

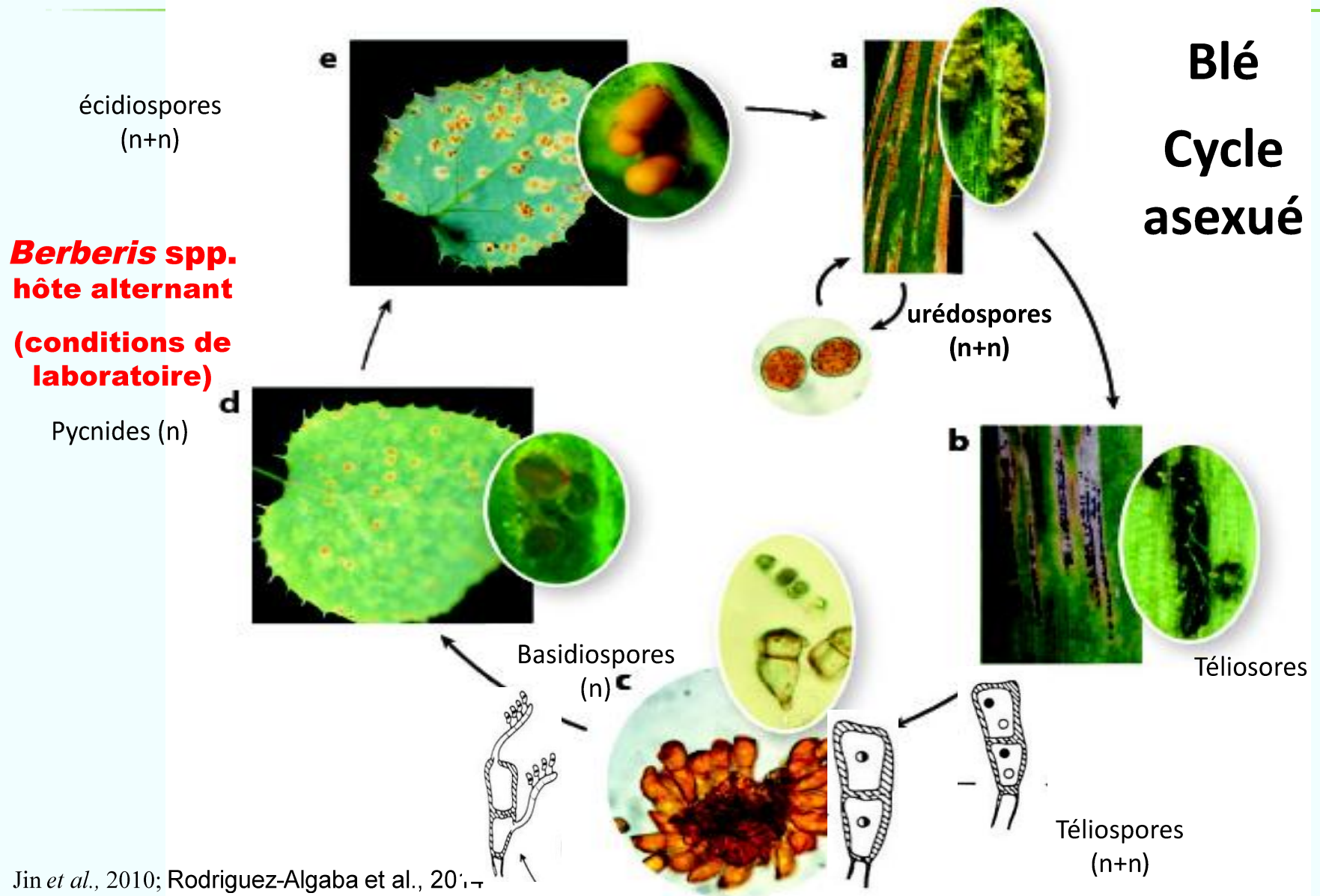
Evolution des populations de rouille jaune du blé et gestion des résistances



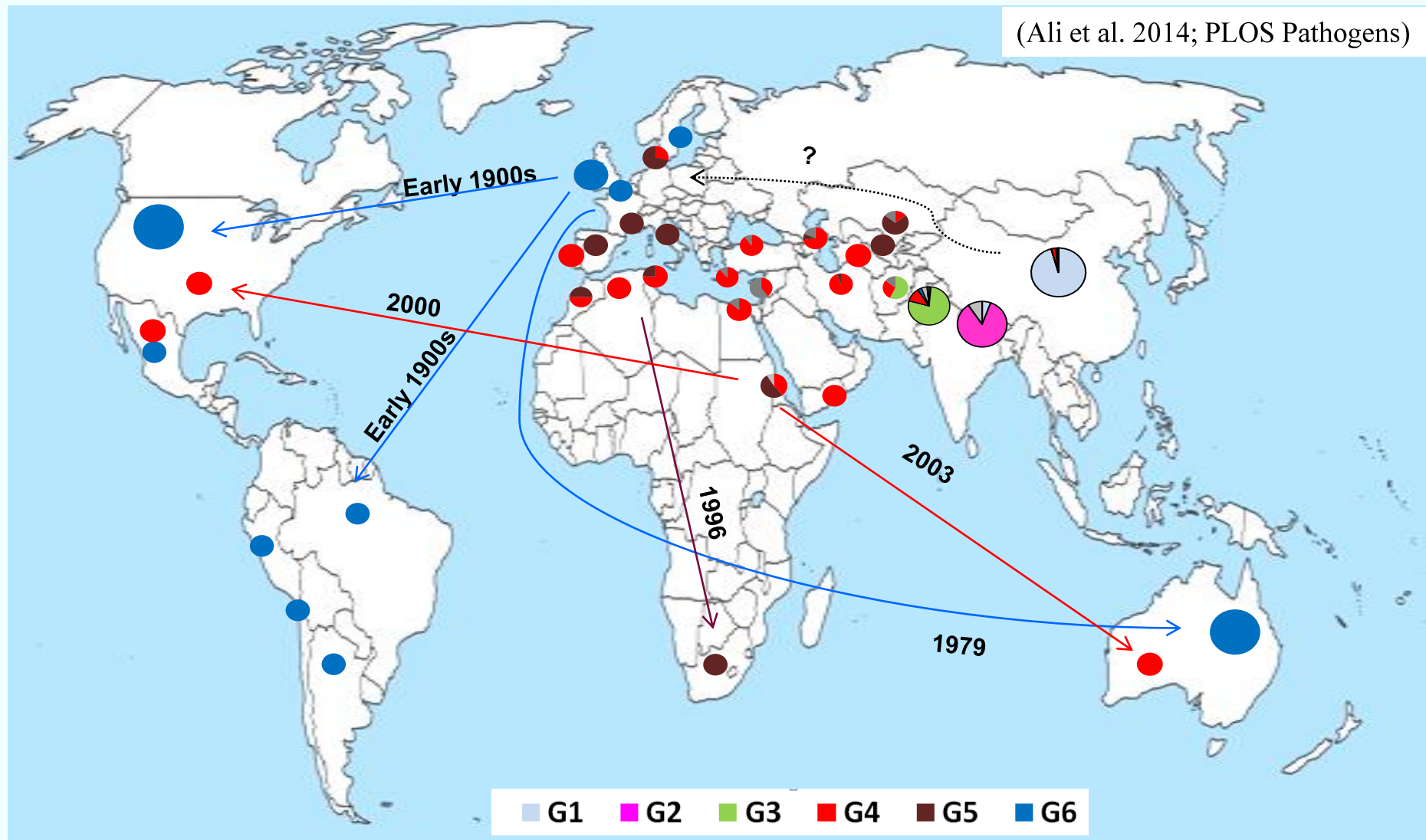
Jérôme Enjalbert et Claude de Vallavieille-Pope



Cycle biologique de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*



IMPORTANCE DES MIGRATIONS chez *P. Striiformis* f.sp. *tritici*



- PST : Origine Himalayenne probable
- Dispersion mondiale avec perte d'aptitude à la sexualité
- Exemples récents d'invasions

