



CRÉATION ET EXPERIMENTATION DE VARIÉTÉS DE POMMES ADAPTEES À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

M. Lateur, A. Pissard, H. Bastiaanse, T. Donis, L. Jamar.

Centre Wallon de Recherches Agronomiques,
Dépt. Lutte Biologique et Ressources Phytogénétiques -Gembloux



Département Lutte biologique et Ressources phytogénétiques

Rue de Liroux,4 - B - 5030 GEMBLoux - Tél : ++ 32 (0)81 620 333 - Fax : ++ 32 (0)81 620 349
dptbio@cra.wallonie.be - <http://cra.wallonie.be>

Centre wallon de Recherches agronomiques



• Environnement

- Climat, sol,...
- Densité,
- Haies, Diversité fonctionnelle,...

• Phytotechnie : gestion du sol, conduite des arbres, fumure, désherbage, pulvérisateurs...)

Plante

- **Choix variétés** - rentabilité
- **Résistance variétale** (durable ?)
- Porte-greffe

• Maladies & ravageurs

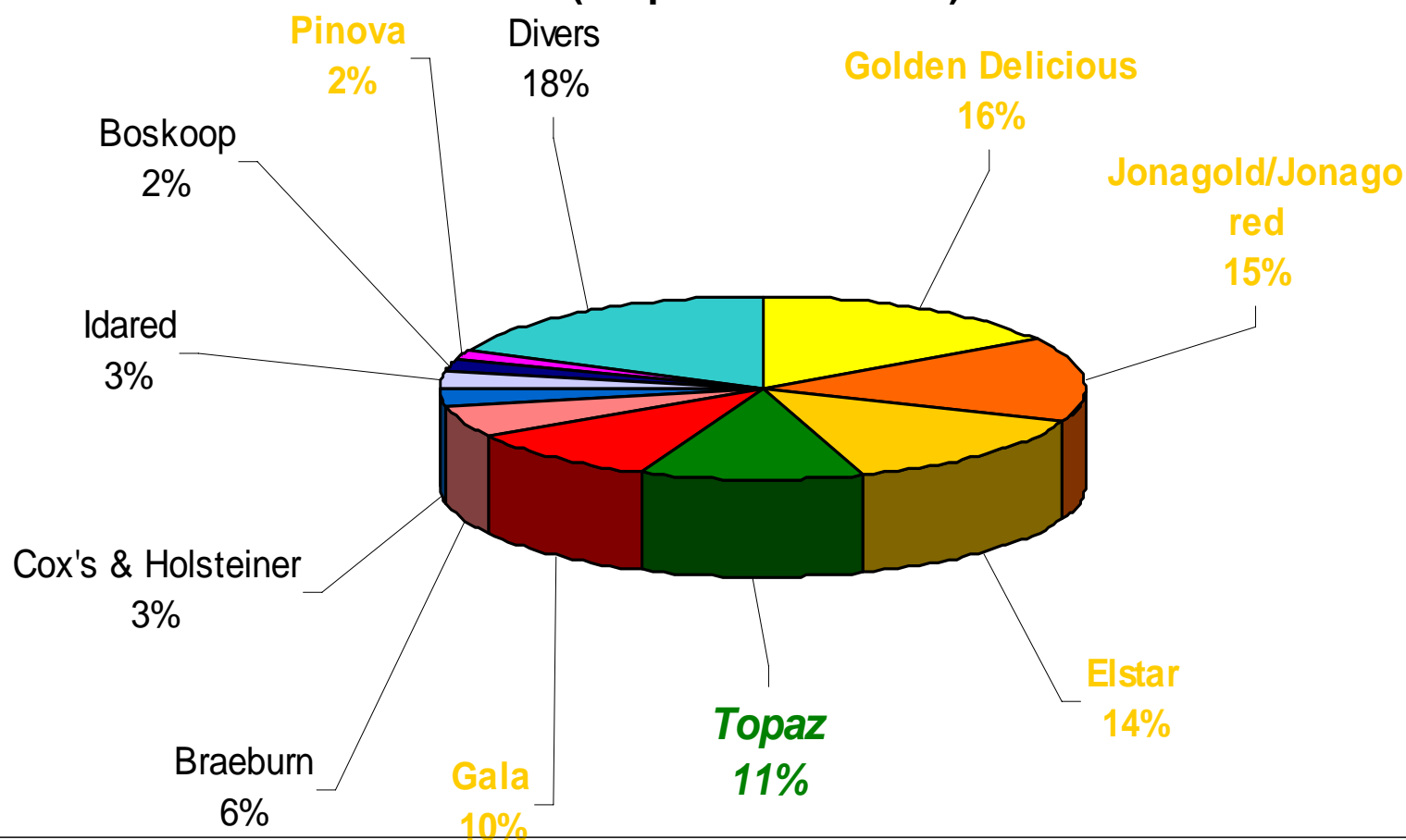
- **Evolution constante !**

• Stratégies de protection phytosanitaire

- Avertissements locaux
- Résistance induite (SAR)
- Agriculture biologique

• Faune auxiliaire et microorganismes

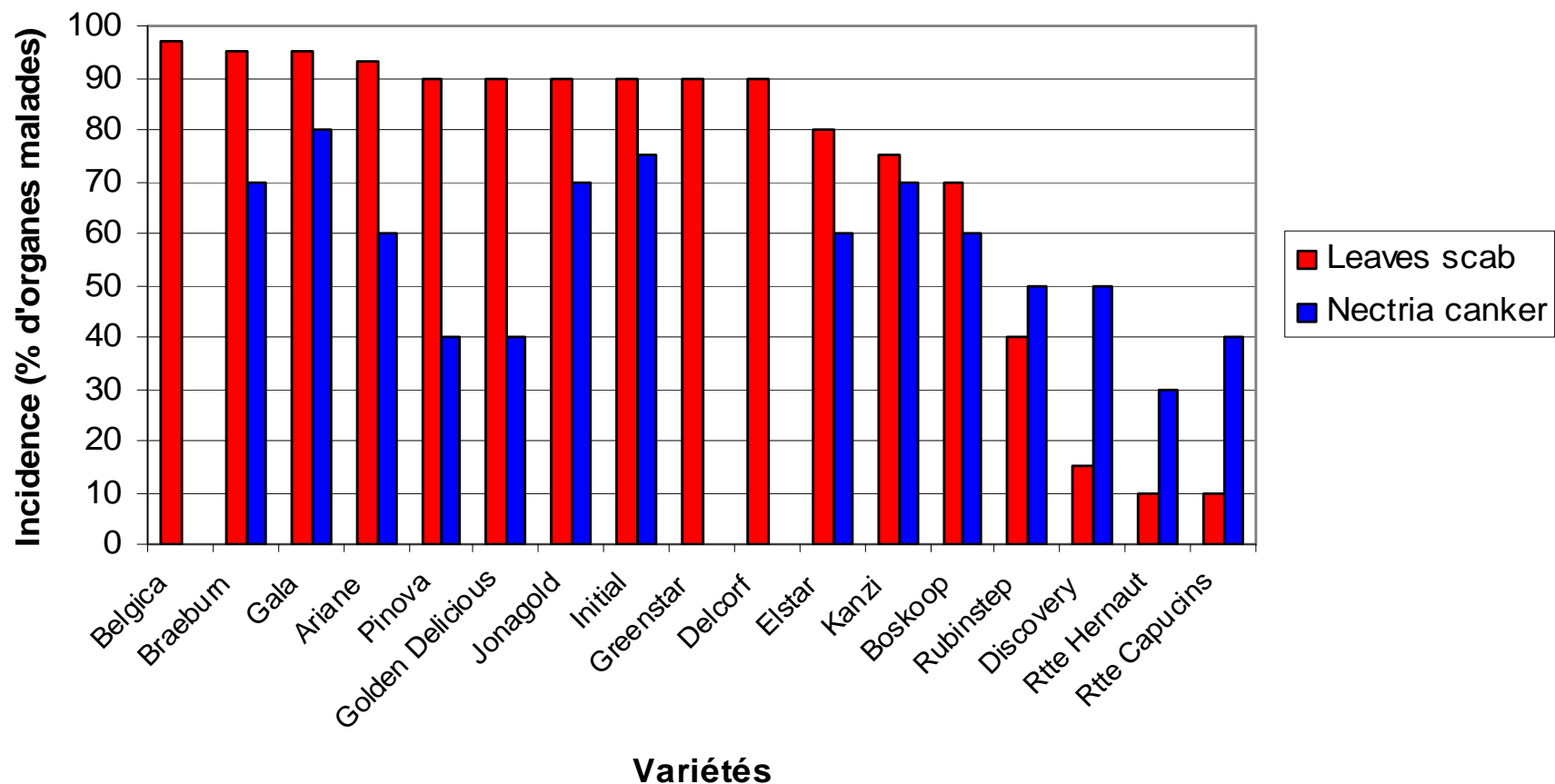
Assortiment variétal européen de pommes cultivées en BIO (Trapman et al. 2008)



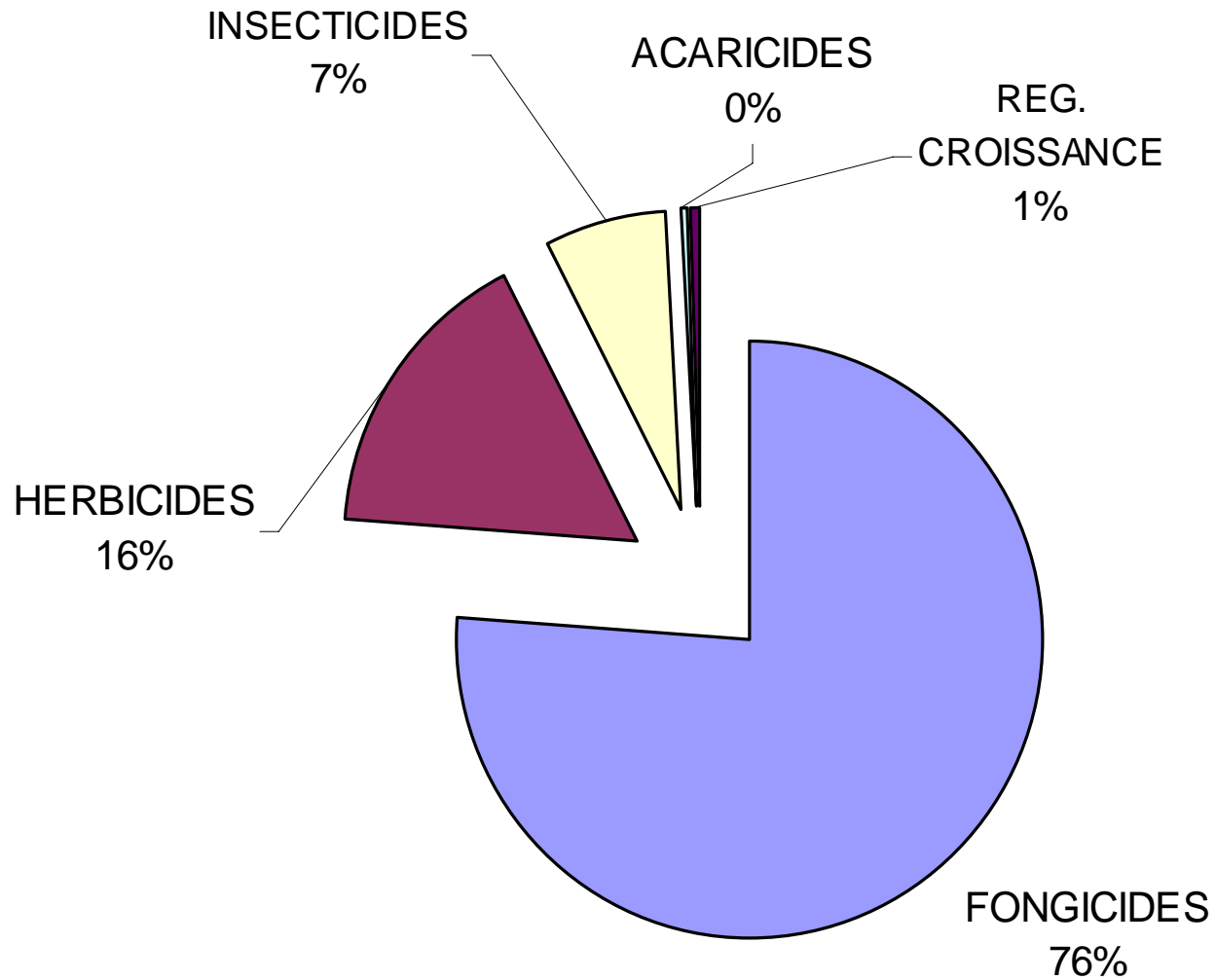
- La plupart = variétés commerciales très sensibles aux maladies
- Pauvre diversité génétique
- > 57 % des variétés sont issues du parent 'Golden Delicious'



Sensibilité variétale des variétés commerciales de pommes - Incidence sans protection fongicide - Année 2008



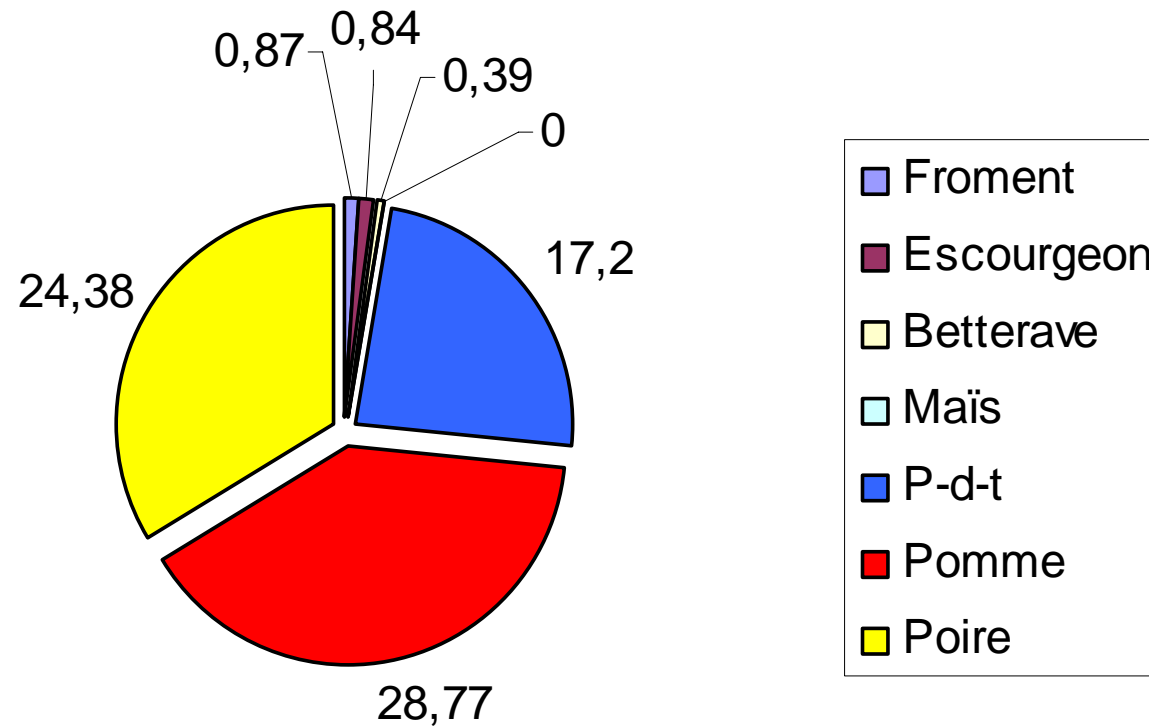
**Proportion des différents produits phytos utilisés en
Production Intégrée de pommes (Demeyere 1999)**



La culture commerciale de pommes est extrêmement dépendante des intrants : exemple LES FONGICIDES



Moyenne fongicides (kg m.a./ha) (Demeyere & de Turck 2002)



Sauvegarde et valorisation du patrimoine

Objectifs :

SAUVEGARDE - CONSERVATION

EVALUATION - CARACTERISATION

VALORISATION du patrimoine fruitier régional.



