Les causes du plafonnement du rendement du blé en France : d'abord une origine climatique

Philippe GATE
ARVALIS – Institut du végétal)

Avec la collaboration :

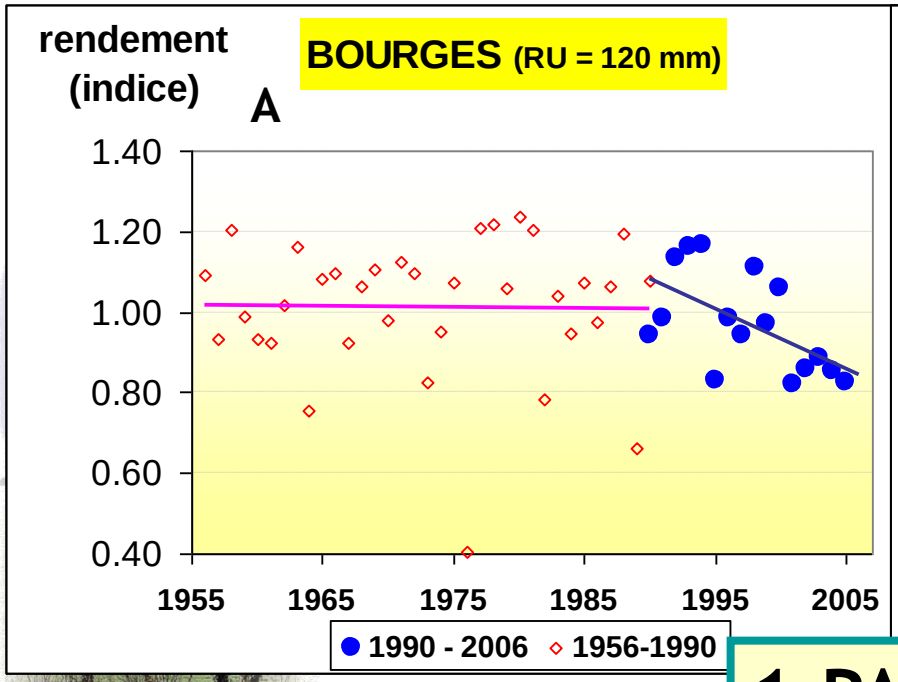
ARVALIS – Institut du végétal : Olivier DEUDON, David GOUACHE
INRA : Nadine BRISSON

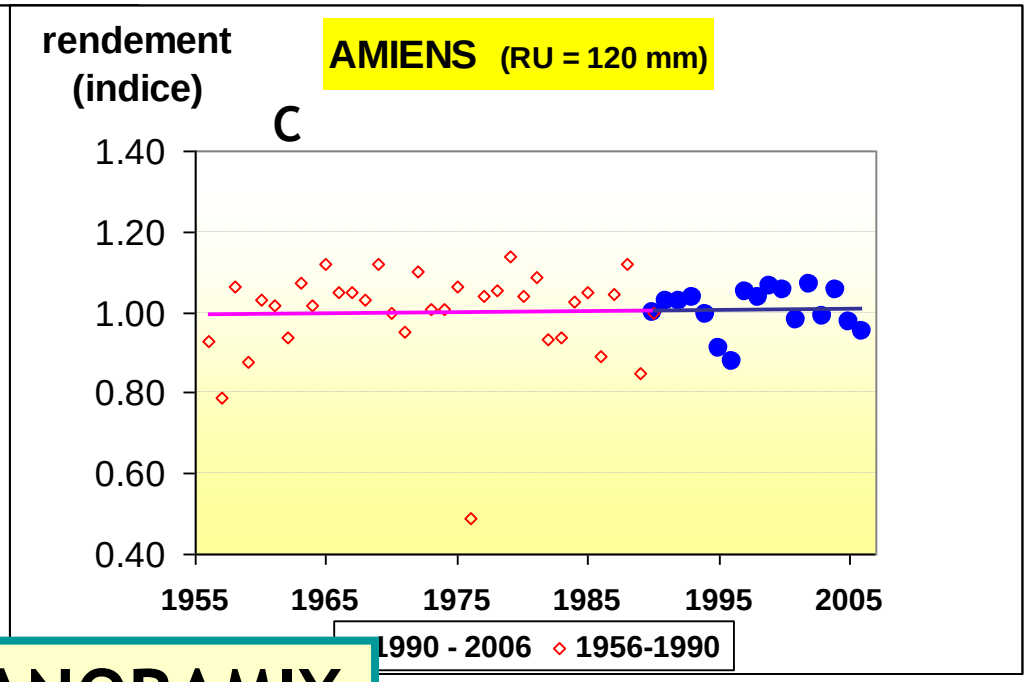
Le climat ?

