

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2011

Tournesol et agriculture durable

Jeudi 9 juin 2011



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

La tolérance du tournesol aux maladies.

Patrick VINCOURT (1), Falah AS SADI (1), Felicity VEAR (2), Amandine BORDAT (1),
Denis TOURVIEILLE (2), Laurence GODIARD (1)

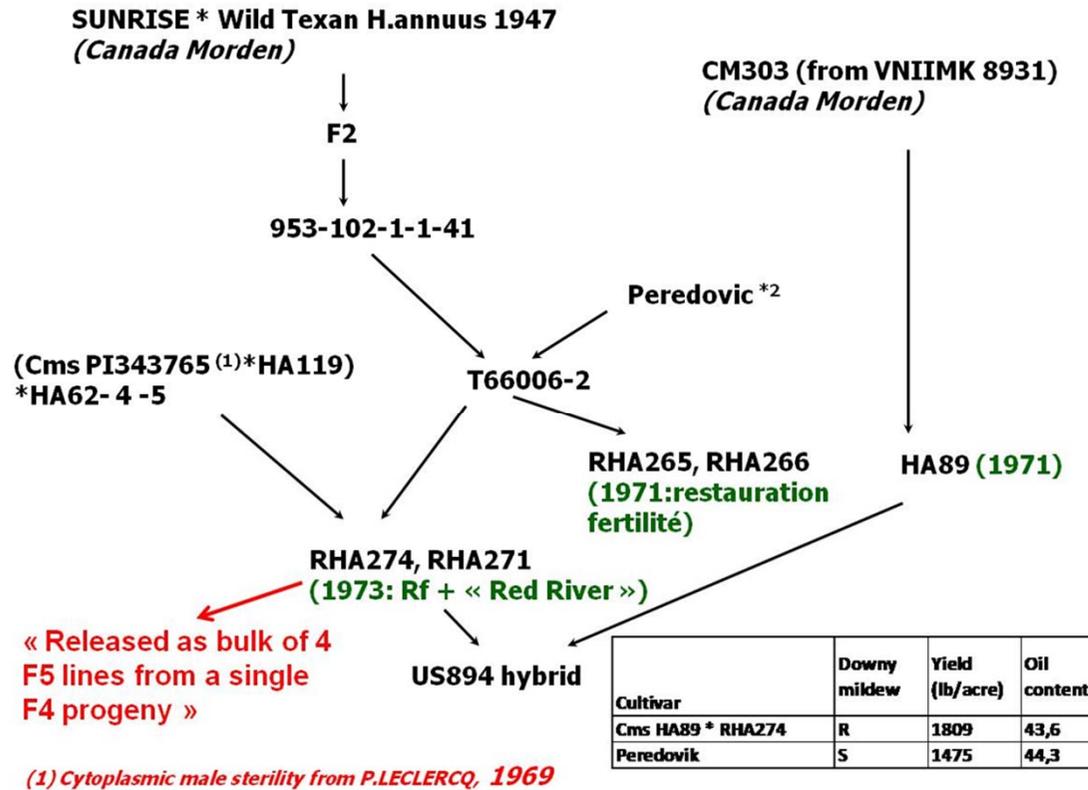
(1) UMR 441-2594 (INRA-CNRS), Castanet Tolosan

(2) UMR1095 GDEC (INRA –Université B.Pascal) Clermont-Ferrand



Carrefours de l'innovation agronomique

Un peu d'histoire
pour commencer ...