⇒ résistance maladies

⇒ caractères agronomiques

⇒ diversité génétique

= **BIODIVERSITE** des arbres fruitiers
à **SAUVEGARDER**

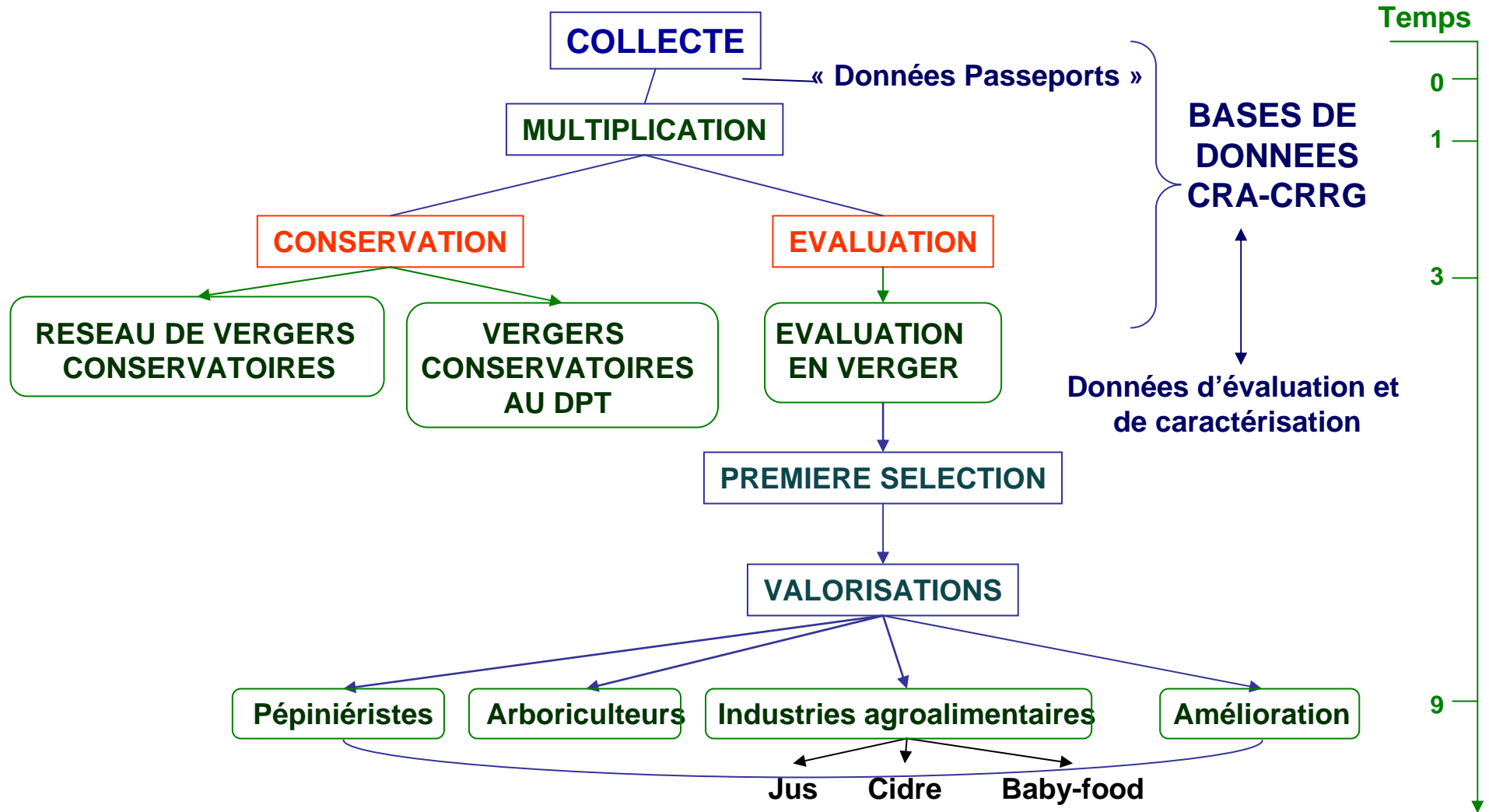
Echanges, partage et exploitation des informations sur les variétés locales

- Rassembler et harmoniser les données cumulées sur les variétés en collection pour optimiser les travaux de gestion et de valorisation des deux institutions.



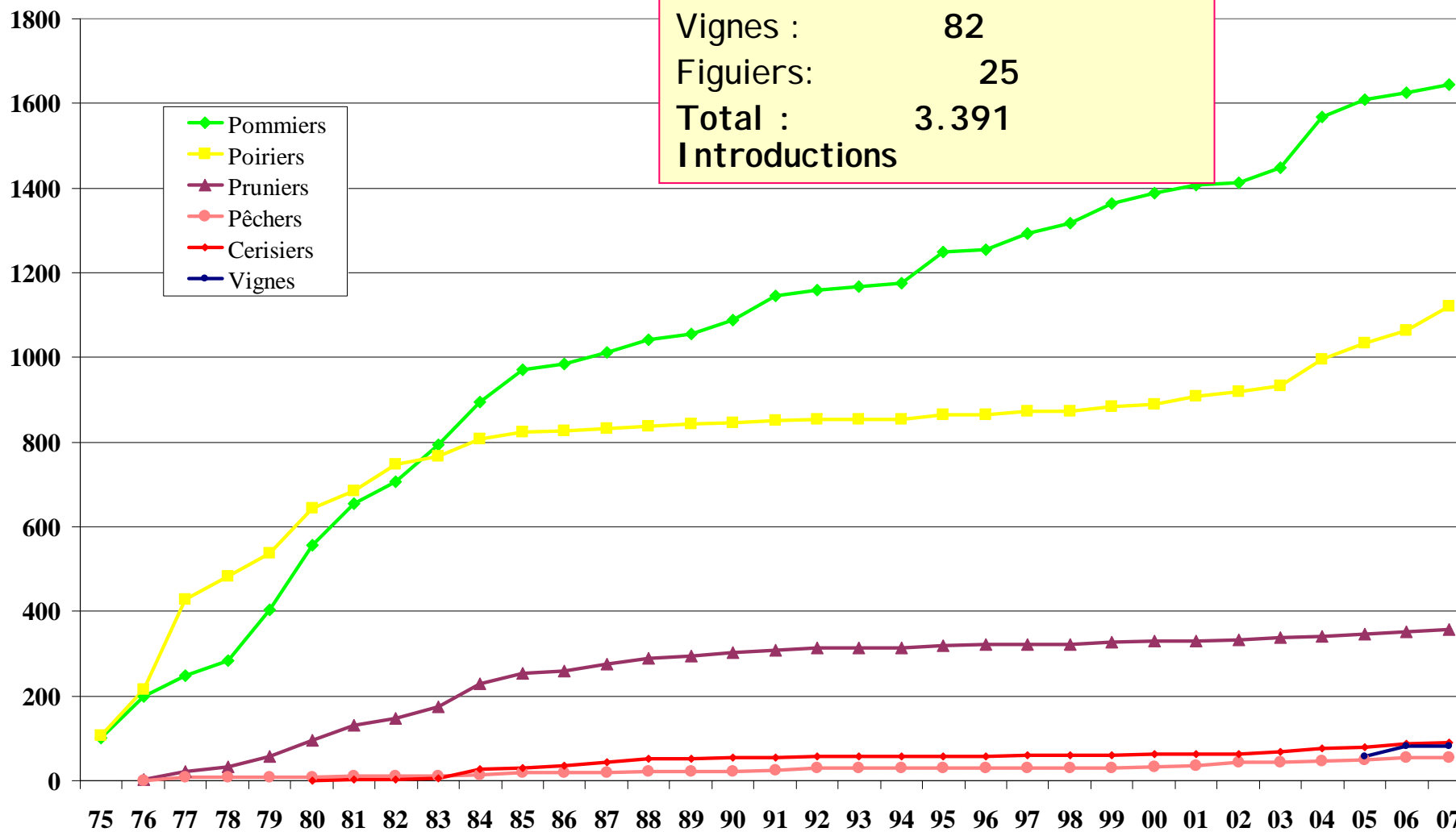
- Evaluation commune **dans des vergers non traités**, de la résistance aux maladies et des caractéristiques agronomiques des variétés

Laboratoire RGF: l'approche méthodologique



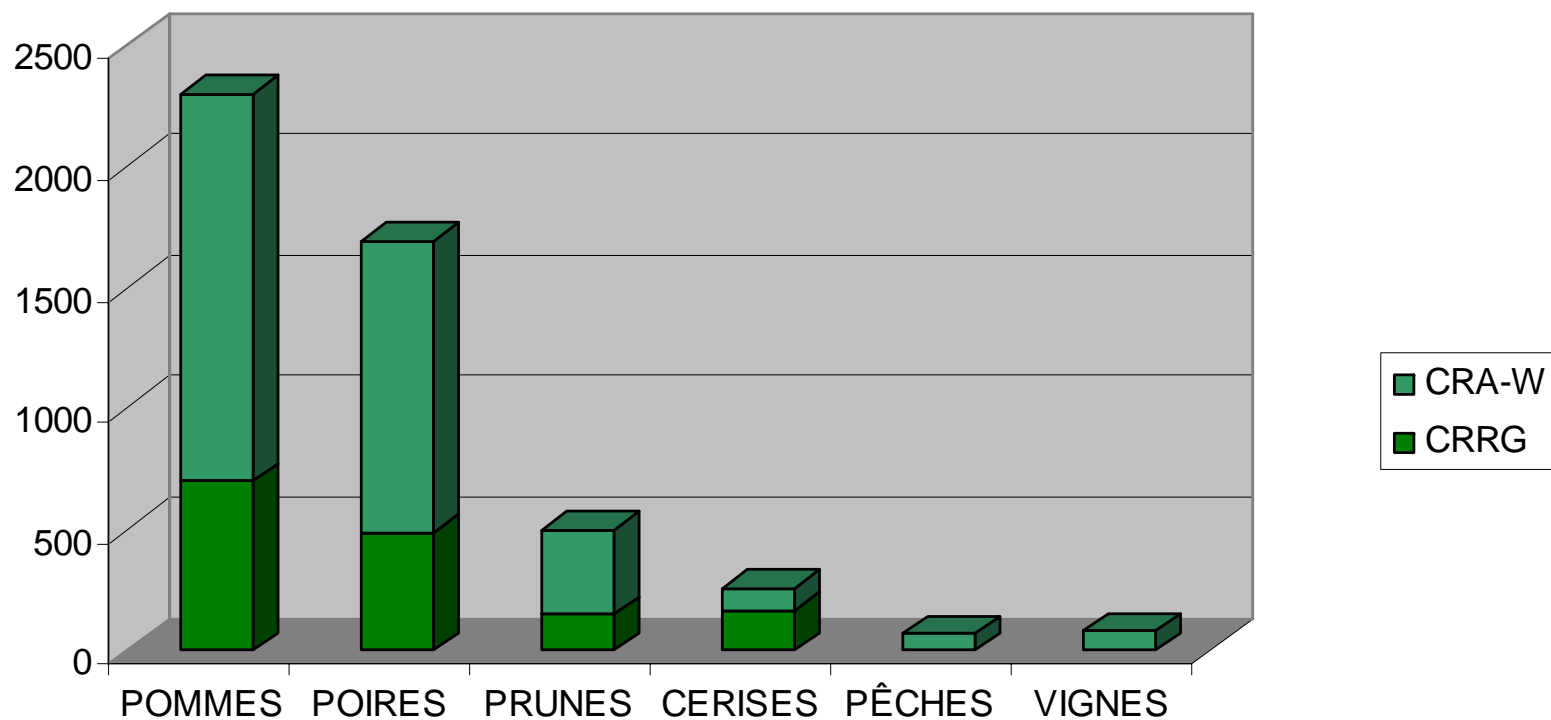
Evolution de la collection

Pommiers :	1.645
Poiriers :	1137
Pruniers :	356
Cerisiers :	90
Pêchers :	56
Vignes :	82
Figuiers :	25
Total :	3.391
Introductions	





Le patrimoine fruitier CRRG-CRA-W



Nombre d'accessions sauvegardées = 5500

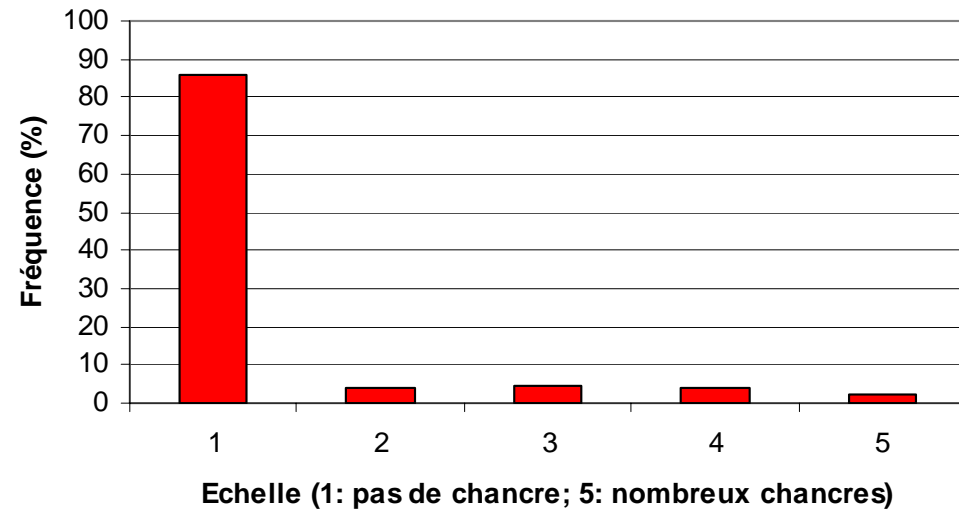
Exemples de diversité
de variétés
anciennes & sauvages





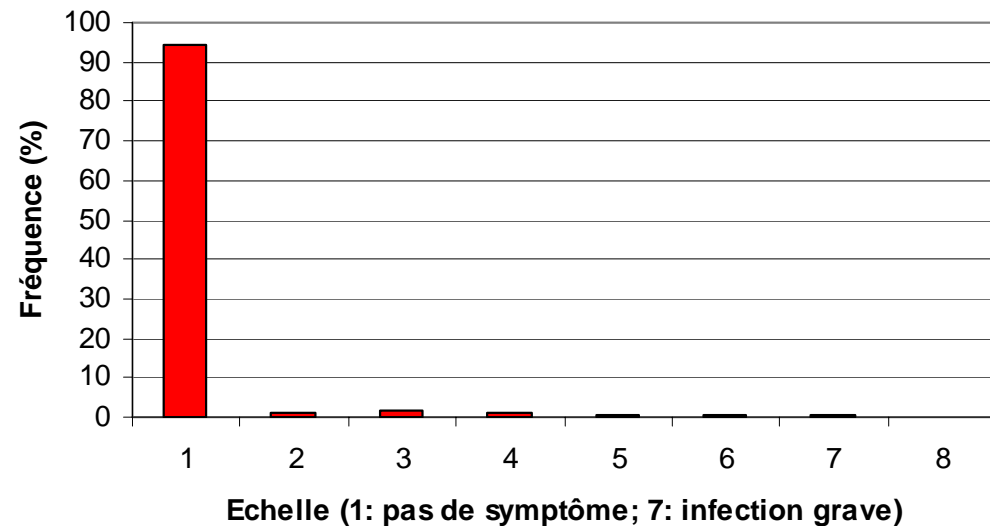
Malus sylvestris

Sources originales de résistance aux maladies

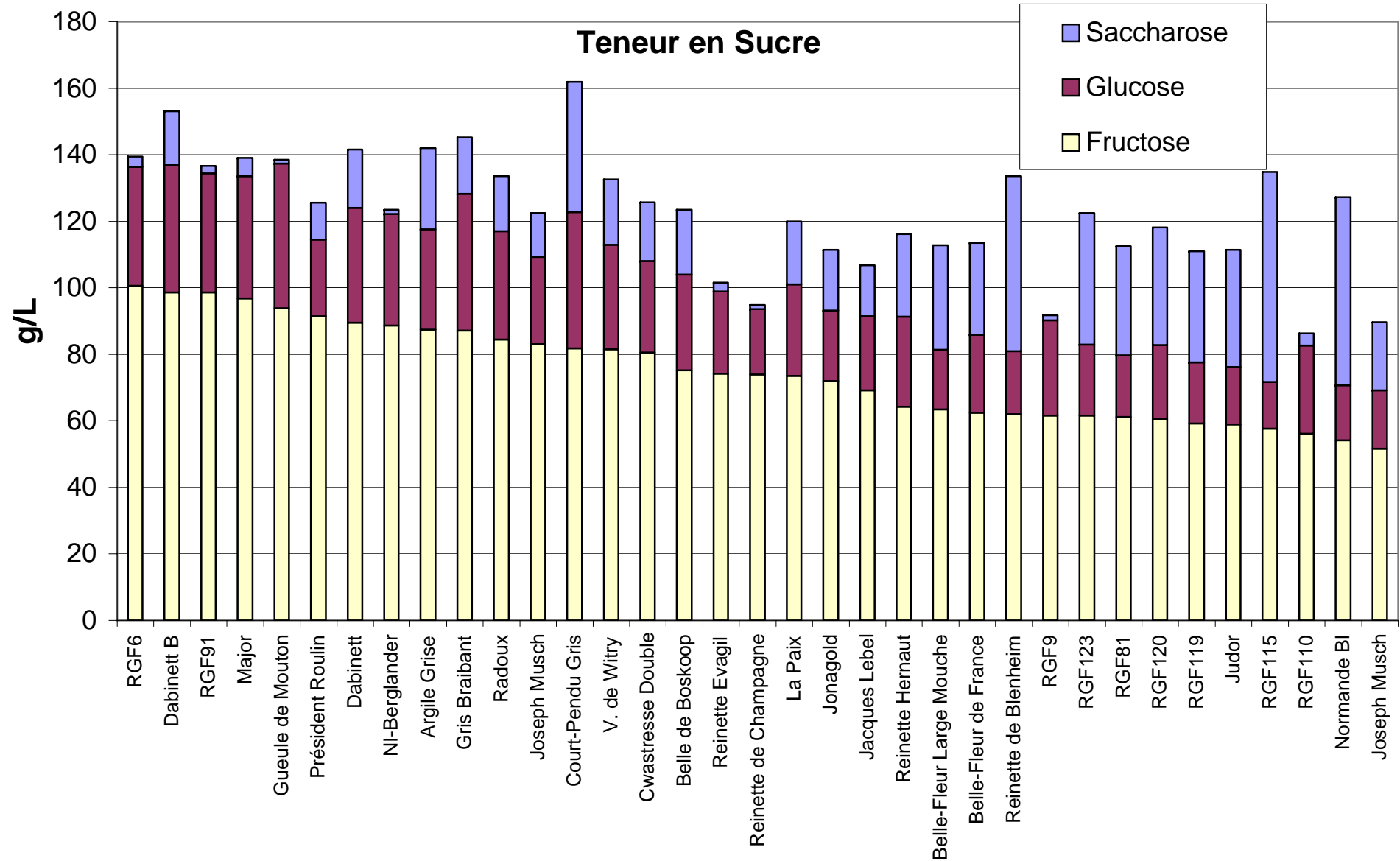


Chancre (n=182)

