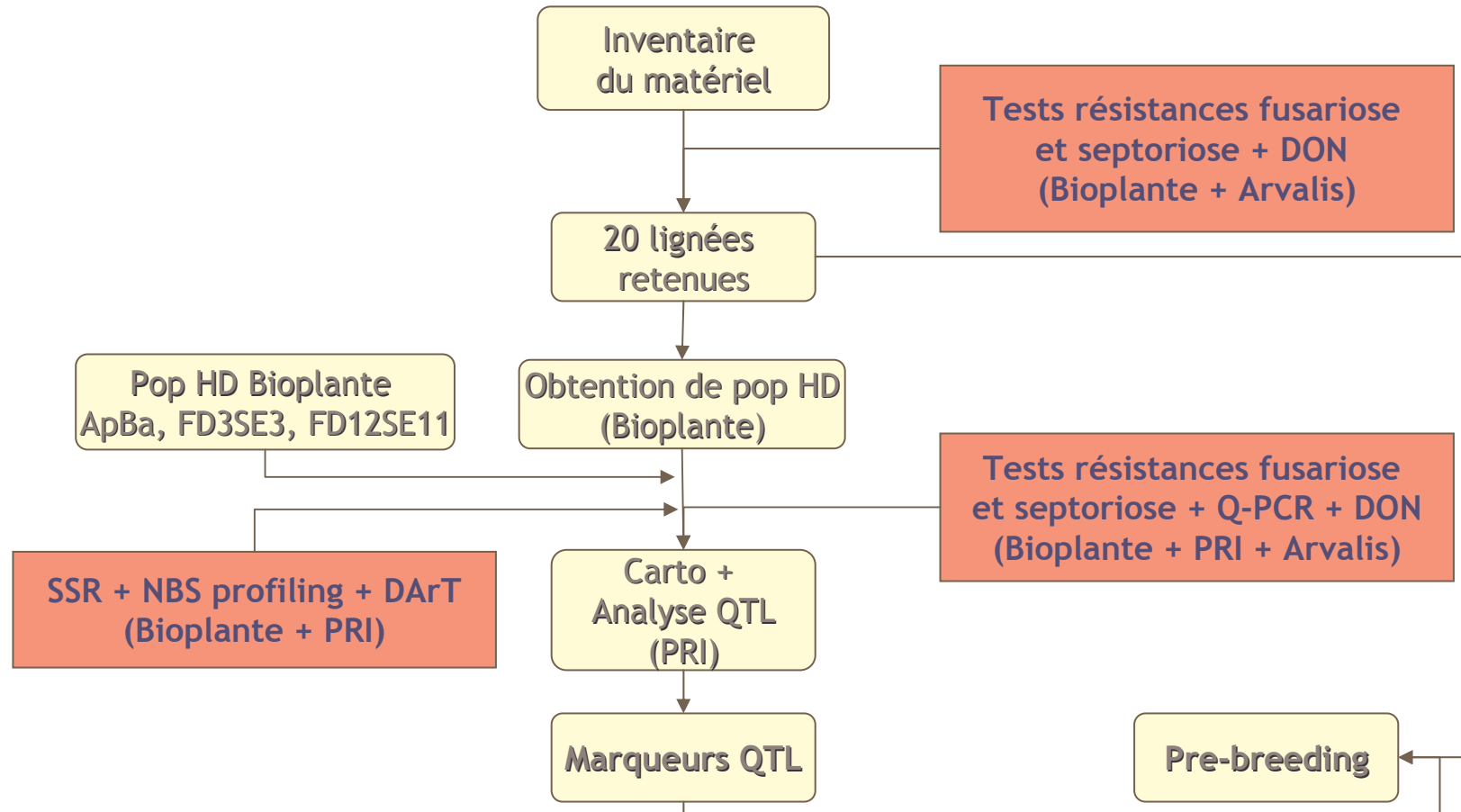
- ❖ PRI
- ❖ Bioplante
- ❖ Arvalis



Objectifs du Projet

- ❖ Identifier de nouvelles sources de résistance durable à la fusariose et à la septoriose
- ❖ Identifier des marqueurs moléculaires liés aux QTL (gènes) de résistance
- ❖ Utiliser ces résultats pour créer des variétés avec une résistance durable à la septoriose et à la fusariose

Les Grandes Etapes du Projet



Septoriose



Méthode : Tests de Résistance à la Septoriose

❖ PRI : Tests de résistance au stade jeune plante avec 29 isolats français et 2 hollandais



