

# Mesurer l'évolution de la biodiversité cultivée : l'exemple du blé tendre

Isabelle Bonnin

INRA

FRB 2008-2012

# Contexte du développement des études et indicateurs de diversité cultivée

Exigences d'une agriculture durable et faire face aux changements globaux : mieux préserver et utiliser la diversité génétique des espèces végétales agricoles

**Élément clé du devenir des agro écosystèmes** (services éco systémiques)

## ***PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES récentes ...***

Crutsinger GM, Collins MD, Fordyce JA, Gompert Z, Nice CC and NJ Sanders (2006) **Plant Genotypic Diversity Predicts Community Structure and Governs an Ecosystem Process**, *Science* 966;313

Hajjar R, Jarvis DI and B Gemmill-Herren (2008) **The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services**. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123:261-270.

Bailey JK, Schweitzer JA, Ubeda F, Koricheva J, LeRoy CJ, Madricht MD, Rehill BJ, Bangert RK, Fischer DG, Allan GJ and TG Whitham (2009) **From genes to ecosystems: a synthesis of the effects of plant genetic factors across levels of organization**. *Phil. Trans. R. Soc.* 364:1607-1616.

Tooker JF and SD Frank (2012) **Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields**. *Journal of Applied Ecology* 49:974-985.

etc.

# Nécessité de faire l'état des lieux national de la diversité cultivée dans les territoires

(mobilisation *in situ* des ressources génétiques d'une espèce)



“loss of genetic diversity through the disappearance of locally adapted varieties and landraces of crops and livestock breeds is **widely reported but difficult to quantify**” (Global Biodiversity Outlook 2, CBD 2006)

**Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) en 2007** un indicateur = le nombre de variétés cultivées commerciales inscrites au catalogue national des obtentions végétales

## SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators)

=> 26 indicateurs de biodiversité, aucun pour la biodiversité cultivée.

### OCDE

=> 2 indicateurs de la diversité cultivée:  
(a) nombre total de variétés inscrites et certifiées

(b) la part des variétés cultivées majeures dans la production commercialisée totale

## SNB 2007

« Pour les variétés végétales,

*l'indicateur ne permet pas de suivre l'évolution des variétés traditionnelles, ni d'apprécier l'utilisation relative, en importance, des variétés répertoriées ;*

*il ne donne ainsi pas d'information sur les tendances à l'homogénéisation.*

*Il est de plus limité aux variétés commercialisées faisant l'objet d'une réglementation et donc inscrites. »*

En **2010** il n'y a toujours pas d'indicateur pertinent pour la diversité cultivée !!

**au-delà du nombre de variétés**

quid :

- de la répartition spatiale?
- de la diversité génétique inter et intra-variétale?



## Quels indicateurs pour suivre la diversité génétique des plantes cultivées ?



//////////////////// le cas du blé tendre  
//////////////////// cultivé en France depuis un siècle



**AUTEURS : GOFFAUX R.<sup>1</sup>, GOLDRINGER I.<sup>2</sup>, BONNEUIL C.<sup>3</sup>, MONTALENT P.<sup>2</sup> & BONNIN I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, Paris

<sup>2</sup> INRA – UMR génétique végétale, Gif-sur-Yvette

<sup>3</sup> CNRS – Centre Alexandre Koyré d'histoire des sciences et des techniques, Paris

C. Bonneuil, R. Goffaux, I. Bonnin, P. Montalent, C. Hamon, F. Balfourier & I. Goldringer. 2012. **A new integrative indicator to assess crop genetic diversity.** *Ecological Indicators* 23:280-289

# Construction de l'indicateur de biodiversité cultivée

$H_t^*$  (Bonneuil et al Ecol Indic 2012)

- 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

Prise en compte du nb de variétés et de leur abondance dans l'espace

Prise en compte de la diversité génétique inter variétale

- Nous avons ajouté :

- (4) diversité intra-entité

Prise en compte de la diversité génétique intra variétale

$$H_T^* = \frac{H^*}{G_{ST}}$$

D'après Nei (1973)

$$H_T^* = \frac{(1/J) \sum_j \left( 1 - \sum_i \left( \sum_k \alpha_k \times G_{ijk} \right)^2 \right)}{G_{ST(L)} \times (\%L) + G_{ST(OL)} \times (\%OL) + G_{ST(ML)} \times (\%ML)}$$