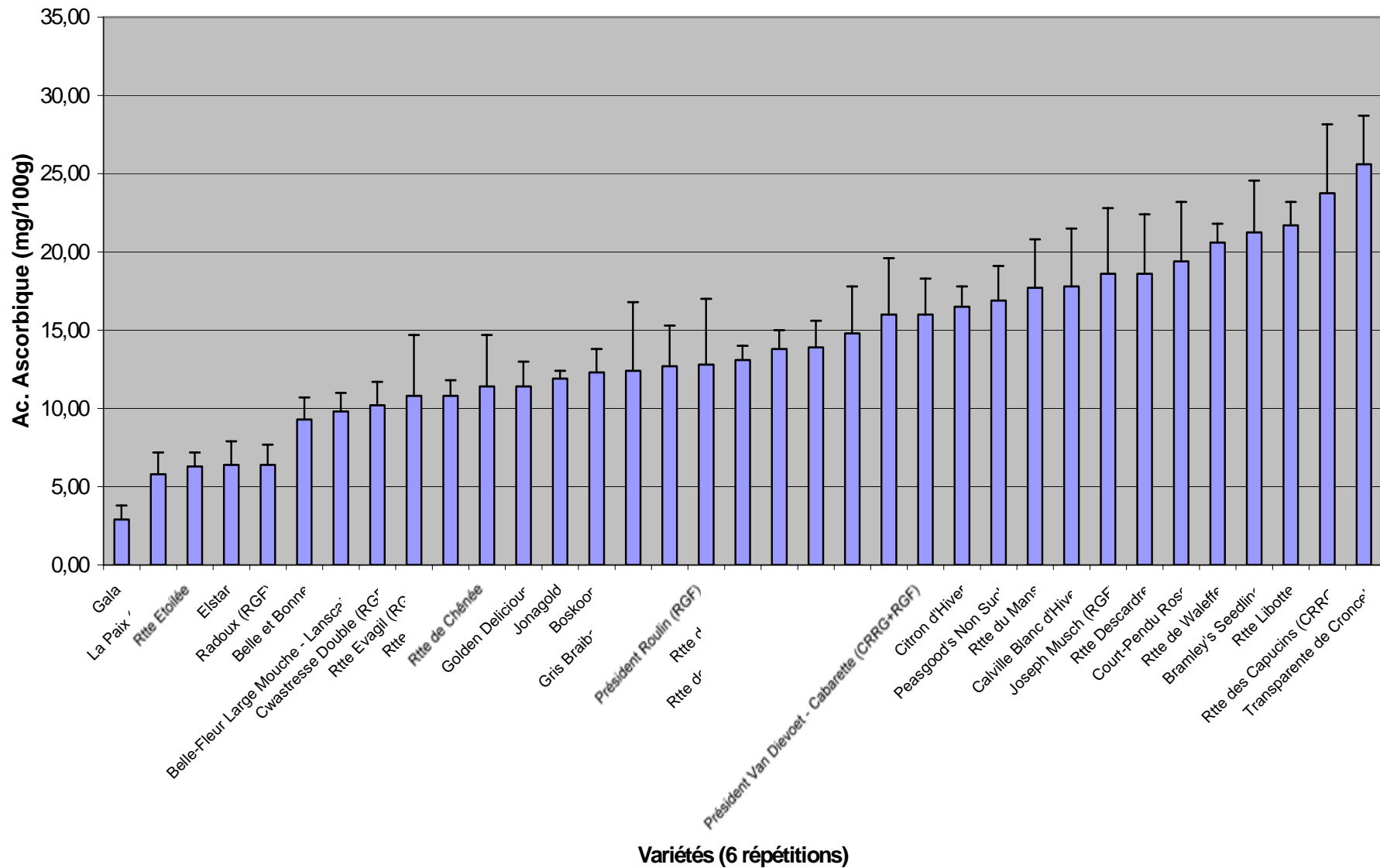
Oidium (n=174)



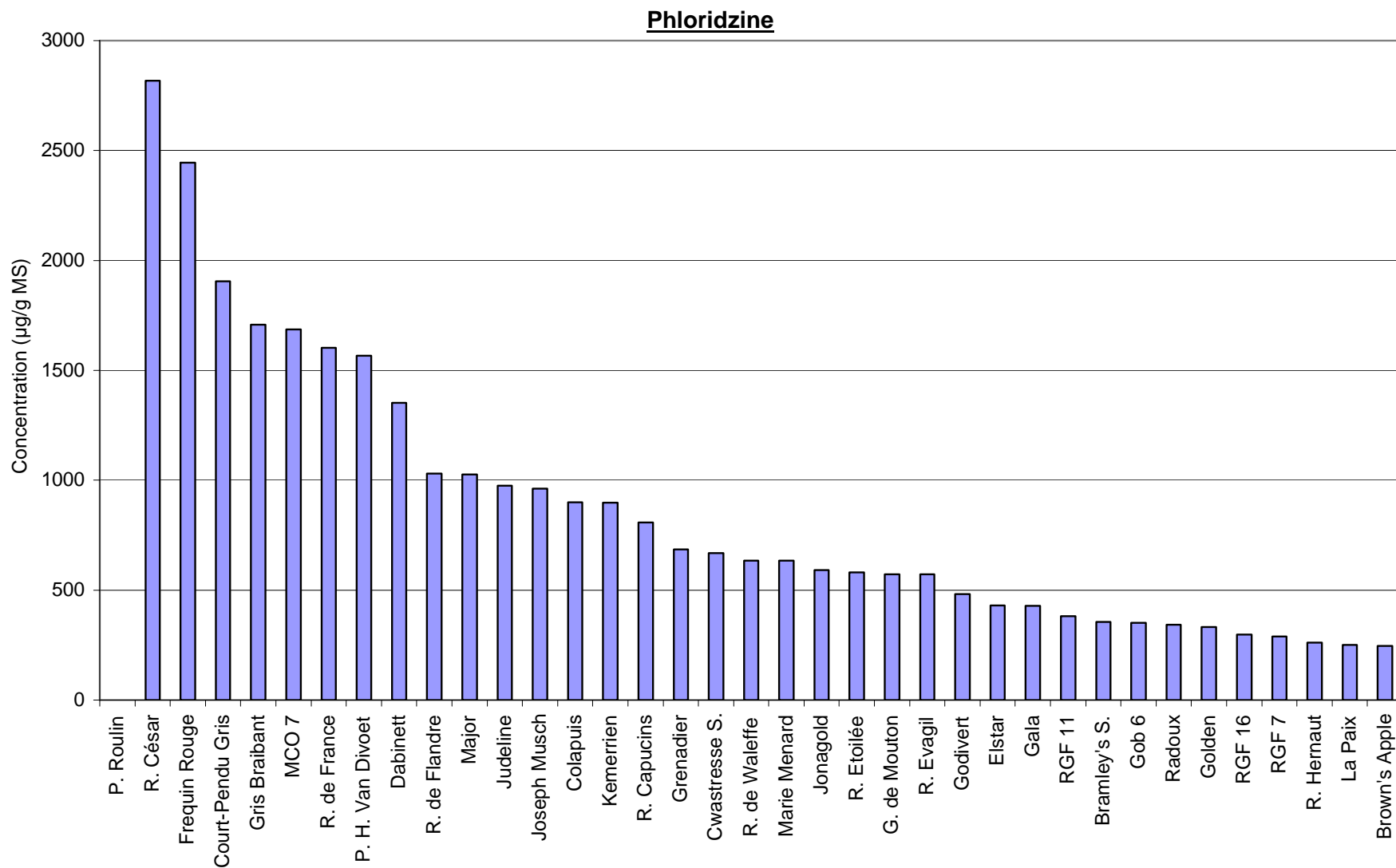
Analyse des différents Sucres



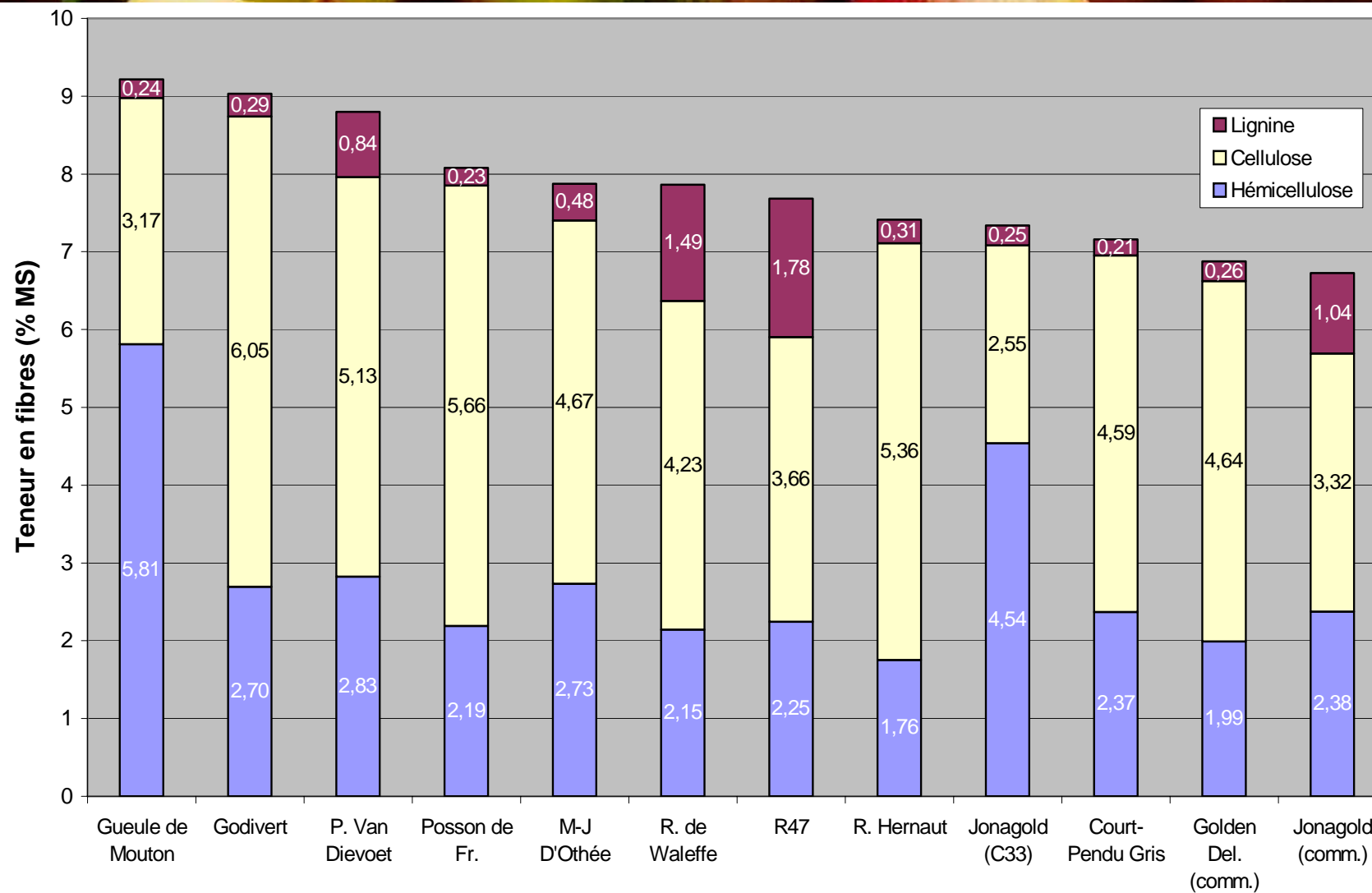
Analyse des teneurs en vit C



Exemple de teneur en un type de polyphénol



Analyse des teneurs en fibres



Valorisation des ressources génétiques régionales & amélioration du pommier

1. Création de nouvelles variétés commerciales de pommes dotées d'une résistance ou d'une tolérance aux maladies, durable, pour le renouvellement du marché + élargissement des bases génétiques
2. Accents sur l'originalité et la qualité gustative
3. Variétés adaptés aux cultures à faibles intrants (conduite aisée des arbres, frugalité, longue conservation naturelle)
4. Amélioration des qualités diététiques et nutritionnelles des fruits



TABLE 2
List of scab resistant sources; modified and updated from Williams and Kuc (1969)

Source of resistance	Type of resistance*	Gene name	Reference
<i>Malus atrosanguinea</i> 804			
- "three-type"	M	Allelic to <i>Vf</i>	Dayton and Williams, 1968
- "pit-type"	M	<i>Vm</i>	Dayton and Williams, 1970
<i>Malus micromalus</i> 245-38			
- "three-type"	M	Allelic to <i>Vf</i>	Dayton and Williams, 1968
- "pit-type"	M	<i>Vm</i>	Dayton and Williams, 1970
Hansen's baccata # 2	M	<i>Vb</i>	Dayton and Williams, 1968
<i>Malus baccata jackii</i>	M	<i>Vbj</i>	Dayton and Williams, 1968
<i>Malus floribunda</i> 821	M	<i>Vf</i>	Hough, 1944; Hough <i>et al.</i> , 1953; Dayton and Williams, 1968
<i>Malus pumila</i> R12740-7A	Complex		Dayton <i>et al.</i> , 1953
- from GMAL 1462	M	<i>Vr</i>	Bus <i>et al.</i> , 2005a
- race 2 differential	M	<i>Vh2</i>	Hemmat <i>et al.</i> , 2002
- race 4 differential	M	<i>Vh4 (Vx, Vr1)</i>	Boudichevskaia <i>et al.</i> , 2006
GMAL 2473	M	<i>Vr2</i>	Patocchi <i>et al.</i> , 2004
"Antonovka-type"			Williams and Kuc, 1969
- PI 172612	M	—	
- PI 172623 ("pit-type")	M	<i>Va</i>	Lespinasse <i>et al.</i> , 1989
- PI 172633 ("pit-type")	M	(<i>Va</i>)	
- PI 172632 ("three-type"; known as Schmidt's Antonovka) and its derivative TN10-8	P	—	Laurens <i>et al.</i> , 2004
- Antonovka 1 ¹ / ₂ lb and other Antonovka selections	P	VA	
- Freedom	—	—	Lamb <i>et al.</i> , 1985
<i>Malus prunifolia</i> 19651	M	Allelic to <i>Vf</i>	Shay <i>et al.</i> , 1953; Williams <i>et al.</i> , 1966
<i>Malus prunifolia microcarpa</i> 782-26 and Hansen's baccata #1	M	Allelic to <i>Vf</i>	Williams <i>et al.</i> , 1966
<i>Malus prunifolia xanthocarpa</i> 691-25, M.A. 4, M.A. 8, M.A. 16 and M.A. 1255	M	Allelic to <i>Vf</i>	Williams and Dayton, 1968
Jonsib crab	M	—	Dayton and Williams, 1968; Lespinasse <i>et al.</i> , 1989
Cathay crab	M	—	Dayton and Williams, 1968
<i>Malus sargentii</i> 843, <i>Malus sieboldii</i> 2972-22, <i>Malus toringo</i> 852, <i>Malus ringo</i> 840	P	—	Williams and Kuc, 1969
<i>Malus zumi calocarpa</i>	P	—	Shay <i>et al.</i> , 1953
Discovery	P	—	Liebhard <i>et al.</i> , 2003; Laurens <i>et al.</i> , 2004; Calenge <i>et al.</i> , 2004
Golden Delicious	M (race 7)	<i>Vg</i>	Bénaouf and Parisi, 2000
Durello di Forlì	P M (race 6)	<i>Vd</i>	Sansavini <i>et al.</i> , 2000; Tartarini <i>et al.</i> , 2004
Dulmener Rosenapfel, Colapuis, Ruban, Z190, Lombarts Calville, Alkmene, Firiki and President Roulin	P	—	Laurens <i>et al.</i> , 2004

*M = Monogenic; P = Polygenic.