Méthode : Tests de Résistance à la Septoriose

❖ Bioplande : Test de résistance au champ (2 lieux)
avec 2 isolats IPO323 et IPO98047



Desprez



Serasem



F-1
Flag leaf



Résultats Septoriose

❖ Sélection des isolats de septoriose les plus virulents qui contournent les gènes *Stb1* à *Stb12*

<u>Isolate serial Number</u>	<u>Isolate code</u>	<u>Origine</u>	<u>Isolate serial Number</u>	<u>Isolate code</u>	<u>Origin</u>
<u>1</u>	<u>IPO323</u>	<u>Hollande</u>	<u>17</u>	<u>IPO98051</u>	<u>Villaines la Gonais</u>
<u>2</u>	<u>IPO94269</u>	<u>Hollande</u>	<u>18</u>	<u>IPO98057</u>	<u>Villaines la Gonais</u>
<u>3</u>	<u>IPO98001</u>	<u>Villaines la Gonais</u>	<u>19</u>	<u>IPO98072</u>	<u>Villaines la Gonais</u>
<u>4</u>	<u>IPO98021</u>	<u>Villaines la Gonais</u>	<u>20</u>	<u>IPO98075</u>	<u>Villaines la Gonais</u>
<u>5</u>	<u>IPO98022</u>	<u>Villaines la Gonais</u>	<u>21</u>	<u>IPO98078</u>	<u>Villaines la Gonais</u>
<u>6</u>	<u>IPO98028</u>	<u>St. Pol de Léon</u>	<u>22</u>	<u>IPO98094</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>
<u>7</u>	<u>IPO98031</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>	<u>23</u>	<u>IPO98097</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>
<u>8</u>	<u>IPO98032</u>	<u>Cappelle en Pévèle</u>	<u>24</u>	<u>IPO98099</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>
<u>9</u>	<u>IPO98033</u>	<u>Cappelle en Pévèle</u>	<u>25</u>	<u>IPO98113</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>
<u>10</u>	<u>IPO98034</u>	<u>Cappelle en Pévèle</u>	<u>26</u>	<u>IPO99018</u>	<u>Beauce</u>
<u>11</u>	<u>IPO98035</u>	<u>Cappelle en Pévèle</u>	<u>27</u>	<u>IPO99031</u>	<u>Beauce</u>
<u>12</u>	<u>IPO98038</u>	<u>St. Pol de Léon</u>	<u>28</u>	<u>IPO99032</u>	<u>Beauce</u>
<u>13</u>	<u>IPO98042</u>	<u>Beauce</u>	<u>29</u>	<u>IPO99038</u>	<u>Beauce</u>
<u>14</u>	<u>IPO98046</u>	<u>St. Pol de Léon</u>	<u>30</u>	<u>IPO99048</u>	<u>Beauce</u>
<u>15</u>	<u>IPO98047</u>	<u>Aire D'Havrincourt</u>	<u>31</u>	<u>INRA</u>	<u>Unkown</u>
<u>16</u>	<u>IPO98050</u>	<u>St. Pol de Léon</u>			



Résultats Septoriose : Resistance Jeune Plante

- ❖ Mise en place d'un protocole d'identification de gènes de résistance spécifique basé sur l'interaction phénotypique entre les isolats français avirulents et les lignées

Réponse des Hôtes Différentiels Spécifiques des Gènes *Stb* avec les 31 Isolats de *M. graminicola*

0 = pas de pycnides , $p < 20\%$  , $20\% < P < 40\%$  , $P > 40\%$ 

Wheat cultivar	<u>Stb gene & map position</u>	<u>M. graminicola isolates</u>																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
<u>Bulgaria</u>	<u>Stb1, 5BL</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Veranopolis</u>	<u>Stb2, 3Bs</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Israel 493</u>	<u>Stb3, 6Ds</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Tadinia</u>	<u>Stb4, 7Ds</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>CS/synthetic (6x)</u>	<u>Stb5, 7Ds</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Shafir</u>	<u>Stb6, 3As</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Estanzuela Federal</u>	<u>Stb7, 4AL</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>M6 Synth(w7984)</u>	<u>Stb8, 7BL</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Courtot</u>	<u>Stb9, 2B</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Kavkaz - K4500</u>	<u>Stb6(3As),7(4AL),10(1D),12(4AL)</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>TE9111</u>	<u>Stb11, 1Bs</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Royssac</u>	<u>Check</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Taichung 29</u>	<u>Check</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Identification d'un Gène de Résistance Spécifique