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

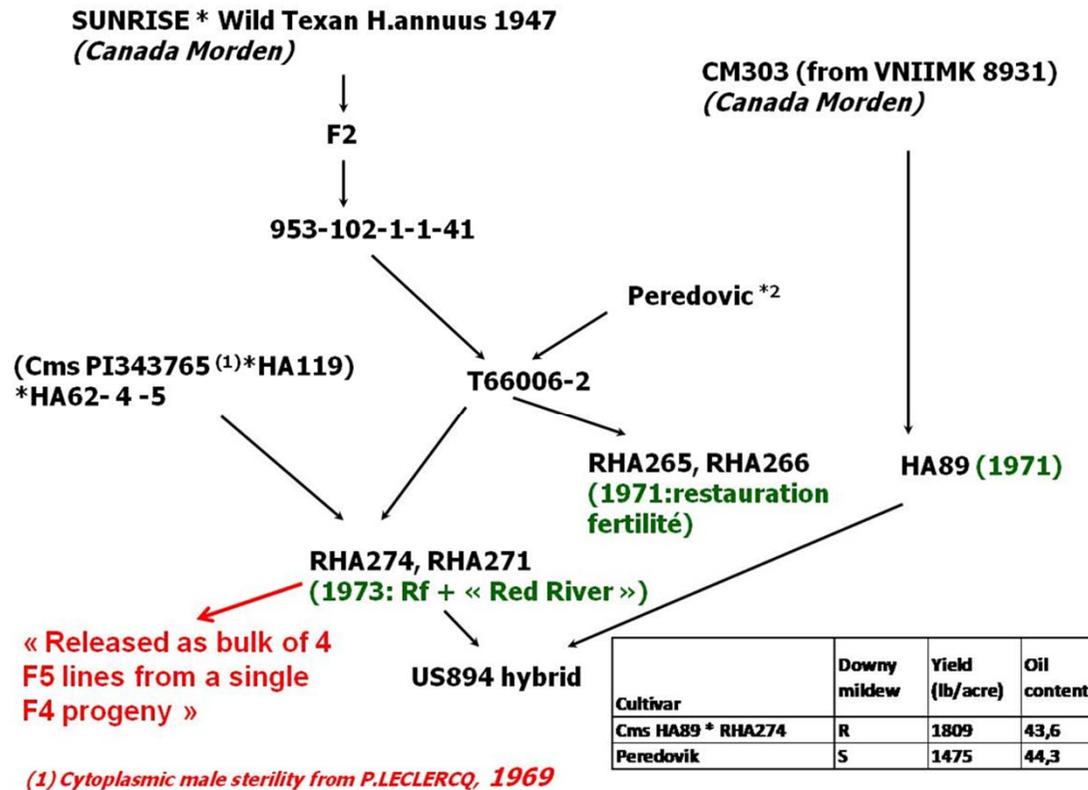
Carrefours de l'innovation agronomique

Un peu d'histoire
pour commencer ...

⇒ Des innovations
convergentes, fluides,
produisant très rapidement
une solution,

⇒ La résistance aux
maladies au coeur de
l'innovation,

⇒ Innovation et durabilité



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Carrefours

de l'innovation
agronomique



Mildiou (*Plasmopara halstedii*)



Maladie du "pied sec" causée
par *Phoma macdonaldii*

Quatre maladies
principales
sur le territoire:



Sclerotinia
(*Sclerotinia sclerotiorum*)

Phomopsis
(*Diaporthe helianthi*)

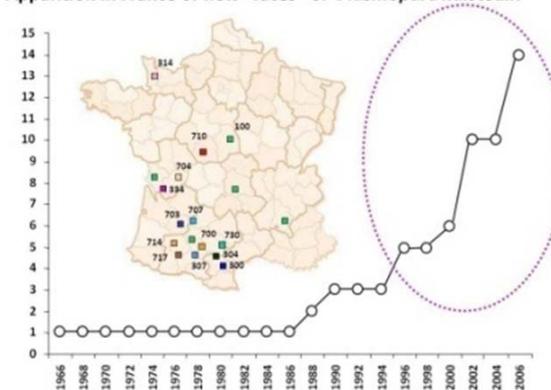


Carrefours de l'innovation agronomique

1. Mildiou:

- Des gènes de résistance “verticale” (race spécifique) largement mobilisés ... et contournés.

Apparition in France of new “races” of *Plasmopara halstedii*:



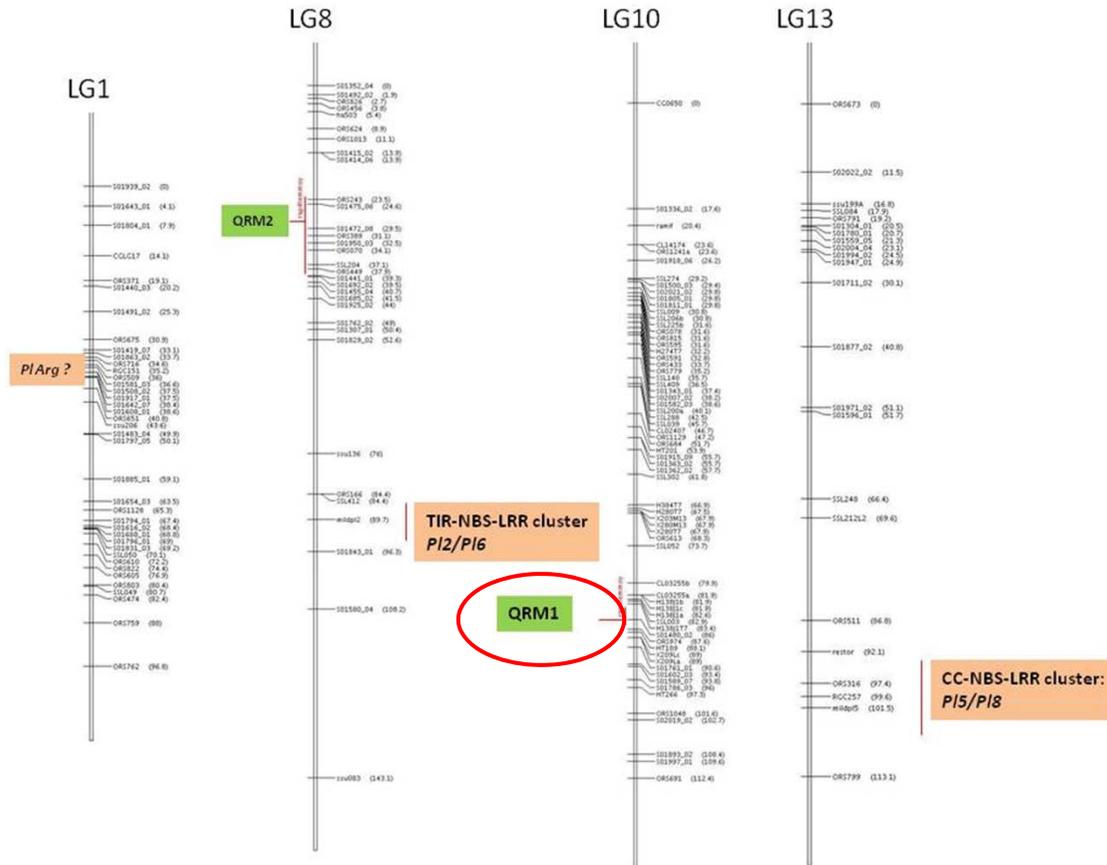
hôtes différentiels	Races de <i>P. halstedii</i>													
	100	300	304	307	314	717	334	700	703	704	710	714	707	730
D1 Ha304	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
D2 Rha265	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
D3 Rha274	R	R	R	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S
D4 PMI3 ^(PMI)	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	S	S	R	S
D5 PM-17	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	S
D6 803-1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
D7 Har4	R	R	R	S	R	S	R	R	S	R	R	R	S	R
D8 QHP1 ^(QHP)	R	R	R	S	R	S	R	R	S	R	R	R	S	R
D9 Ha335 ^(EX)	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	R	S	S	R