Nouvelles formes de résistances issues des anciennes variétés

Principales composantes de la résistance partielle \Leftrightarrow Epidémiologie

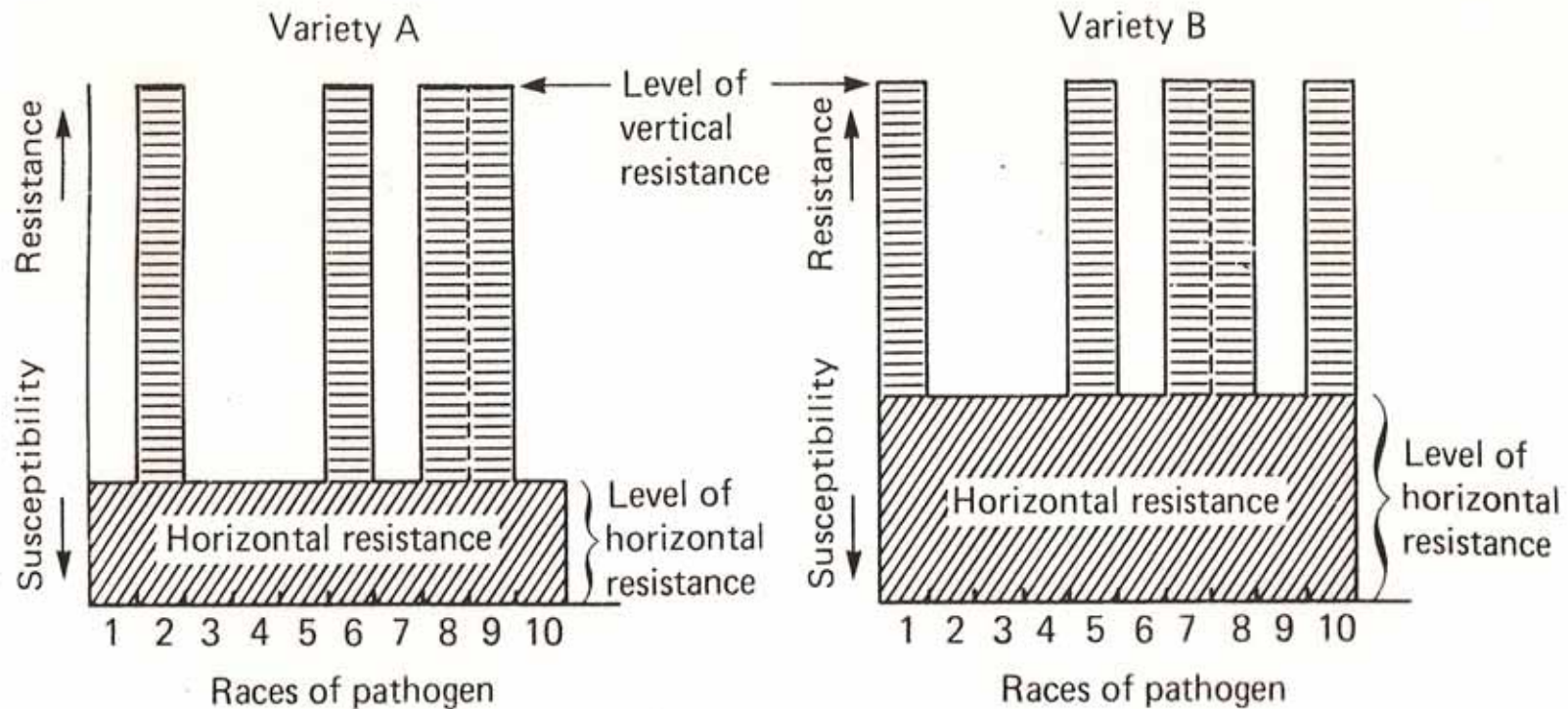
1. (« Fausse résistance » = capacité d'échapper aux infections : phénologie)
2. \downarrow Fréquence d'infection = Nbre lésions/ Spore
3. \uparrow Période de latence = Tps entre Infection - Sporulation
4. \downarrow Vitesse de croissance des lésions \Rightarrow \downarrow surface lésions
5. \downarrow Production de spores par unité de surface
6. \downarrow Période infectieuse = période où les lésions sporulent
7. \uparrow Résistance ontogénique = liée à l'âge de l'organe réceptif.

Stratégie



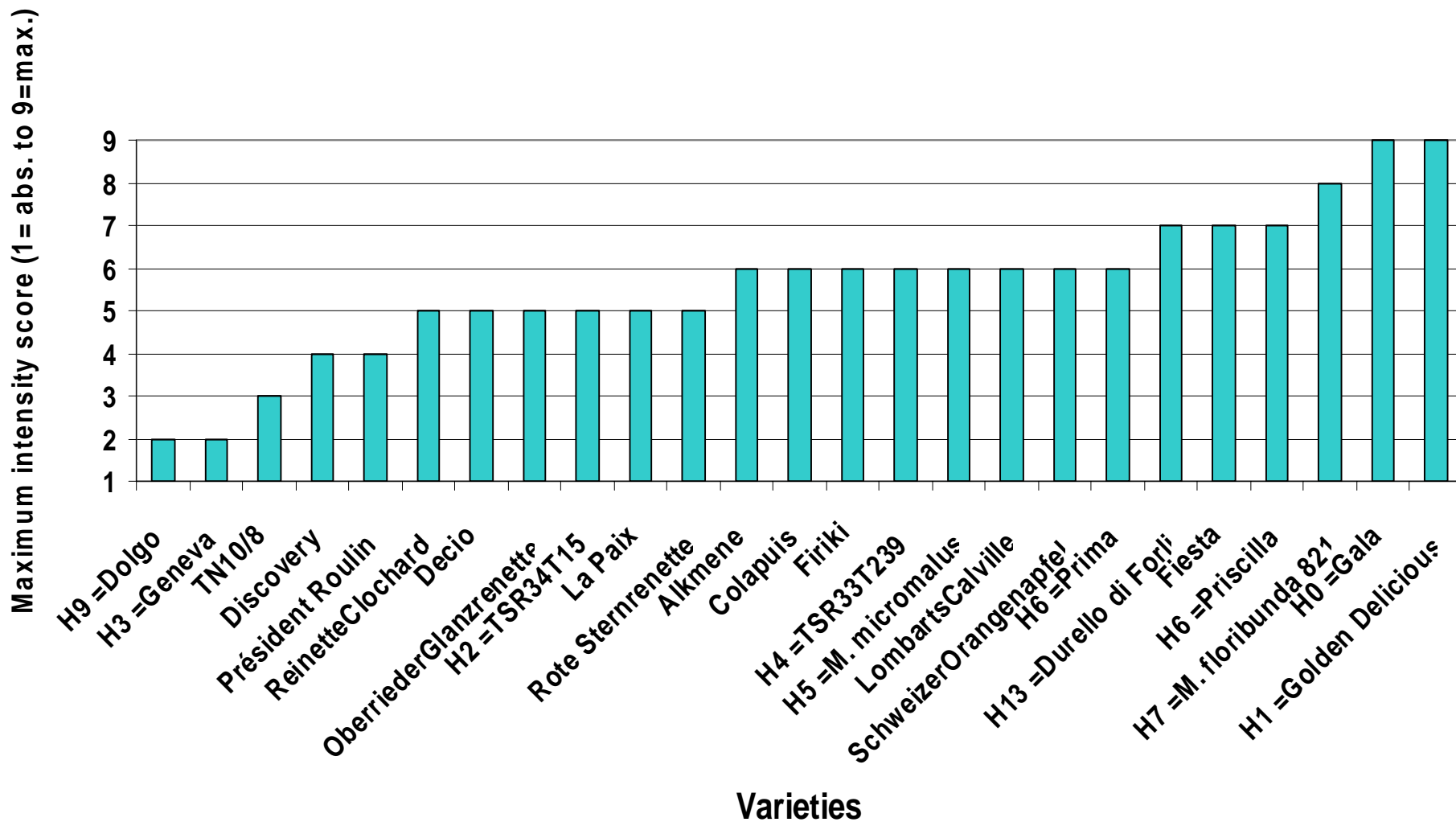
- **Accumulation de différents** composantes de résistances en utilisant les ressources génétiques porteuses de mécanismes complexes de résistance aux maladies (exemple Vf + R polygénique)
- Intérêt d'utiliser la résistance de type **polygénique** pour une résistance durable et application d'un schéma de sélection adapté à la résistance quantitative.
- **MAIS** aussi **COMBINAISON** de tous les caractères agronomiques et **COMMERCIAUX**

Augmentation du niveau de résistance 'Horizontale'



Levels of horizontal and vertical resistance of two plant varieties toward ten races of a pathogen. (After Vanderplank, 1984).

Grande diversité de souches de tavelure grâce aux parcelles sans traitement

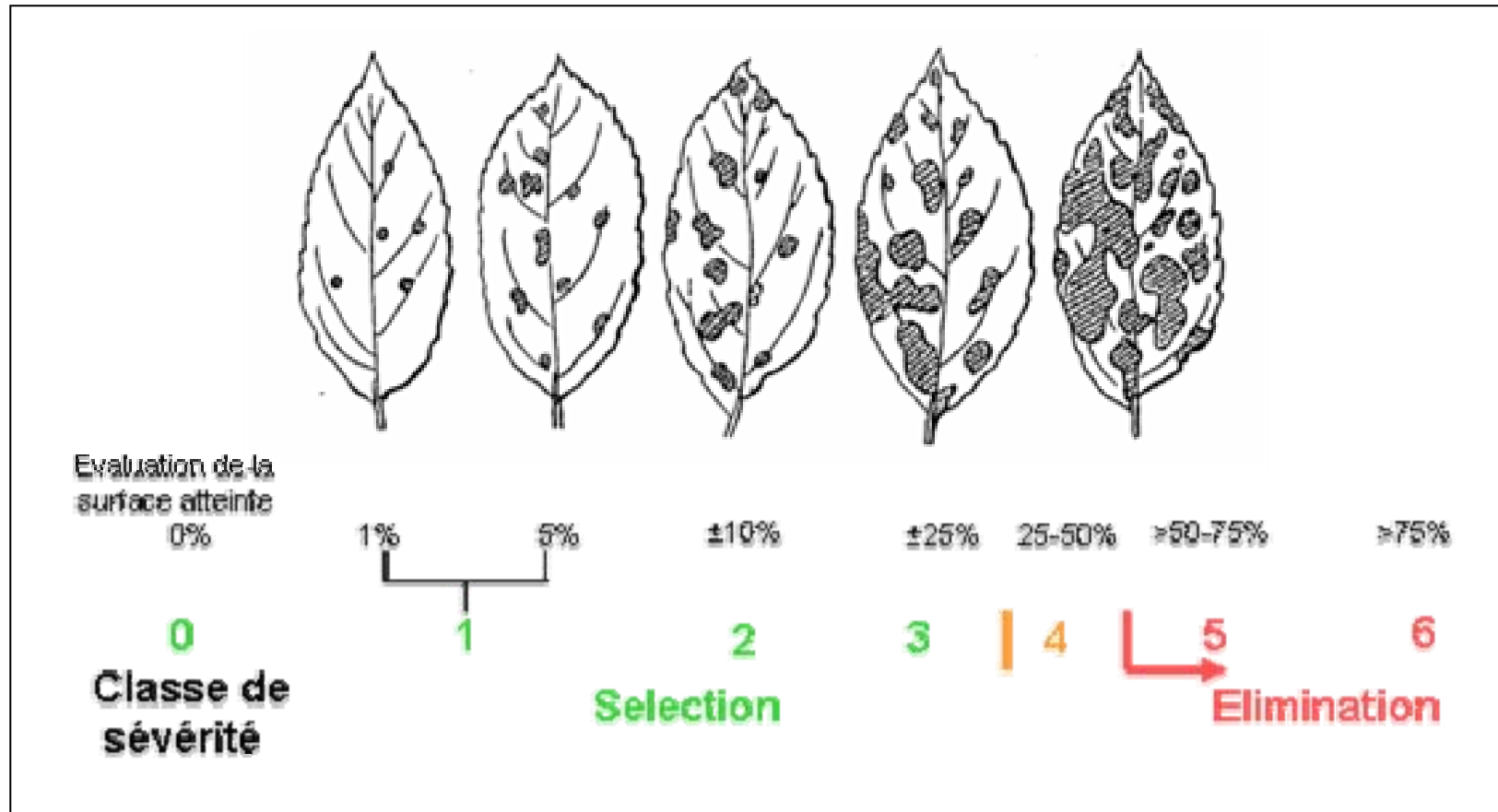


Recherche de nouvelles sources de résistance : test de descendance

Réalisation des croisements contrôlés



Test de descendance : échelles quantitatives



Méthodes

- **Diversité de souches d'inoculum** : différentes origines belges mélangées

+ inoculation de contrôle avec les races 6+7

- **Standardisation des dose d'inoculum:**

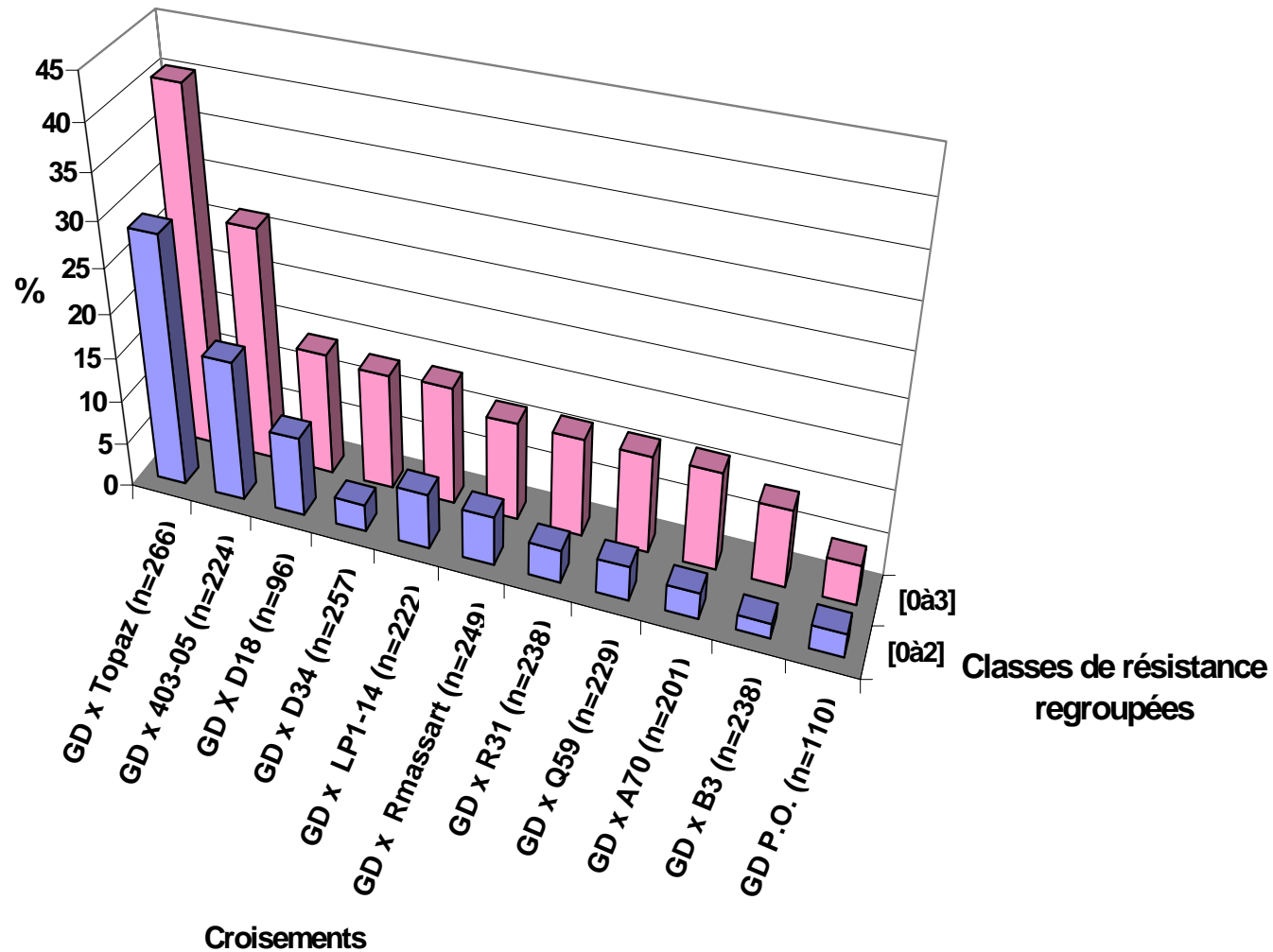
Vf = $3 \cdot 10^5$ conidies viables/ml

Polyg = $1,5 \cdot 10^5$ conidies viables/ml

- **Standardisation de l'inoculation** : banc d'inoculation expérimental conçu au Département => INOCULATIONS QUANTITATIVES.