Adaptation locale et divergence N/S en France

(Pst avant 2004)

pathotypes

Nord

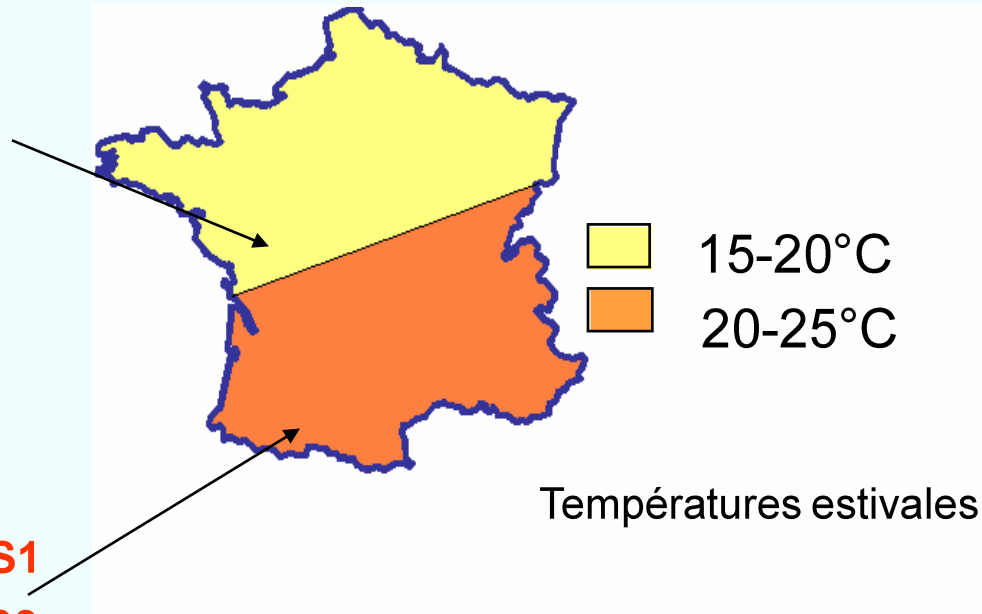
25 1 2 3 - 6 - - - -
25 1 2 3 - - - - 9 -
25 1 2 3 - - - - 9 1 7
25 1 2 3 4 6 - - - -
25 - 2 3 4 - - - 9 -
25 1 2 3 4 - - - 9 1 7
25 1 2 3 4 6 - - 9 -
25 1 2 3 4 6 - - 9 1 7

Sud

6E16 - - 2 - - 6 7 8 - - S1
32E0 SD - - - - - - - S2

Peu de virulences
< 2004

- température basse
- contournement des Yr



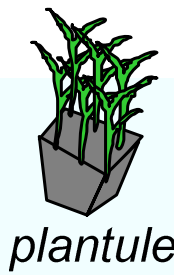
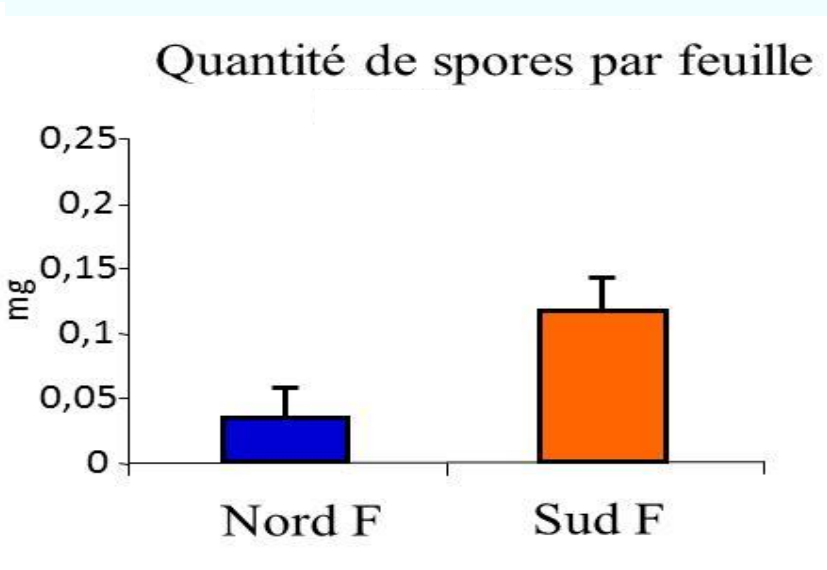
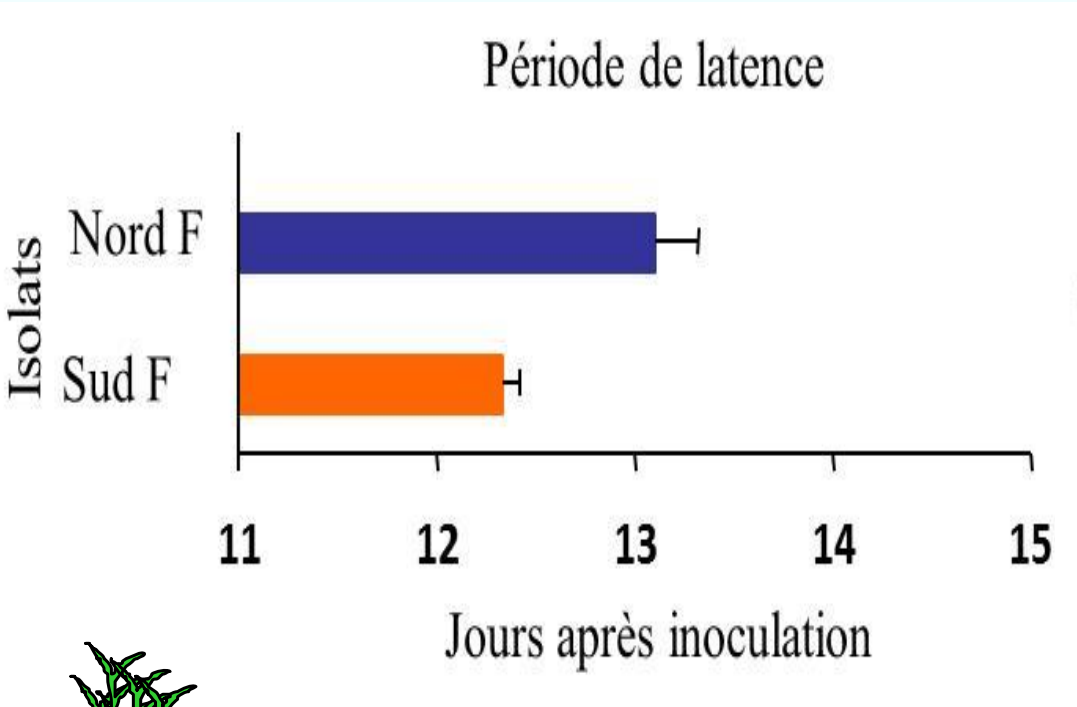
- température élevée



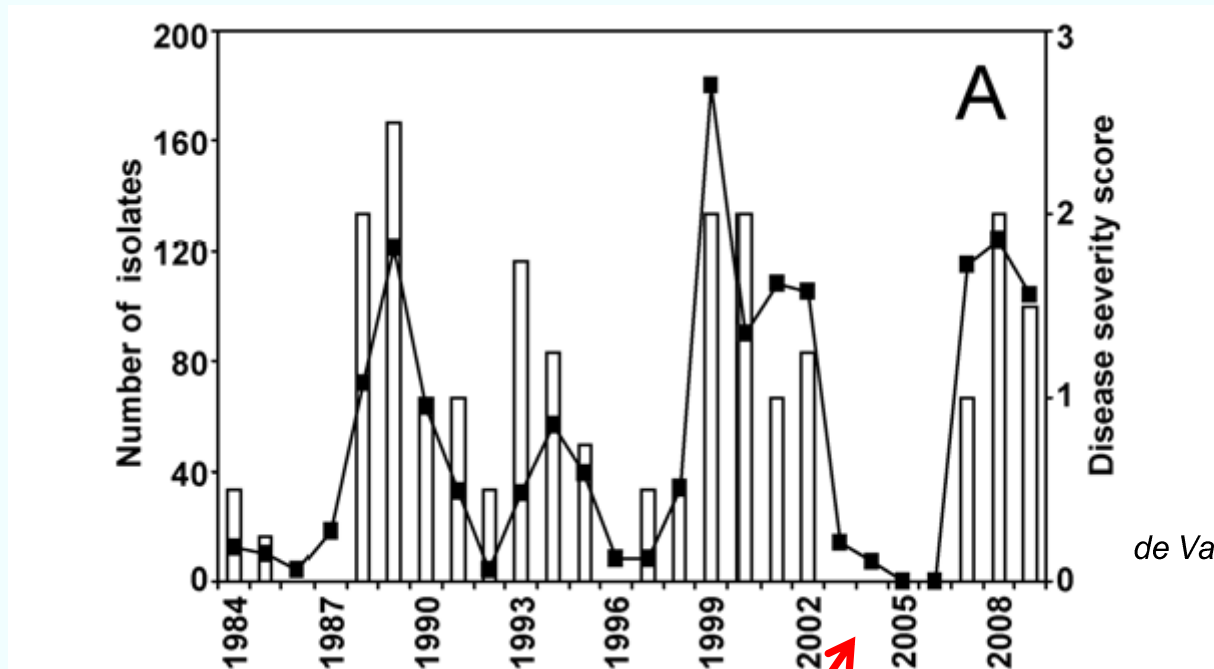
- Adaptation à la température
- Sélection hôte à Yr