Hôtes différentiels utilisés par l'équipe INRA de Clermont-Ferrand .

- Une “grille de lecture” pour l'identification des races,
- ... mais peu de connaissances sur leur profil de pathogénicité

1. Mildiou:

➤ A côté des gènes de résistance “race spécifique”, mise en évidence d’une résistance quantitative.

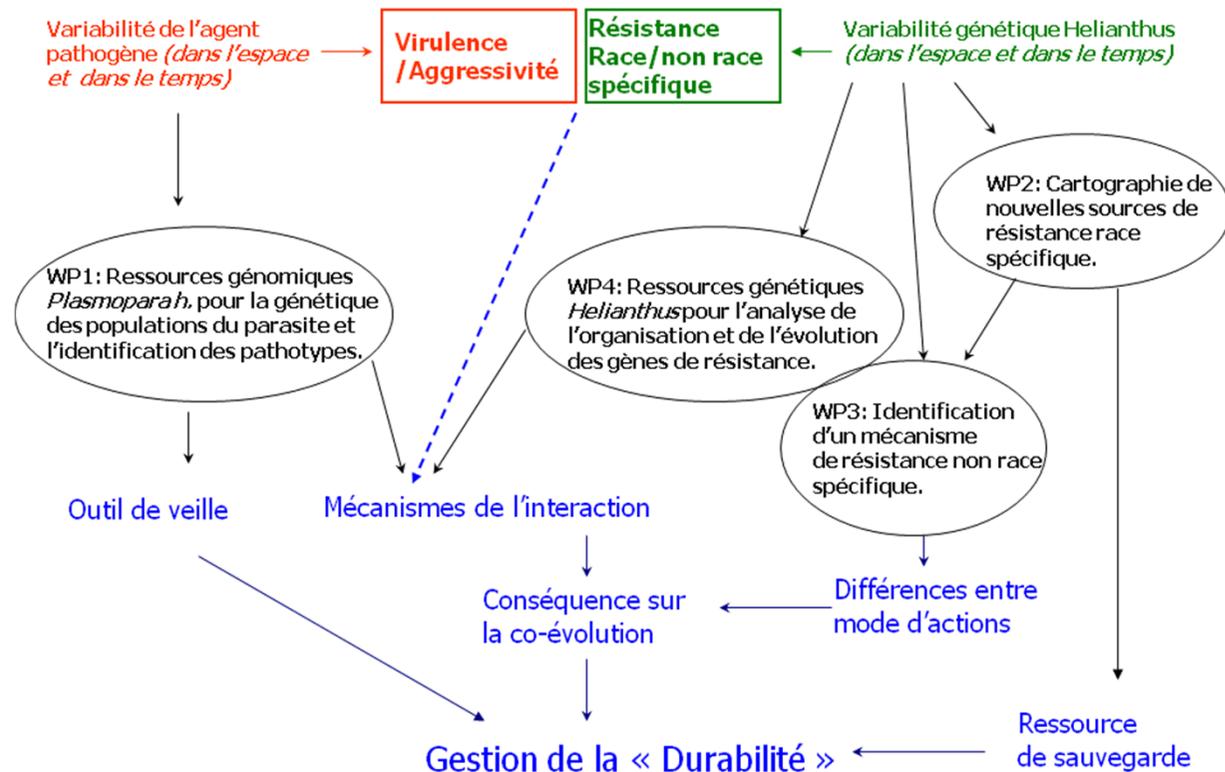


Bouzidi *et al.* (2002), Radwan *et al.* (2003), Dussle *et al.* 2004, Tourvieille *et al.* (2008), Vear *et al.* (2008).

1. Mildiou:

⇒ un projet visant à développer une résistance plus durable (*)

- *Nature et effet de la résistance quantitative,*
- *Quels effecteurs de pathogénicité pour le mildiou ?*
- *Nouveaux gènes de résistance*
- *Vers une stratégie de lutte intégrée*



(*) Projets PROMOSOL « Mildiou », soutien spécifique CETIOM

Carrefours

de l'innovation
agronomique

1. Mildiou:

➤ Quels effecteurs de pathogénicité pour le mildiou ?

