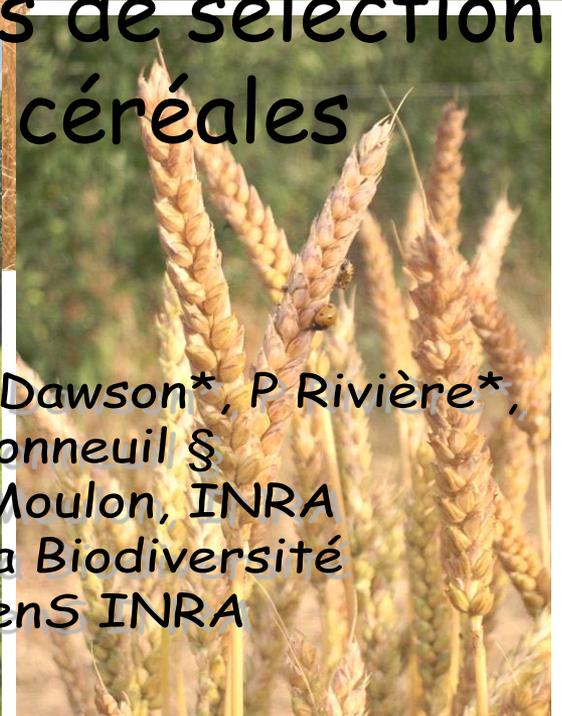




Diversité génétique dans les cultures et vulnérabilité sanitaire: Des exemples de stratégies de sélection et de gestion pour les céréales



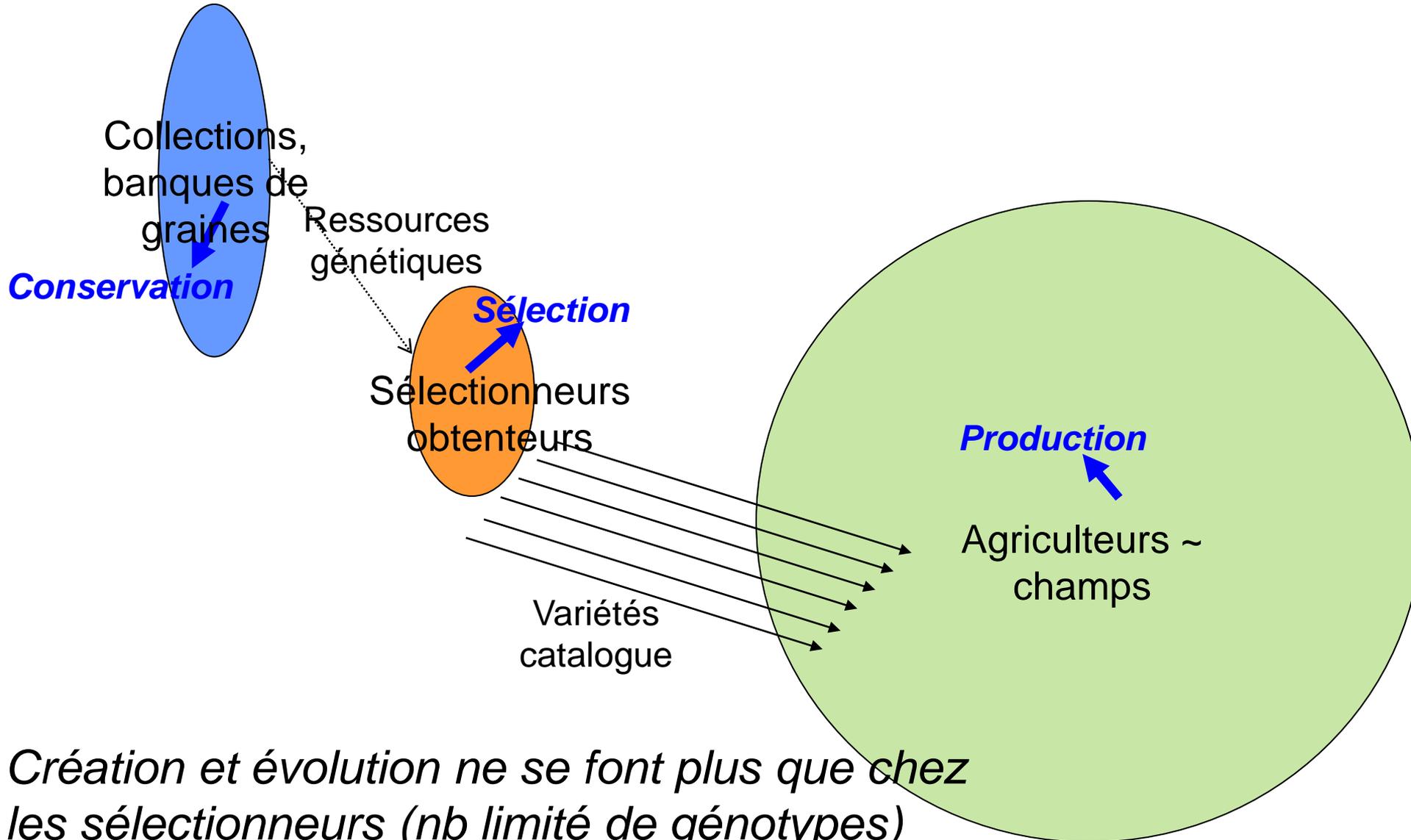
I Goldringer*, P Montalent*, I Bonnin*, J Dawson*, P Rivière*,
J Enjalbert*, R Goffaux°, C Bonneuil §
*UMR de Génétique Végétale, Le Moulon, INRA
° Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
§ CNRS Centre Koyre, IFRIS SenS INRA

La diversité cultivée: un réservoir d'allèles pour l'amélioration des plantes?

SciencesPo.

Chaire
Développement durable

anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail

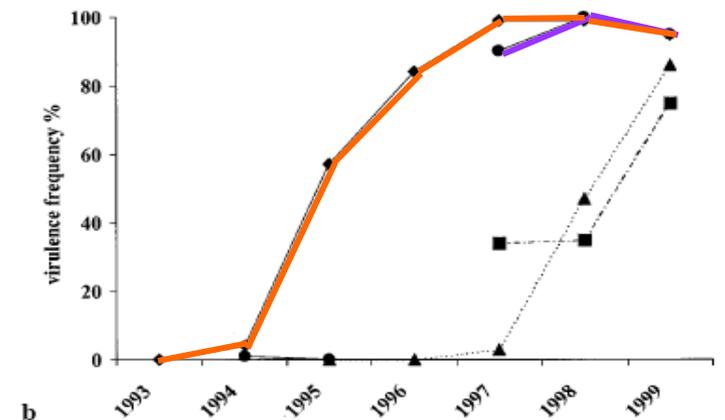
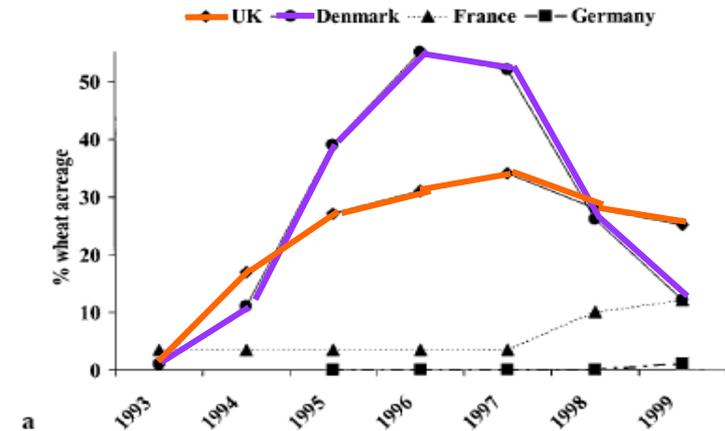


Biodiversité cultivée

- **Biodiversité** = pas seulement un stock, un réservoir d'allèles, mais plutôt un ensemble de processus : génétiques, écologiques, sociaux...