Adaptation de la rouille jaune du blé à son environnement abiotique

À haute température (20°C pour l'infection),
les isolats **du sud** de la France sont plus agressifs que les **isolats du nord**



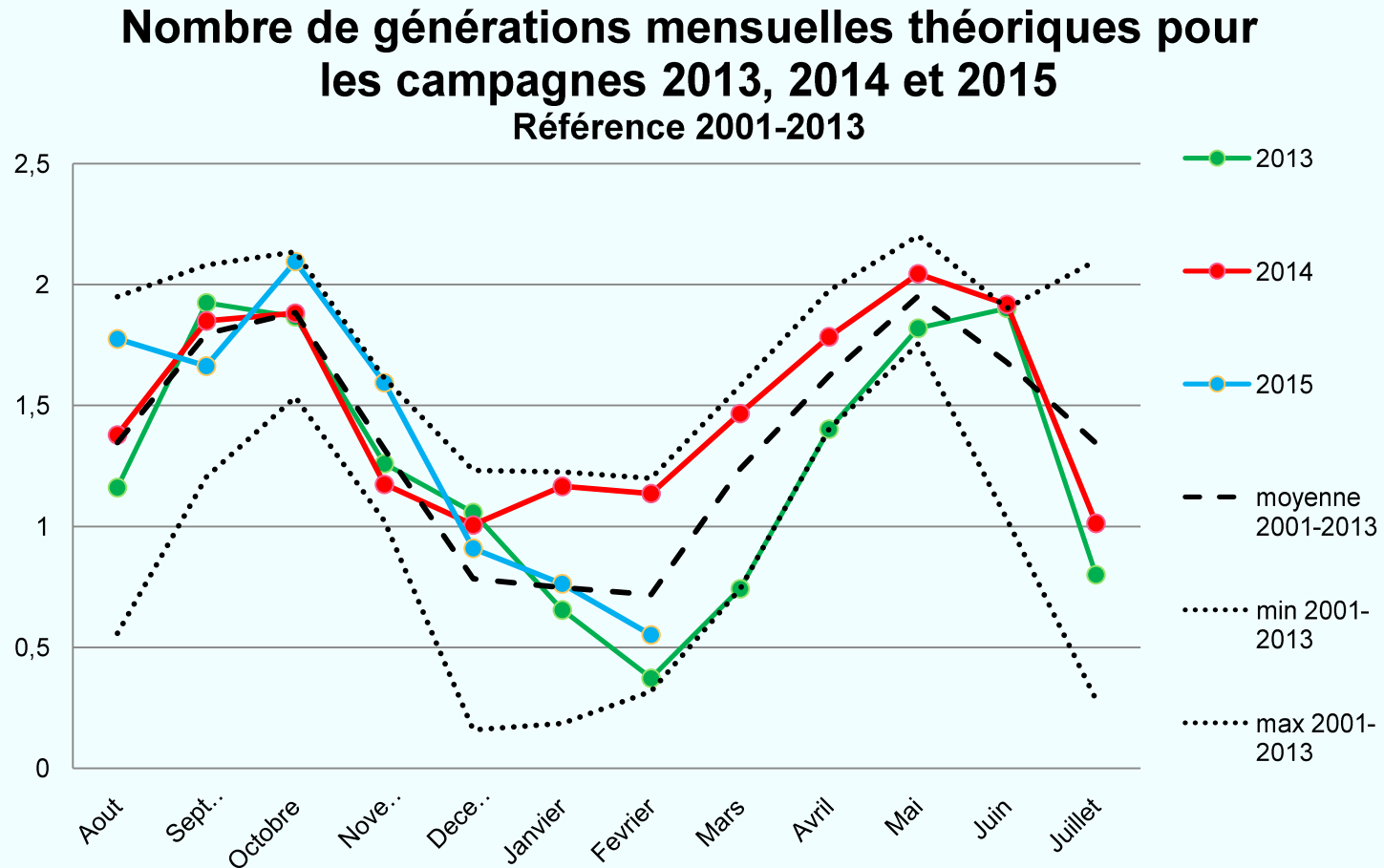
Epidémies de Rouille Jaune et survie estivale



de Vallavieille-Pope et al, 2012

Illustration du rôle des repousses sur la récurrence des épidémies: été très sec de 2003