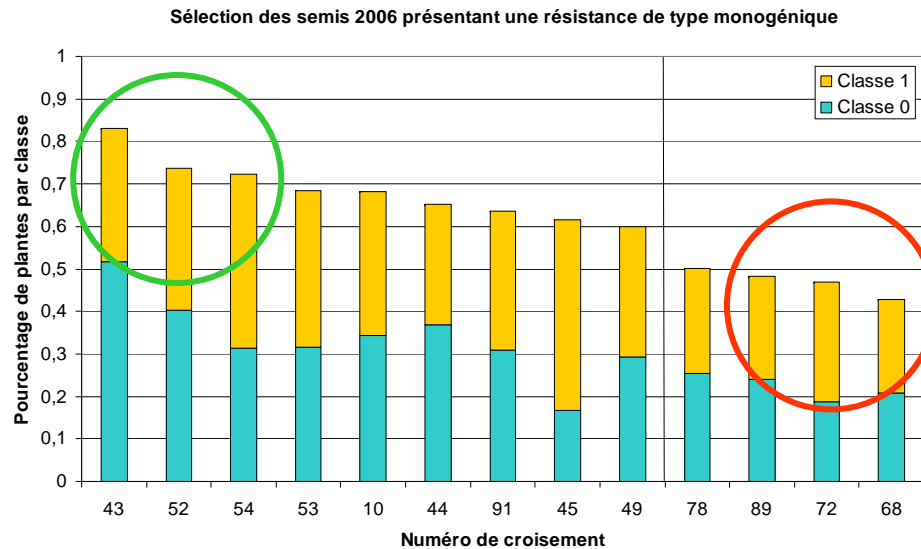


Test de descendance : résultats



Test de descendance : résultats

Croisements 'Vf'



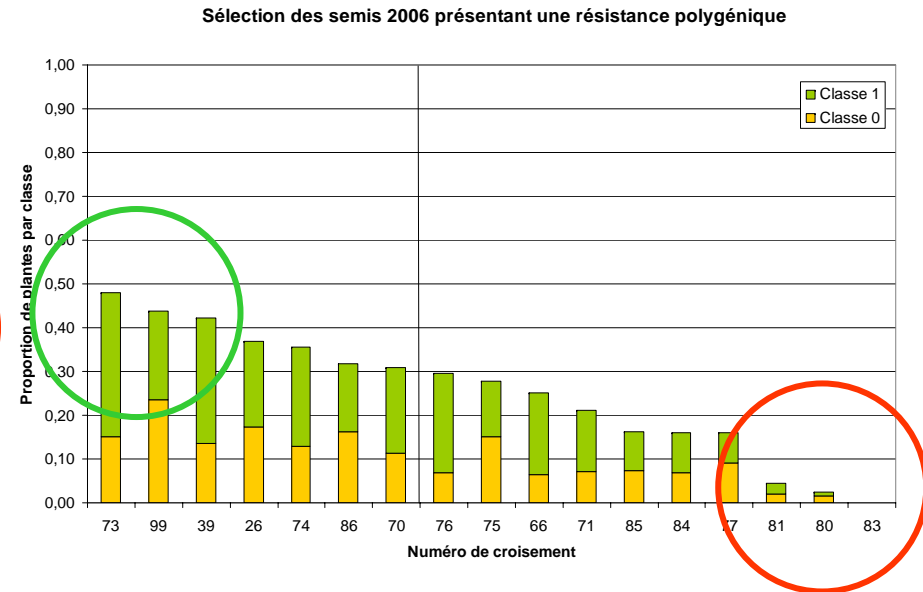
« Bons » croisements :

43 : Topaz x AS75
 52 : Zvatava x AS75
 54 : Zvatava x AB53

Croisements inintéressants :

68 : Delblush x AG94
 72 : Delblush x AB53
 89 : Pilot x BG65

Croisements 'Polygéniques'



« Bons » croisements :

73 : Delblush x G. Hegmans
 99 : Rubinstep x ? (PO)
 54 : Rubinstep x AG64

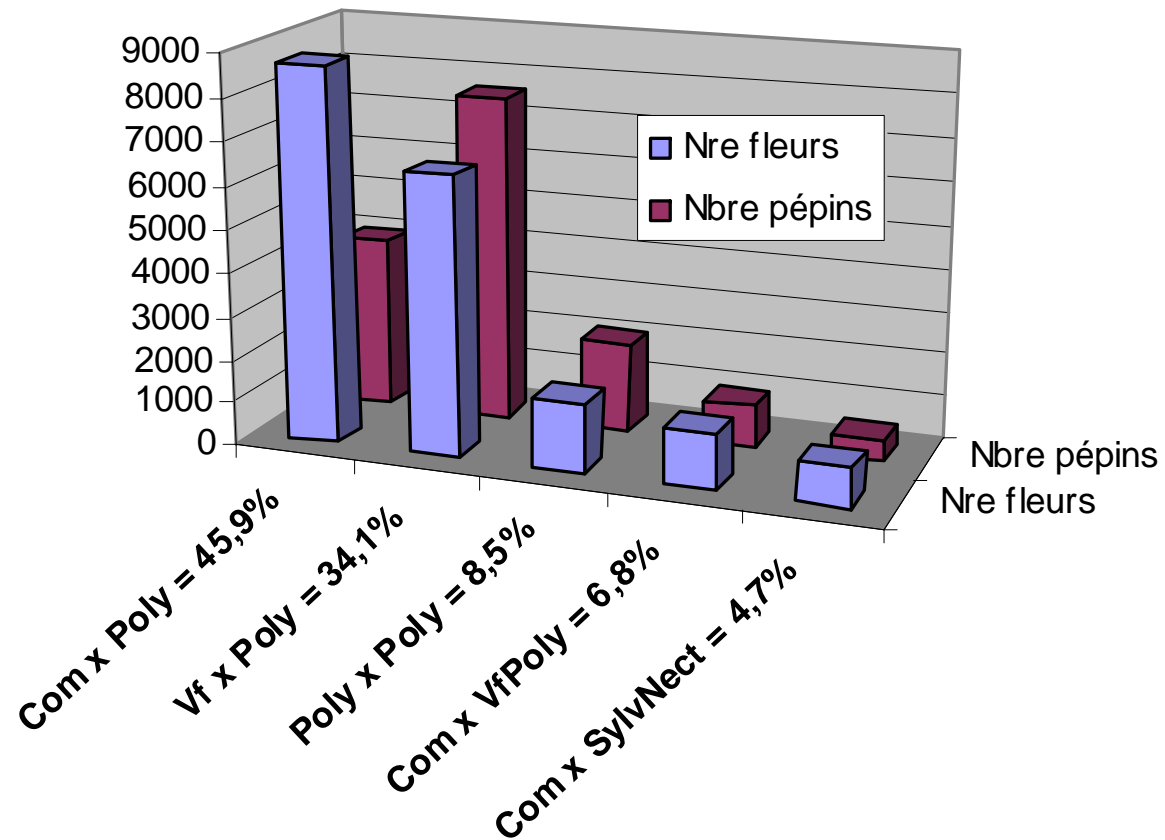
Croisements inintéressants :

81 : Caméo x B&B
 80 : Caméo x PVDV
 83 : Greenstar x AG64

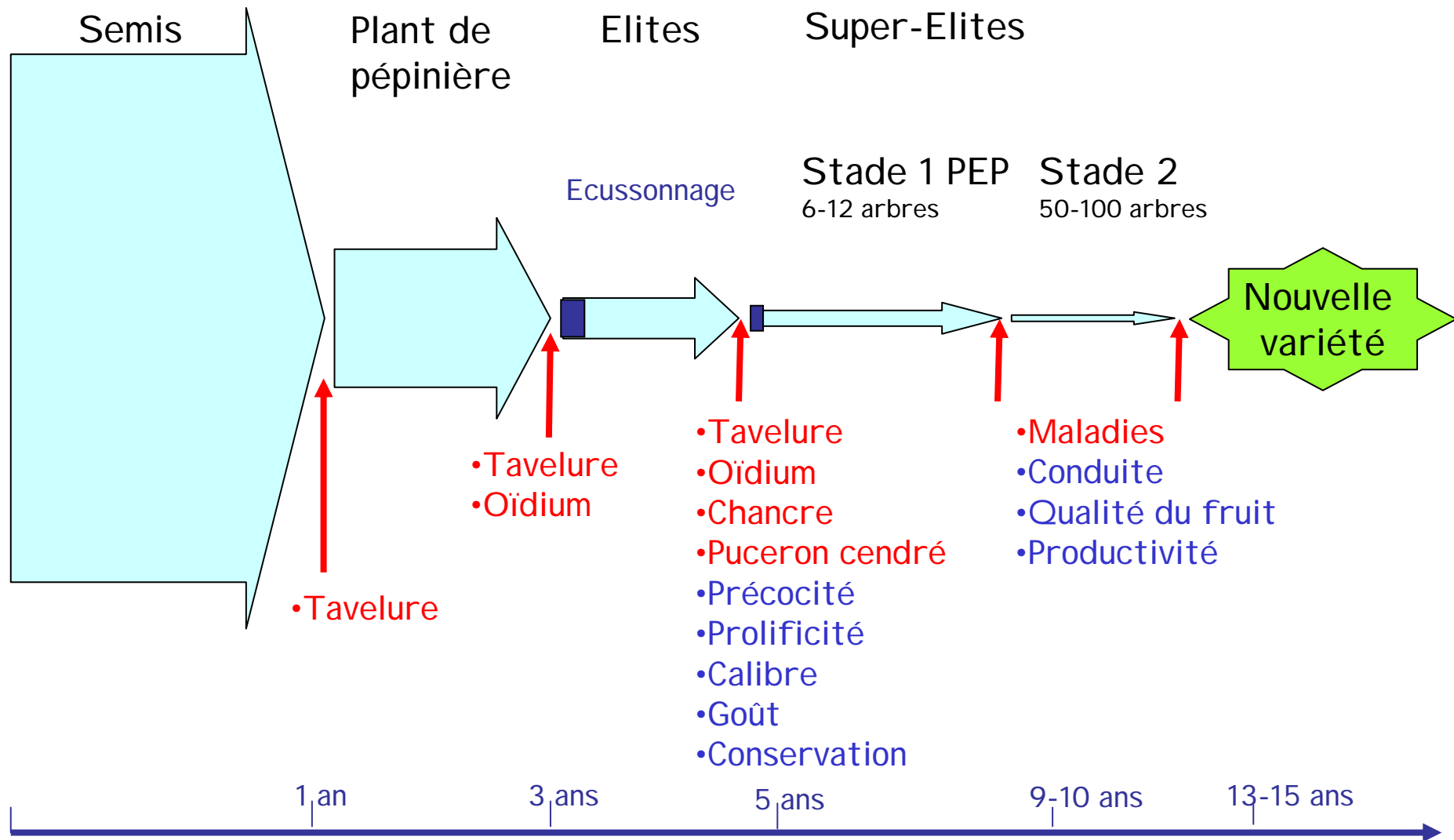
Stratégies de croisements

Stratégie Croisements 2008

(Nre de croisements = 74; Nre de Fleurs = 19.000 ; Nre Pépins = 15.100)



Méthodologie générale de sélection



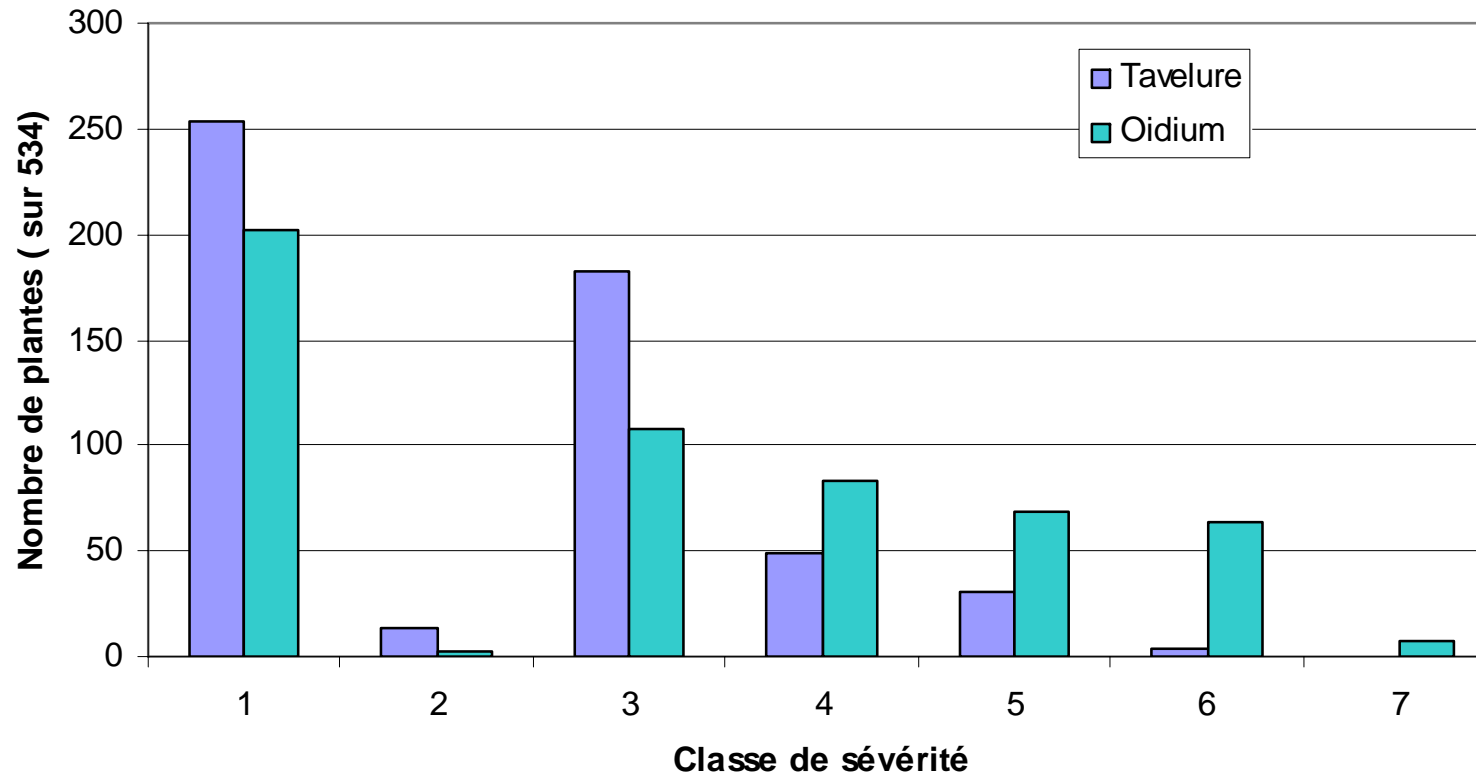
Poursuite de l'évaluation en pépinière des plantes sélectionnées après test d'inoculation tavelure

Conduite des plantules sur propres racines SANS AUCUN TRAITEMENT



Résultats des évaluations en pépinière

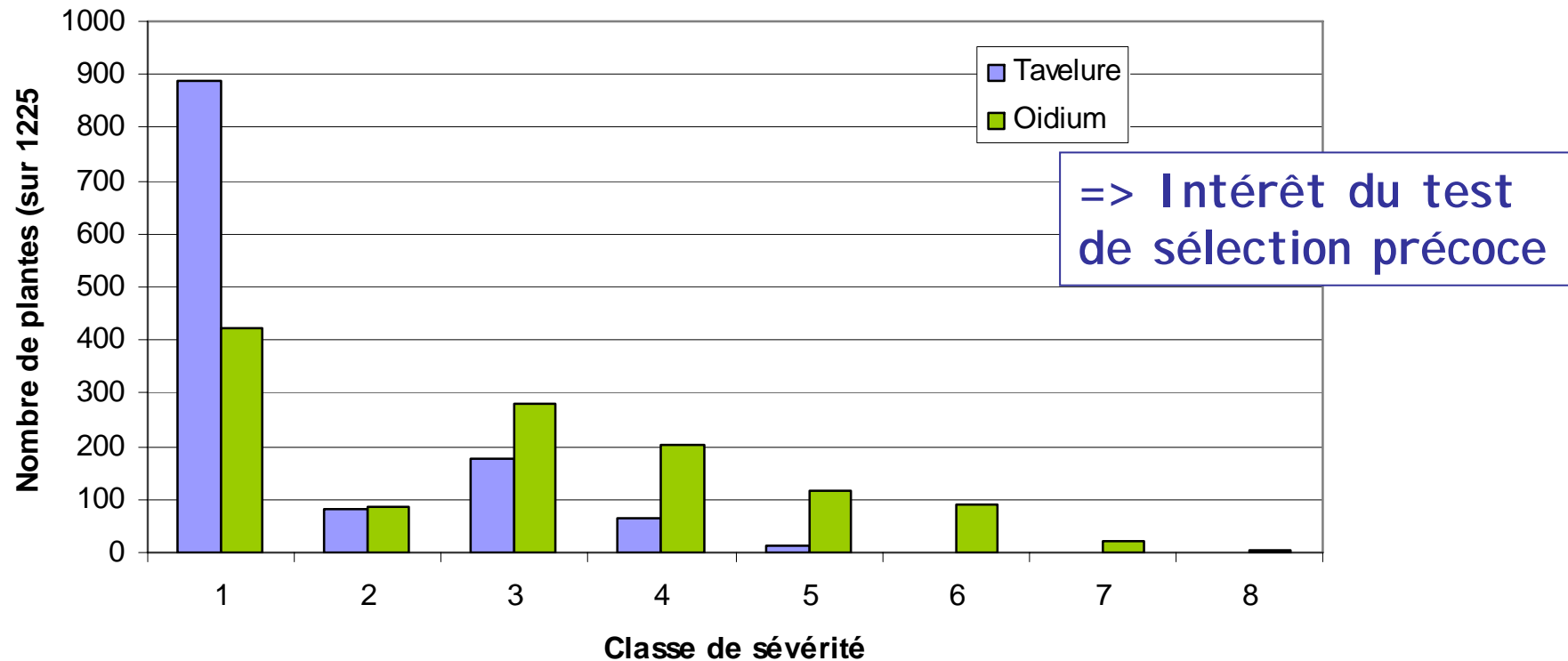
Evaluation de la sensibilité à la tavelure et à l'oidium des plantes de la pépinière AM



=> Intérêt du test de sélection précoce

Validation du test de sélection précoce : résultats en pépinières

Evaluation de la sensibilité aux maladies des plantes de la pépinière de Biotechno