⇒ Vers un outil d'analyse de la diversité et de l'évolution du pathogène,

⇒ Vers un outil de diagnostic

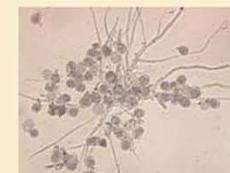
As Sadi et al., en révision.
Coll. F.Delmotte (INRA Bordeaux), P.Mestre (INRA Colmar),
D. Tourvieille (INRA Clermont), J.Gouzy (LIPM),
J. Poulain (Genoscope Evry)

A la recherche d'effecteurs de pathogénicité par l'acquisition de **données de séquences** exprimées par le mildiou **au cours de l'infection**.



Hypocotyles de tournesol infecté par 4 races de mildiou (100, 304, 703, 710)

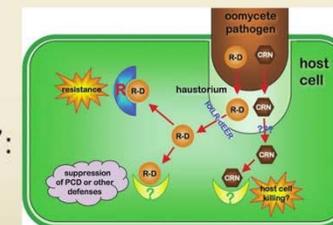
Spores des 4 races en cours de germination
4 races



Séquençage à haut débit (454™)

Base de données bioinformatiques "H+P":

<http://www.heliagene.org/HP>



Identification *in silico* et validation biologique d'effecteurs de type "CRN" et "RXLR" connus chez d'autres Oomycètes (ex: Mildiou de la pomme de terre)

Mise en évidence d'un polymorphisme inter et intra-race

⇒ **Un outil d'analyse de la diversité du pathogène**

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Carrefours de l'innovation agronomique

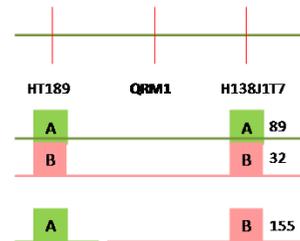
1. Mildiou:

➤ Impact d'une résistance quantitative

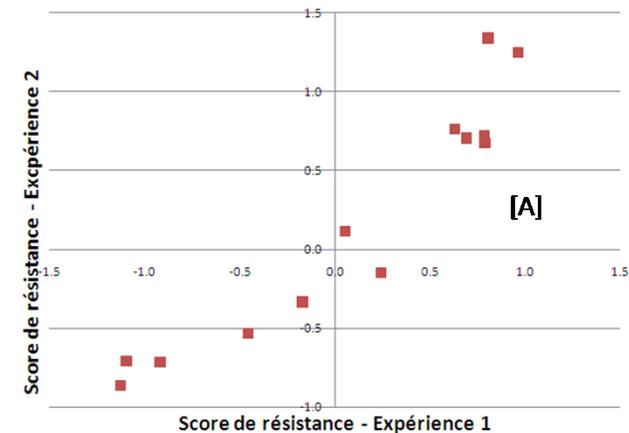
- *Caractériser correctement le phénotype associé*
- *Identifier le mécanisme moléculaire impliqué*
- *Interagit-elle avec les autres mécanismes, et comment ?*

RIL	Marqueurs ordonnés dans la zone du QTL (QRM1)										Marqueurs aux gènes <i>PI</i>			Phénotype (résistance)	
	HT266	X209L4c	HT189	H13811a	H13811c	HuCL03255a	SSL003	ORS613	SSL302	LG08_OR3389	LG13_OR3316	LG13_OR5630	Axe1 experience2	Axe1 experience1	
7	B	B	B	A	A	A	A	A	B	B	B	-1.1	-0.7		
20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	-0.2	-0.3		
32	B	B	B	A	A	A	A	A	B	B	B	-0.9	-0.7		
84	A	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B	-1.1	-0.9		
89	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	0.8	0.7		
90	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	0.8	0.7		
134	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	0.2	-0.2		
137	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	0.1	0.1		
143	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	0.7	0.7		
145	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	0.6	0.8		
151	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	1.0	1.2		
153	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	0.8	1.3		
155	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	-0.5	-0.5		

[B]



[C]



[A]