=> Résulte des **interactions** dans l'espace et **dans le temps** entre plantes cultivées, avec la biodiversité sauvage, avec l'environnement, avec l'homme.

- Surfaces cultivées avec des variétés comportant le gène de résistance **Yr17** au Danemark, France, Allemagne et UK entre 1993 et 1999.
- Fréquence des **virulences sur Yr17** dans les populations de *P. striiformis f. sp. tritici* au Danemark, France, Allemagne et UK entre 1993 et 1999.



Biodiversité cultivée



- **Biodiversité** = pas seulement un stock, un réservoir d'allèles, mais plutôt un ensemble de processus : génétiques, écologiques, sociaux...

=> Résulte des **interactions dans l'espace** et dans le temps entre plantes cultivées, avec la biodiversité sauvage, avec l'environnement, avec l'homme.



Congrès annuel PAN-RGPAA
Variété sensible pure



Association variétale

Rouille jaune chez le Blé
(de Vallavieille-Pope et Goyeau, 1995)

Plan

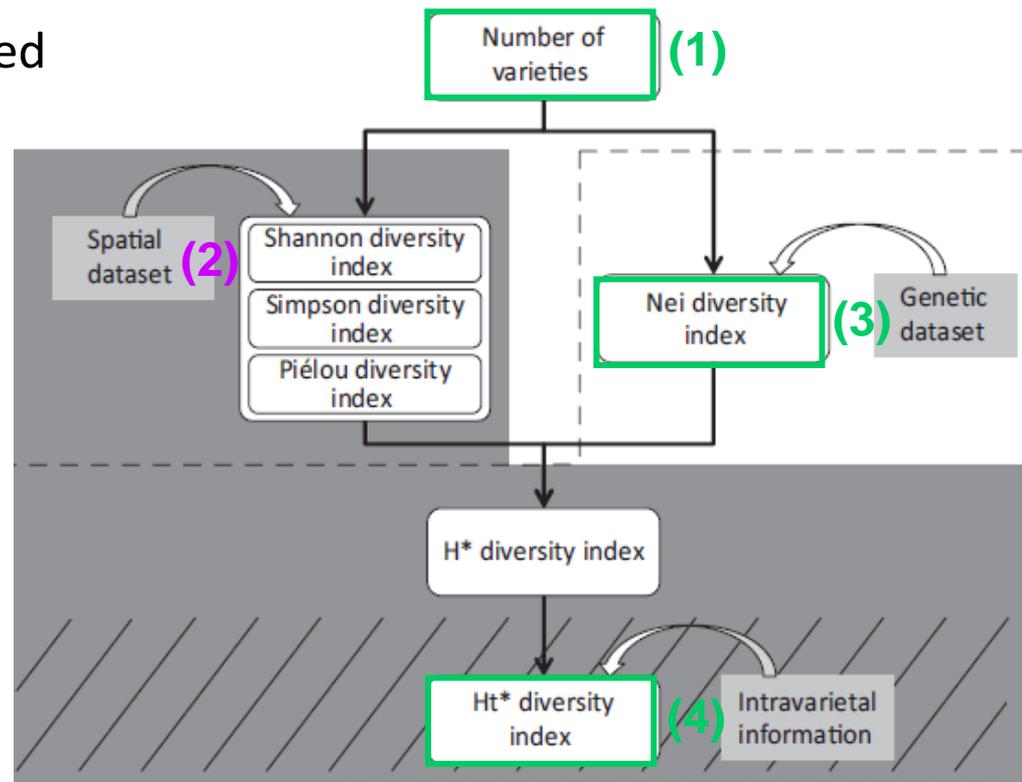


- Evolution de la diversité des blés dans les paysages français au cours du 20^{ème} siècle
- Exemples de stratégies de gestion de la diversité cultivée dans l'espace et dans le temps
 - Organisation des variétés dans les paysages
 - Diversité intra-parcelle
 - Sélection décentralisée participative

Construction d'un indicateur de diversité cultivée dans les territoires



- Méthodologie de construction d'un indicateur pour mesurer la diversité génétique dans les territoires
- “Genetic diversity can be assessed when three different facets are combined (CBD 2004):
 - (1) number of different entities
 - (2) evenness of the distribution of these entities,
 - (3) the extent of the difference between the entities”
- Nous avons ajouté :
 - (4) diversité intra-entité



FRB - Goffaux et al. (2011)

Bonneuil et al. (2012), Bonnin et al. (2014)

Mise en œuvre de l'indicateur



Chaire Développement durable

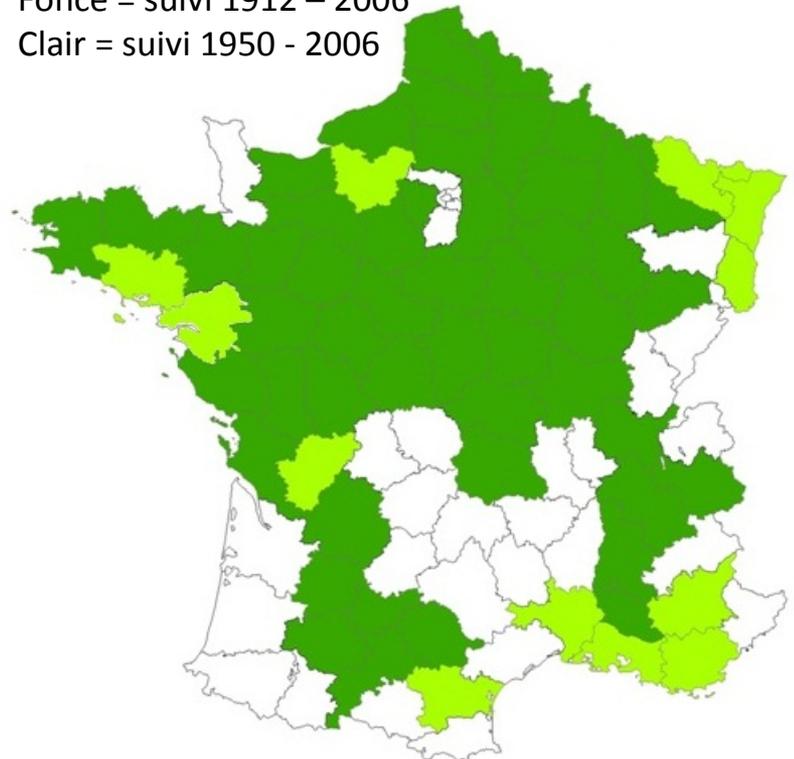
anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Base de données:

- 80 départements
- 64 dates entre 1912 et 2006
- 1104 variétés génotypées

Foncé = suivi 1912 – 2006
Clair = suivi 1950 - 2006



Données d'archives

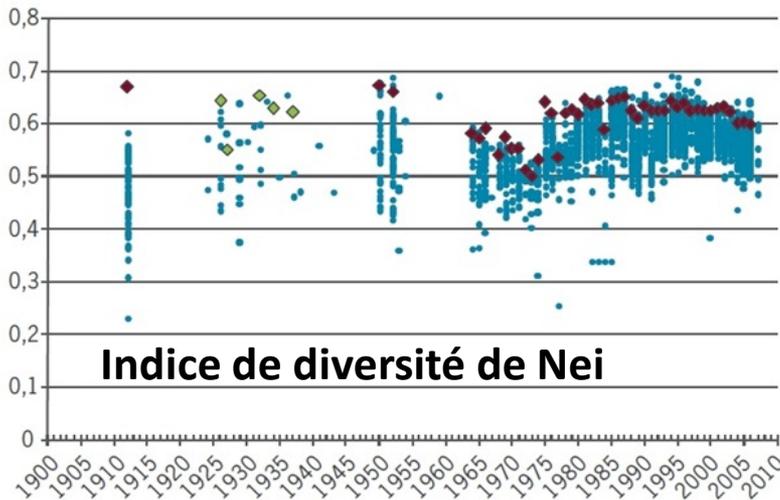
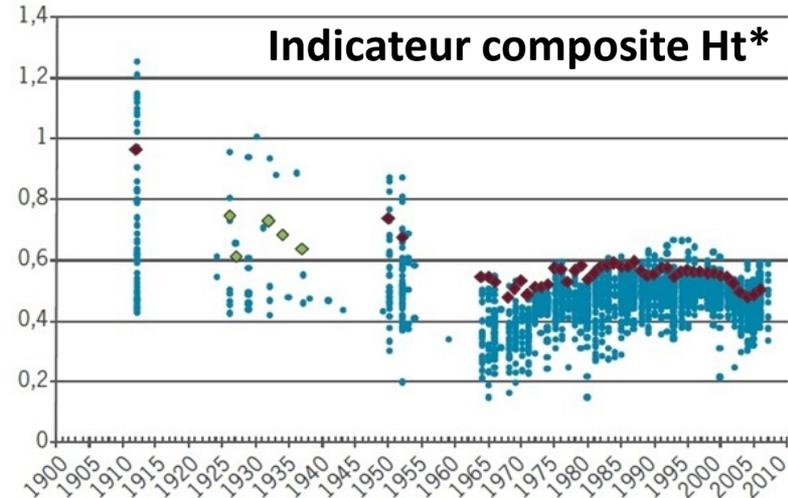
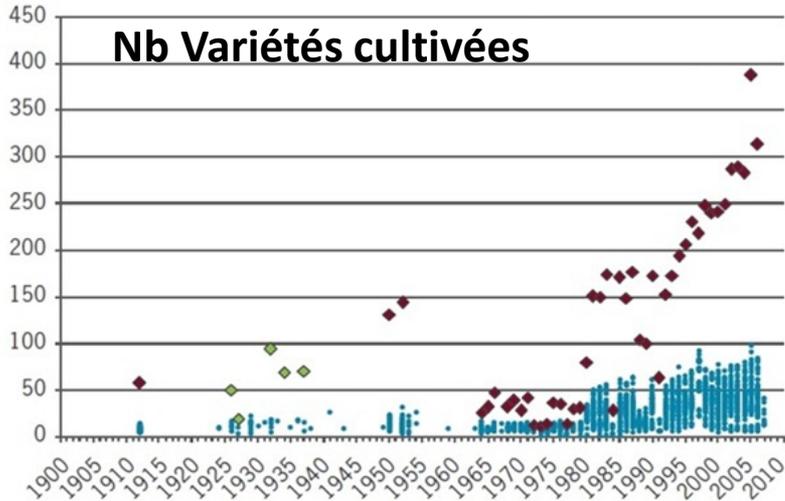
Données biblio diversité intra-variétale

35 marqueurs SSR

Données génétiques

nom	cfd17h8acfd17h8d	gwm11	gwm120
AARON	N/A	202	N/A
ABBONDANZA	156	200	199
ABEL	156	188	195
ABO	156	200	195
ABBONDANCE			
LEPEUPLE	162	198	195
ABOUKIR	156	188	203
ACIENDA	156	188	197
ACIER	156	212	195
ADAM	156	194	193
ADMIRAL	156	206	199

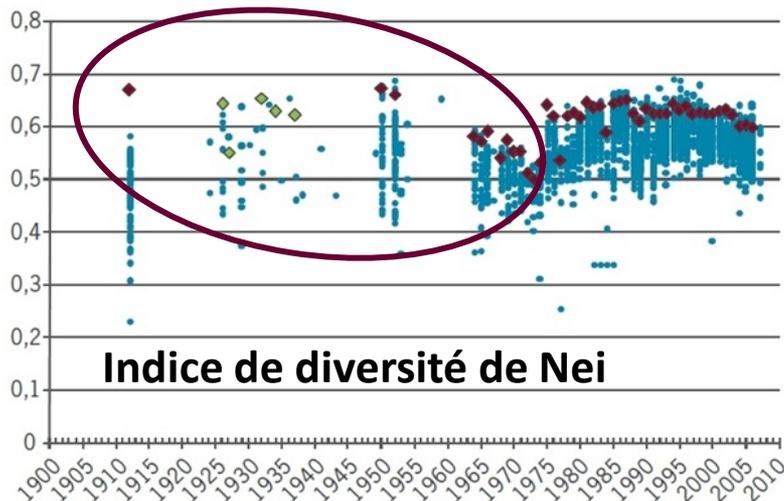
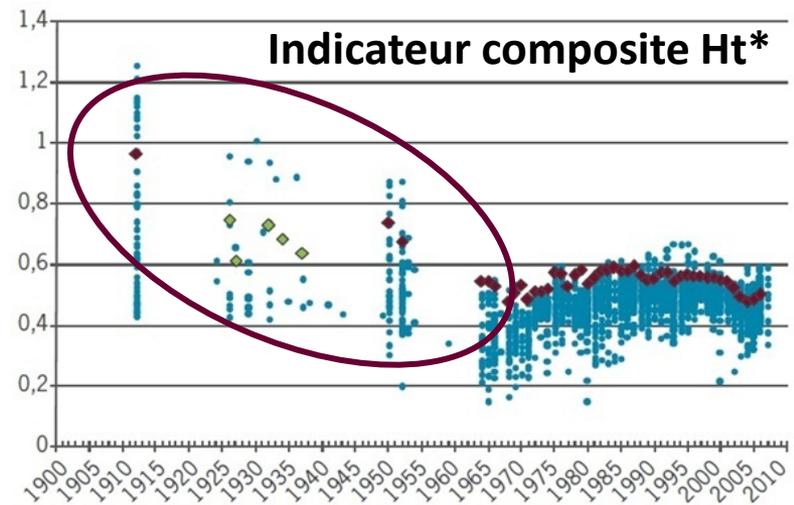
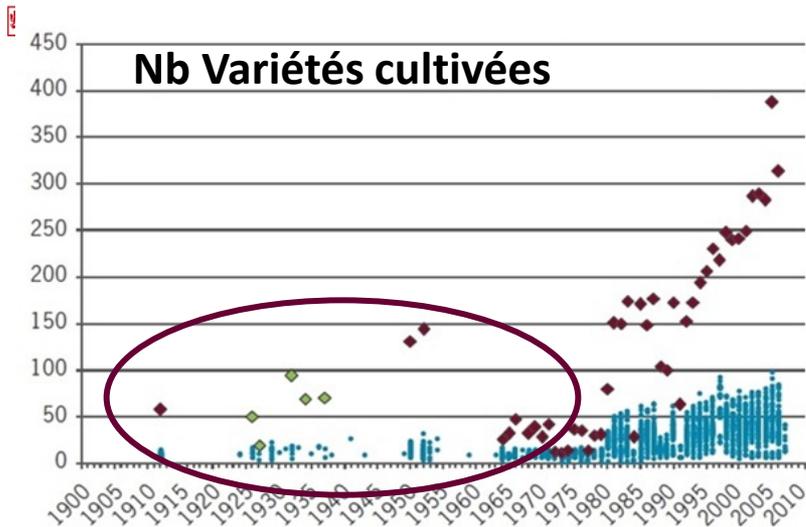
Tendances observées au cours du 20ème siècle à l'échelle du territoire