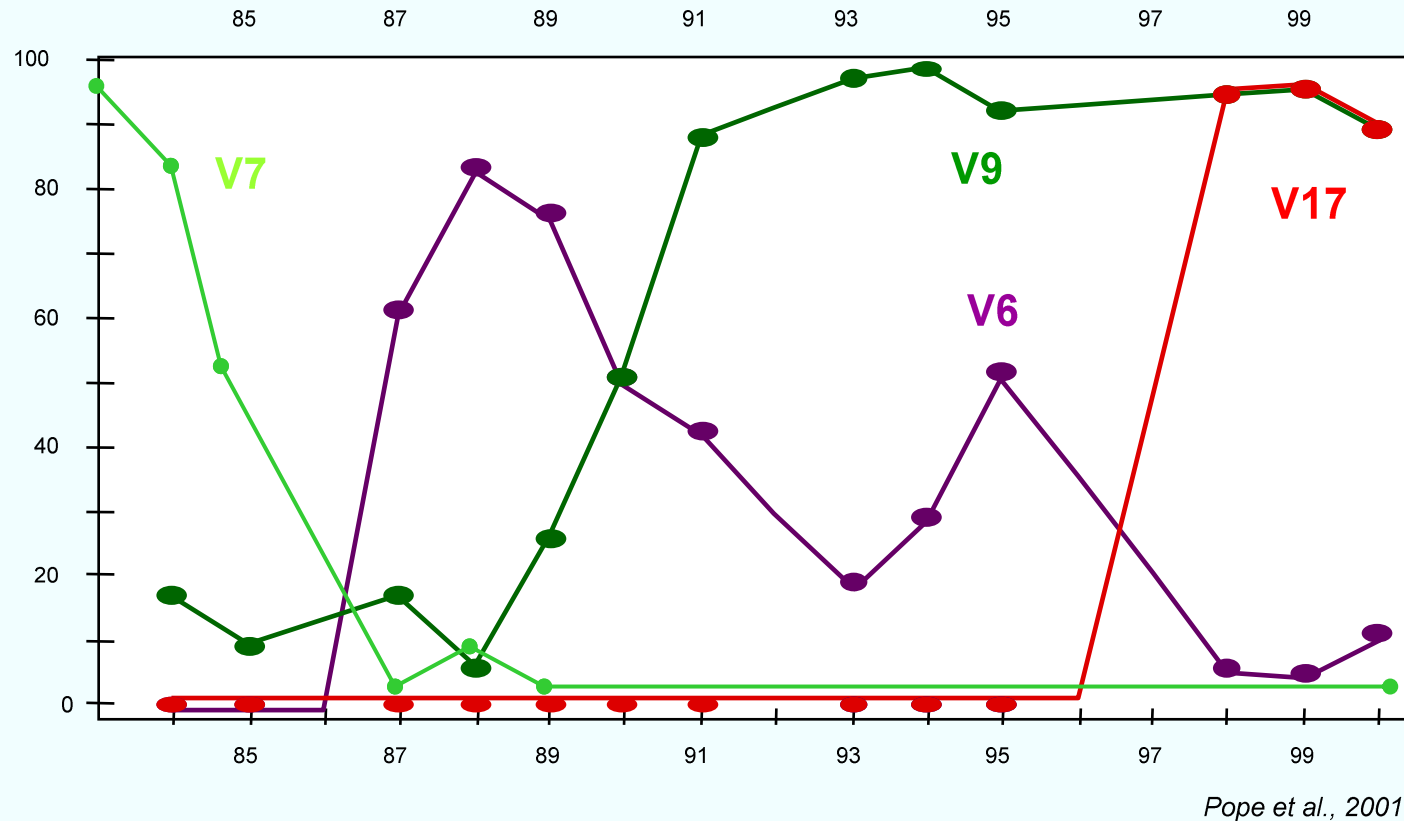
Epidémies et conditions hivernales



Des conditions exceptionnellement favorables pour l'hiver + printemps 2014

Evolution des fréquences de virulence en France

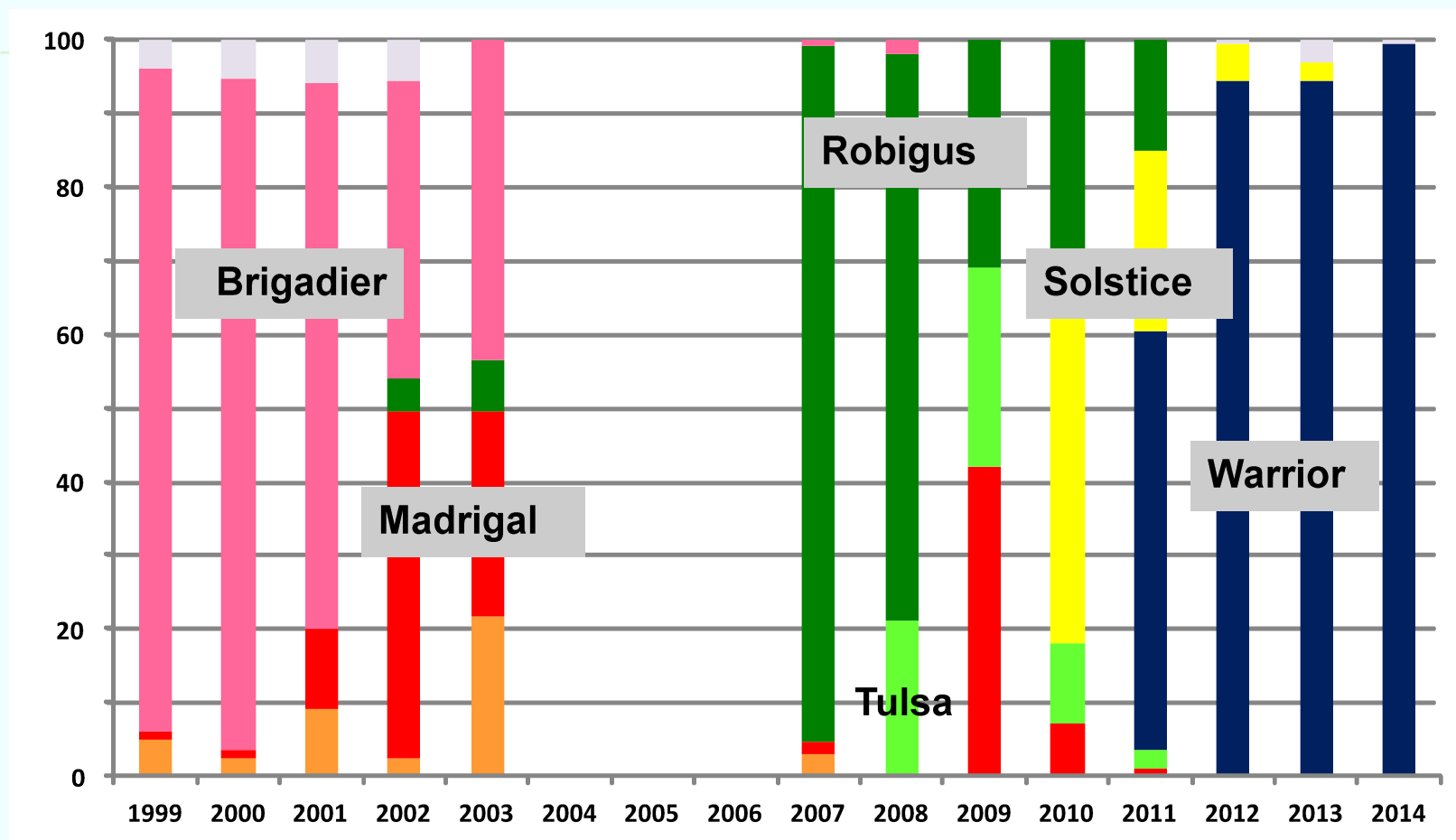
Boom & Bust Cycles



Contournements réguliers des gènes de résistance les plus utilisés
Faible diversité génétique : 2 à trois pathotypes dominants

Fréquence des races de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* en France

de Vallavieille-Pope et al., 2012 Plant Dis. 96:131-140



■ autre

■ race Brigadier, Audace : Vr1, 2, 3, 4, 9, 17, 25

■ race Brigadier : Vr1, 2, 3, 9, 17, 25

■ race Madrigal, Ornicar, Vr1, 2, 3, 4, 6, 9, 17, 25

■ race Robigus Vr1, 2, 3, 4, 9, 17, 25, 32

■ race Tulsa, Toisonдор Vr 3, 4, 9, 17, 25, 32

■ race Oakley, Solstice Vr1, 2, 3, 4, 6, 9, 17, 25, 32

■ race Warrior Vr1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 17, 25, 32, (SP)

race rare en 2012 : Aggressive tritcale : Vr2, 6, 7, 8, 10; race rare en 2013 : Vr2, 3, 4, 6, 7, 25, 32, (SP)

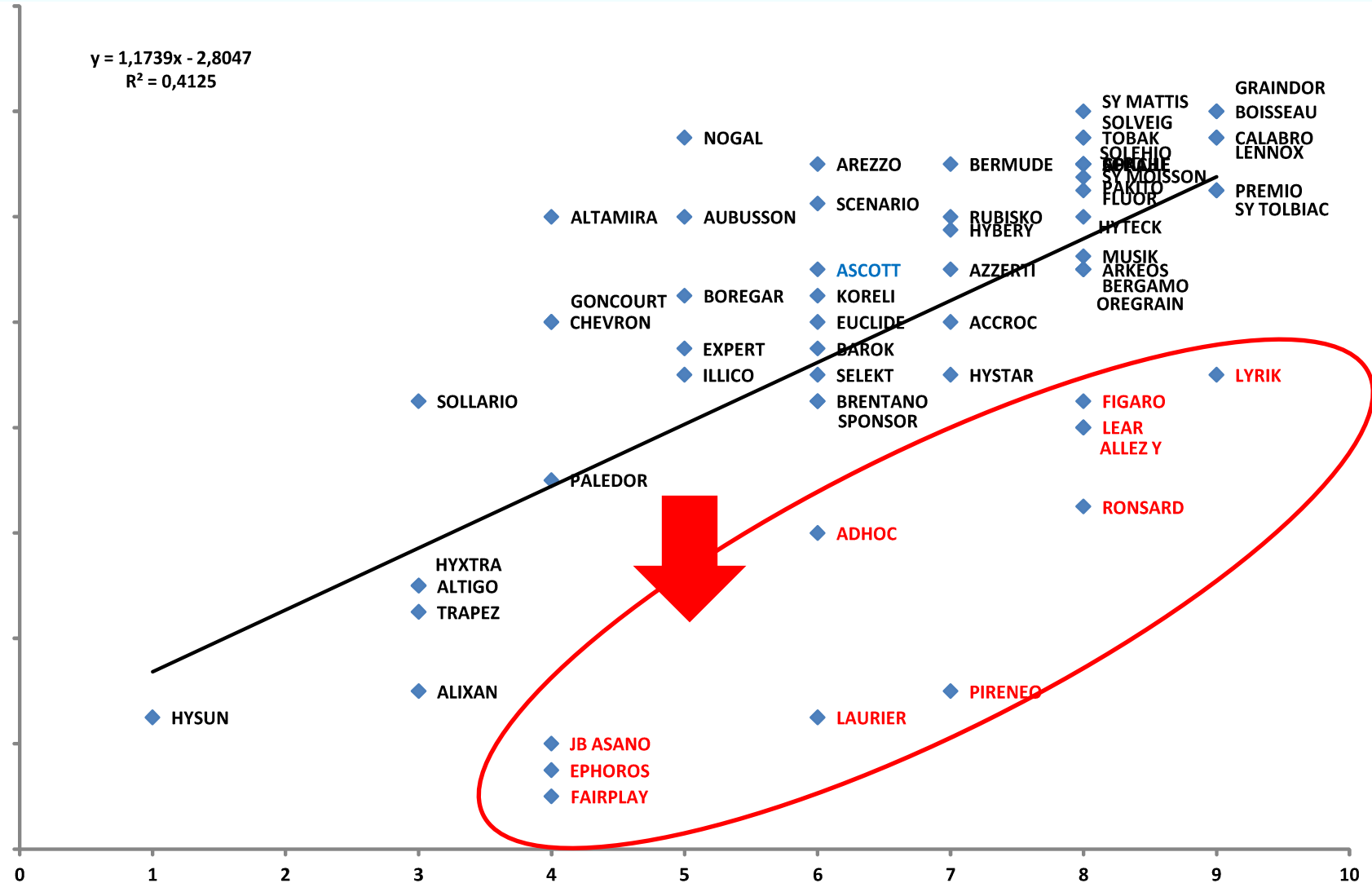
Identification de la race Sterling (en UK depuis 4 ans) par rapport à la race Warrior

| Race | Variété | |
|--------------------|----------|--------------|
| | Ambition | KWS/Sterling |
| Warrior / Ambition | S | R à I |
| Apache / Sterling | S | S |