Tourvieille et al., 2008, Vear et al., 2008

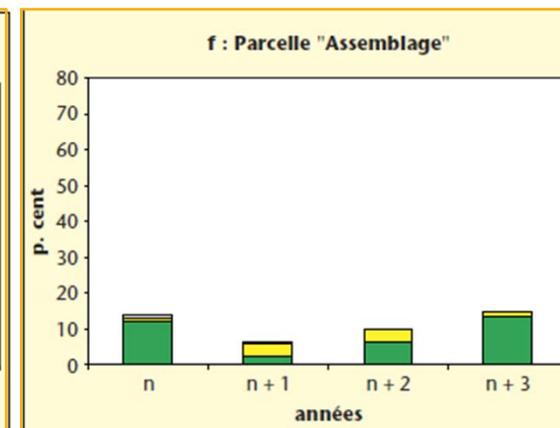
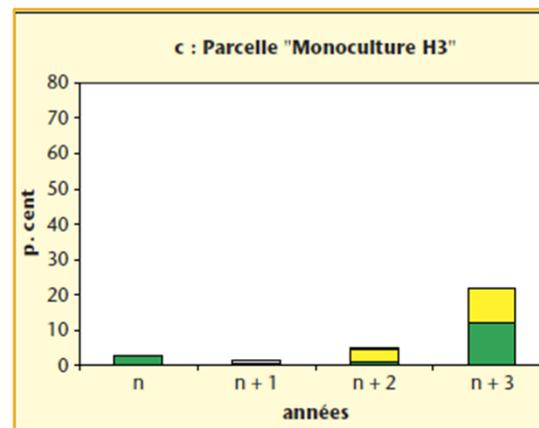
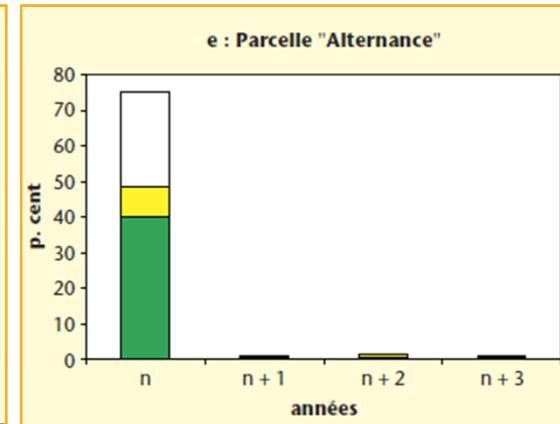
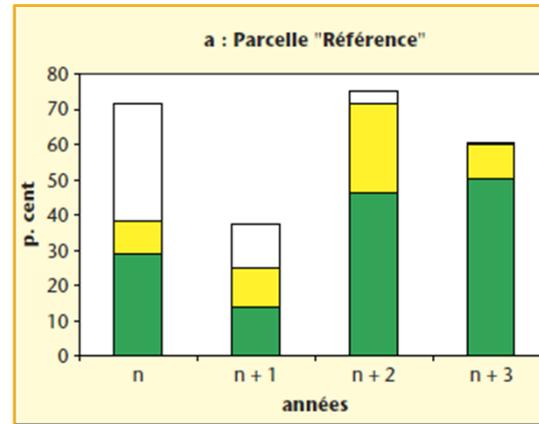
Carrefours

de l'innovation
agronomique

1. Mildiou:

➤ Vers une stratégie de lutte intégrée

- *Quels profils génétiques ?*
- *Quel mode de gestion de la sole tournesol ?*
- *Quelle nuisibilité « admissible » ?*



Tourvieille et al., 2005

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

2. Maladie du “pied sec” causée par le Phoma:

- Identification des situations agricoles et des modes de conduite qui favorisent le développement de la maladie (ex: azote*eau)
 - Mise au point de méthodes de screening pour apprécier la tolérance variétale
- ⇒ *pas d'interaction
souches*variétés au champ*

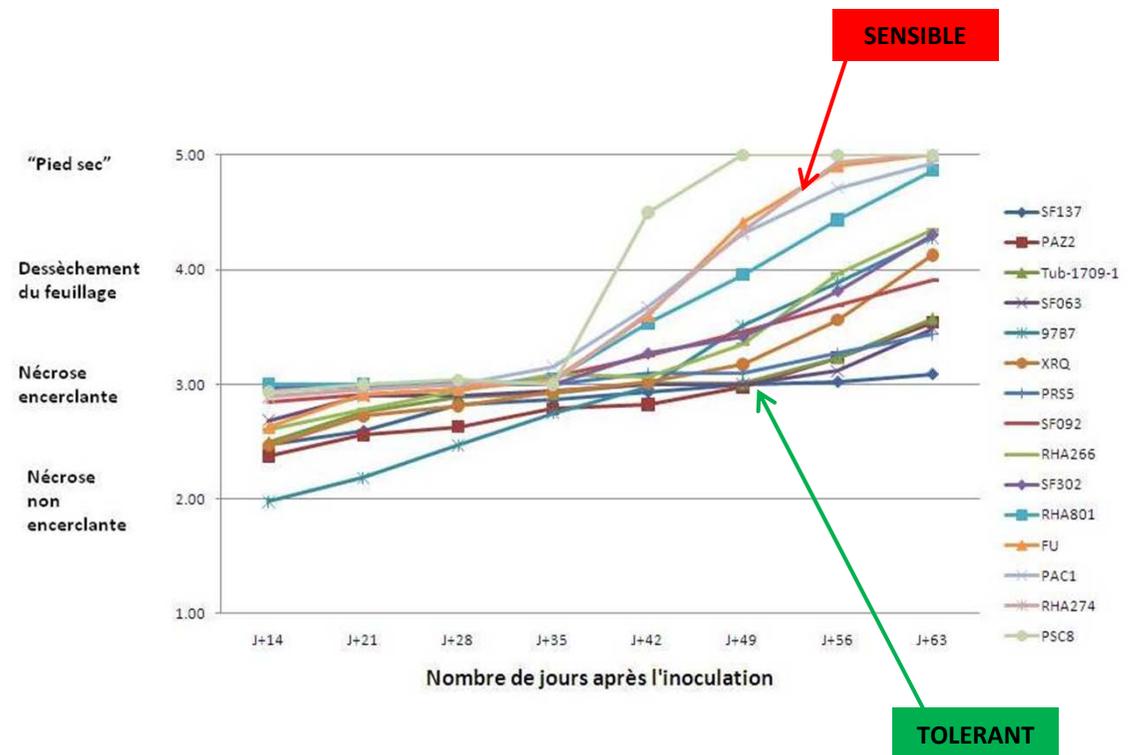


Seassau *et al.*, 2010. Travaux conduits dans le cadre de l'UMT « Tournesol » et du programme PHOMA de PROMOSOL