Evaluation des 1639 plantes transplantées, 1225 évaluées

978 Elites sélectionnées après une 2nde année d'évaluation

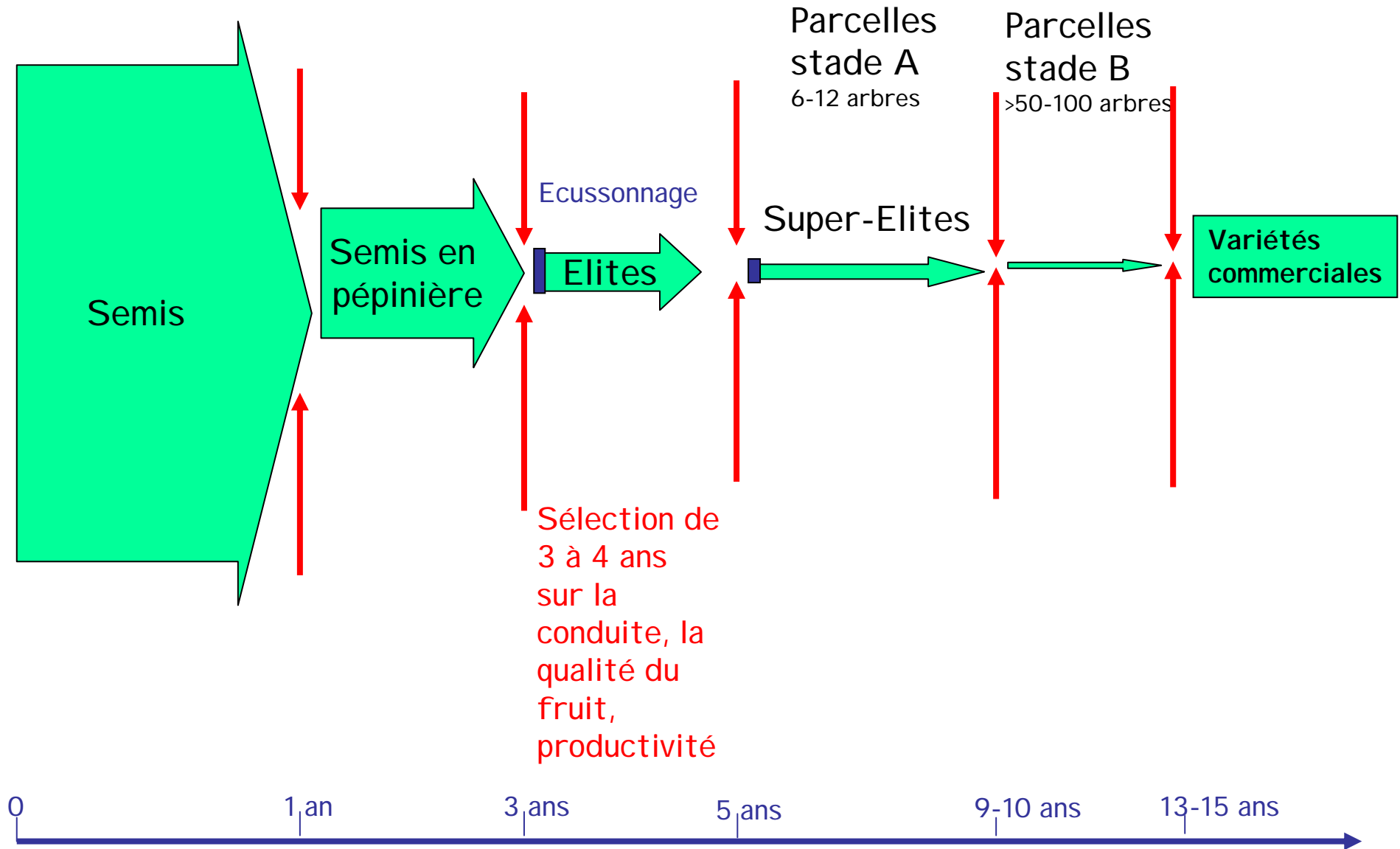
Sélection en Verger d'Elites s/M 9: 1 arbre/N° Sans fongicide



1m x 3 m

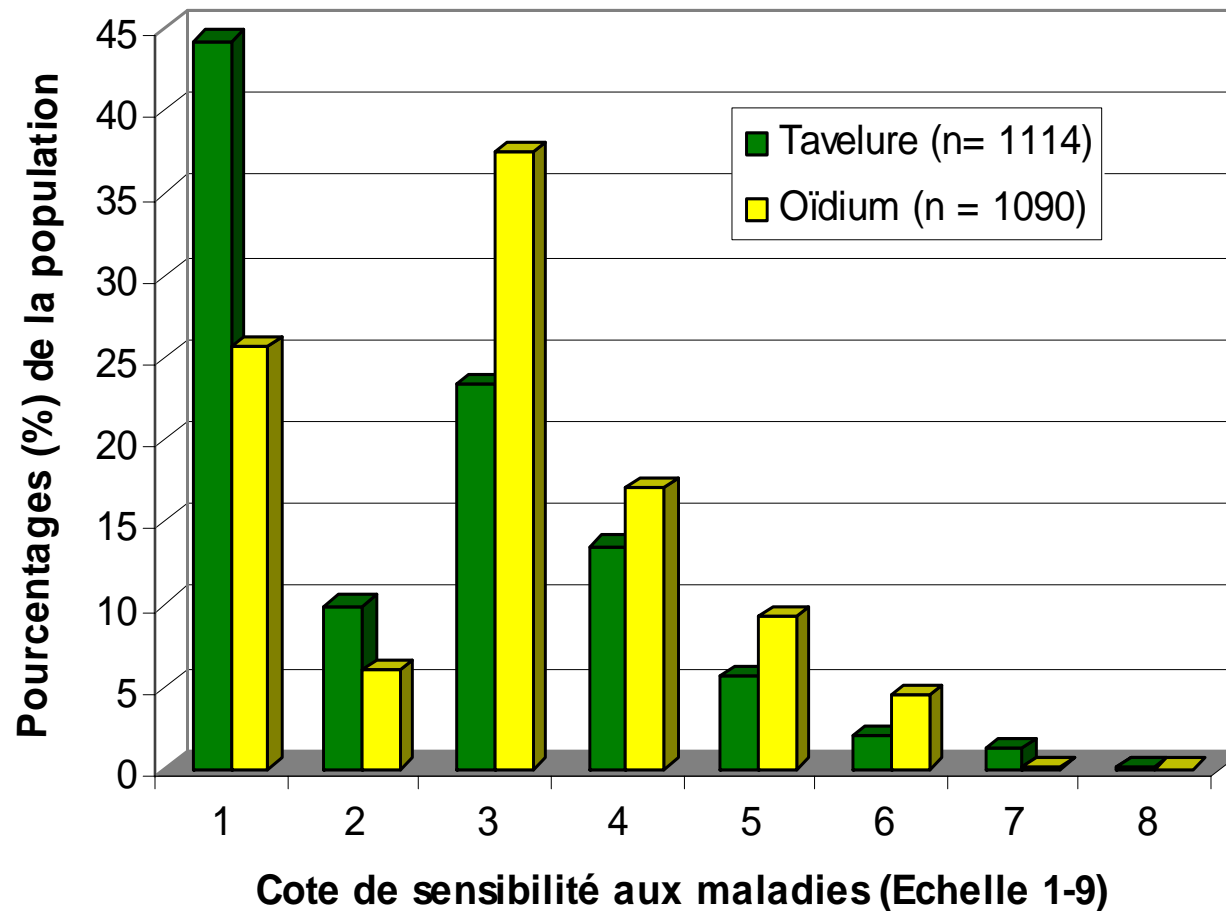
- Evaluation sur **1471 hybrides Elites** (3180->1168)
 - Evaluation maladies
 - Evaluation mise à fruit
- Suivi et lutte appropriée suivant les cas pour:
 - Anthonome
 - Hoplocampe
 - Phyllobius

Méthodologie

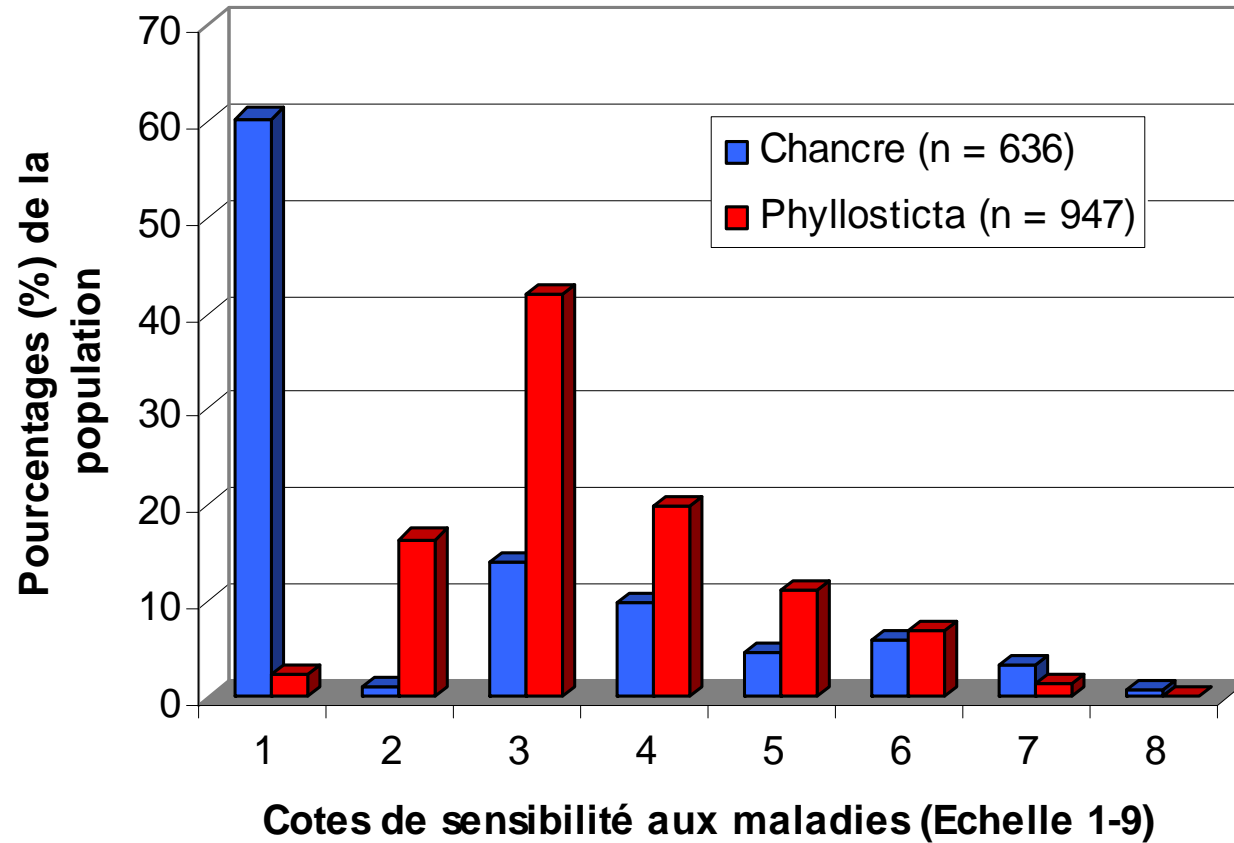


Validation du test de sélection précoce : résultats en vergers

Sélection finale des "élites" greffés sur M9 pour leur résistance à la tavelure et à l'oïdium - Année 2006 (Sans aucune protection)



Sélection finale des "élites" greffés sur M9 pour leur résistance au chancre à *Nectria* et au *Phyllosticta* - Année 2006 (Sans aucune protection)



Anthracnose sur fruit

Sélection de variétés nouvelles adaptées à la Production Biologique

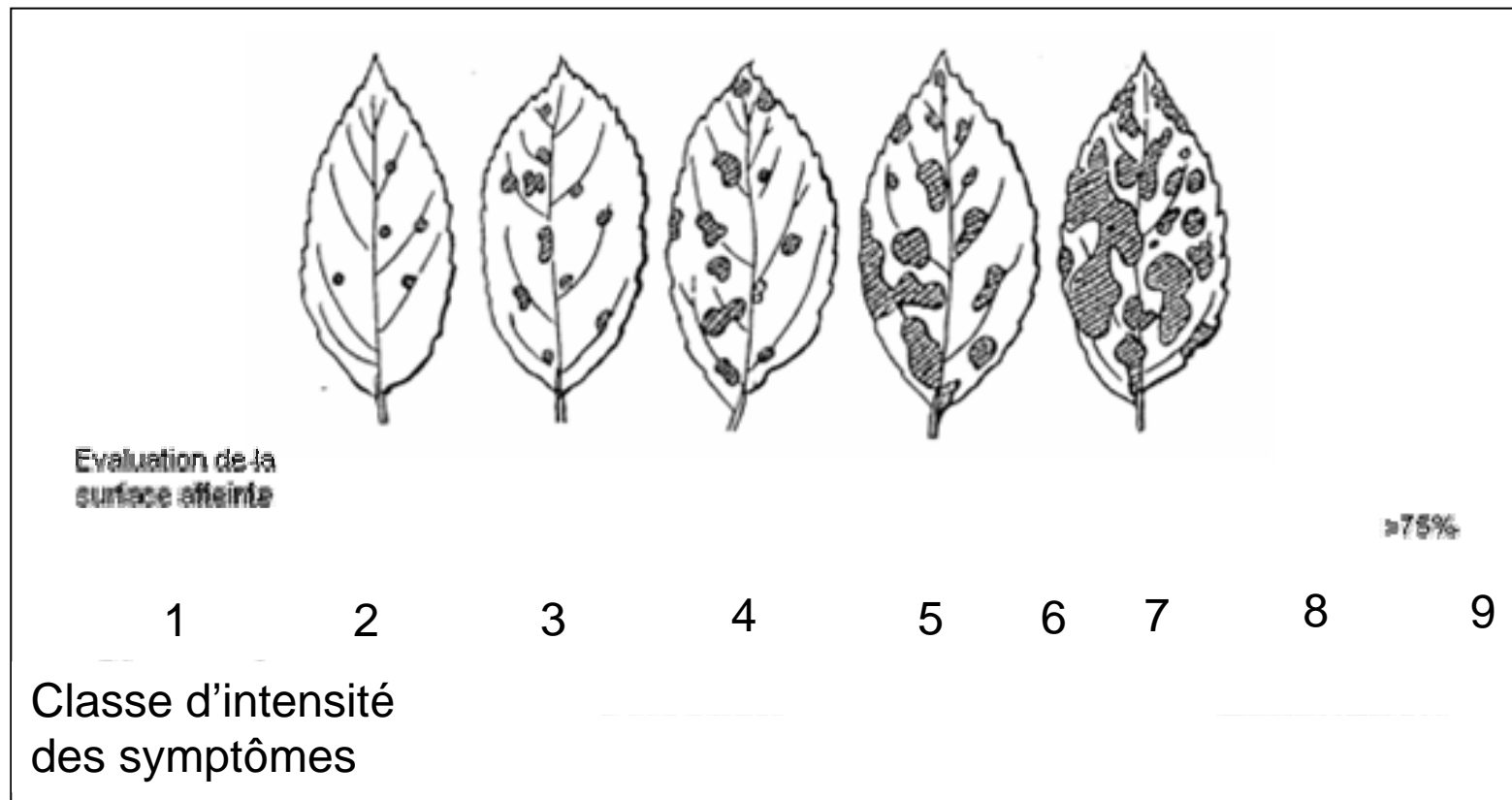
Plus de 100 variétés dont les 2/3 issues de nos travaux



6 arbres/variété,
SPG = M9 , 3.5x 1.5 m

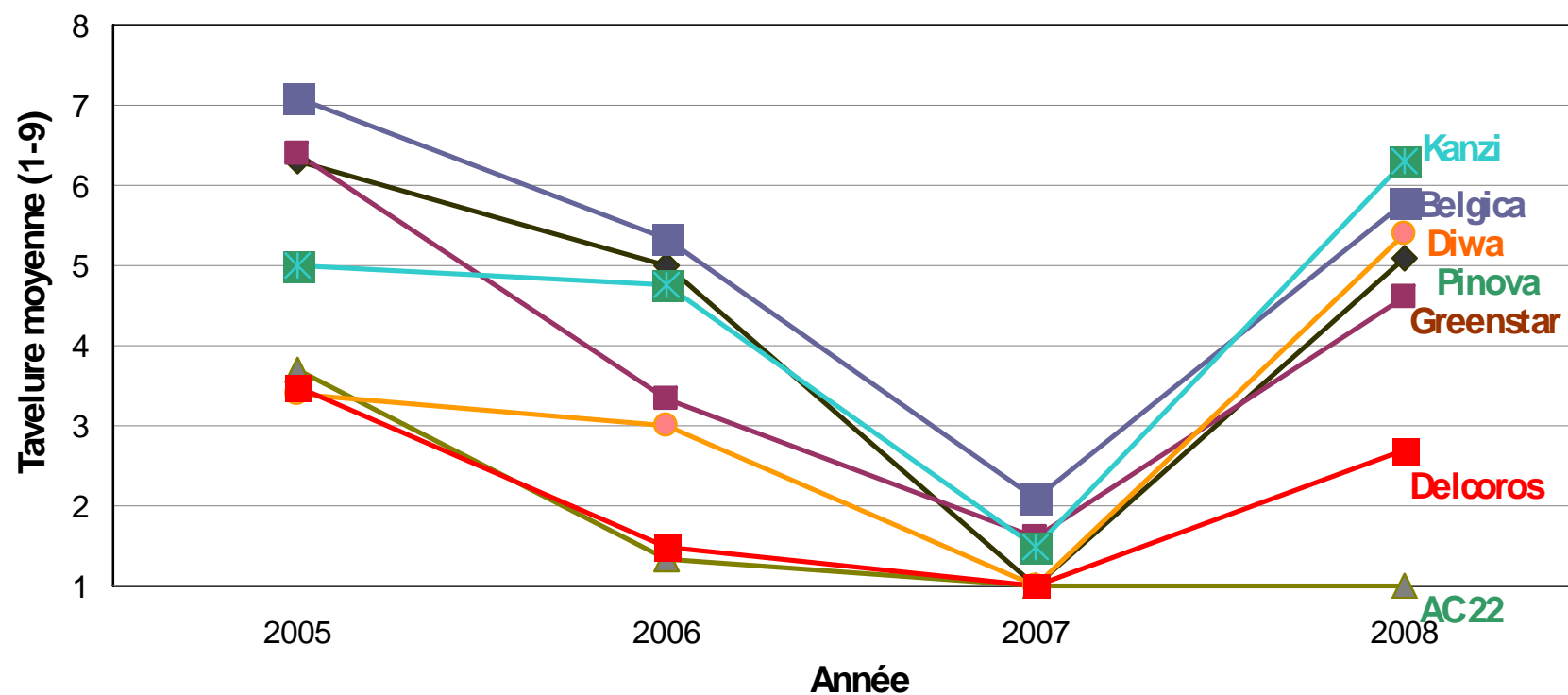
Plantations: 2004, 2005 & 2007

Echelle quantitative et exponentielle d'évaluation de l'intensité des symptômes de tavelure