# Cas d'étude: évolution de la diversité du Blé en France au 20ème siècle

- **Blé** : *espèce de grande culture* (France 1<sup>er</sup> producteur européen et 5<sup>ème</sup> mondial, 5 millions d'ha)
- **Echelle spatiale** – résolution *départementale* permise par les données
- **Echelle temporelle** – remonter *au moins* avant le remplacement complet *des variétés de pays* (prise en compte de la *diversité intra variétale*) et évaluer *annuellement*

## *Le blé en France : une histoire de sélection...*

→ Depuis la domestication : sélection, multiplication et diversification par les agriculteurs eux-mêmes = **variétés populations génétiquement hétérogènes**, appelées ici « **variétés de pays** » (landraces)

→ Milieu du XIXème siècle : création des premières maisons de sélection : sélection généalogique produisant des **variétés bien + homogènes**, appelées ici « **lignées anciennes** » (old lines)

→ Milieu du XXème siècle : mise en place de la réglementation sur le commerce des semences, établissement des catalogues et critère d'homogénéité produisant des **variétés quasiment pures génétiquement**, appelées ici les « **lignées pures modernes** » (modern lines)

# Mise en œuvre de l'indicateur Ht\*



Données d'archives

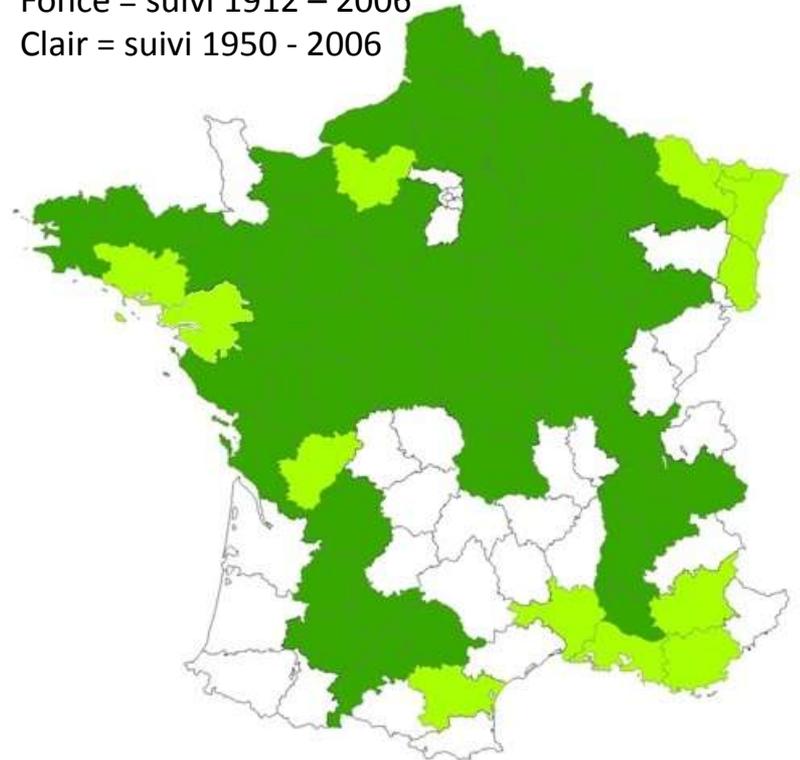


Données biblio diversité intra-variétale

## Base de données:

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

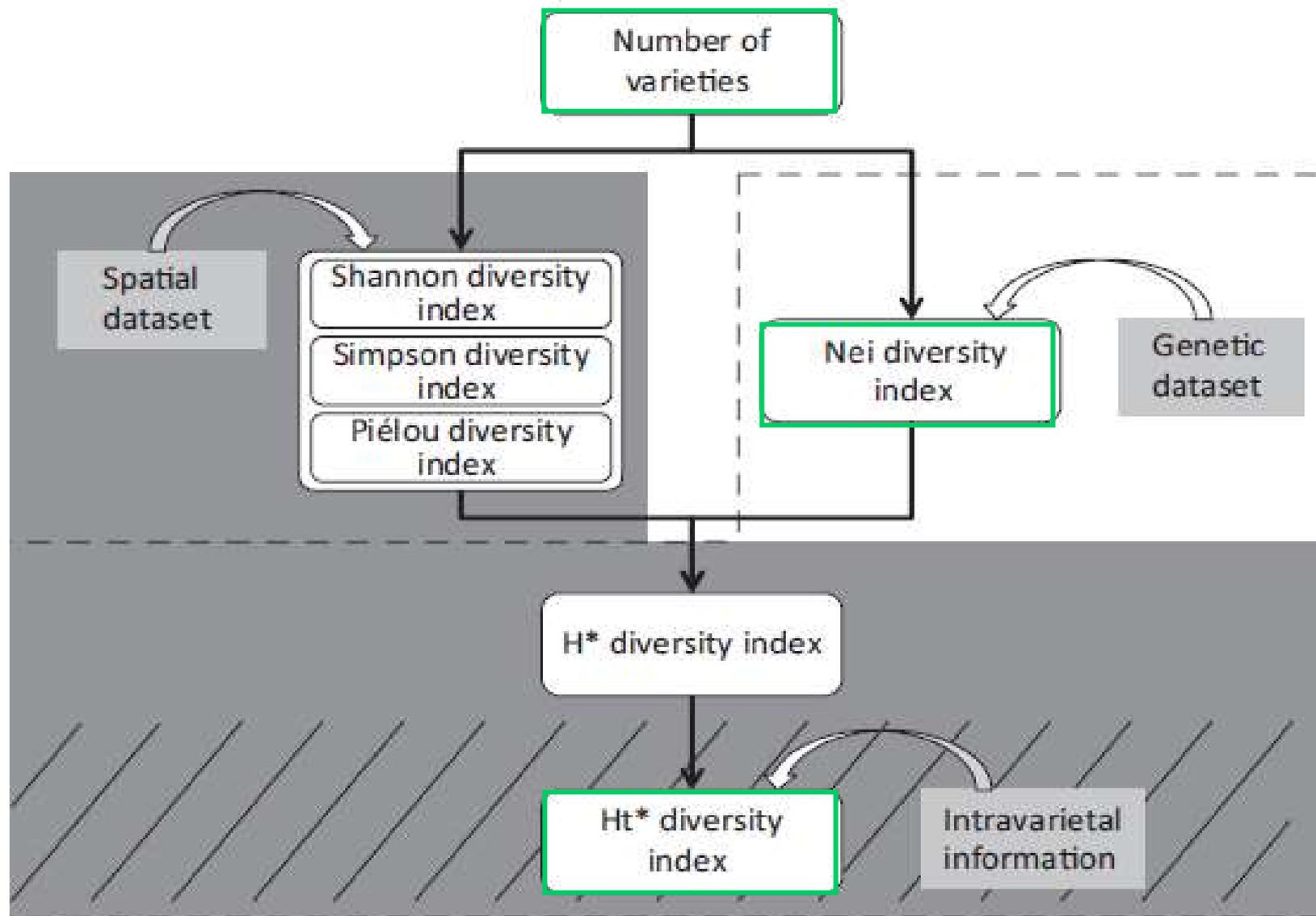
Foncé = suivi 1912 – 2006  
Clair = suivi 1950 - 2006



Données génétiques

nom	cfd17h8acfd17h8d	gwm11	gwm120
AARON	N/A	202	N/A 154
ABBONDANZA	156	200	199 138
ABEL	156	188	195 150
ABO	156	200	195 152
ABONDANCE			
LEPEUPLE	162	198	195 154
ABOUKIR	156	188	203 152
ACIENDA	156	188	197 152
ACIER	156	212	195 152
ADAM	156	194	193 152
ADMIRAL	156	206	199 152