2. Maladie du “pied sec” causée par le Phoma:

- Recherche d'une variabilité génétique pour la tolérance, et analyse génétique

=> cartographie des zones du génome impliquées dans la tolérance



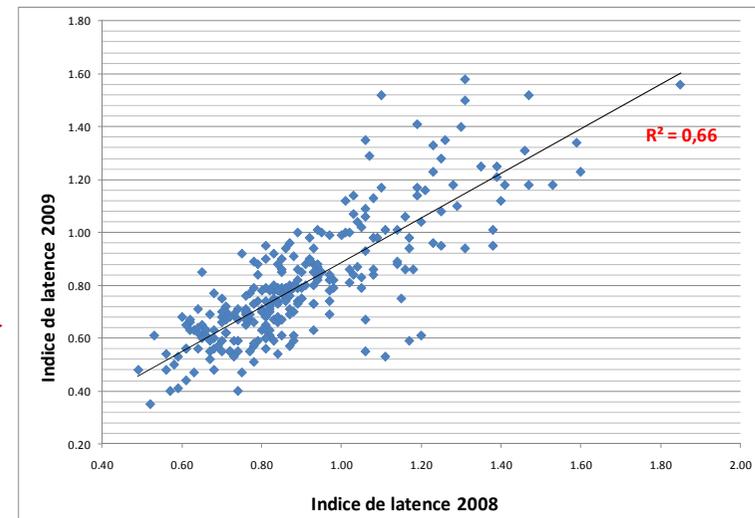
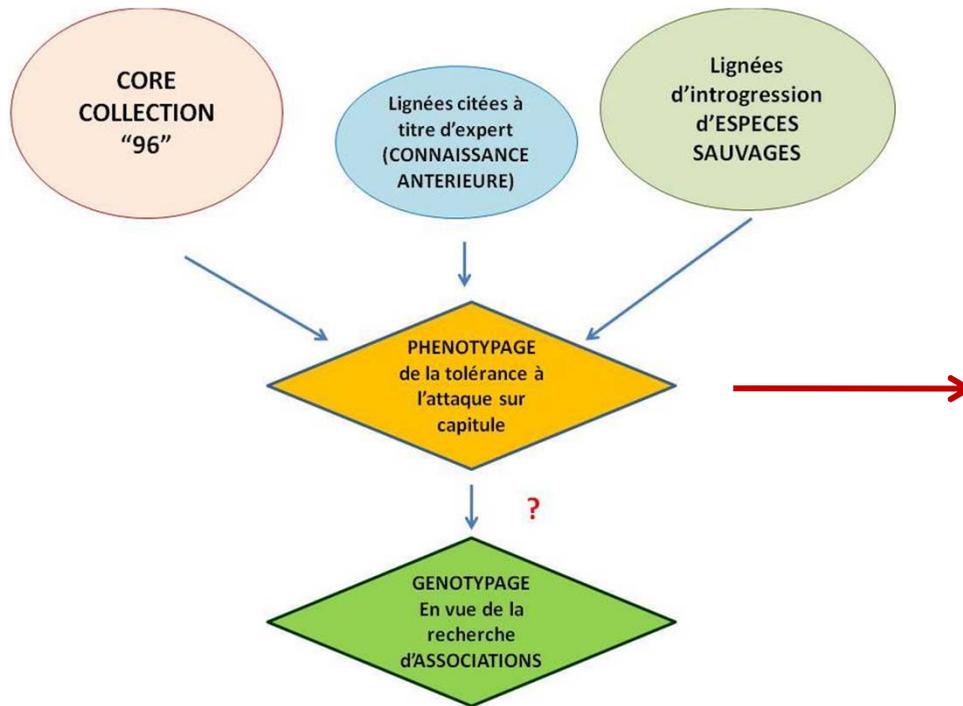
Travaux conduits dans le cadre du programme PHOMA de PROMOSOL



3. Sclerotinia

- Plusieurs types de symptôme, plusieurs types de tolérance.
- Déterminisme génétique de type quantitatif.
- Pas d'interaction {souche de sclerotinia*génotype de tournesol}
- La tolérance au sclerotinia est au plan mondial une cible de recherche pour plusieurs espèces d'intérêt agronomique depuis plusieurs décades.
- A ce jour, le progrès variétal s'est développé essentiellement sans faire appel à des connaissances de type fondamental (ex: zones du génome ou gènes impliqués, mécanismes moléculaires).