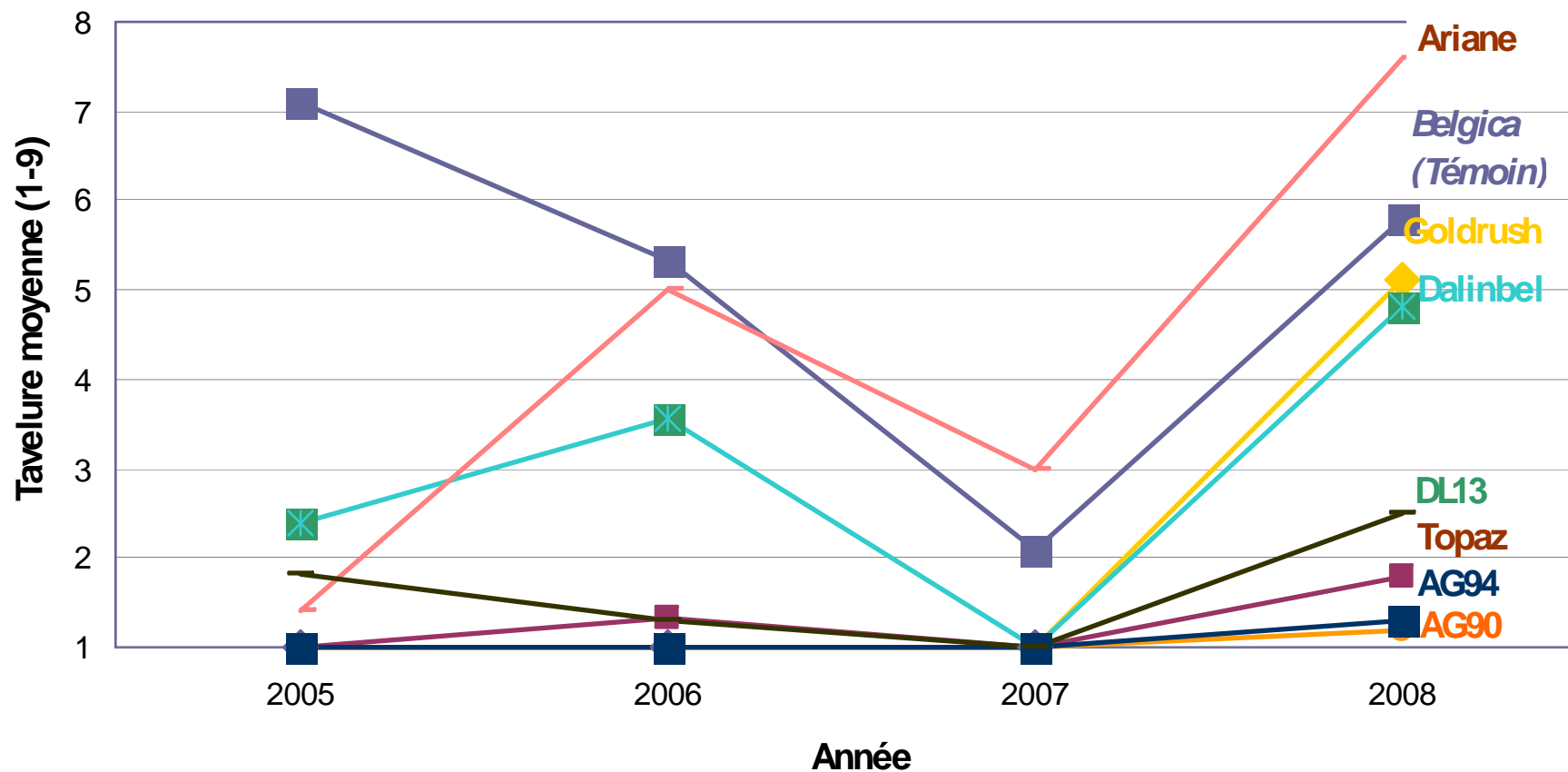
Evolution de la résistance à la tavelure - Parcelle BIO

Evolution de la tavelure sur feuille - variétés sensibles non-Vf



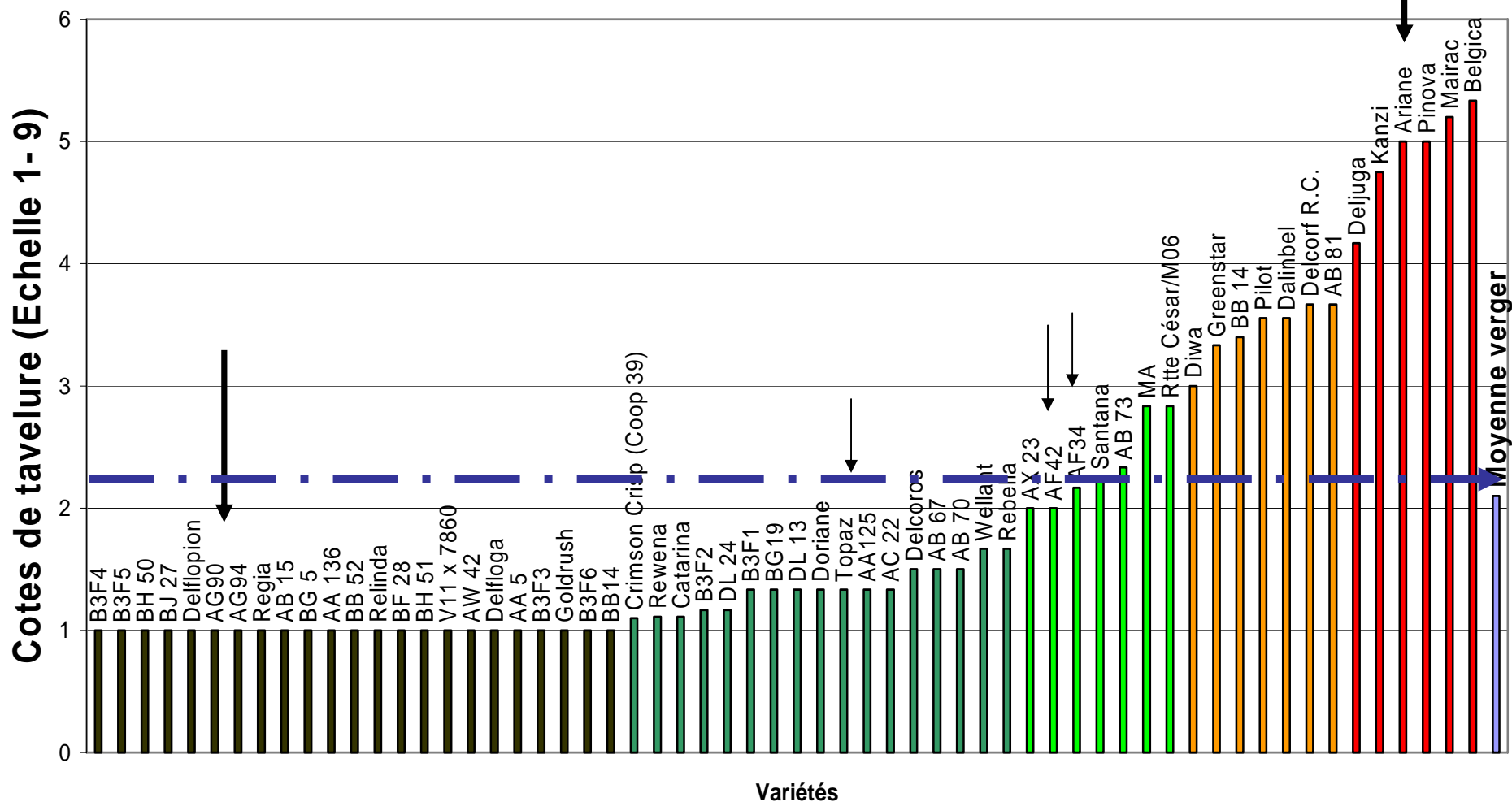
Evolution de la résistance à la tavelure - Parcelle B I O

Evolution de la tavelure sur feuille - variétés Vf



Comparaison globale des variétés en BIO pour la tavelure

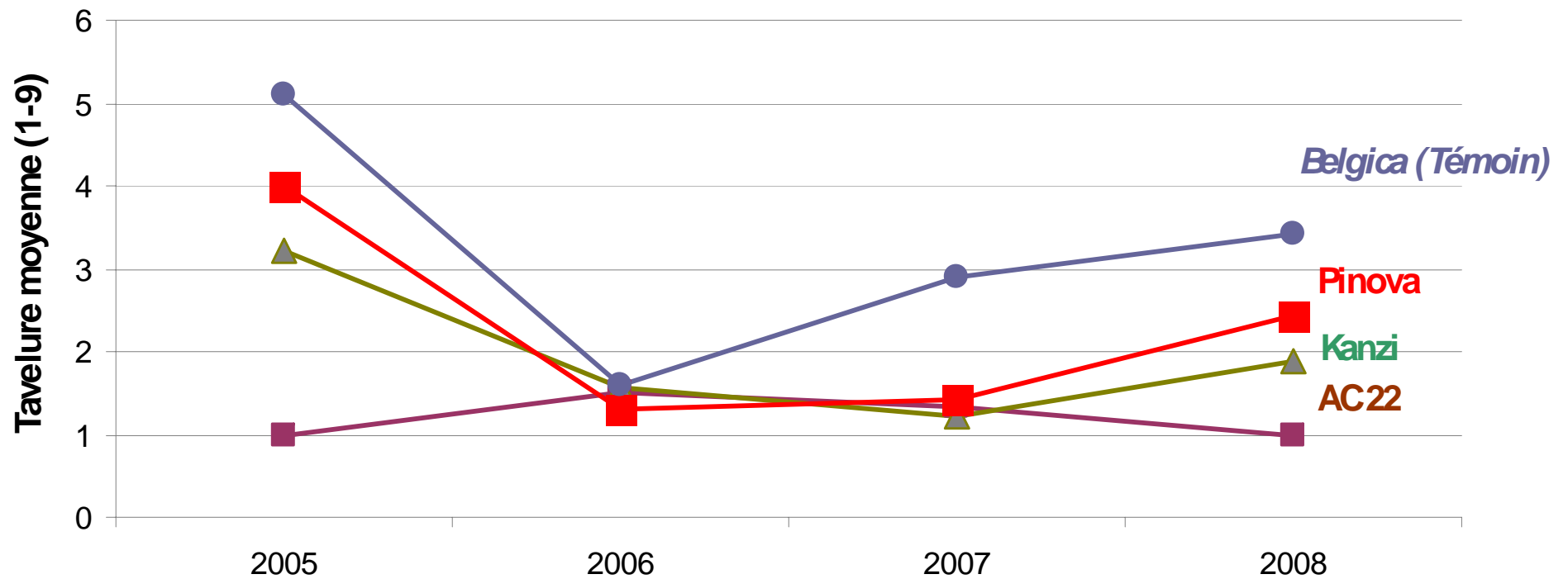
Evaluation des variétés pour leur sensibilité à la tavelure s/ feuilles - Année
2006 - Verger "BIO"
Moyenne du verger = 2,1



Evolution de la résistance à la tavelure - Parcelle PFI

Evolution de la tavelure sur feuille - variétés sensibles non-Vf

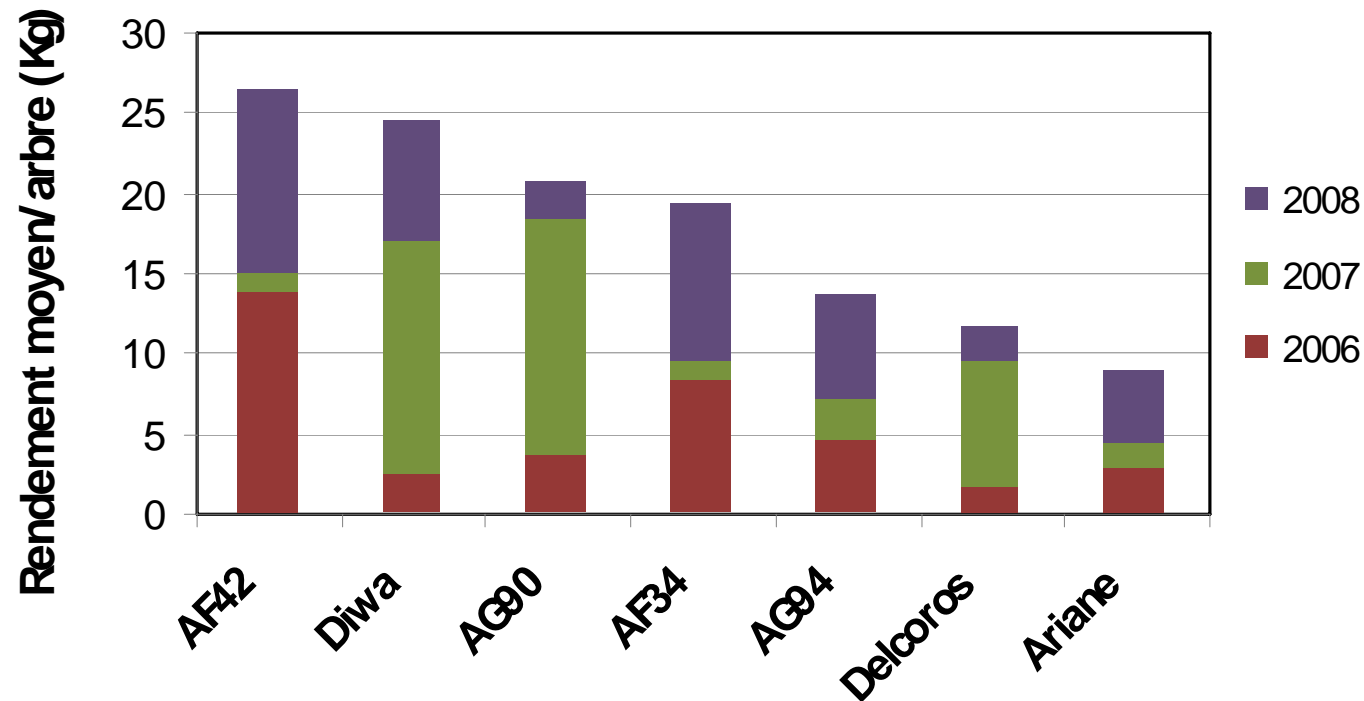
PFI



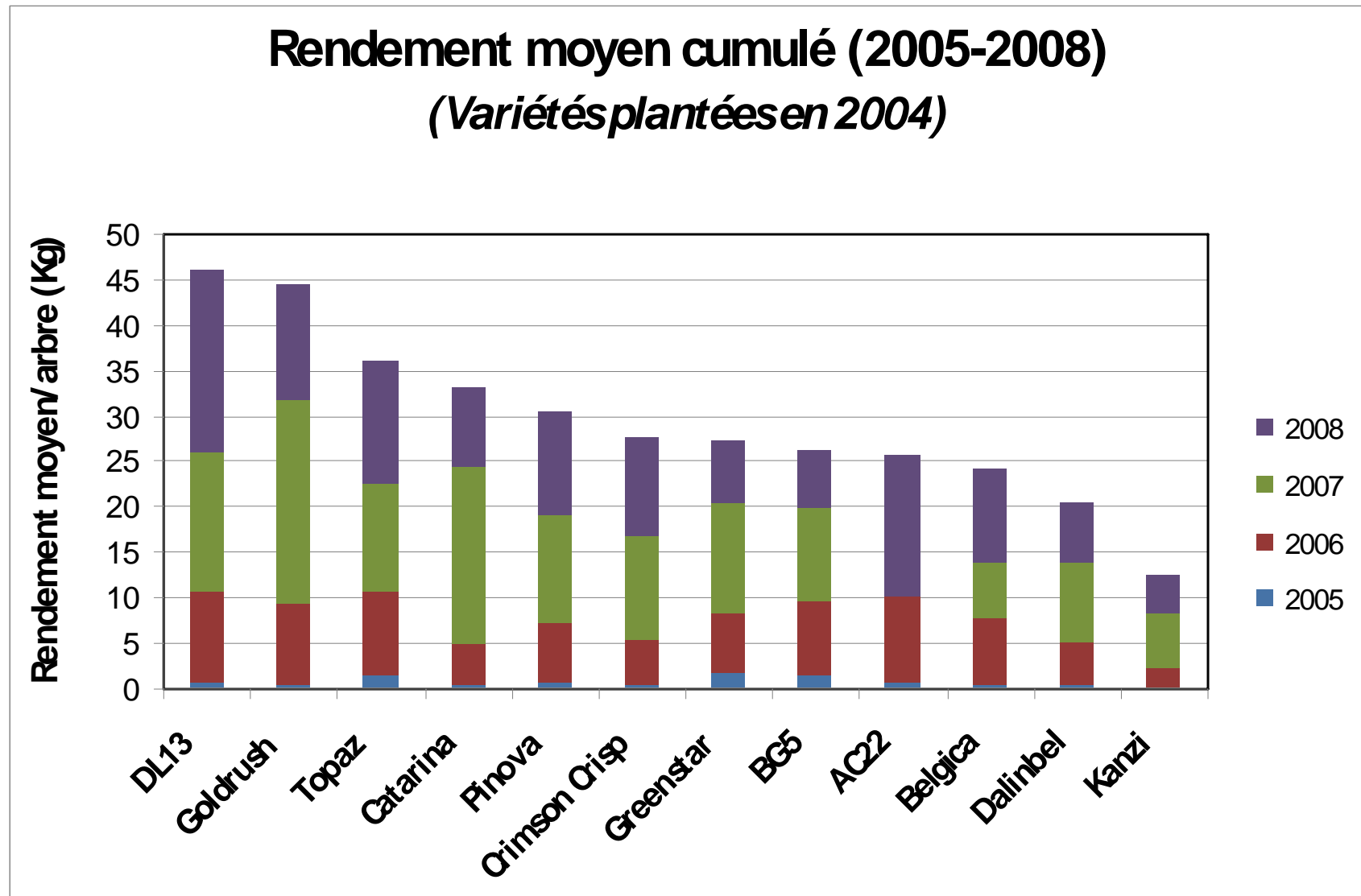
Parcelle BIO - Comparaison des rendements