<u>Stb_gene</u>	<u>Isolates</u>							<u>SISN*</u>
<u>Stb1</u>	-	-	-	-	<u>16</u>	-	-	<u>16</u>
<u>Stb2</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	-	<u>16</u>	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>79</u>
<u>Stb3</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	<u>30</u>	<u>37</u>
<u>Stb4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	<u>30</u>	<u>38</u>
<u>Stb5</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>11</u>	-	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>74</u>
<u>Stb6</u>	-	<u>3</u>	-	-	-	-	<u>30</u>	<u>33</u>
<u>Stb7</u>	-	-	-	-	-	-	-	<u>0</u>
<u>Stb8</u>	-	-	-	-	-	-	-	<u>0</u>
<u>Stb9</u>	-	-	-	-	-	-	-	<u>0</u>
<u>Stb6+7+10+12</u>	-	<u>3</u>	-	-	<u>16</u>	-	<u>30</u>	<u>49</u>
<u>Stb11</u>	<u>1</u>	-	<u>4</u>	-	-	-	<u>30</u>	<u>35</u>
<u>* Sum of Isolate Serial Number</u>								

<u>Cultivar's Code</u>	<u>Isolates serial number</u>																	<u>SISN</u>	<u>Gene guessed</u>
<u>c03</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	-	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>9</u>	<u>12</u>	<u>15</u>	-	<u>19</u>	-	<u>22</u>	-	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>156</u>	<u>Stb4 + ???</u>
<u>c06</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>12</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>12</u>	-
<u>c40</u>	<u>1</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>30</u>	<u>38</u>	<u>Stb4</u>
<u>c16</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>Stb4 + ???</u>
<u>c14</u>	<u>1</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>30</u>	<u>38</u>	<u>Stb4</u>
<u>c20</u>	<u>1</u>	-	<u>3</u>	<u>4</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>30</u>	<u>38</u>	<u>Stb4</u>



Identification d'un Complexe de Gènes de Résistance Spécifiques

	<i>M. graminicola</i> isolates																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Stb2	-	-	01	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	01	
c08	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		11	11				11	11	11	11	11	11					11	11	11				11					11	11		47

	<u><i>Stb</i> genes</u>										
<u>Cultivars</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\frac{10+1}{12}$	$\frac{11}{12}$
<u>c03</u>	<u>47</u>	<u>70</u>	<u>70</u>	<u>73</u>	<u>73</u>	<u>33</u>	<u>3</u>	<u>27</u>	<u>0</u>	<u>57</u>	<u>37</u>
<u>c11</u>	<u>37</u>	<u>60</u>	<u>57</u>	<u>53</u>	<u>57</u>	<u>23</u>	<u>7</u>	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>50</u>	<u>23</u>
<u>c16</u>	<u>60</u>	<u>73</u>	<u>73</u>	<u>77</u>	<u>77</u>	<u>33</u>	<u>7</u>	<u>33</u>	<u>0</u>	<u>63</u>	<u>40</u>
<u>c06</u>	<u>63</u>	<u>67</u>	<u>67</u>	<u>63</u>	<u>67</u>	<u>43</u>	<u>3</u>	<u>40</u>	<u>0</u>	<u>60</u>	<u>33</u>
<u>c19</u>	<u>57</u>	<u>63</u>	<u>67</u>	<u>57</u>	<u>63</u>	<u>33</u>	<u>3</u>	<u>33</u>	<u>7</u>	<u>57</u>	<u>37</u>
<u>c36</u>	<u>57</u>	<u>57</u>	<u>63</u>	<u>57</u>	<u>60</u>	<u>37</u>	<u>3</u>	<u>33</u>	<u>0</u>	<u>53</u>	<u>40</u>



Résultats Septoriose : Les lignées Les Plus Résistantes

❖ La lignée **FD02112** est la plus résistante au stade jeune plante. Elle possède probablement un nouveau gène de résistance

❖ Au stade adulte, les lignées les plus résistantes sont : **Bio719, Robigus, C10SRSN-204, Bio5019 et SE3**

 **Croisements pour l'obtention de populations d'étude**

Résultats Septoriose : Population FD3SE3

Population FD3SE3 : 140 lignées HD

- ❖ SE3 résistant, FD3 sensible
- ❖ Tests de résistance au champ (1 ou 2 lieux) avec 1 à 2 isolats (3 ans)
- ❖ Longueur du col de l'épi, hauteur, distance entre feuille drapeau / F-1, précocité
- ❖ Test de résistance au stade jeune plante (en cours)