Evolution au cours du 20ème siècle dans 80 départements Français (bleu) et au niveau national (noir / vert)

=> Les tendances révélées par les 3 indicateurs sont différentes

Trois périodes



De 1912 aux années 70s:

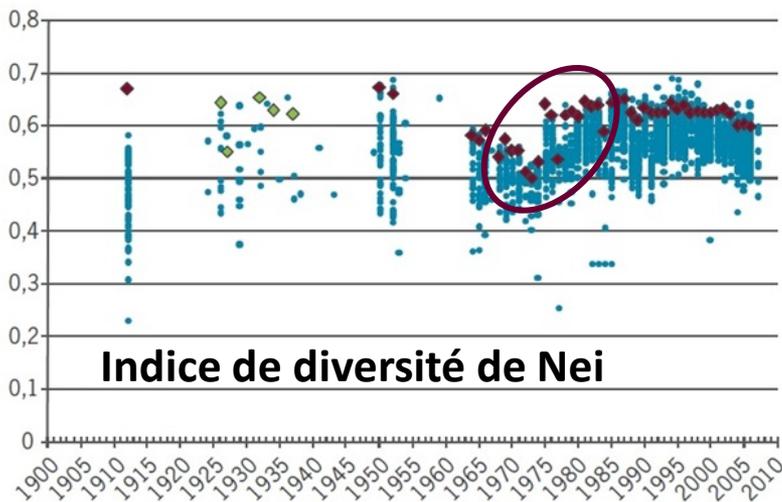
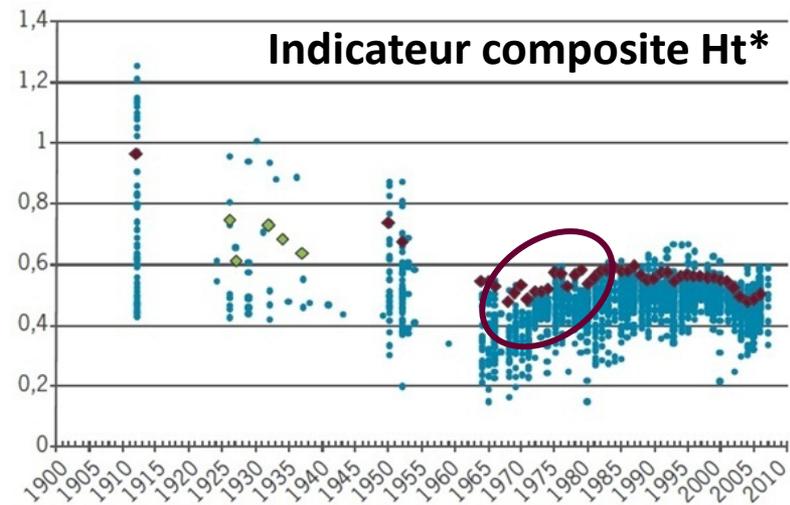
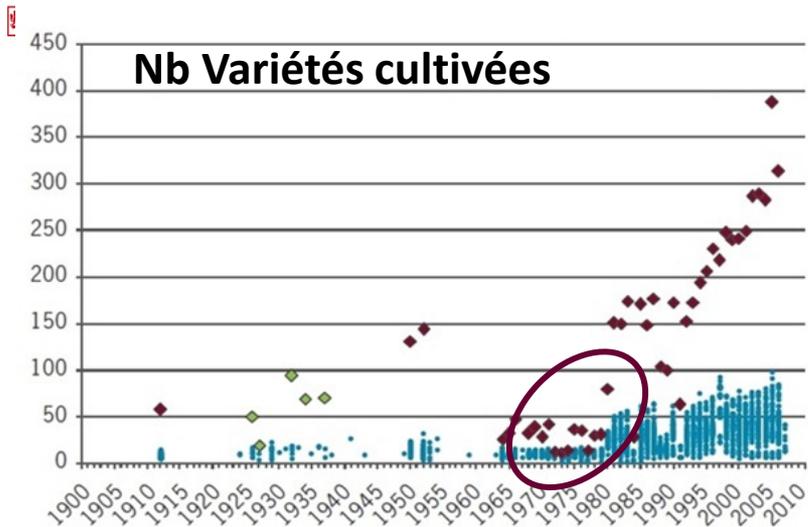
=> la diversité diminue drastiquement