Rendement moyen cumulé (2006-2008)

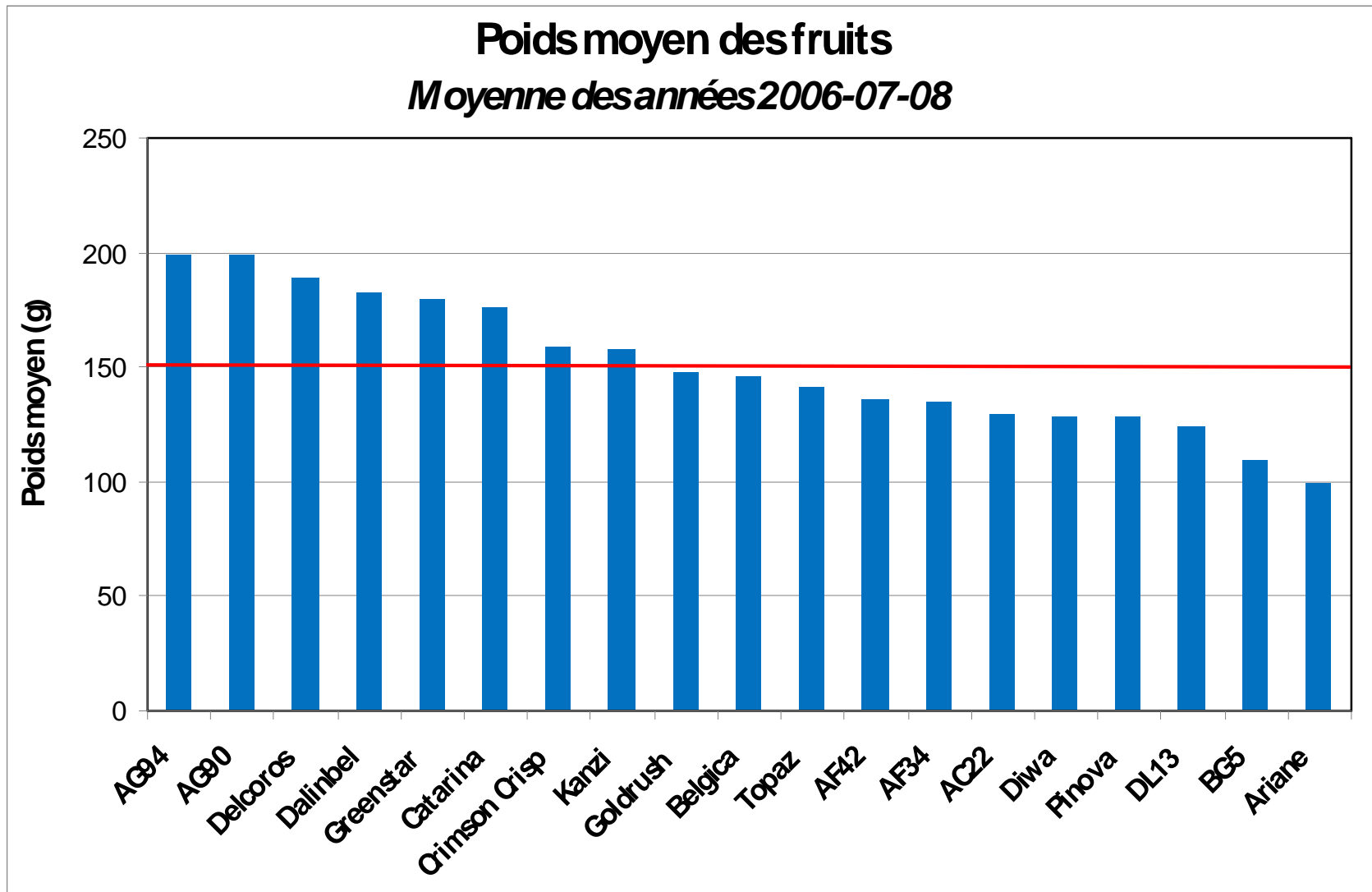
(Variétés plantées en 2005)



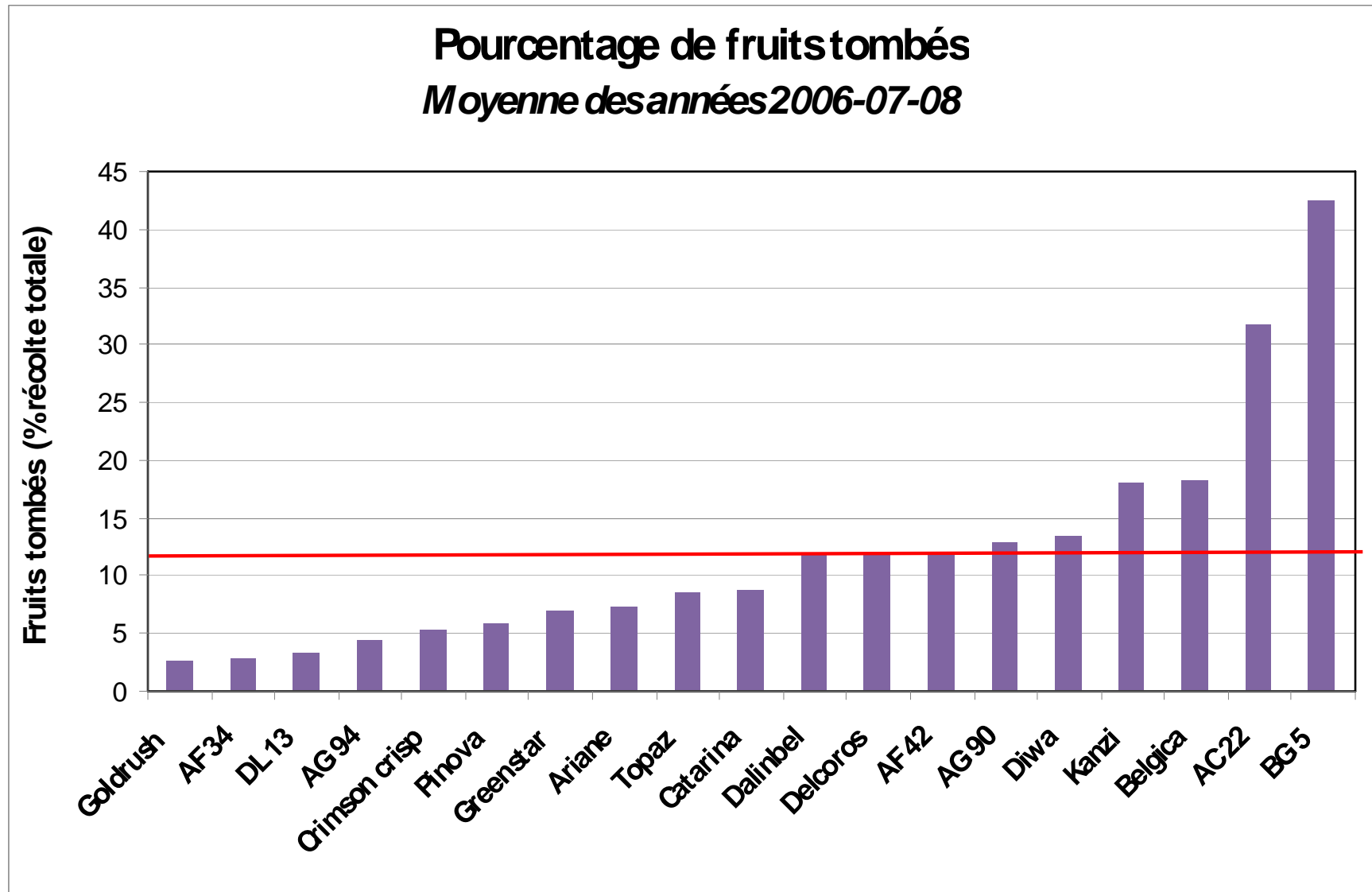
Parcelle BIO - Comparaison des rendements



Parcelle BIO - Comparaison des poids moyens

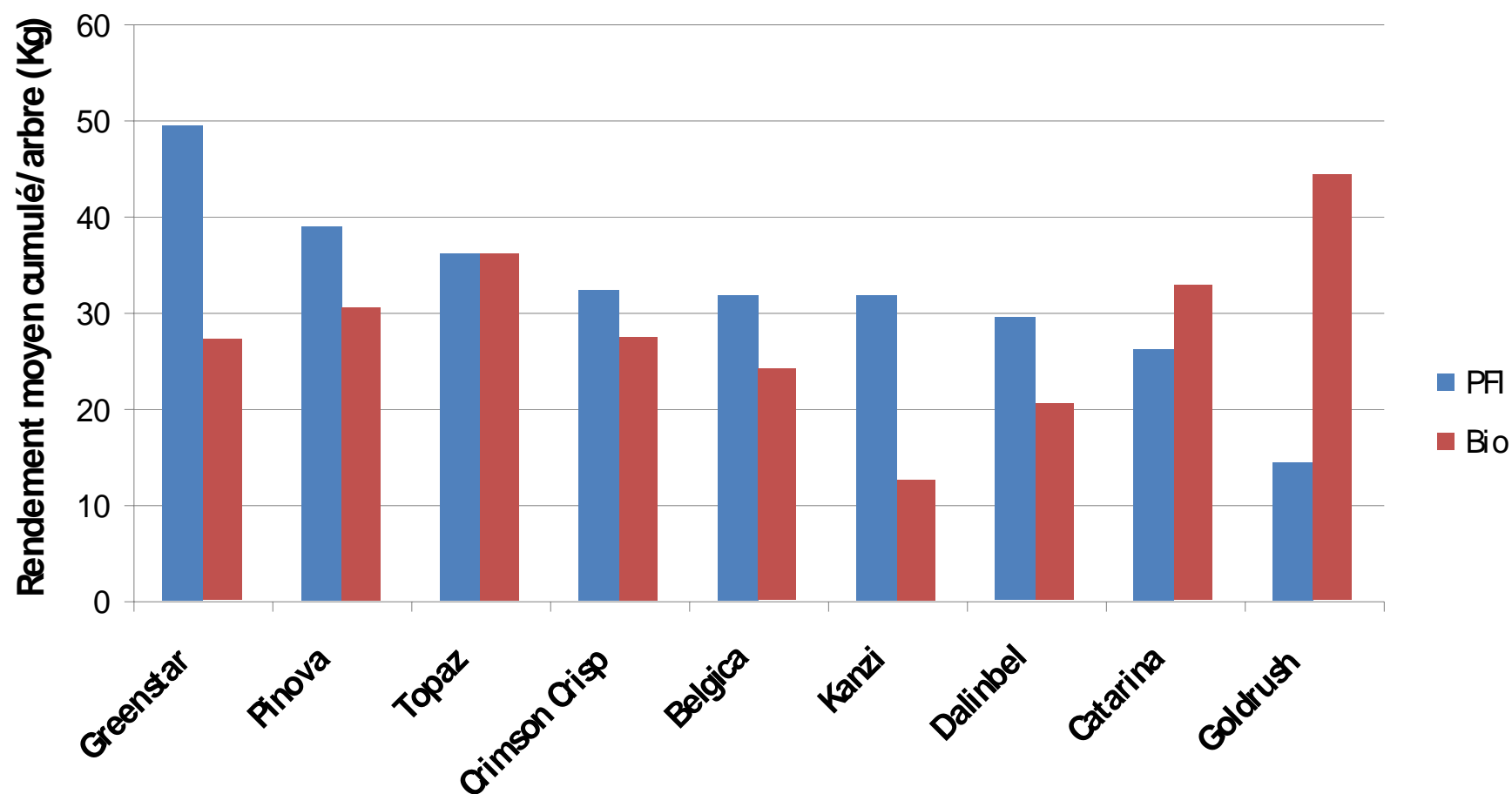


Parcelle BIO - Comparaison de la tenue des fruits à l'arbre



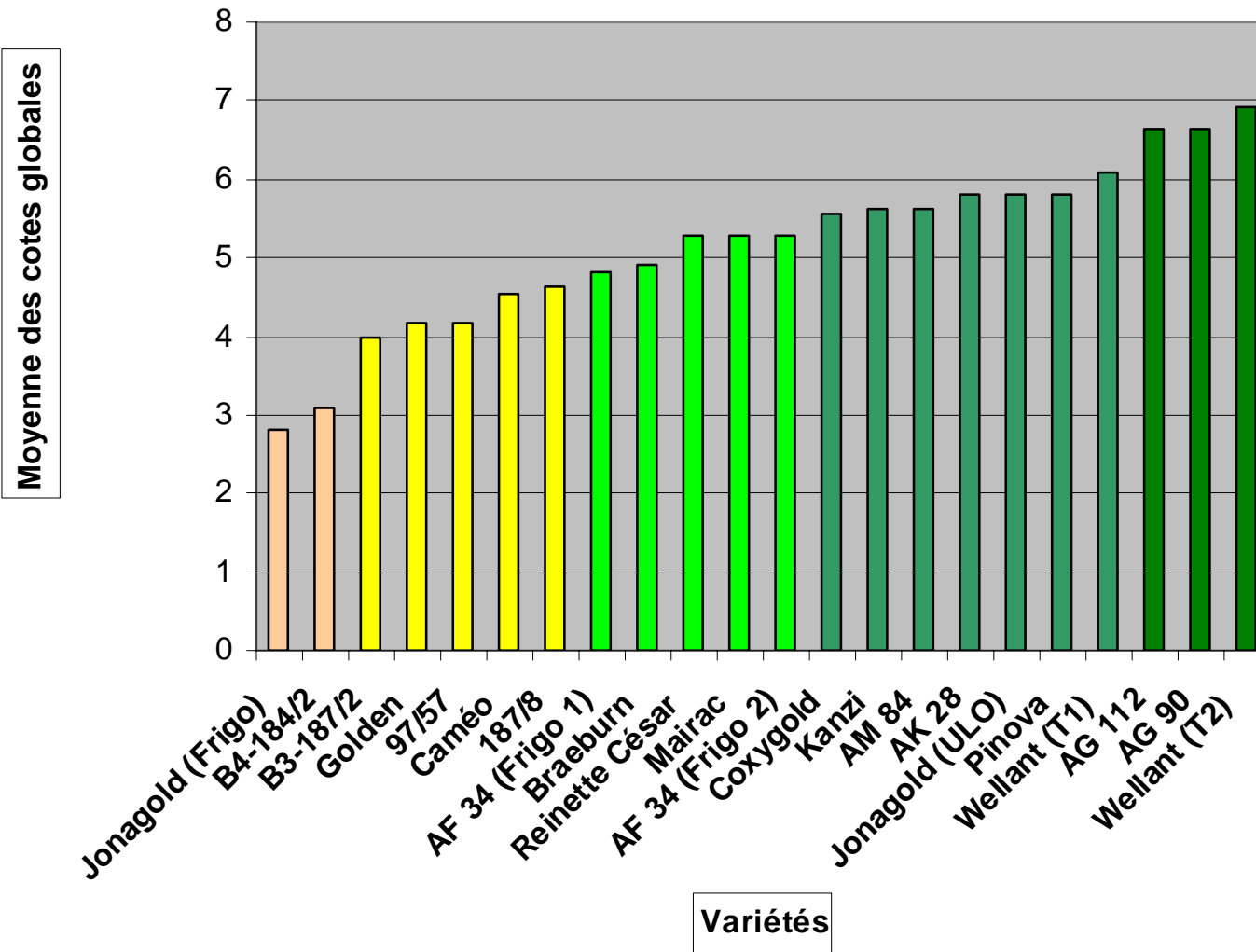
Comparaison des rendements d'un échantillon de variétés en fonction des modes de production « BIO » & « PFI »

Comparaison des rendements moyens cumulés *PFI* vs *Bio*
Période 2005-2008



Test transfrontalier d'évaluation de la qualité gustative de sélections du CRRG et du CRA-W

Evaluation globale des pommes



Exemple de variété prometteuse...



'AG 90 – CRA'

- **'AG 90 – CRA'** : Variété combinant le gène Vf et une résistance polygénique
 - Bon calibre, forme régulière, belle coloration, très peu de rugosité, très bonne qualité gustative -bonne fermeté, haute teneur en sucre (16-17° Brix) et en acidité, épiderme pas trop épais et bonne conservation ;
 - Cueillette fin 09- d 10, port d'arbre adapté à la conduite centrifuge qui semble autoréguler sa charge (un ou deux fruits par corymbe), brindilles couronnées; bon niveau de production.