

Carrefours

de l'innovation
agronomique
2011

Tournesol et agriculture durable

Jeudi 9 juin 2011



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



PROGRÈS VARIÉTAL CHEZ LE TOURNESOL :

L'APPORT DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

AU SEIN DU GENRE *HELIANTHUS*



Félicity Vear,
INRA, UMR 1095, Domaine de Crouelle, 234 Ave du Brézet,
63100 Clermont-Ferrand. vear@clermont.inra.fr

Marie-Hélène Muller,
INRA, UMR 1334, Domaine de Melgeuil, 34130 Mauguio



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



PROGRES VARIETAL

Variétés de tournesol étudiées pour déterminer le progrès génétique 1970-2000 et leurs premières années de culture

Groupe 1

Peredovik	1960
INRA 6501	1970
Rémil	1974
Airelle	1973
Relax	1975

Groupe 2

Mirasol	1978
Primasol	1979
Cargisol	1983
Viki	1984
Frankasol	1984

Groupe 3

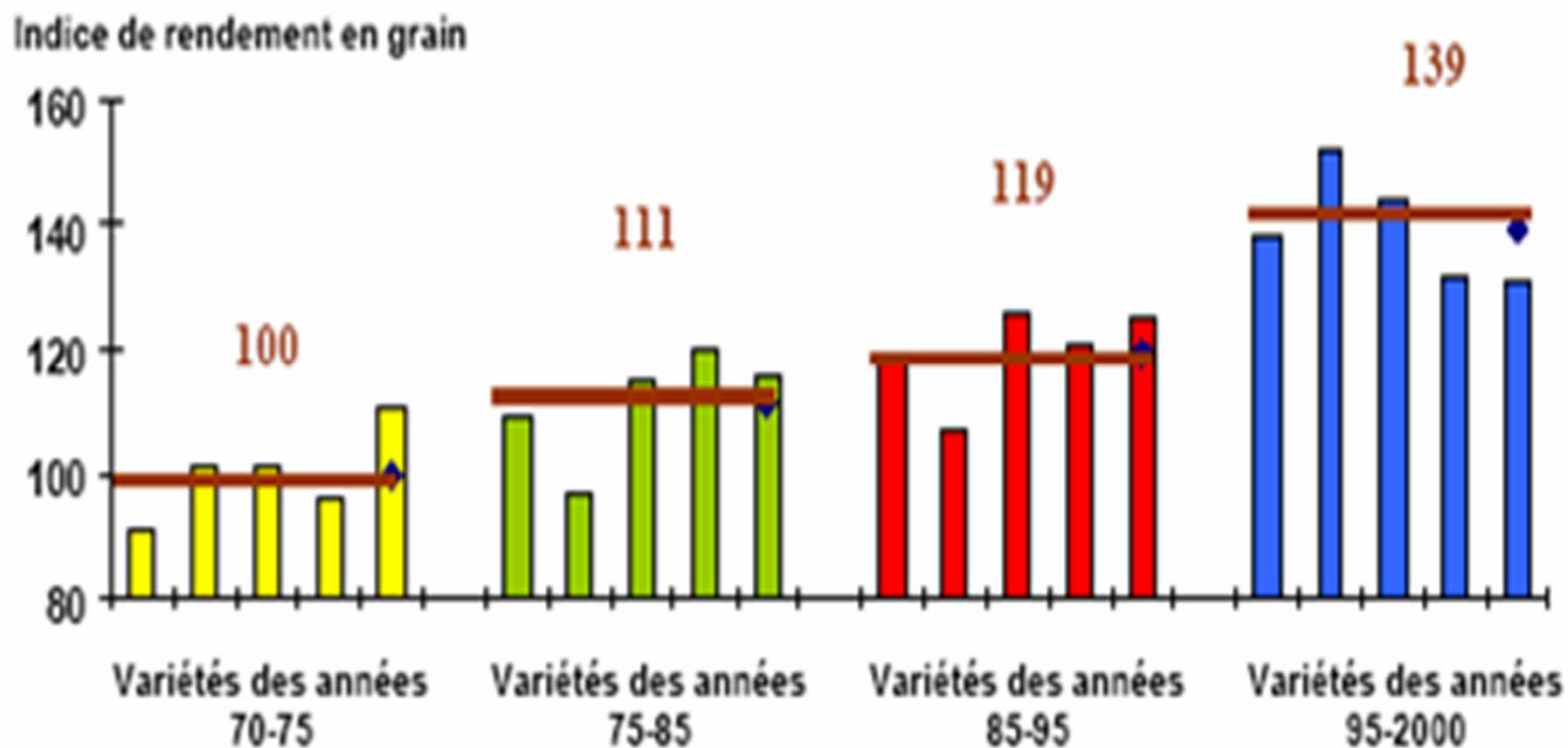
Albena/AlbenaRM	1988
Vidoc	1989
Euroflor	1988
Santiago	1993
DK3790 /Gallix	1994