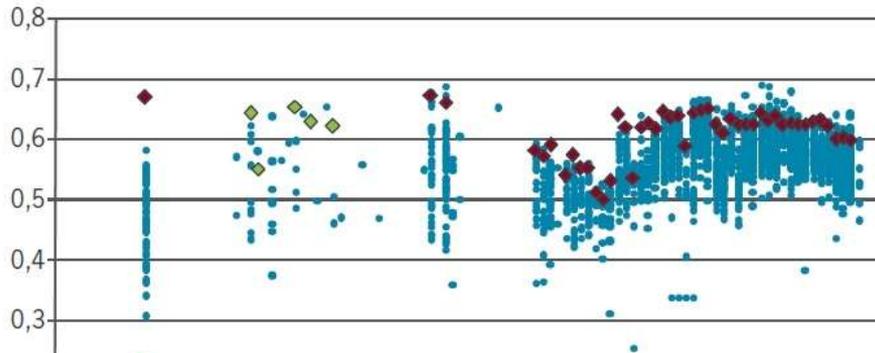
# Indicateurs comparés



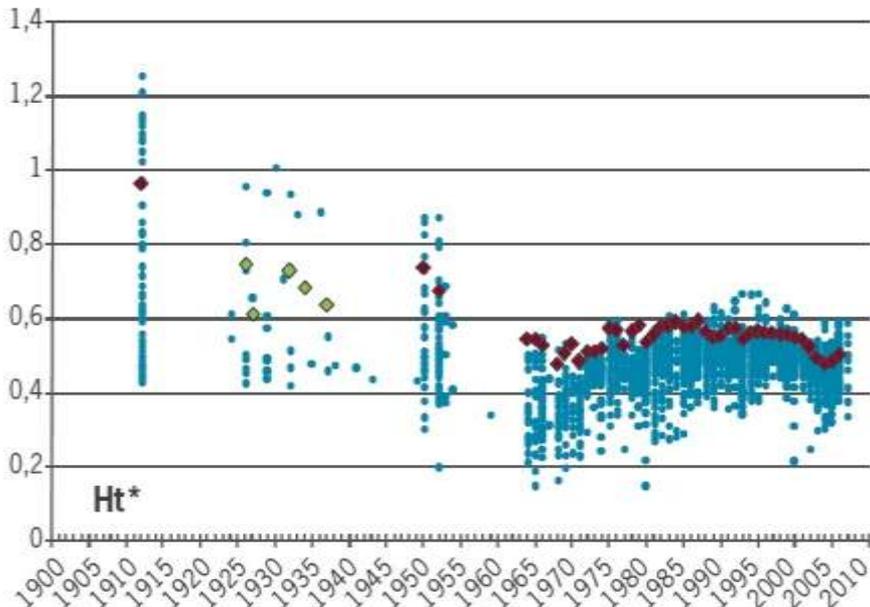
## Nombre de variétés



→ Forte hausse du nombre de variétés depuis les années 60



→ Peu de changement dans la différenciation génétique des variétés

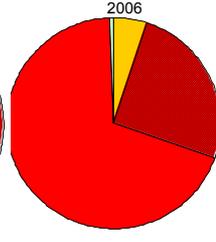