*** Remplacement des variétés de pays par les variétés modernes homogènes**

*** Augmentation de la similarité génétique entre variétés (Nei)**

*** Dominance dans le paysage de quelques variétés majoritaires.**

Trois périodes

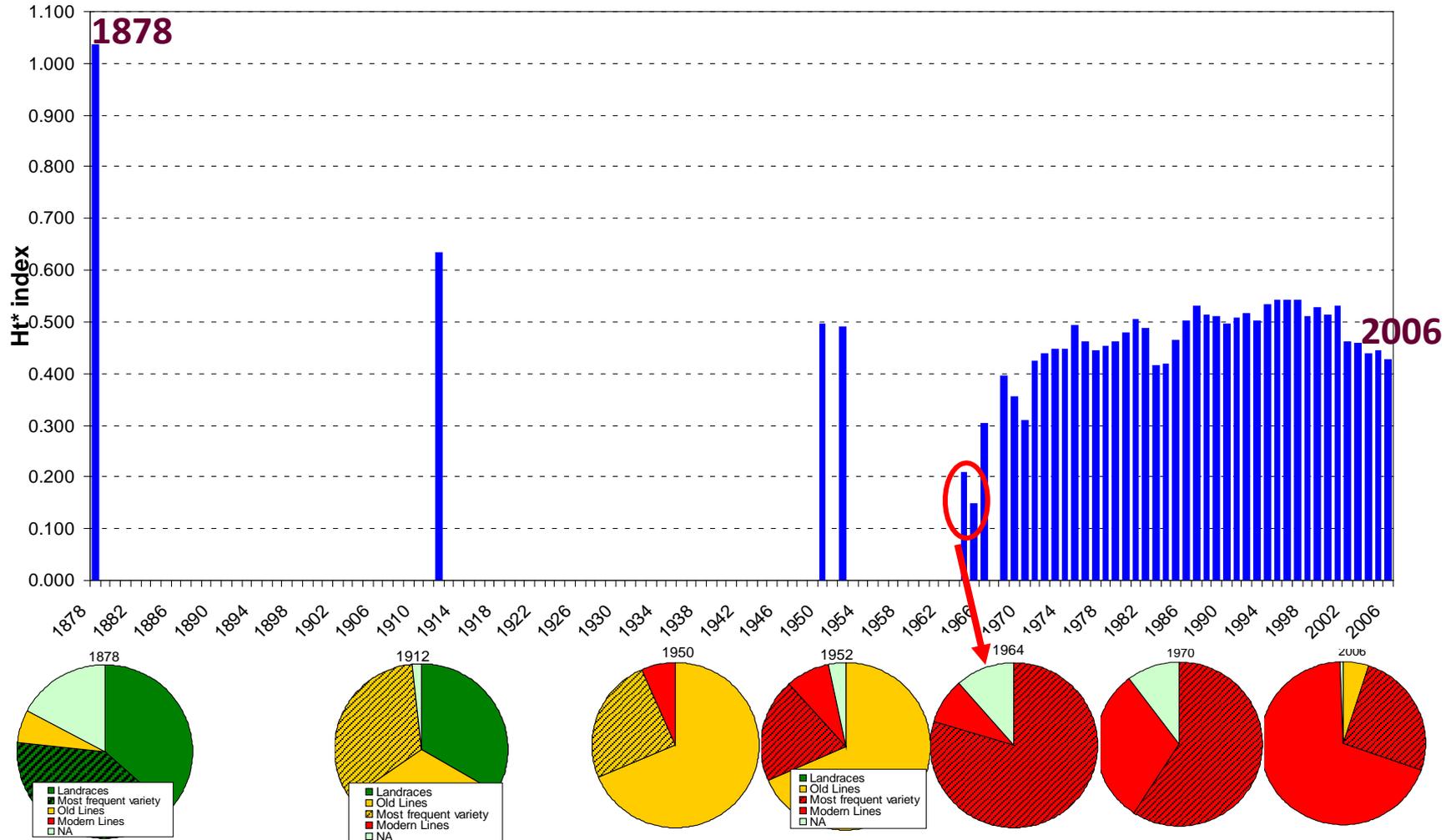


Après les années 70s:

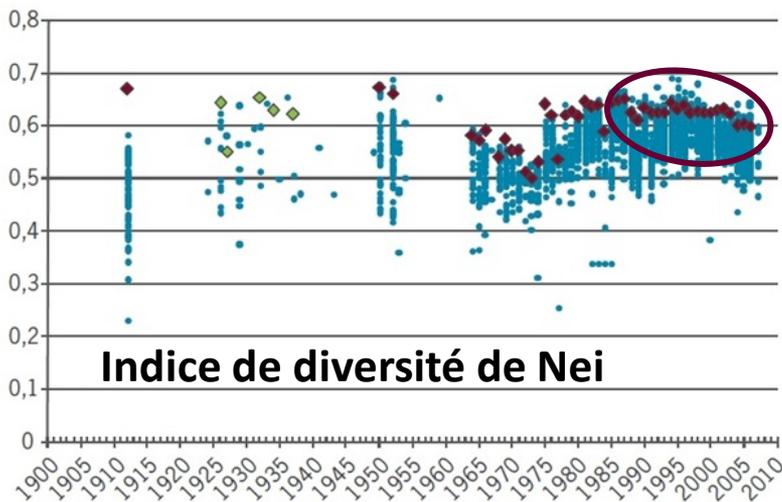
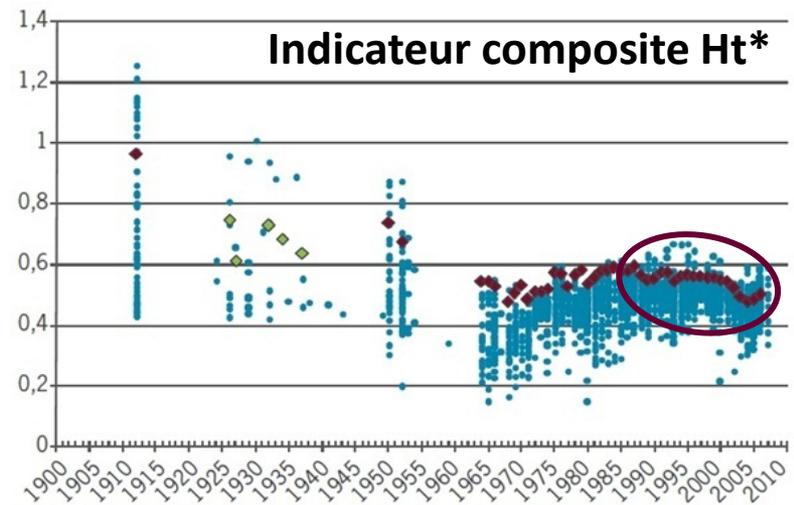
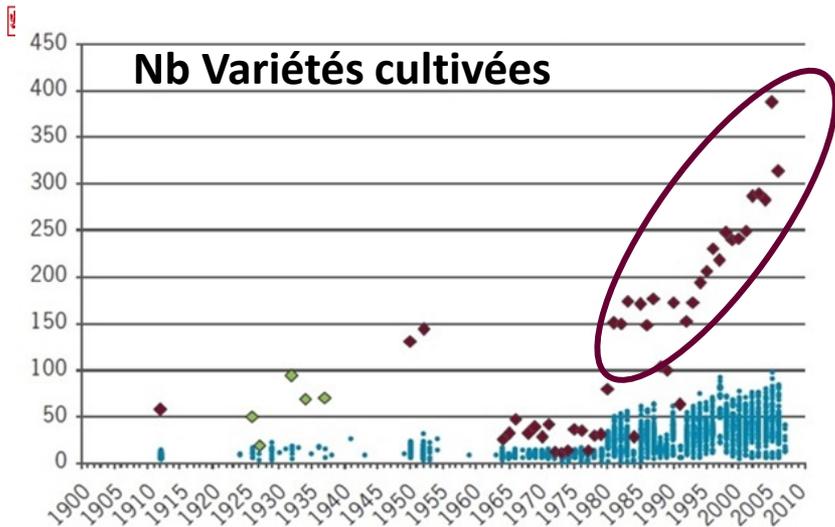
=> Ht*, le nombre de variétés et l'indice de Nei augmentent sensiblement

*** Nombreuse variétés développées à partir de ressources génétiques plus variées renouvelant le pool génétique utilisé en sélection.**

Illustration avec un département phare de production de blé : l'Eure-et-Loir



Trois périodes



Fin des années 80s jusqu'en 2006:

=> Ht* stagne puis amorce une décroissance dans les années 2000 tandis que le nb de variétés augmente considérablement.