Groupe 4

Rigasol/Prodisol	1995
Melody	1996
LG5660	1998
AllstarRM	1999
HeliasolRM	2000

Progrès variétal

Essais 2000-2001 Rendement



PROGRÈS VARIÉTAL

Comparaison des variétés 2010 avec les variétés 2000

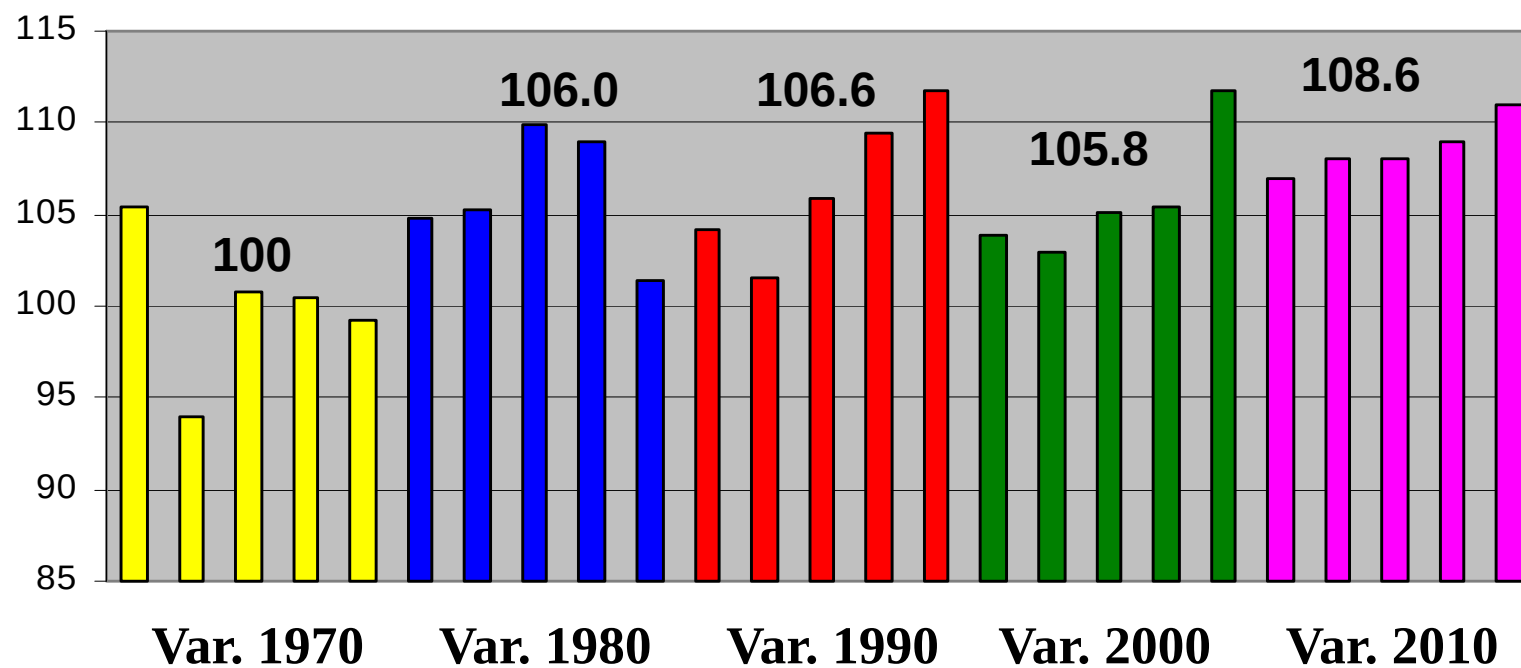
	rdt <i>cf</i> v70	rdt <i>cf</i> Aur.	% huile <i>cf</i> v70	% huile <i>cf</i> Aur.	Sclero/cap Note rés.	Phomo Note rés.
<u>2000</u>						
Moyenne	140	105	105	97	2.8	3.4
Max	152	116	112	103		
<u>2010</u>						
Moyenne	153	114	109	100	2.5	3.8
Max.	161	121	114	105		

V70 : variétés 1970 Aur. : Aurasol

Note rés : S : 1, AS : 2, PS : 3, TPS : 4, R : 5

PROGRÈS VARIÉTAL

Indice de teneur en huile



PROGRÈS VARIETAL

Nouveautés pour d'autres caractères :