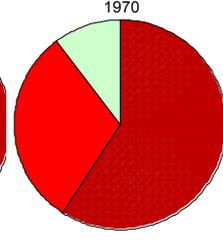
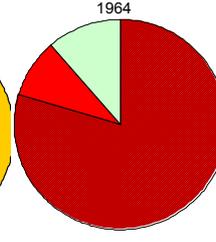
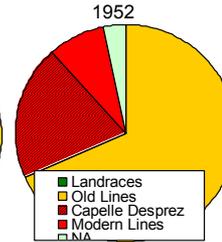
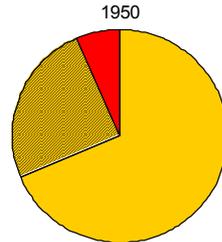
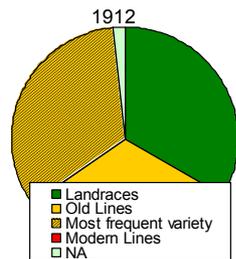
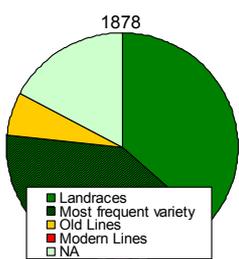
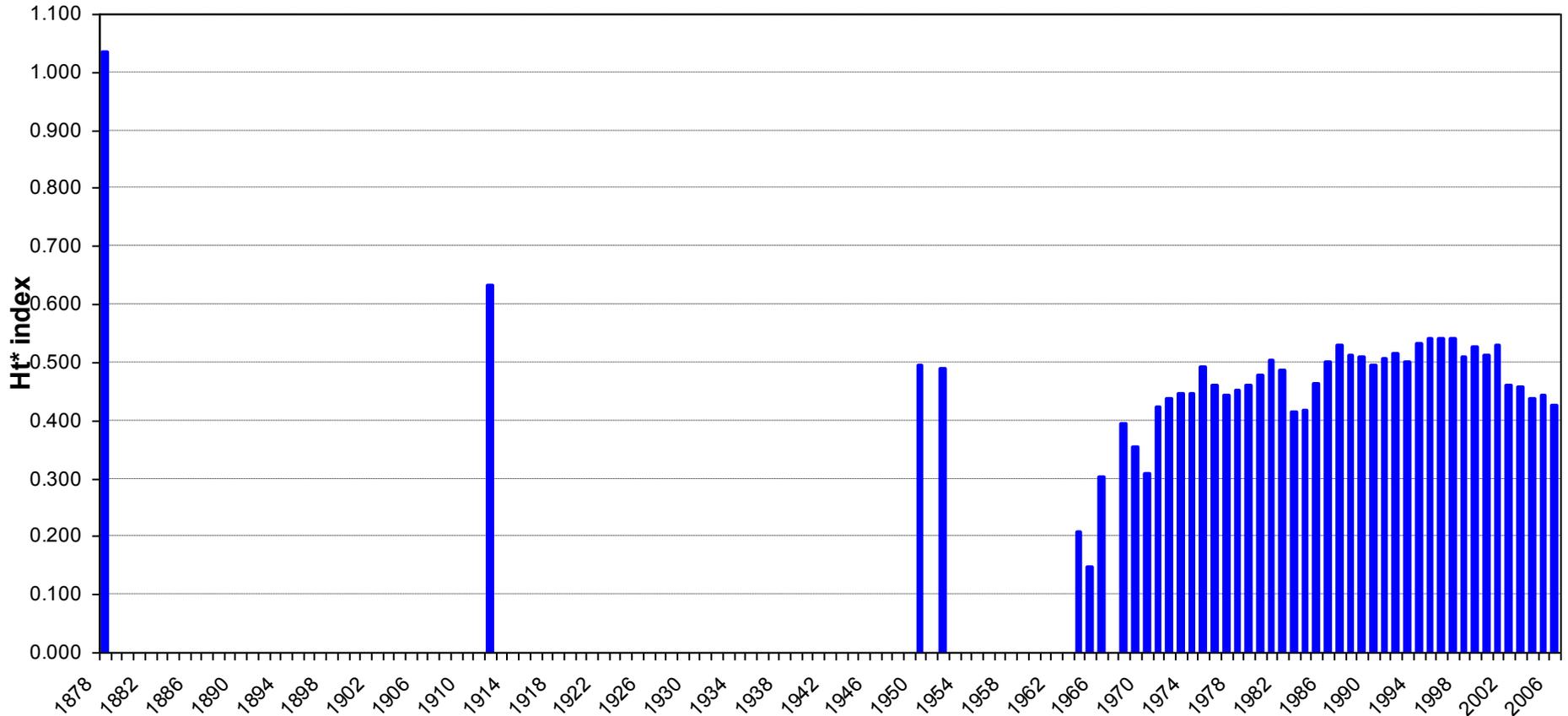