Améliorer l'efficacité de la lutte génétique

*QTLs de résistance Partiels
Vs Gènes Majeurs ?*

Résistance à la rouille jaune : stabilité des classements variétaux

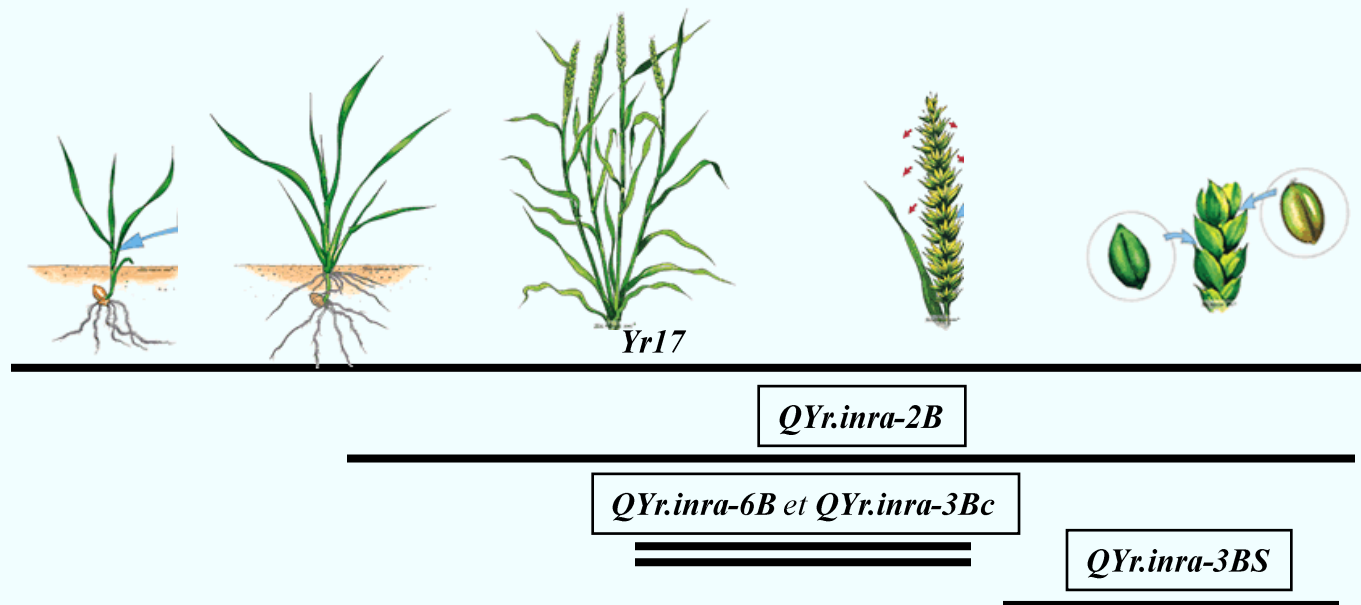


Note 2011

(cotation GEVES mise à jour ARVALIS : 1 sensible à 9 résistant)

Cumul de gènes de résistance Yr et QTL de résistance adulte

Exemple du cultivar RENAN: Yr17 + 4 QTLs, toujours efficace en 2014



Dedryver et al, Phytopathology 99: 968-973

Le double effet du cumul de résistances quali./quant. sur la durabilité :

- **réduction de la probabilité d'apparition des mutants** (B. Moury, A. Palloix)
- **pas d'amplification de l'inoculum post contournement** (-> extinction)

Les épidémies de rouille jaune

- > *Des cycles de contournement, pilotés par le déploiement massif de résistances totales*
- > *Adaptation climatique structurant parfois fortement les populations*
- > *Importance des conditions climatiques (été/hiver) sur l'intensité épidémique*
- > *Nécessité de cumuler les résistances quantitatives et qualitatives*
- > *Importance des pratiques culturales et des choix variétaux:*
 - *inter-culture et repousses de blé*
 - *Maintien de variétés très sensibles sur le paysage*
(-> *Trapez : fongicides efficaces*)

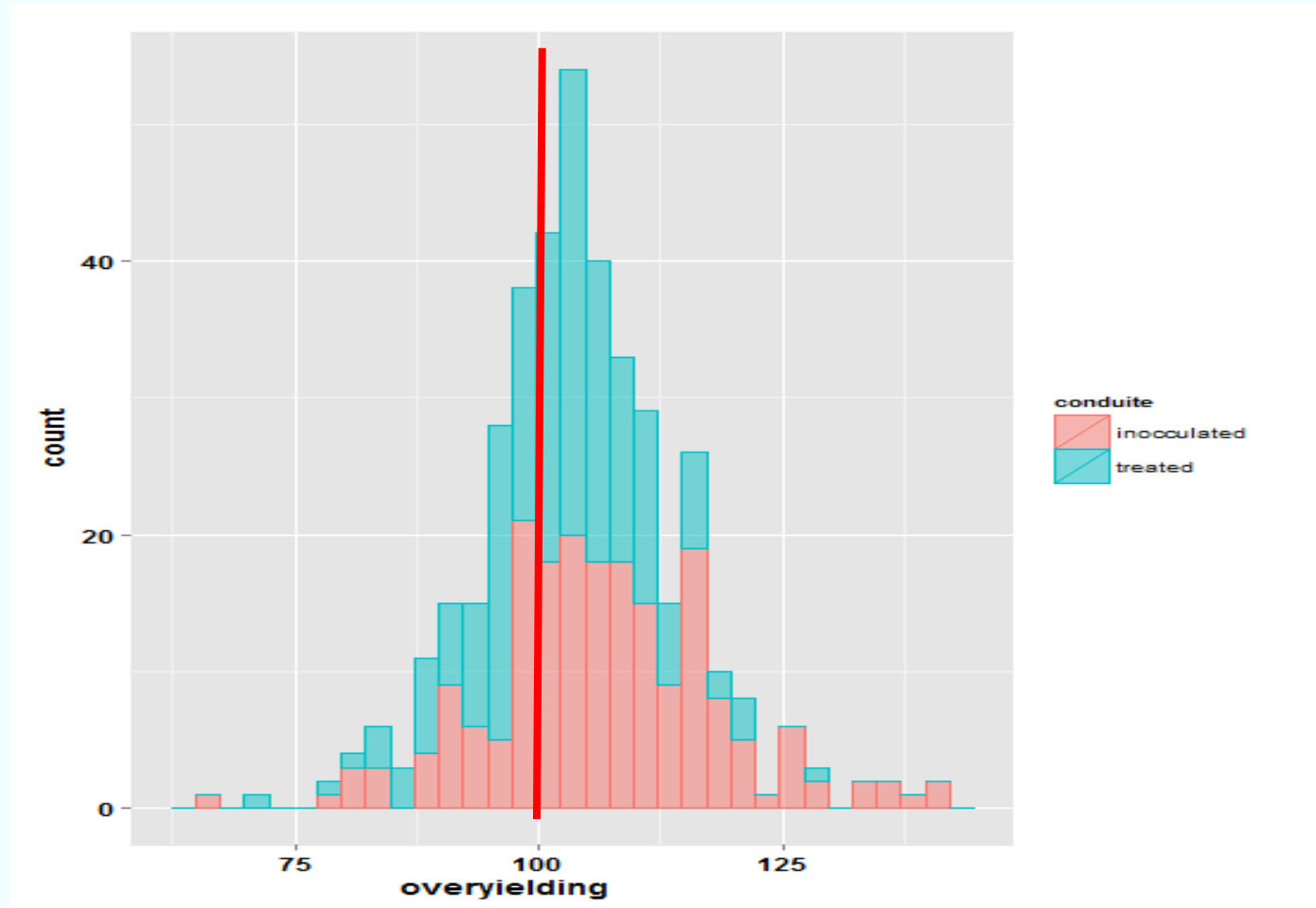
Augmenter la diversité génétique dans les parcelles de blé pour renforcer la multifonctionnalité et la durabilité de la production dans le Bassin Parisien