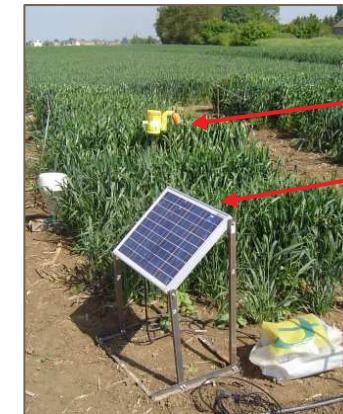
Cartographie et recherche de QTL (249 DArT)

Fusariose



Méthode : Tests de Résistance Fusariose

❖ Arvalis : Cannes de maïs + brumisation



Piège à ascospores

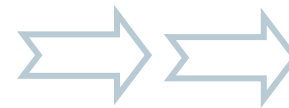
Panneau solaire

batterie



Méthode : Tests de Résistance Fusariose

❖ Bioplante : Inoculation "Spray"



Résistance type I



Méthode : Tests de Résistance Fusariose

❖ Bioplande : Inoculation "Spot"



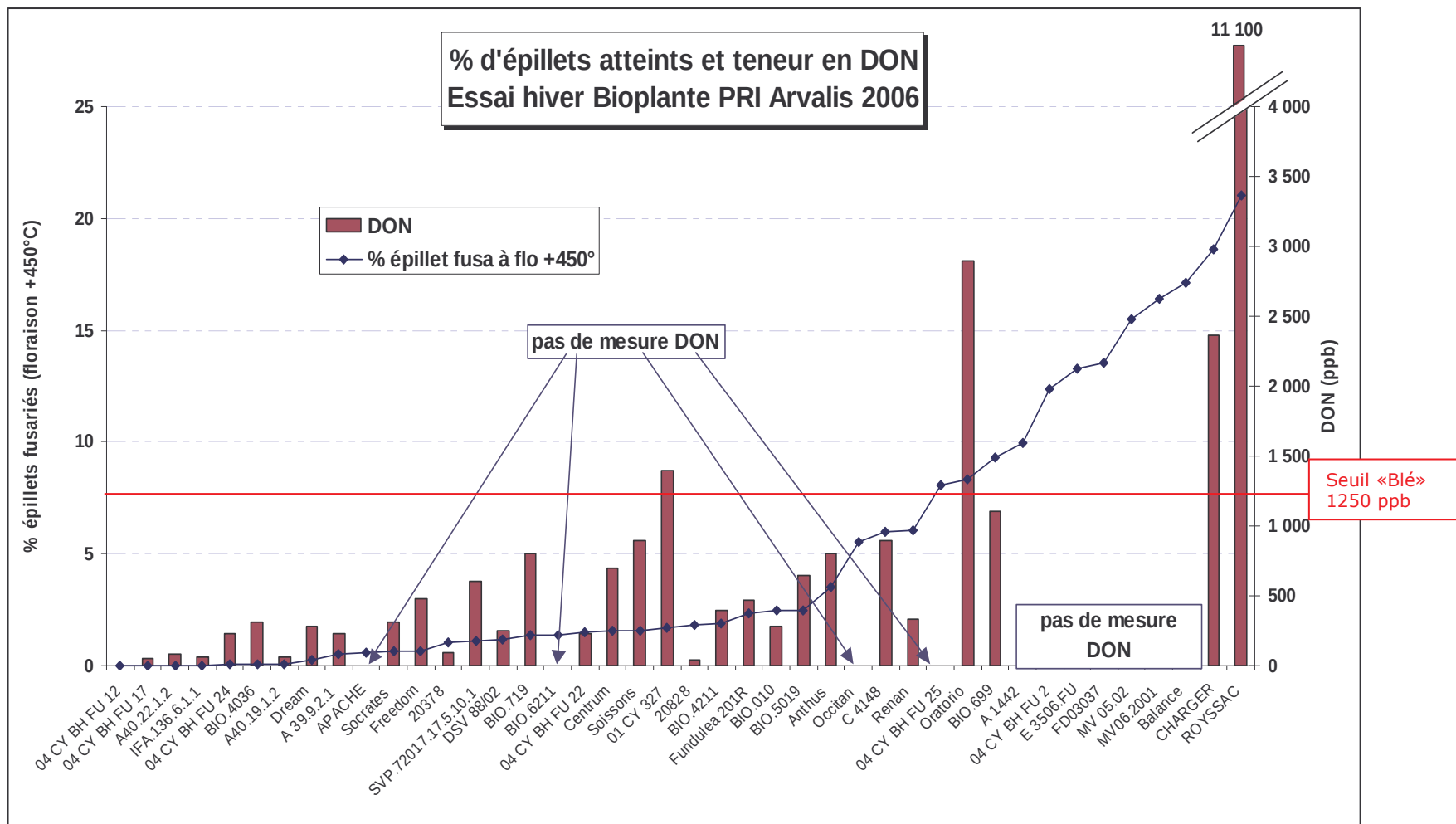
Résistance de type II

Méthode : Tests de Résistance Fusariose

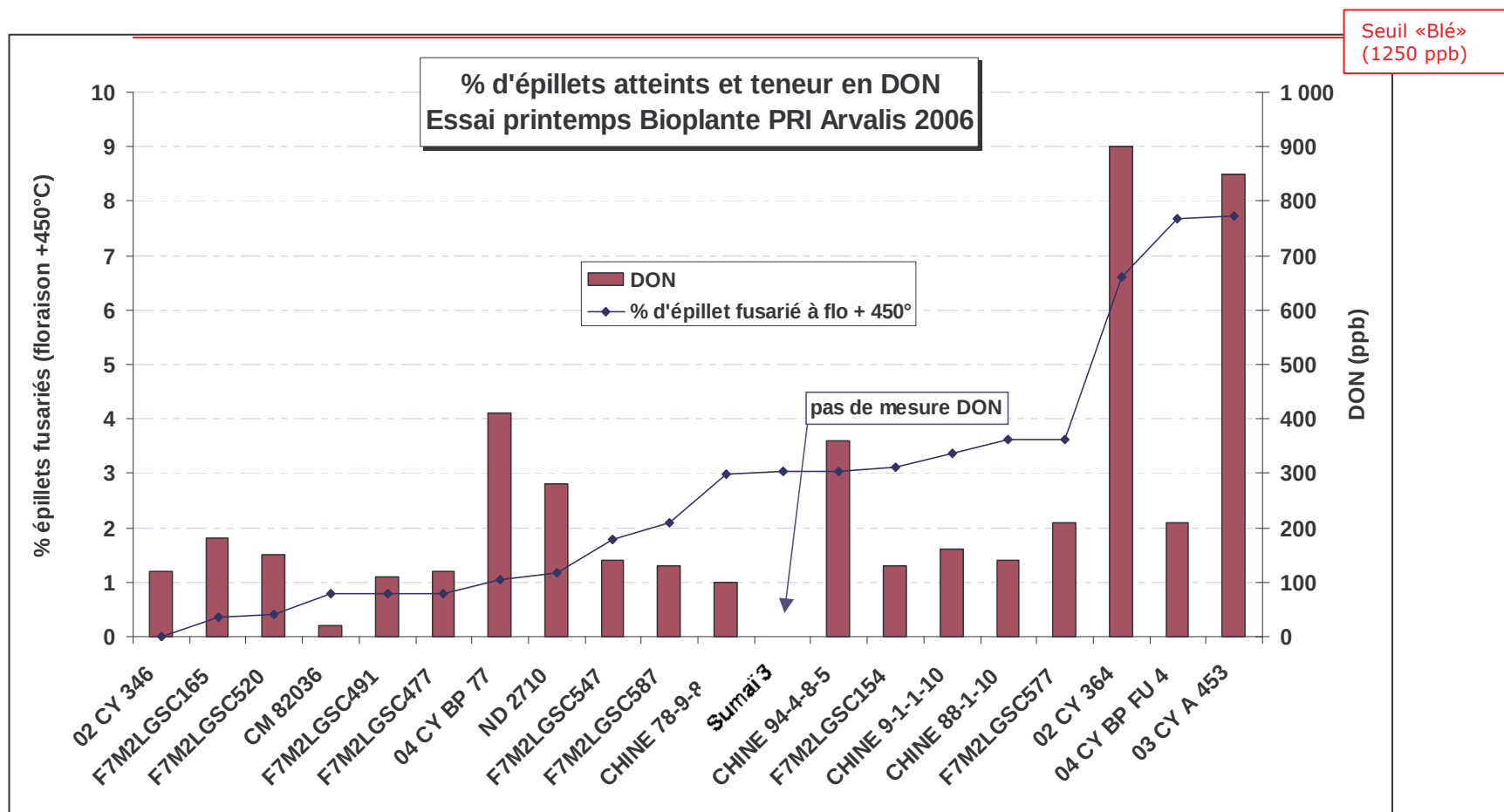
- ❖ Méthode spot : Plus de 5 400 épis contaminés manuellement !
- ❖ Population Apache/Balance
- ❖ Lignées de blés de printemps et de blé d'hiver