*** Homogénéisation génétique entre départements**

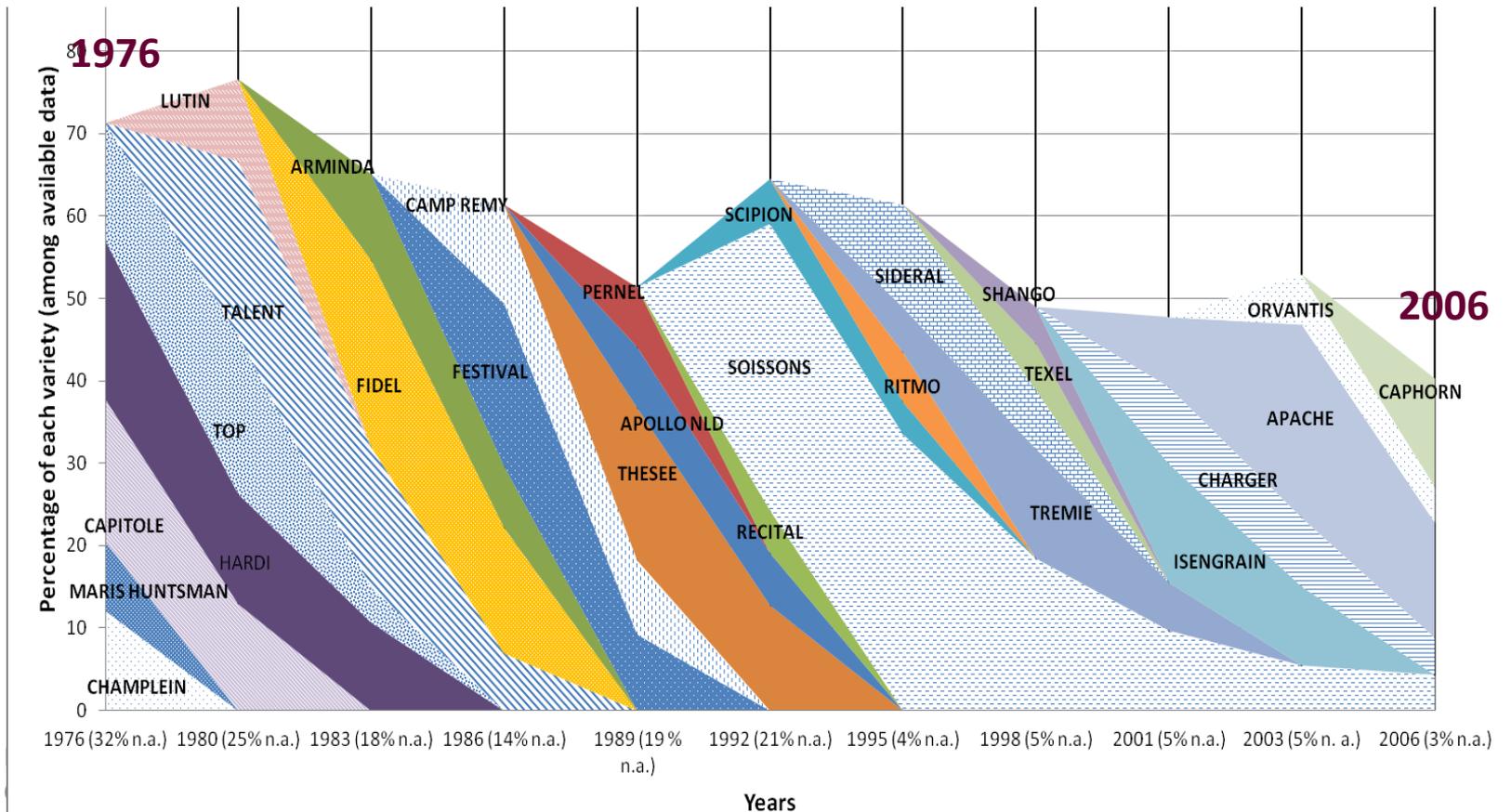
*** Les variétés les plus fréquentes deviennent plus apparentées génétiquement (cf Nei 5 ou 10 premières variétés).**

Période récente

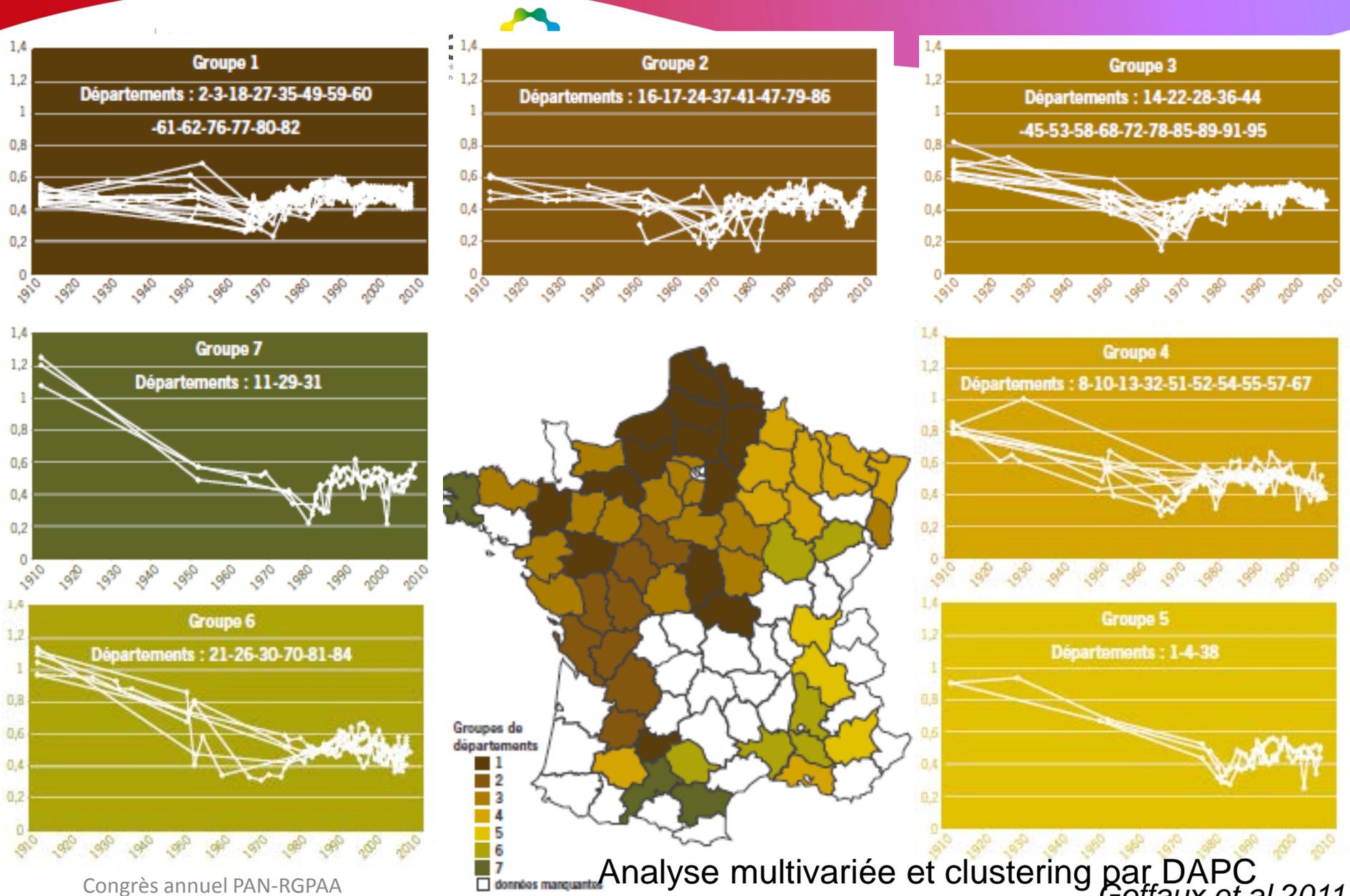


Diversité de Nei sur (a) les 5 variétés, (b) les 10 variétés les + fréquentes

Années	1976	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2003	2006
(a)	0.483	0.470	0.470	0.488	0.422	0.491	0.505	0.473	0.449	0.414	0.418
(b)	0.516	0.514	0.546	0.567	0.522	0.536	0.533	0.481	0.518	0.486	0.434



Régionalisation des tendances



Une forte uniformisation génétique des paysages agricoles français



Chaire
Développement durable

anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail

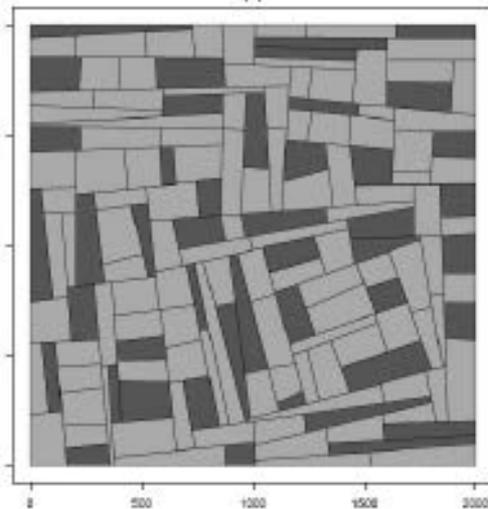


=> Nécessité de prendre en compte l'organisation spatio-temporelle de la diversité cultivée pour augmenter la durabilité des cultures