Richesse en acide oléique

****** Régulière à 80-90% oléique**

****** Rendements proches des classiques, mais pas encore autant de diversité aux meilleurs niveaux :**

Témoins CTPS 2009 - 2010 :

	Série B	Classique	Série C	
Pégasol		<u>35.8</u> q/ha	LG5665M	<u>35.8</u> q/ha
		Oléique		
Aurasol	34.8		NK Countri	33.1
LG5450HO	34.7		Extrasol	<u>35.4</u>
Extrasol	<u>36.8</u>		Atomic RMO	33.1
moyenne		<u>35.4</u> q/ha		<u>33.9</u> q/ha

Inscriptions 2008-2010 : 6 variétés oléiques dépassent Extrasol

Inscriptions 2010 : hybrides plus performants qu'Extrasol

Série B : 2 classiques 1 oléique

Série C : 4 classiques 0 oléique

“il faut du temps pour sélectionner un nouveau produit”

PROGRÈS VARIÉTAL

Nouveautés pour d'autres caractères

Résistance au mildiou

**** Plusieurs gènes (publics ou privés) efficaces contre toutes les races
françaises

**** Sélection / observations de résistance quantitative

= Moyens pour ne pas avoir de problème

Résistance herbicide

**** Efficace,

**** Contrôlerait Orobanche si besoin

Mais combien de temps l'efficacité durera ?

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Genre *Helianthus* : origine Amérique du Nord

tournesol sauvage : souvent mauvaise herbe,

à contrôler obligatoirement dans certains endroits

Cinquante espèces, annuelles ou pérennes (tubercules - ex : topinambour)

« Formes sauvages » trouvées en Argentine et en Europe :

introductions avec tournesol cultivé

Helianthus annuus domestiqué par les Amérindiens,

Tournesol cultivé d'abord sélectionné en Russie,

pour rendement et teneur en huile

Hybridation naturelle ou intentionnelle avec *Helianthus* annuels proches,
en Amérique du nord

Hybridation intentionnelle en Europe

Pas de limite stricte entre matériel cultivé et matériel introgressé

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Ressources cultivées :

Variétés populations (= mélange d'hybrides)

Tournesol pour alimentation ou oisellerie

Variétés « exotiques » : ex. Asie, Afrique

Origines géographiques : effets sur aptitudes à la combinaison
mais pas comme « corné » et « denté » chez le maïs

Core collection de lignées fixées 2007 :

selon polymorphisme de 51 marqueurs microsatellites

384 lignées représentent toute la variabilité

(certaines ayant des gènes de « sauvages »)