Arvalis : Teneur en DON – Blé d'Hiver (2006)



Arvalis : Teneur en DON – Blé de Printemps (2006)



Teneur en DON (2007)

3 Groupes de précocité :

Précoce

- ROYSSAC (13 000ppb)
- BIO 719 (10 000ppb)
- **C10SRN 108 (5 000ppb)**
- **C10SRN 14 (4 600ppb)**
- **C 10SRN 215 (3 200ppb)**
- BIO 403 6 (2 400ppb)
- **C10SRN 204 (2 300ppb)**
- **C 10SRN 165 (2 000ppb)**
- **C 10SRN 315 (1 700ppb)**
- **04 CY BH FU 12 (1 300ppb)**

Intermédiaire

- MERCATO (24 000ppb)
- BIO 2000 (20 000ppb)
- BIO5019 (17 000ppb)
- APACHE (16 000ppb)
- SOISSONS (12 000ppb)
- **RENAN (9 000ppb)**
- **A40.22.1.2 (2 600ppb)**
- **04 CY BH FU 17 (2 000ppb)**

Tardif

- 04 CY BH FU 25 (35 000ppb)
- BALANCE (10 000ppb)
- ROBIGUS (9 000ppb)
- **A39.9.2.1 (3 000ppb)**



Résultats Fusariose : Lignées et Variétés

- ❖ Les plus résistantes : **04CY BH FU12** et **17**, **C10 SRSN-165**, **104**, **215**, **108** et **315**, **A 39.9.2.1**
- ❖ La lignée **04 CY BH Fu12** possède les résistances de type I, type II, et type V (DON) les plus élevées et les plus stables (3 ans)
- ❖ La variété **Charger** est sensible (type I) mais possède une résistance moyenne de type II
- ❖ La lignée **A 39.9.2.1** possède une résistance de type I, mais est sensible avec une analyse de la résistance de type II

➡ **Croisements pour l'obtention de populations d'étude**



Résultats Fusariose : Population Apache/Balance

Population Apache/Balance : 240 lignées HD

- ❖ Serasem : Inoculation "Spray" (résistance Type I)
- ❖ Desprez : Inoculation "Spot" (résistance Type II)
- ❖ Teneur en DON (Ridascreen)
- ❖ *Rht2* (STS)
- ❖ Extrusion des anthères, longueur du col de l'épi, précocité, hauteur...
- ❖ Quantification du champignon par la méthode TaqMan (en cours)

 **Cartographie et recherche de QTL (184 SSR, 231 DArT)**



Premiers Résultats (SSR)

caractère	année	lieu	méthode inoculation	chromosome	marqueur le plus proche	lod	% explication	Allèle
fusariose Spray	2005	SE	spray - type I	2D	gpw332b	4.4	20.60%	Balance
			spray - type I	4D	Rht2	3.8	17.60%	Apache
	2006	SE	spray - type I	2D	gpw332b	2.5	11.70%	Balance
			spray - type II	7A	gpw3084b	3	16.30%	Apache
Fusariose Spot	2007	FD	spot - type II	4D	Rht2	3.5	17.70%	Apache
	2006	FD	spot - type II	7A	gpw3084b	2.9	16.30%	Apache
nbre épillets totaux	2007	FD		2D	gpw332b	6.9	29.60%	Apache
				5A	gwm595	3.4	18.30%	Balance
				7A	gwm635	2.9	13.40%	Apache
extrusion	2007	SE serre		2A	cfa2164b	3.3	82.30%	Apache
hauteur	2006	FD		4D	Rht2	14.3	51.80%	Apache
				2D	gpw332b	3	15.60%	Apache
taille col de l'épis	2007	FD		4D	Rht2	5.7	25%	Apache
distance feuille drapeau / feuille F-1	2007	FD		4D	Rht2	8.5	35.20%	Apache
				2D	gpw332b	6.3	30%	Apache
DON	2006	FD		1D	cfd15a	2.5	18.20%	Balance