Site Internet : www.inra.fr/wheatamix

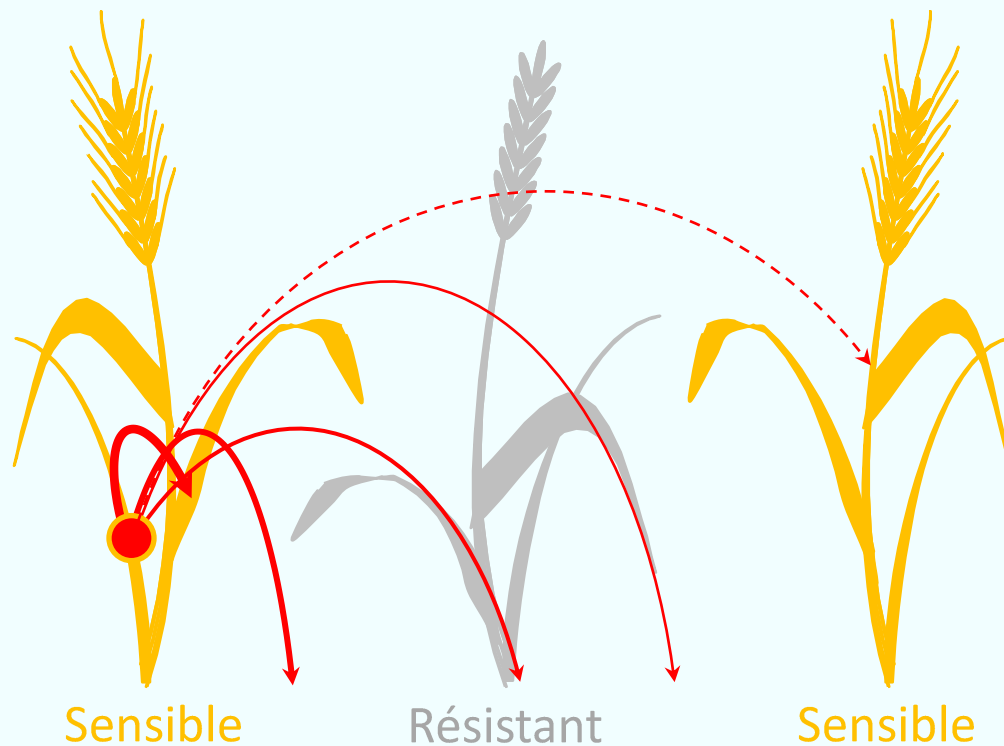
Associations variétales et résistances aux maladies:

Diversification des résistances à l'échelle parcellaire



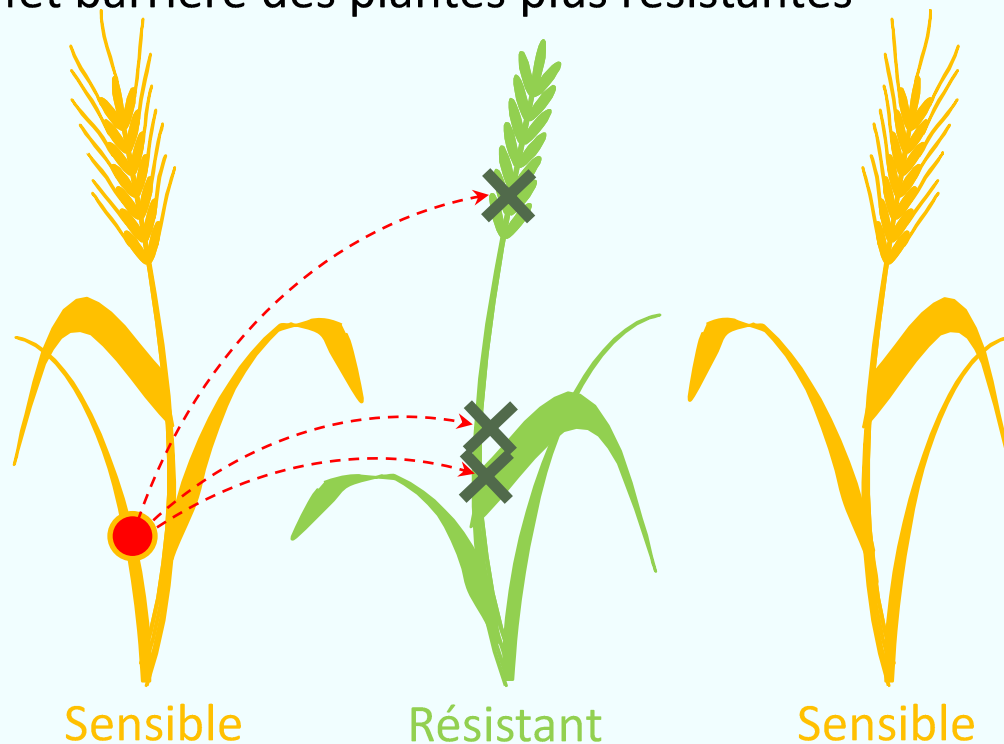
Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques :
 - Augmentation de la distance entre plantes sensibles



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques :
 - Augmentation de la distance entre plantes sensibles
 - Effet barrière des plantes plus résistantes



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

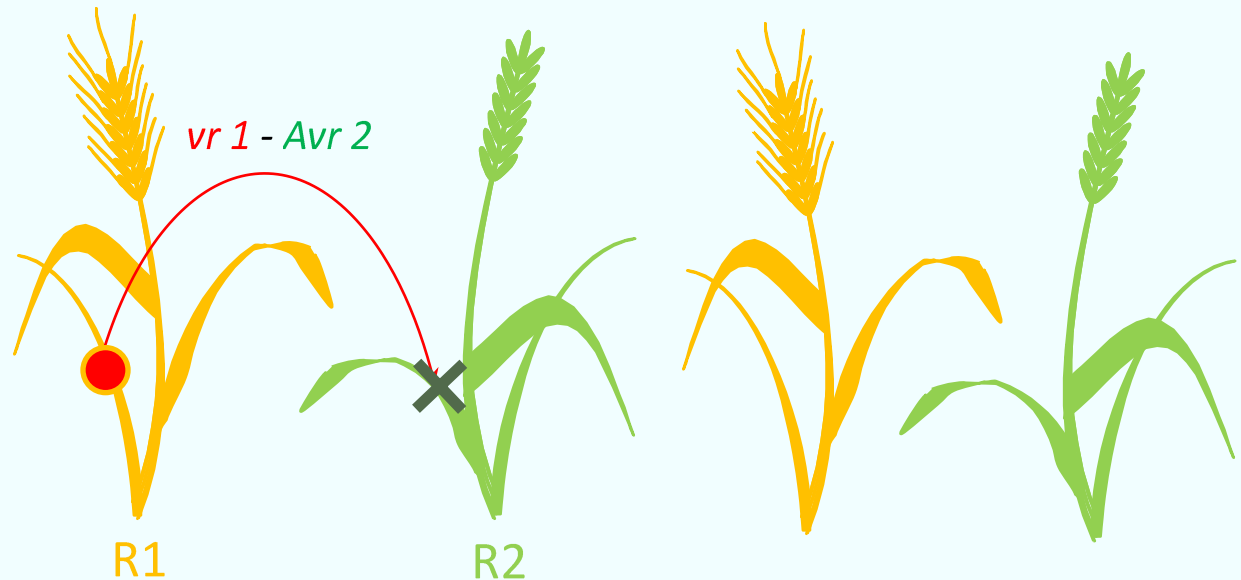
- Effets mécaniques :
 - Augmentation de la distance entre plantes sensibles
 - Effet barrière des plantes plus résistantes
 - Effets climatiques dus aux différences d'architecture (réduction de l'humidité)



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques :
 - Densité – Barrière - Microclimat
- Effets physiologiques :
 - Réponses de défense systémiques et prémunition

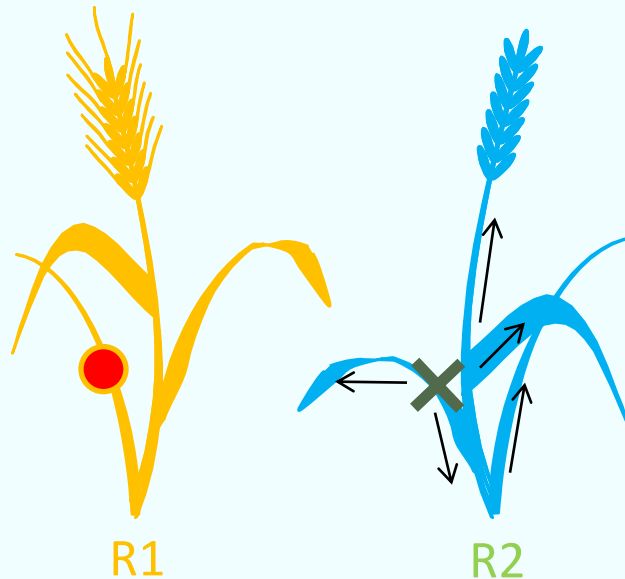
Première infection :
(*vr 1* - *Avr 2*)