3. Sclerotinia: Résultats récents: (*)



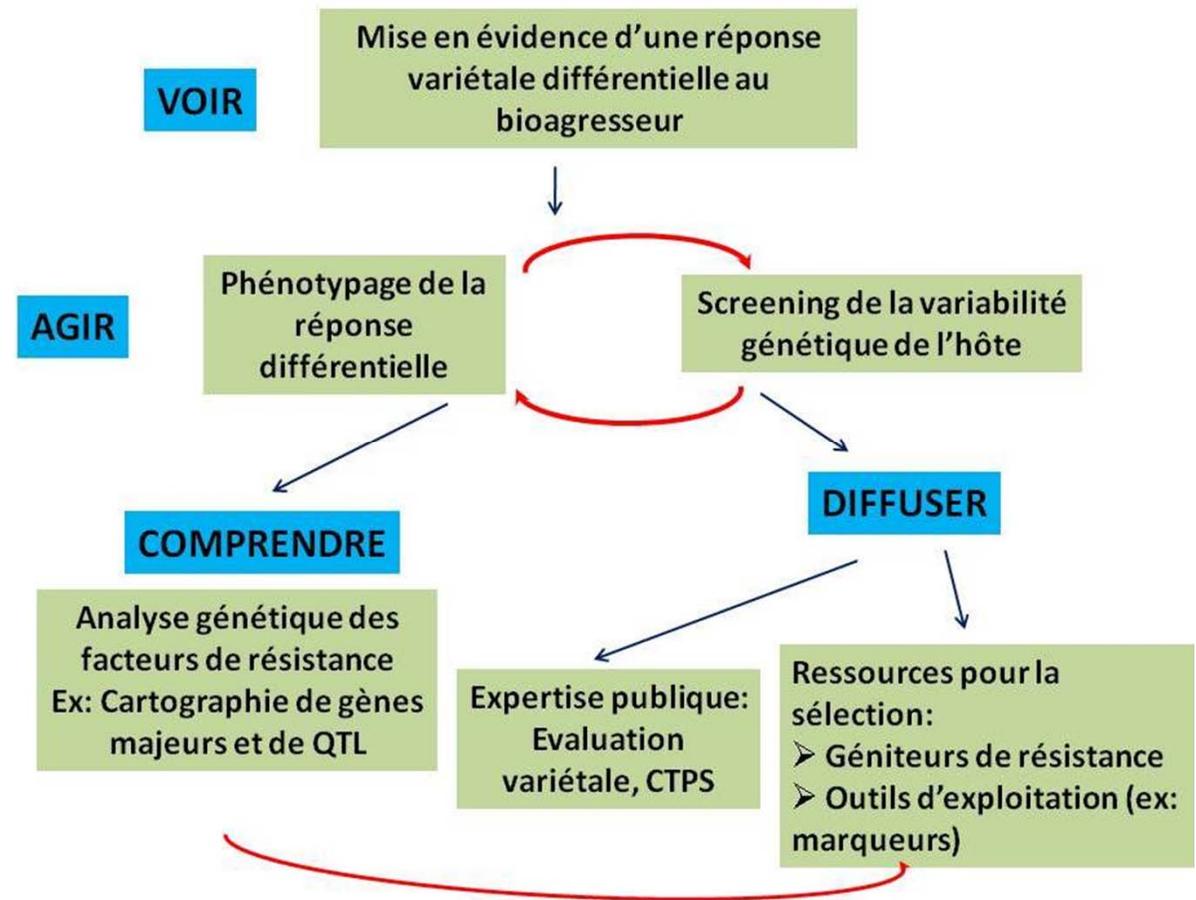
Bonne répétabilité de l'évaluation phénotypique

(*) Vear *et al*, ANR Génoplante 2006-2009

Carrefours de l'innovation agronomique

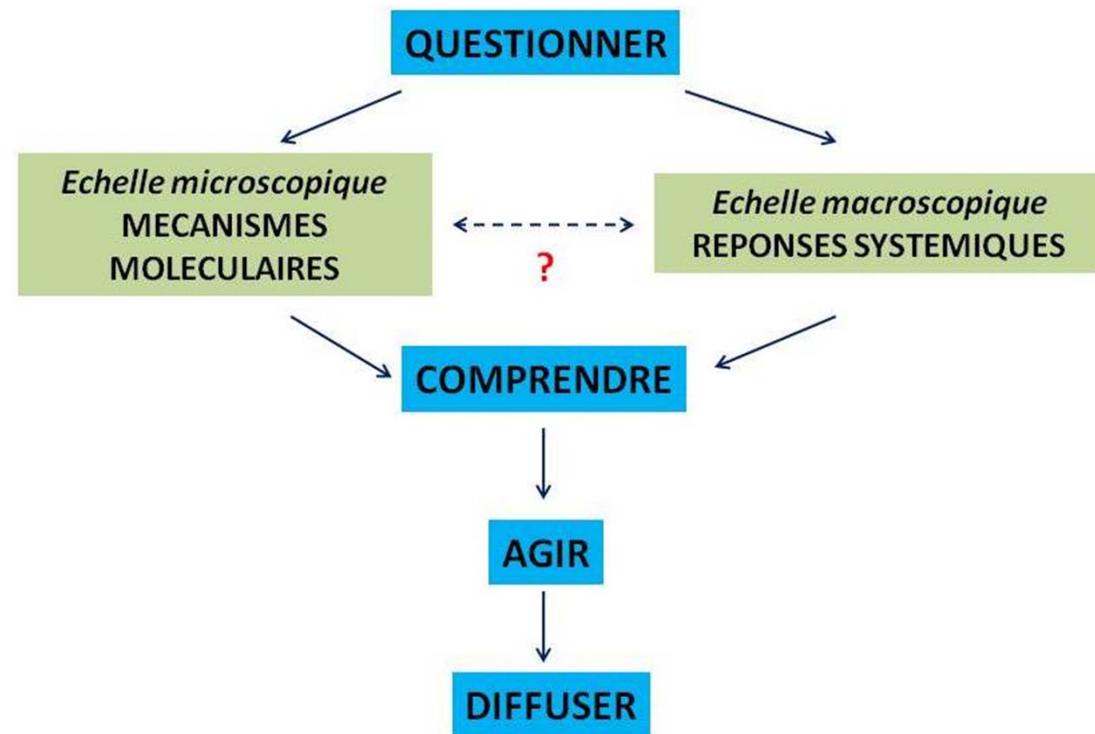
II. Quelques pistes de réflexion pour préparer l'avenir ?