96 lignées publiques : 59% de la variabilité

47 connues pour contenir des gènes de *H. annuus* sauvage

surtout restauration, ramification et résistance au mildiou

3 groupes : 1 de « femelles », 2 de restaureurs,

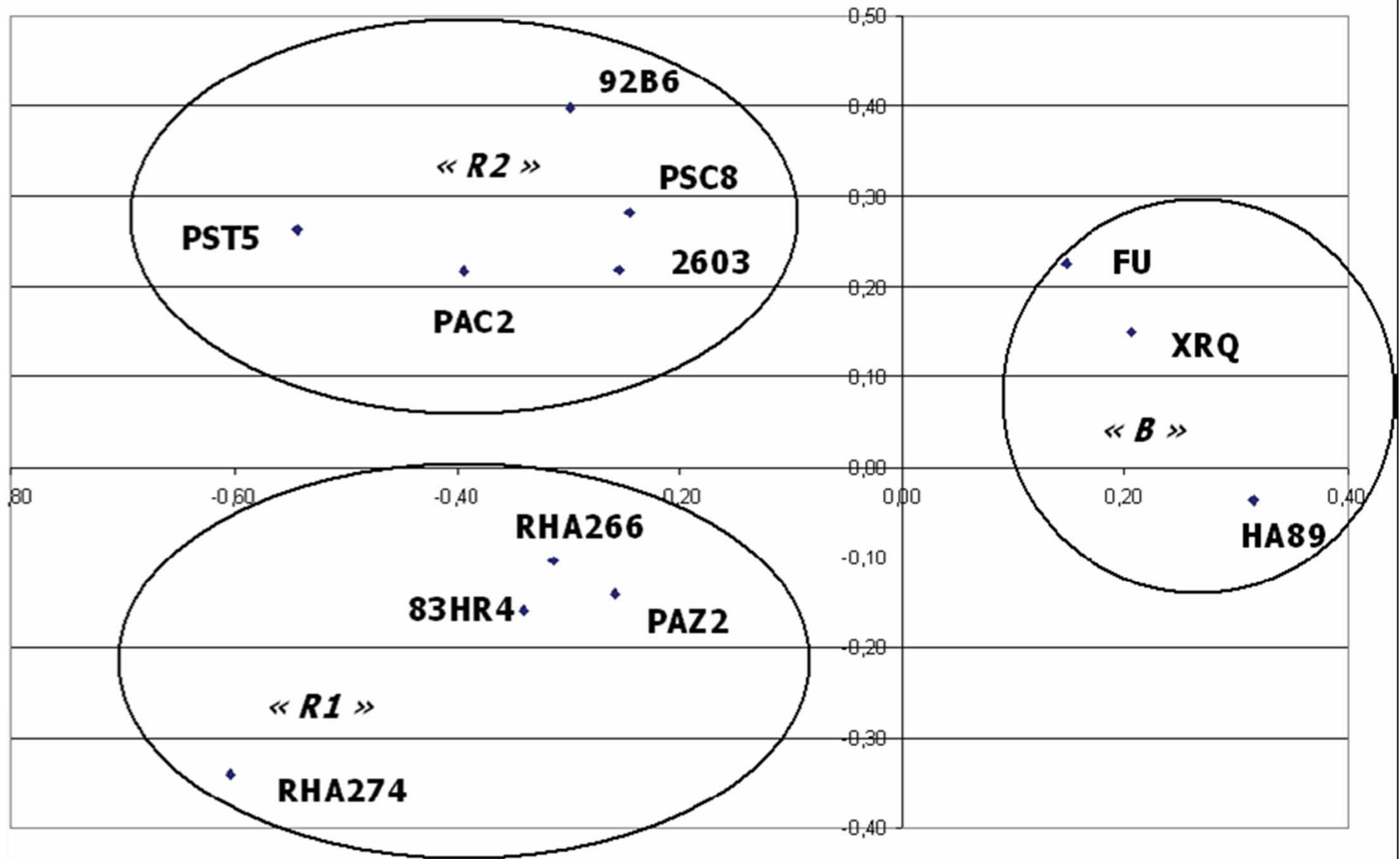
(dont un contient quelques lignées « femelles »)

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GENETIQUES

Représentation de 12 lignées de tournesol en fonction de la variabilité des 384 lignées de la core collection



RESSOURCES GENETIQUES

Exploitation des ressources cultivées pour la sélection d'hybrides :

1960-1975 :

Sélection des des plantes autofertiles parmi les populations autostériles

1975-1995 :

**Recombinaison entre les meilleurs lignées
ou combinaison de caractères favorables**

(Sélection sur phénotype)

1995-2015 :

**Recherche de connaissances sur les gènes (ou QTL)
contrôlant les caractères d'intérêt**

Sélection dirigée sur le suivi de l'introduction de ces gènes

(Sélection impliquant le génotype)

2020 :

Sélection génomique ?

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GENETIQUES

Le genre *Helianthus*.

Annuelle

<i>H. annuus</i>	17
<i>H. anomalus</i>	17
<i>H. argophyllus</i>	17
<i>H. bolanderi</i>	17
<i>H. debilis</i>	17
<i>H. deserticola</i>	17
<i>H. exilis</i>	17
<i>H. neglectus</i>	17
<i>H. niveus</i>	17
<i>H. paradoxus</i>	17
<i>H. petiolaris</i>	17
<i>H. praecox</i>	17

Pérenne

<i>H. agrestis</i>	17
<i>H. porteri</i>	17
<i>H. arizonensis</i>	17
<i>H. ciliaris</i>	34, 51
<i>H. laciniatus</i>	17
<i>H. cusickii</i>	17
<i>H. gracilentus</i>	17
<i>H. pumilus</i>	17
<i>H. radula</i>	17
<i>H. verticillatus</i>	17
<i>H. californicus</i>	51
<i>H. decapetalus</i>	17, 34
<i>H. divaricatus</i>	17
<i>H. eggertii</i>	17
<i>H. giganteus</i>	17
<i>H. grosseserratus</i>	17
<i>H. hirsutus</i>	34
<i>H. maximilliani</i>	17
<i>H. mollis</i>	17

<i>H. nutallii</i>	17
<i>H. resinosus</i>	51
<i>H. salicifolius</i>	17
<i>H. schweinitzi</i>	51
<i>H. strumosus</i>	51
<i>H. tuberosus</i>	51
<i>H. glaucophyllus</i>	17
<i>H. laevigatus</i>	34
<i>H. microcephalus</i>	17
<i>H. smithii</i>	17, 34
<i>H. atrorubens</i>	17
<i>H. occidentalis</i>	17
<i>H. pauciflorus</i>	51
<i>H. silphioides</i>	17
<i>H. angustifolius</i>	17
<i>H. carnosus</i>	17
<i>H. floridanus</i>	17
<i>H. heterophyllus</i>	17
<i>H. longifolius</i>	17
<i>H. simulans</i>	17