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques :
 - Densité – Barrière - Microclimat
- Effets physiologiques :
 - Réponses de défense systémiques et prémunition

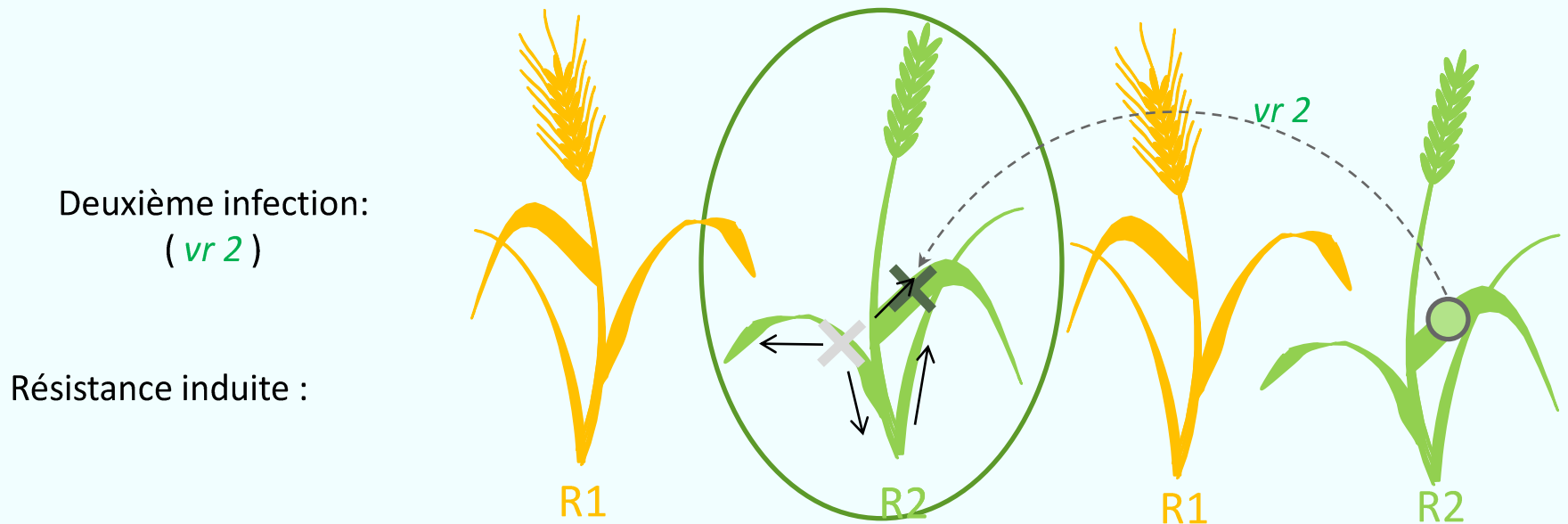
Première infection :
(*vr 1* - *Avr 2*)



Réaction de défense
systémique

Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques :
 - Densité – Barrière - Microclimat
- Effets physiologiques :
 - Réponses de défense systémiques et prémunition



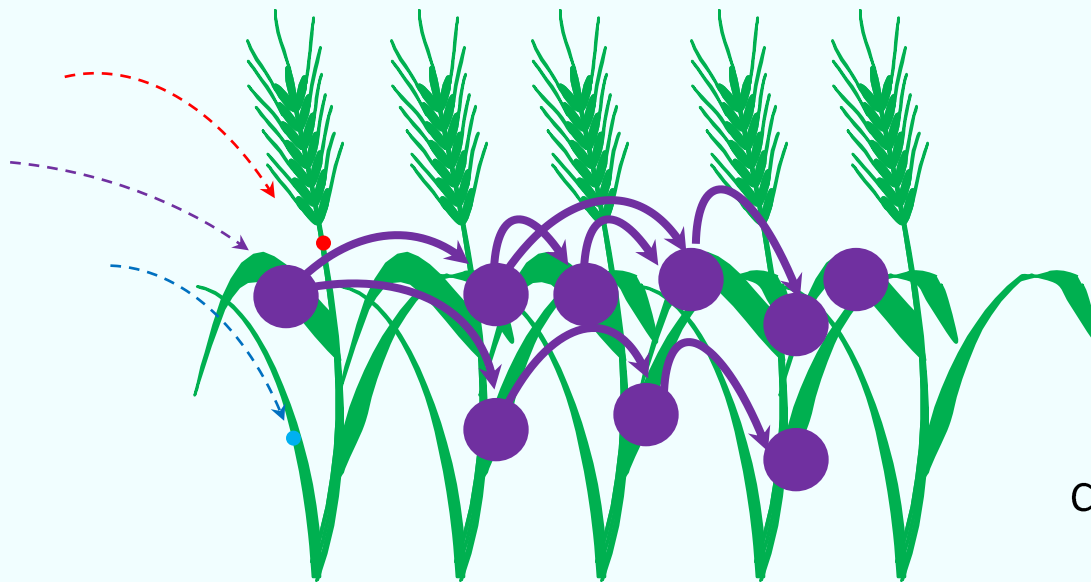
Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques, physiologiques :
- Effets écophysiologiques :
 - Compensation du couvert hétérogène



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

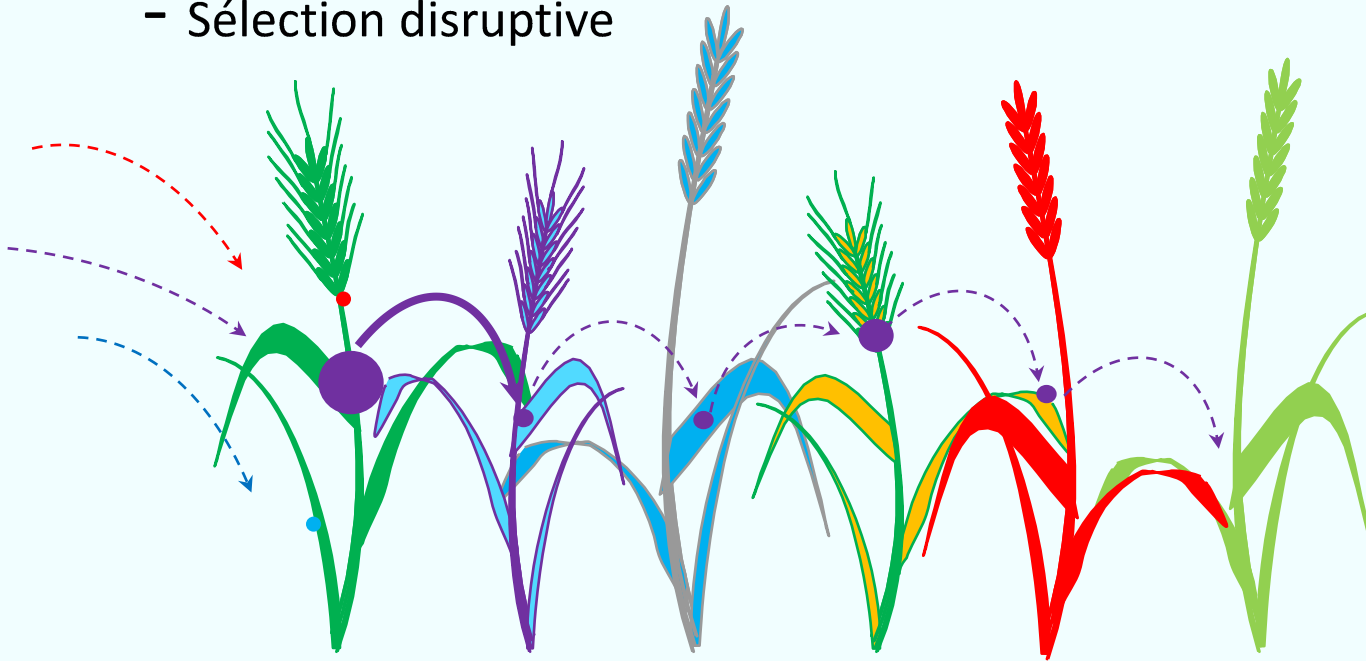
- Effets mécaniques, écophysiologicals :
- Effets génétiques :
 - Sélection disruptive