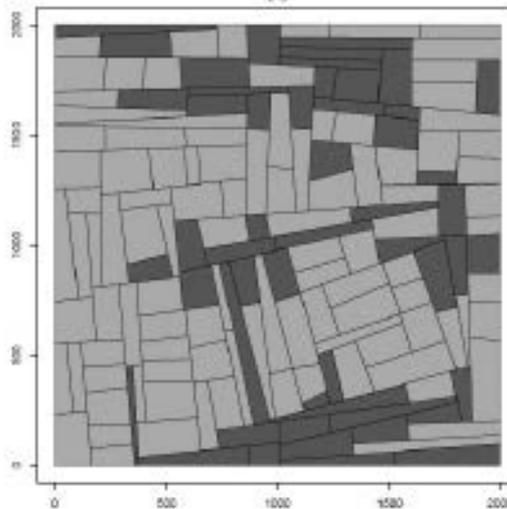
Evolution d'un parasite sur un paysage agricole



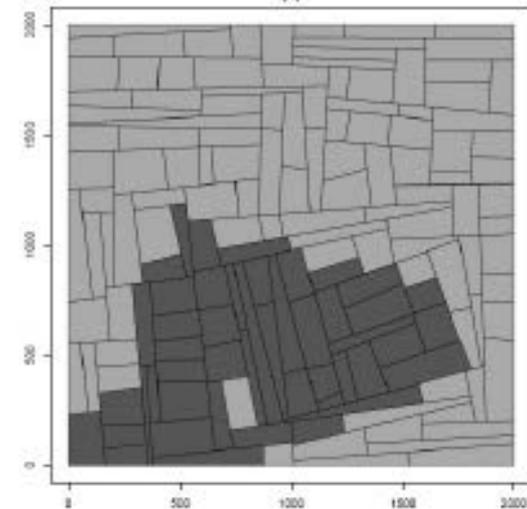
mélange



mosaïque



agrégation



Deux variétés (30% - 70%)

Trois niveaux d'agregation

Trois formes pathogènes : deux spécialistes + un généraliste

Evolution d'un parasite sur un paysage agricole



=> Influence de l'organisation paysagère des
variétés résistantes sur la sélection des

pathogènes

paysage mélangé

paysage en mosaïque

paysage agrégé

Landscape

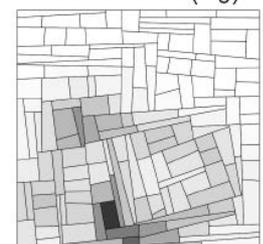
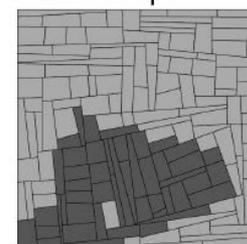
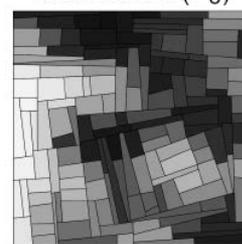
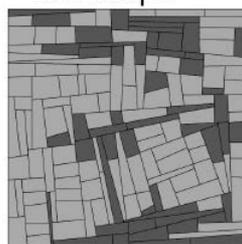
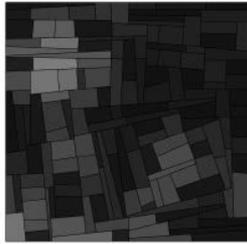
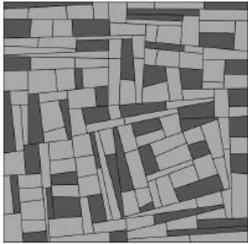
Generalist (P_3)

Landscape

Generalist (P_3)

Landscape

Generalist (P_3)



V_1 specialist (P_1)

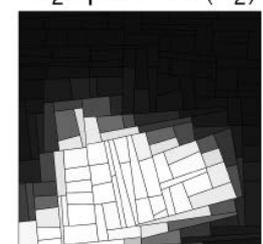
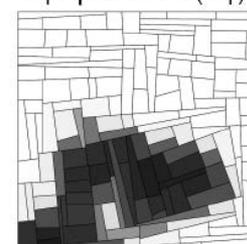
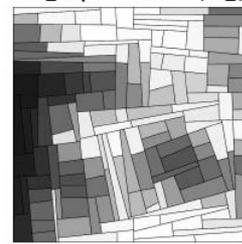
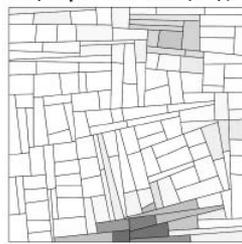
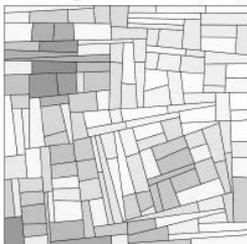
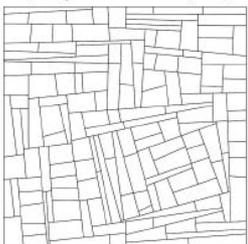
V_2 specialist (P_2)

V_1 specialist (P_1)

V_2 specialist (P_2)

V_1 specialist (P_1)

V_2 specialist (P_2)



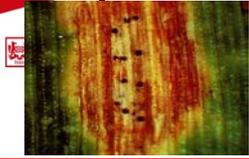
Diversité fonctionnelle pour limiter l'expansion des pathogènes: les mécanismes



- Effets mécaniques:
 - Augmentation de la distance entre plantes sensibles
 - Effet barrière des plantes plus résistantes
 - Effets climatiques dûs aux différences d'architecture (réduction de l'humidité)
- Compensation:
 - avantage compétitif des plantes + résistantes => compenser les pertes de production des + sensibles
- Interactions avec les bioagresseurs:
 - Plus de diversité de l'hôte va sélectionner + de diversité chez le pathogène, diminuer les chances qu'un pathotype donné attaque une plante hôte sensible
 - Augmentation de la résistance induite (prémunition) chez l'hôte



Cultures monovariétales et association de 4 variétés (2 années, 19 parcelles, 190 ha, 1 traitement fongicide)