RESSOURCES GENETIQUES



H. annuus



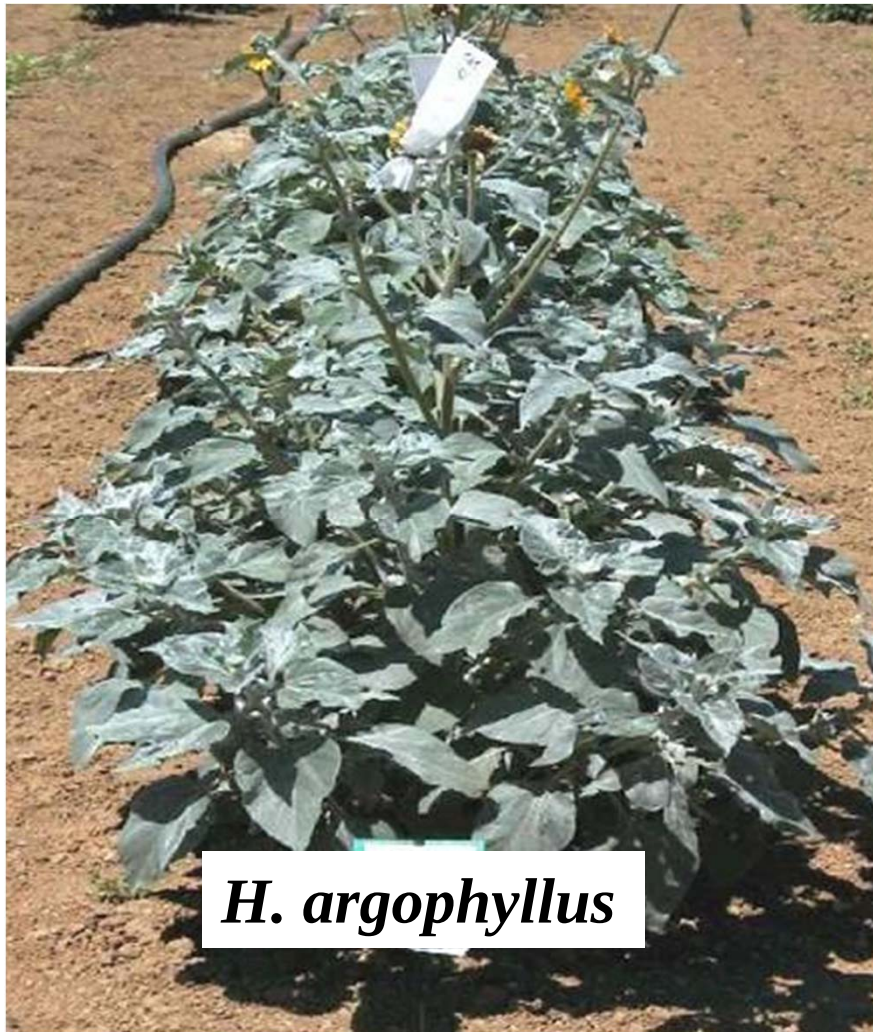
H. petiolaris

ITATION

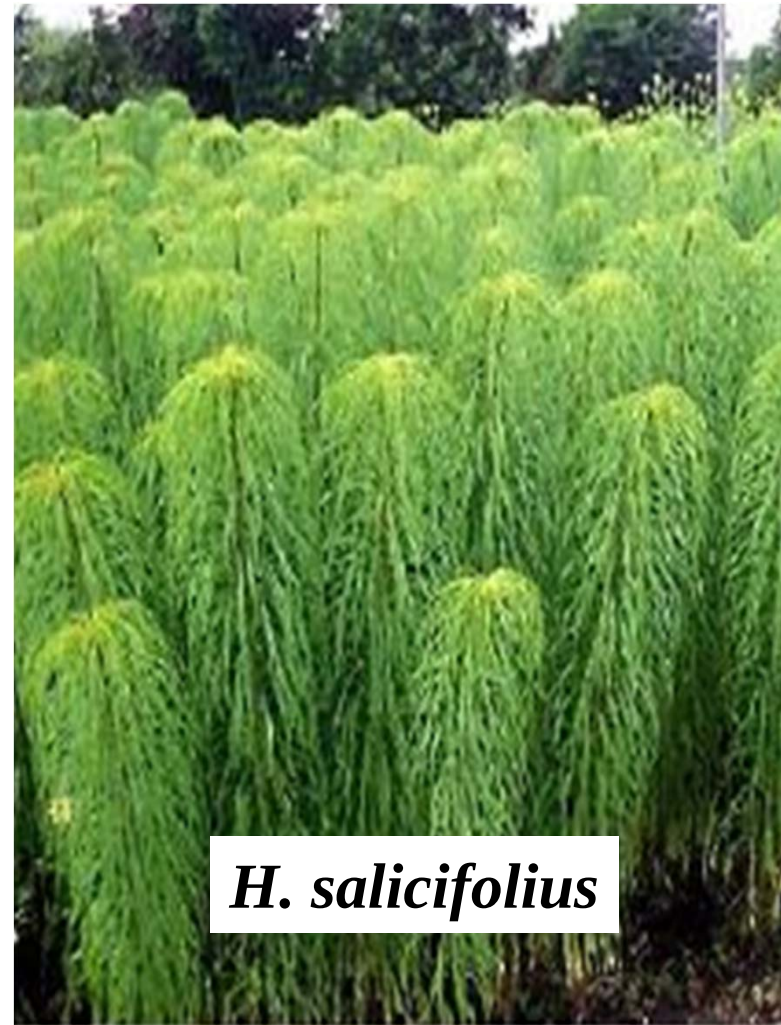
ENVIRONNEMENT

INRA

RESSOURCES GENETIQUES



H. argophyllus



H. salicifolius

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GENETIQUES

Caractères déjà introduits chez le tournesol cultivé

- *** Cytoplasme : stérilité mâle cytoplasmique (*H. petiolaris* + d'autres)
- *** Gène majeur dominant : restauration de fertilité (*H. petiolaris*, *H. annuus*)
résistance au mildiou (*H. annuus*, *H. argophyllus*,
H. tuberosus)
- *** Gène majeur récessif : ramification des parents mâles des hybrides (*H. annuus*)
résistance à des herbicides (*H. annuus*)
- *** Gène(s) « quantitatifs » : résistance au Phomopsis (*H. argophyllus*)