→ Forte diminution de la diversité mesurée par  $H_t^*$  entre 1912 et 1960s

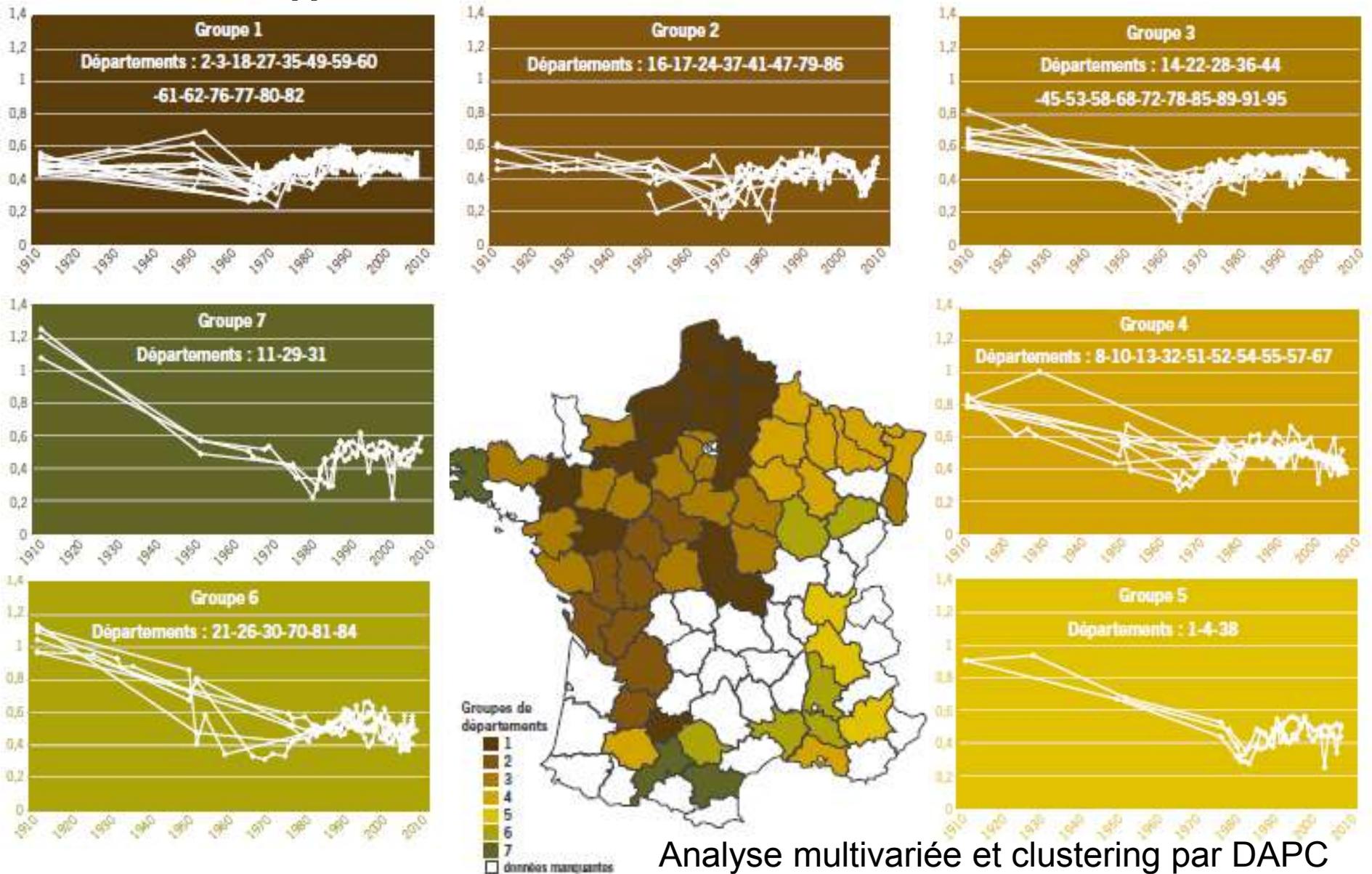
→ Homogénéisation génétique entre variétés leader et entre départements entre 1960s et 2006

# Evolution de Ht\* en Eure-et-Loir

*(Bonneuil et al Ecol Indic 2012)*



# Régionalisation des évolutions de Ht\*



Analyse multivariée et clustering par DAPC  
(Rapport FRB 2011)

# Conclusion

- **Un apport méthodologique :**
  - Le nb de variétés cultivées, bien que fréquemment utilisé, n'est pas un indicateur pertinent de la diversité cultivée
  - L'indicateur le plus intégratif révèle des variations non détectées par les indicateurs plus simples (**identification d'étapes-clé dans l'uniformisation des cultures**)
- **Homogénéisation observée questionne sur la sensibilité des cultures de blé aux variations environnementales en cours et à venir (pathogènes, climat,...)**

# Perspectives

- Etude des relations entre diversité mesurée par Ht\*, rendement et attaques de maladie chez le blé tendre
- Généralisation à d'autres espèces (vigne, arbres, maïs...)
- Un outil pour l'évaluation *a posteriori* (connaissance historique, impact des transformations agricoles,...)
- Un outil au service des politiques de gestion de la biodiversité agricole et aux services écosystémiques associés