- *Un paradigme en mutation*



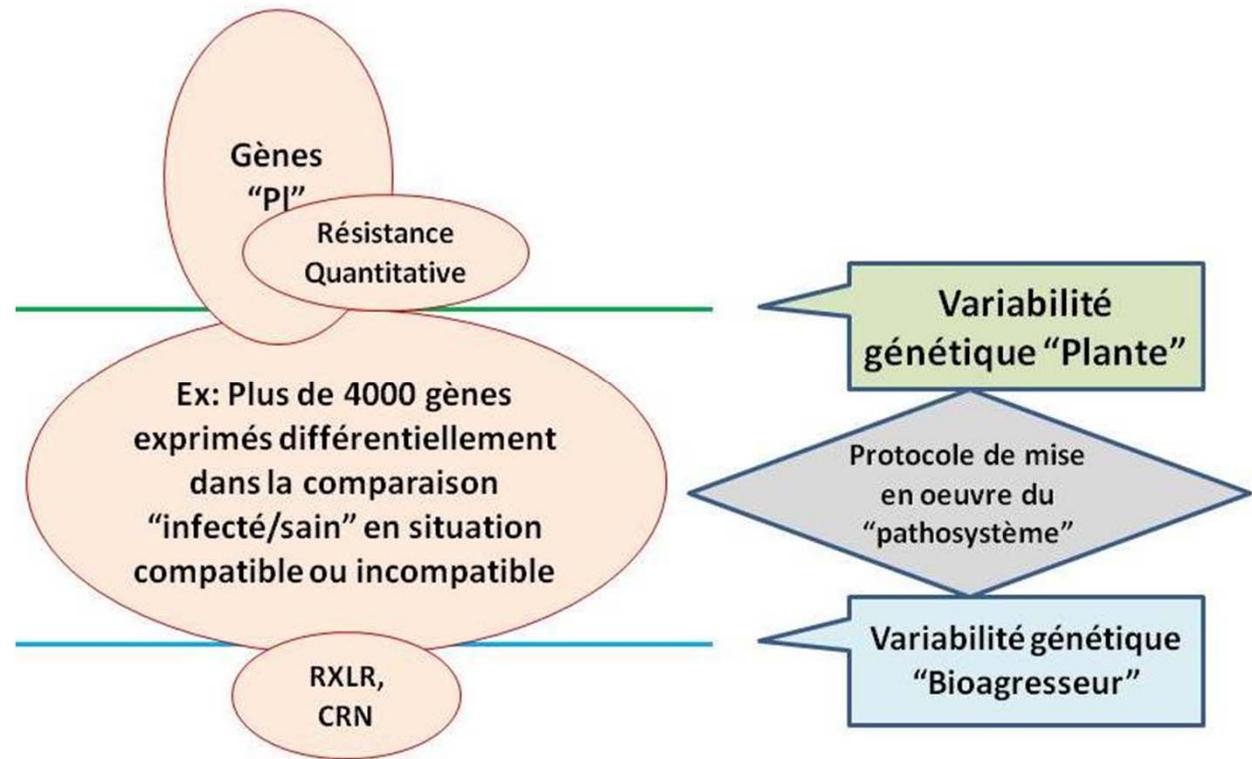
II. Quelques pistes de réflexion pour préparer l'avenir ?

- *Un paradigme en
mutation*



II. Quelques pistes de réflexion pour préparer l'avenir ?

- *La partie cachée de l'iceberg*
- *Le "moteur" et le "carburant"*



Carrefours

de l'innovation
agronomique

En guise de conclusion

- *Même si la compétitivité de la culture ne dépend in fine que du ratio {production d'huile/coût de production}, la cible “**tolérance aux maladies**” reste incontournable*
- *Veiller à maintenir un équilibre adéquat, dans l'allocation des ressources, entre l'objectif d'**agir** et celui de **comprendre**.*

MERCI de votre attention,

Et MERCI aussi à:

- CETIOM: E.Mestries,
- AGIR (INRA-ENSAT), Toulouse: G.Dechamp-Guillaume, R.Perez
- LIPM (INRA-CNRS), Toulouse: J.Gouzy, S.Carrere, M.C. Boniface, R. Bonnefoy, V.Bros, B.Bleys, Q.Gascuel
- GDEC (INRA-Univ.), Clermont-Ferrand: P. Walser, F. Serre, S.Roche
- EPGV (INRA), Evry: D.Brunel, M.C. Lepaslier
- SAVE (INRA-ENITA), Bordeaux: F.Delmotte