résistance au *Sclerotinia* (*H. annuus*, *H. resinosus*,
H. maximilliani)

RESSOURCES GENETIQUES

Progrès possible dans les prochaines années à partir des espèces sauvages :

Plusieurs espèces d'*Helianthus* connues pour avoir des caractères intéressants :

Exemples

Résistance à la secheresse : *H.argophyllus*

Résistance à l'Orobanche : *H. anomalus* ?

Résistance au *Sclerotinia* : *Helianthus* pérennes

Rendement : **peu de connaissances encore**

Y-a-t-il des espèces avec des allèles intéressants pour les gènes contrôlant :

la durée de surface foliaire

l'indice de récolte

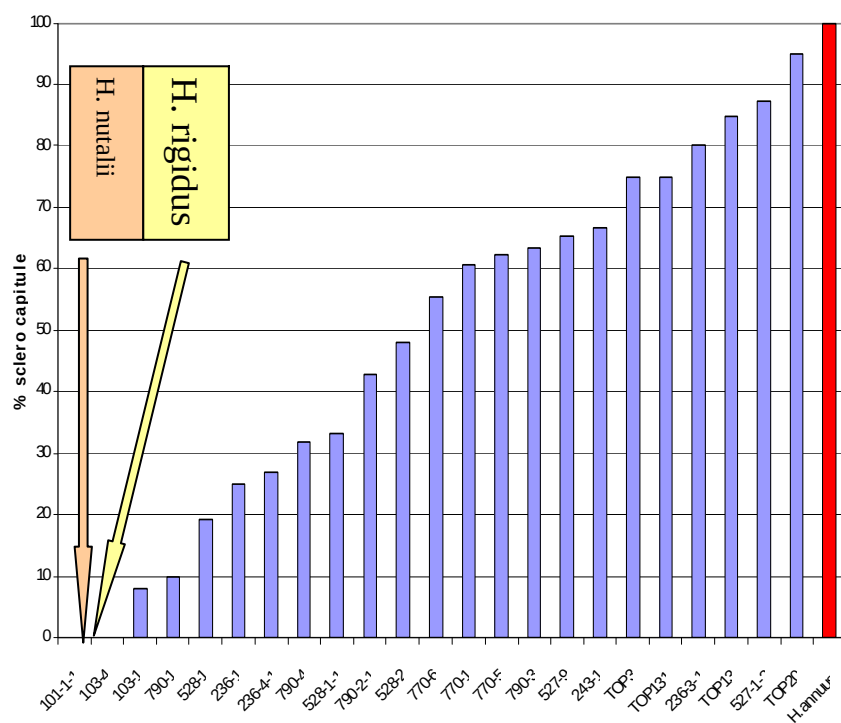
l'efficacité photosynthétique

Autres caractères possibles : **résistance au Phoma, résistance au froid, changement d'idéotype (tiges multiples ??)**