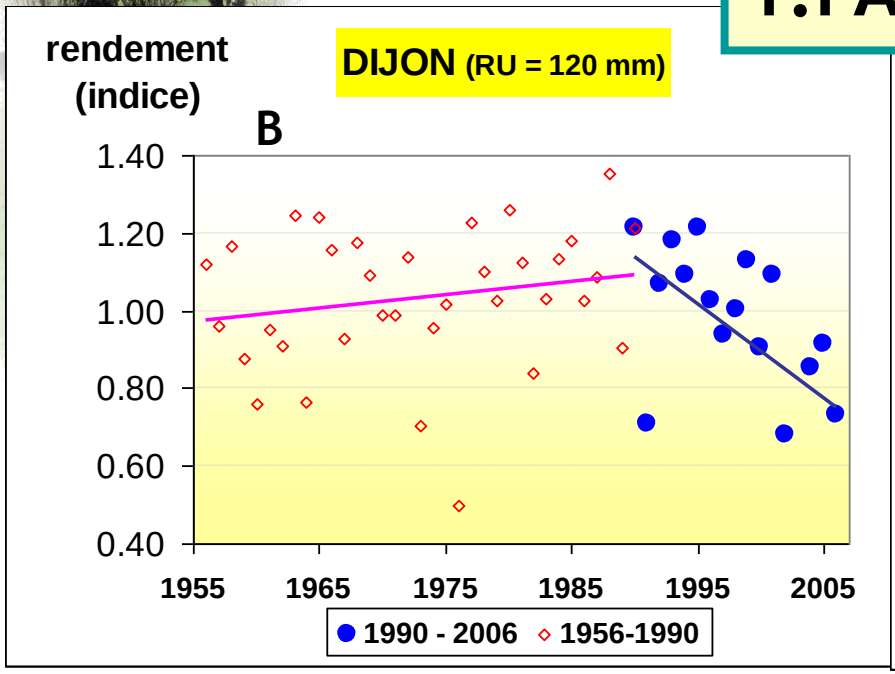
3 méthodes d'approche complémentaires :

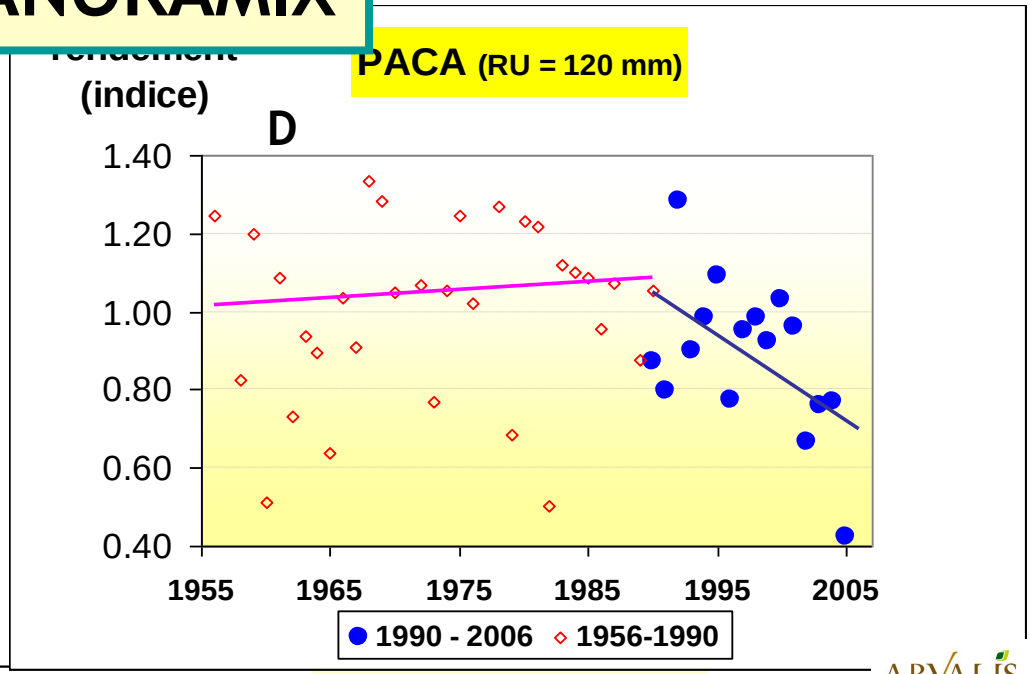
- ✓ **1. Simulation par modèle dynamique avec ITK constant à l'optimum → impact des conditions climatiques**
  - **Modèle agroclimatique ARVALIS et STICS (sur 4 stations)**
- ✓ **2. Evolution comparée des évolutions de rendement**
  - **Données régionales SCEES / résultats des expérimentations (Techniques culturales à l'optimum)**
- ✓ **3. Analyse de l'évolution des conditions climatiques**
  - **Sont-elles explicatives de la variabilté interannuelle ?**
  - **Ont-elles évolué ?**