Culture mono-génotypique

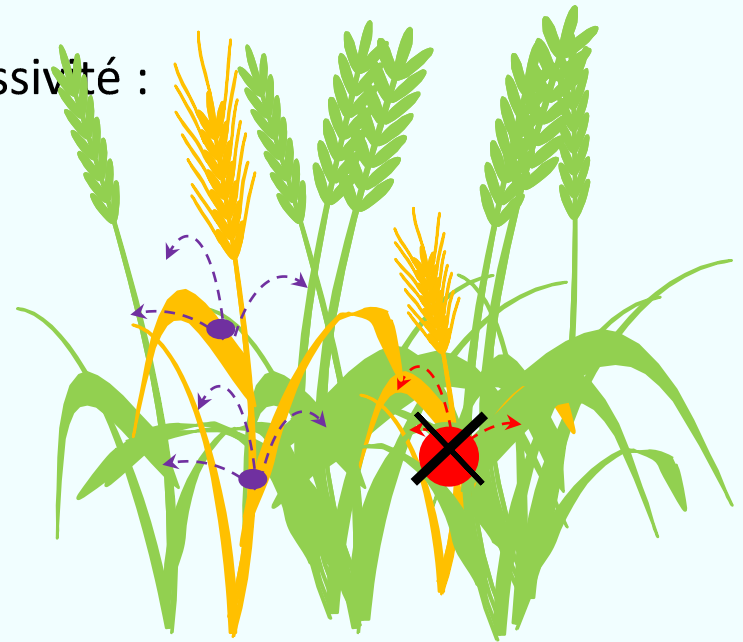
Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques, éco-physiologiques :
- Effets génétiques :
 - Sélection disruptive



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques, éco-physiologiques :
- Effets génétiques :
 - Sélection disruptive
 - Compensation et évolution de l'agressivité :



Associations variétales et contrôle des maladies : les mécanismes

- Effets mécaniques, éco-physiologiques :
- Effets génétiques :
 - Sélection disruptive
 - Compensation et évolution de l'agressivité :

Attention: suivant les espèces végétales et les agents pathogènes considérés, ces différents leviers peuvent ne pas fonctionner!



Idéotypage participatif 6 Chambres d'Agriculture

(Julie Borg & Arnaud Gauffreteau)



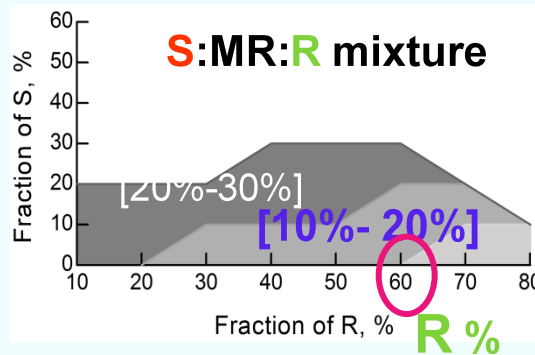
- Réunions avec 4 à 6 agriculteurs par chambre: Cahier des charges
- Discuter les règles d'associations à partir des connaissances existantes, (biblio, avis d'expert)
- Améliorer les mélanges pour la campagne suivante (3 années de test)

-> Importance de **l'intégration de l'architecture et de la phénologie** lors de l'association de résistances complémentaires

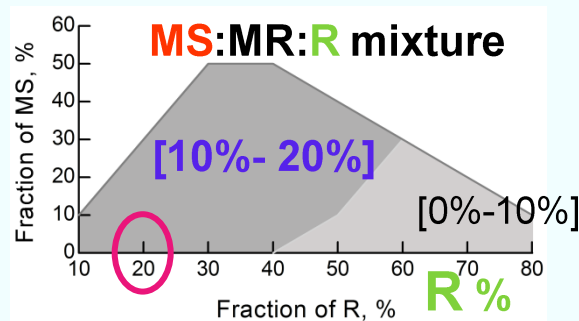


Associations variétales et Résistances Partielles

S
%



Moderate S
%



% de Résistants dans un mélange: >66% R + 34% de S
>20% R + 80% de MS

Améliorer l'efficacité de la lutte génétique

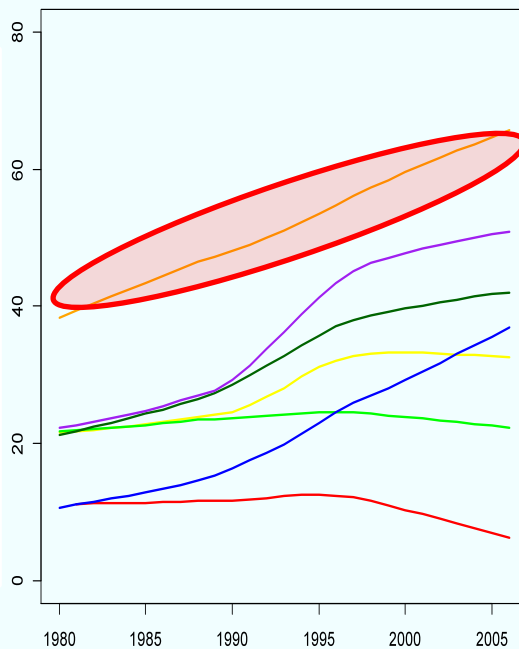
*Quid de la gestion des R
au niveau du paysage ?*

Déterminants de l'évolution de la diversité génétique du blé en France et ses relations avec les pratiques agricoles et la production

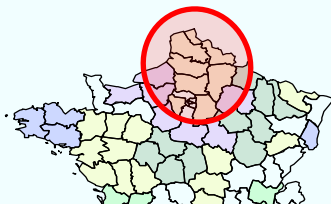
post-doc Rémi PERRONNE

(encadrement Isabelle Goldringer, financement INRA LabEx BASC)

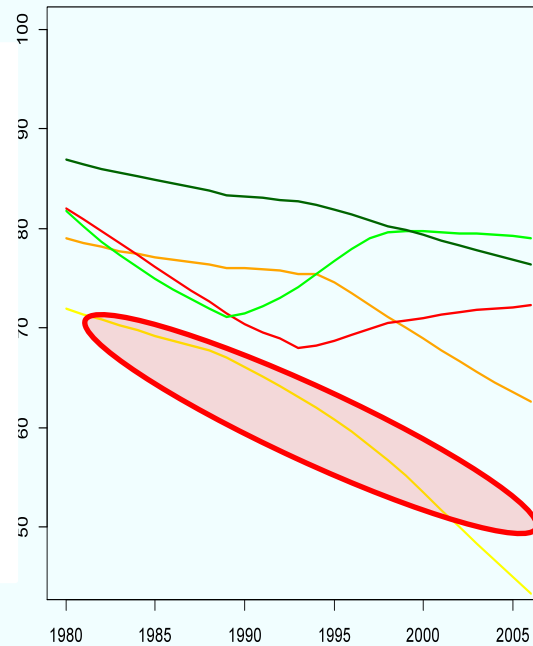
nombre de variétés



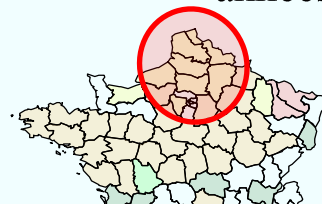
années



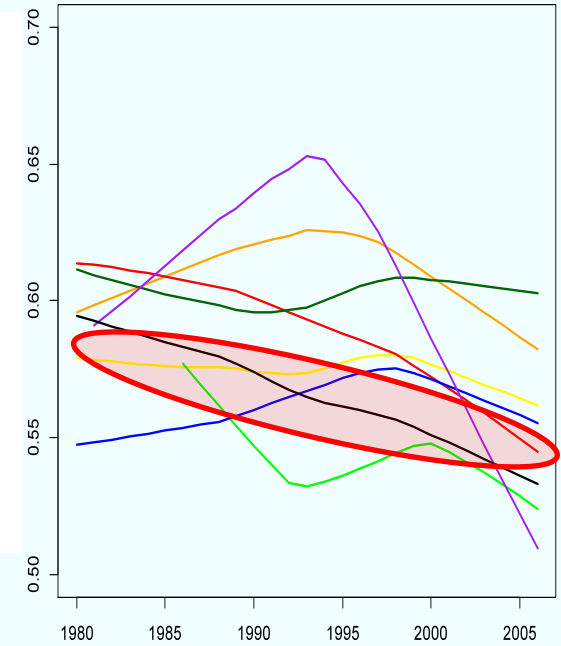
% surface 5 premières variétés
(échelle départementale)



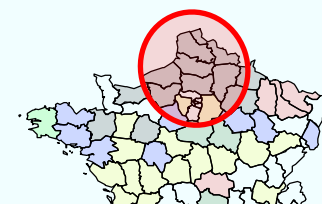
années



diversité génétique (Nei)



années



=> Recherche des liens entre diversité variétale départementale, diversité de résistances déployées, et pressions de maladies