Développement durable

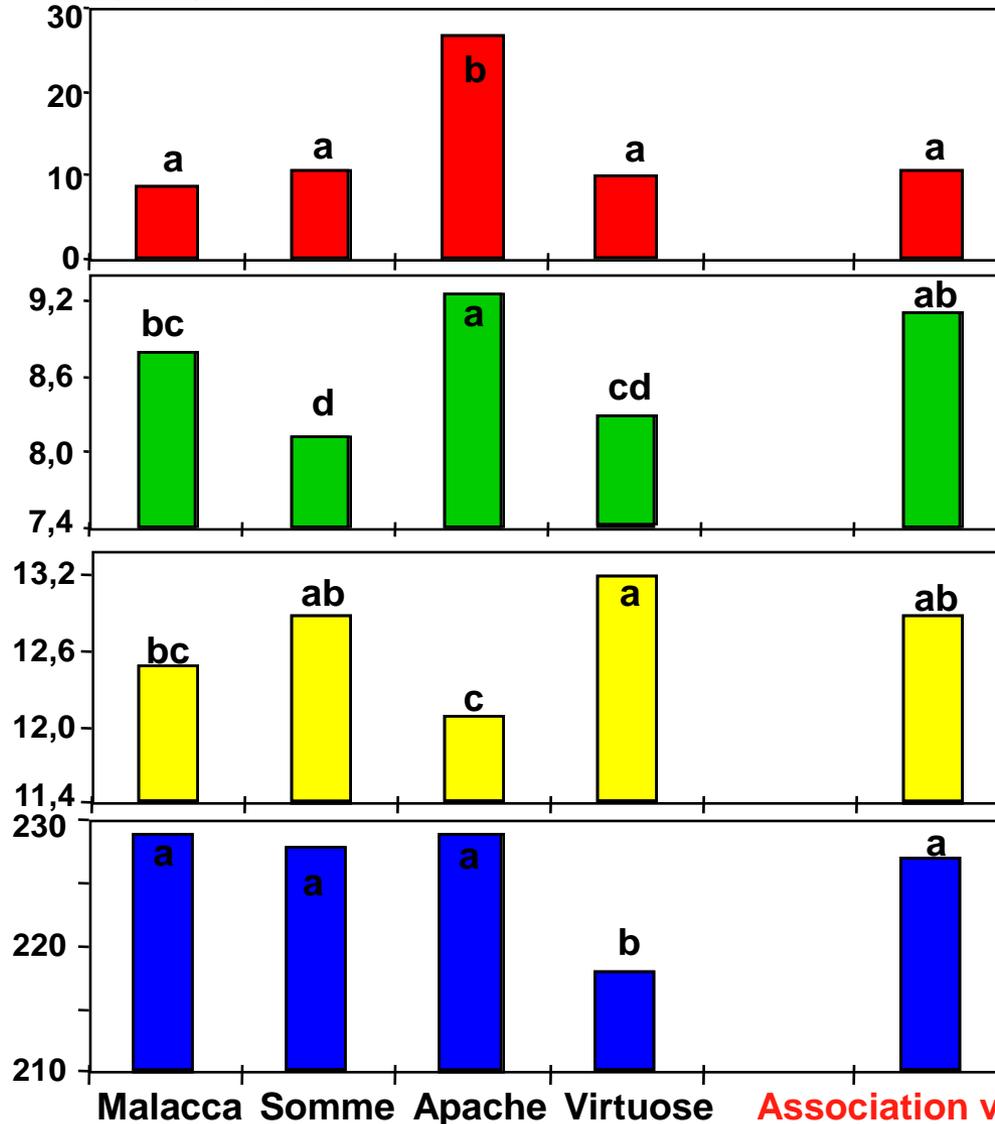


Sévérité de la septoriose (%)

Rendement (t ha⁻¹)

Teneur en protéines (%)

Note de panification (0- 300)



Effet association

- 6 %

+ 0,32 t ha⁻¹

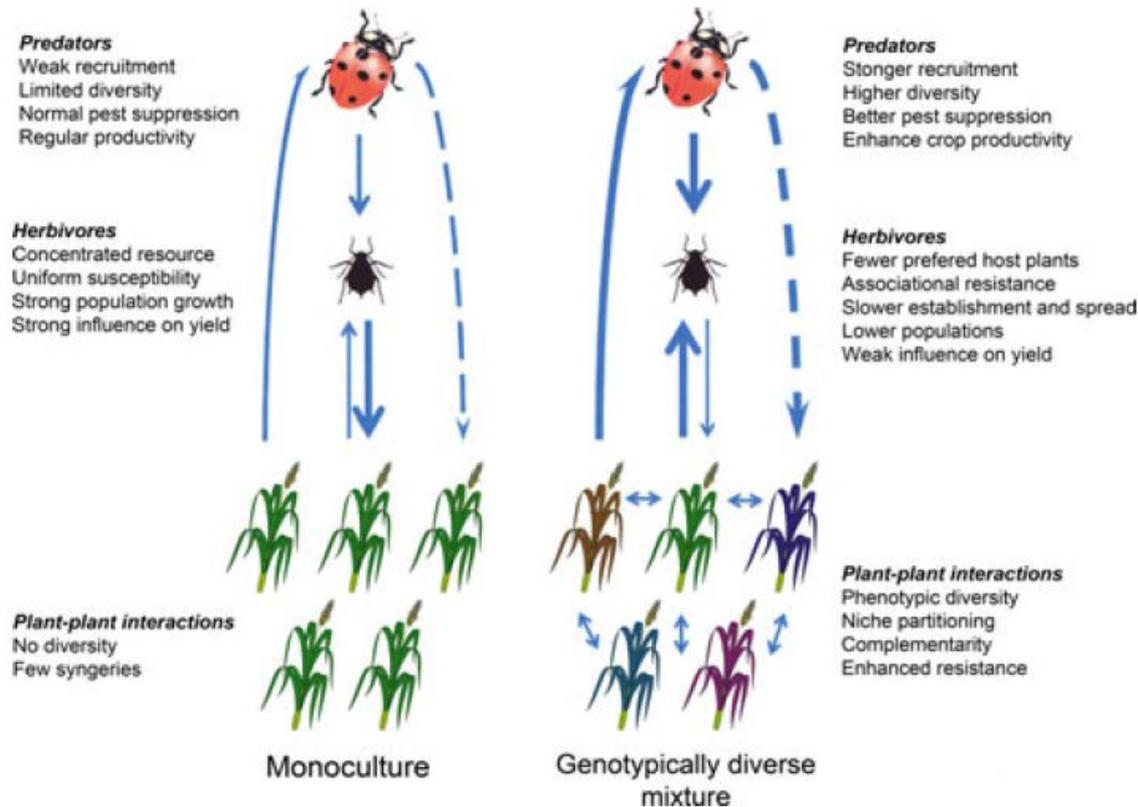
+ 0,54 %

NS

Et plus généralement, la diversité génétique pour contrôler les bio-agresseurs ?



- Conceptual framework describing the hypothesized benefits of genotypic diversity for improving control of herbivorous insect pests.



Sélection décentralisée participative

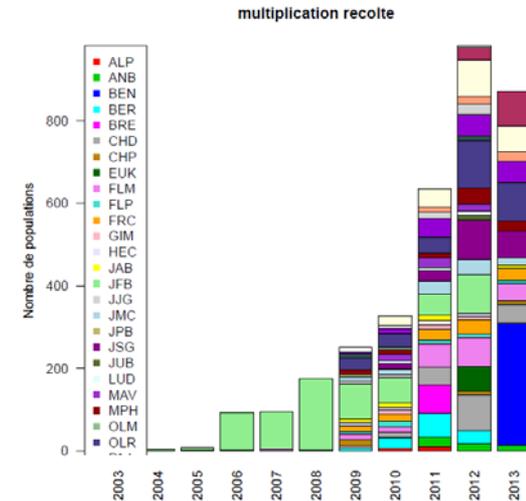


- Décentralise la sélection dans les fermes
=> adaptation locale
=> adaptation à des pratiques agronomiques variées
=> grande diversité de populations développées
- « *Evolutionary breeding* »
=> adaptation continue aux changements environnementaux

La **théorie de la Reine rouge** (van Valen 1974):

- Alice: « Ma parole, je crois bien que nous sommes restées tout le temps sous cet arbre ! Tout est demeuré exactement comme auparavant!... »
- La Reine Rouge: « Ici, vous voyez bien, il faut courir de toute la vitesse de ses jambes pour simplement rester là l'on est. Si l'on veut aller quelque part, ailleurs, il faut alors courir au moins deux fois plus vite! »

De l'autre côté du miroir, Lewis Carroll.



Merci de votre attention

SciencesPo.

Chaire
Développement durable

ANSES
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail