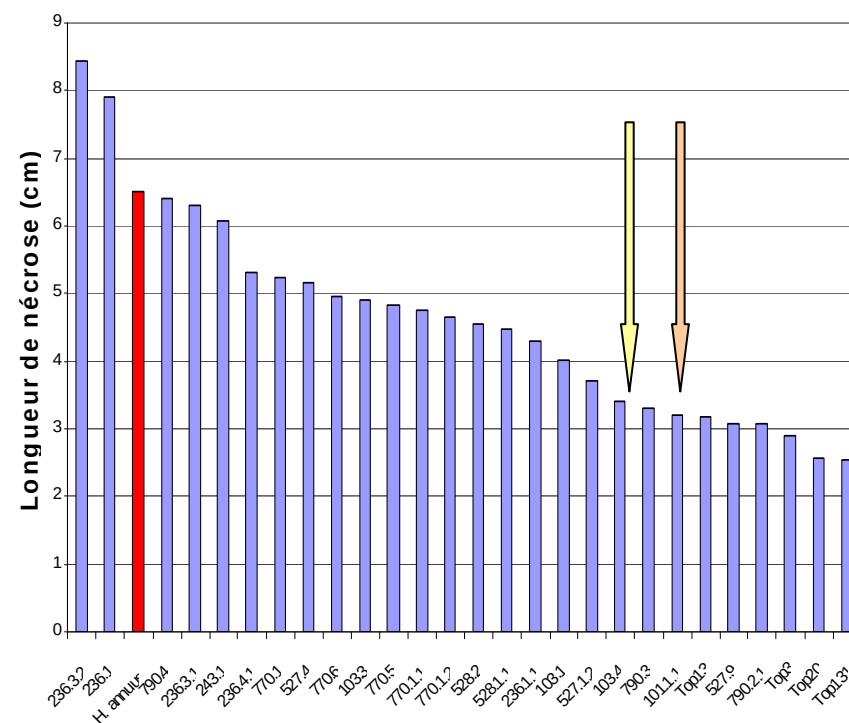
RESSOURCES GENETIQUES : exemple résistance au *Sclerotinia*

Programme Génoplante (B. Grezes-Besset, D. Tourvieille 1999) :

Test ascospores sur capitule
meilleures espèces : *H. rigidus*,
H. nutalli

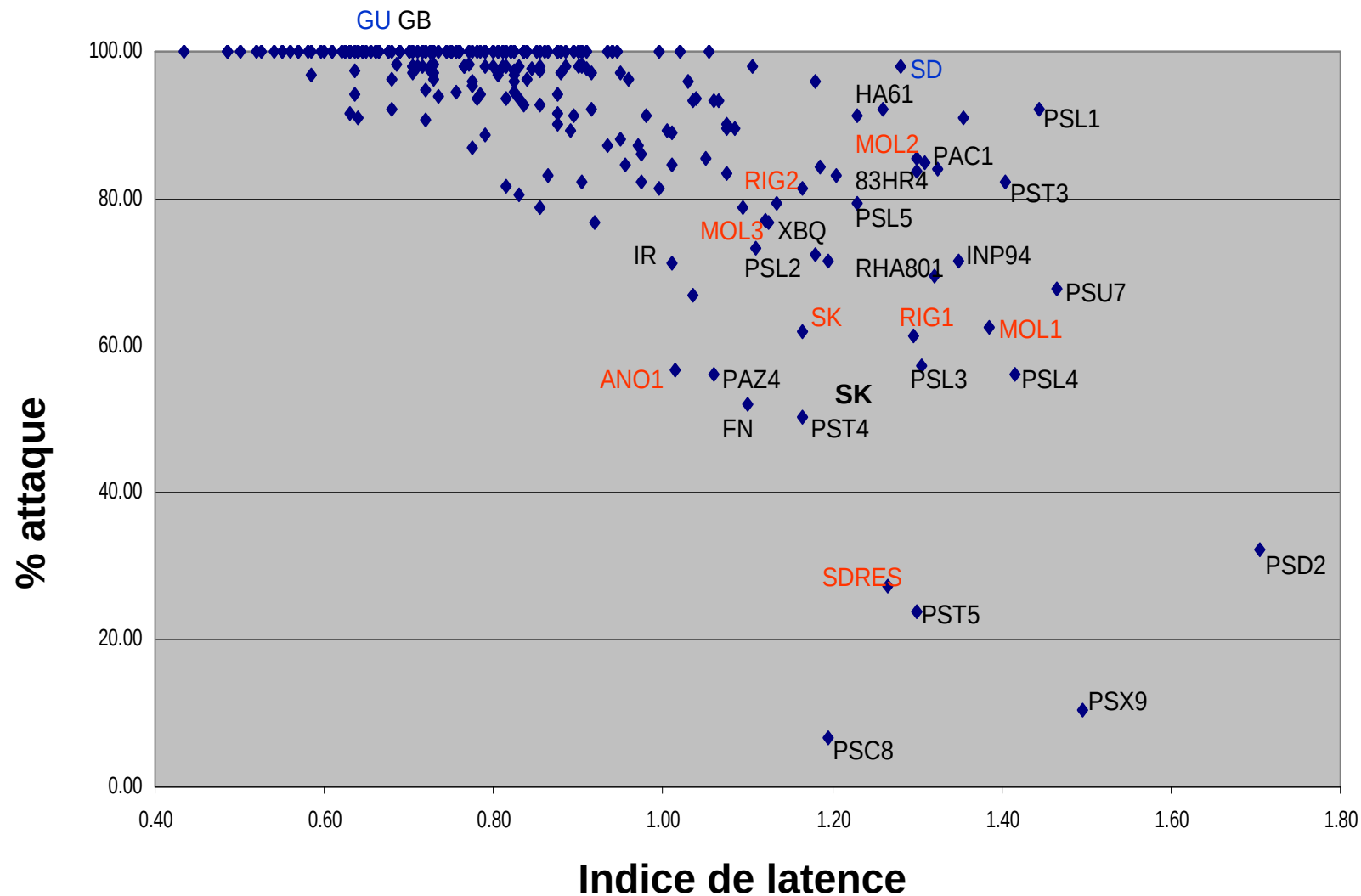


Test mycelium sur feuilles
meilleure espèce : des **souches** ? d
H. tuberosus



RESSOURCES GENETIQUES

Tests ascospores sur lignées cultivées ou introgressées (moyenne 2008 - 2009)



ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



RESSOURCES GENETIQUES

Indice de résistance moyenne (RI) pour des lignées introgressées à partir de quelques espèces d'*Helianthus*

Espèce d' <i>Helianthus</i>	RI max	RI min	RI moyenne	Nb lignées étudiées
<i>H. mollis</i>	175.9	54.0	94.0	12
<i>H. rigidus</i>	168.1	48.5	80.8	13
<i>H. anomalus</i>	144.9	58.0	97.8	3
<i>H. resinosus</i>	124.0	55.0	81.5	15
<i>H. petiolaris</i>	115.2	62.5	83.4	10
<i>H. strumosus</i>	106.7	76.0	88.8	7
<i>H. tuberosus</i>	102.5	60.0	80.5	12
<i>H. exilis</i>	97.5	64.0	79.3	5
<i>H. debilis</i>	90.7	63.0	73.2	10
<i>H. bolanderi</i>	89.4	48.5	72.7	5
<i>H. neglectus</i>	79.6	72.5	76.1	2
<i>H. occidentalis</i>			82.5	1
<i>H. decapetalus</i>			82.2	1
<i>H. deserticolar</i>			78.5	1
<i>H. niveus</i>			66.5	1
<i>H. argophyllus</i>			66.0	1

RESSOURCES GENETIQUES

Conclusions

Quelque soit le caractère concerné :

Besoin de

Connaître les gènes impliqués dans le caractère,

Pouvoir introgresser tout le génome du sauvage,

Pouvoir suivre et s'assurer de la présence des gènes d'intérêt,

**Vérifier l'efficacité des gènes introgressés
dans le contexte de tournesol cultivé moderne**

Donc,

**Besoin d'études sur les génomes des espèces sauvages
sur les méthodes d'introgression
sur les phénotypes des lignées introgressées**

**Pendant ce temps, le progrès génétique classique va se poursuivre et il faut
que les introgressions soient aux meilleurs niveaux**

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Remerciements

A tous les collègues de l'INRA à Clermont-Ferrand, Montpellier ou Toulouse, (présents ou à la retraite), ainsi que ceux chez la sélection privée ou au CETIOM, qui ont fait les études dont j'ai fait état.

A E. Mestries, P. Jouffret et C. Huygue pour leurs suggestions sur le manuscrit.