1.PANORAMIX





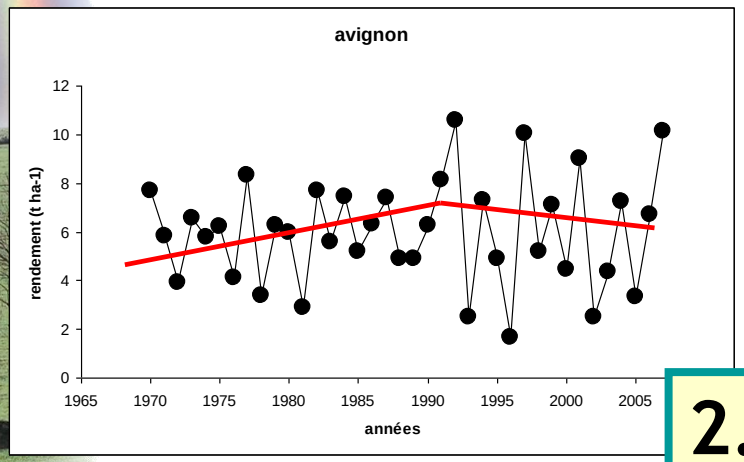


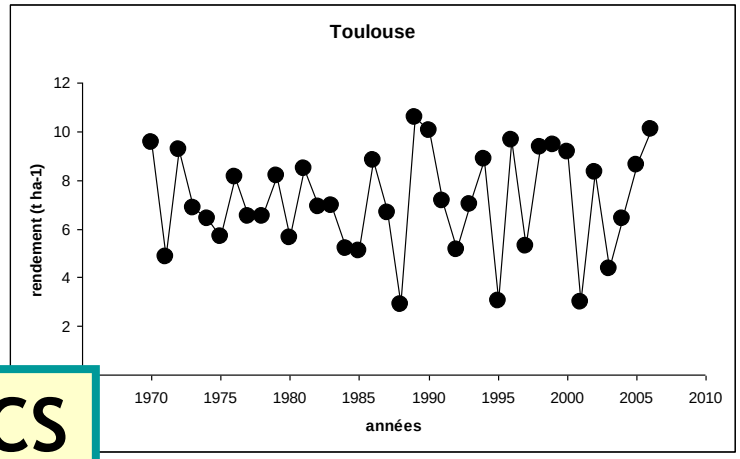


Année de récolte

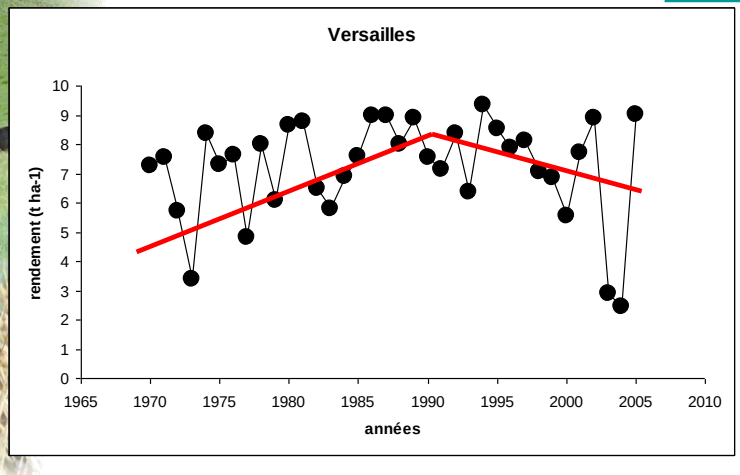
ARVALIS Institut du végétal

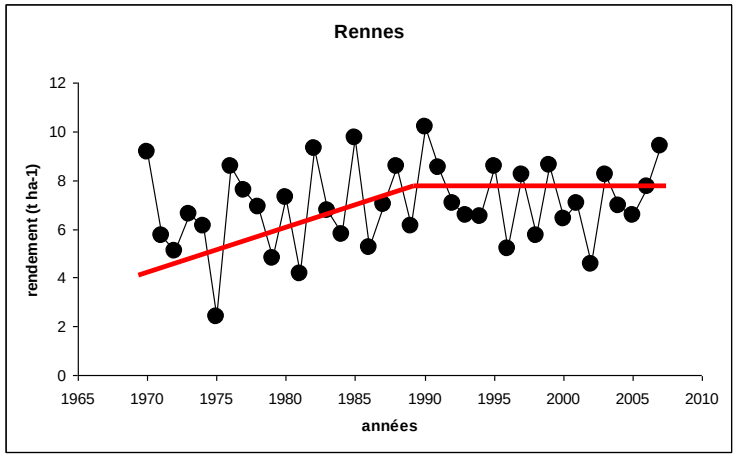
Les rendements : stagnation - augmentation de variabilité





2.STICS





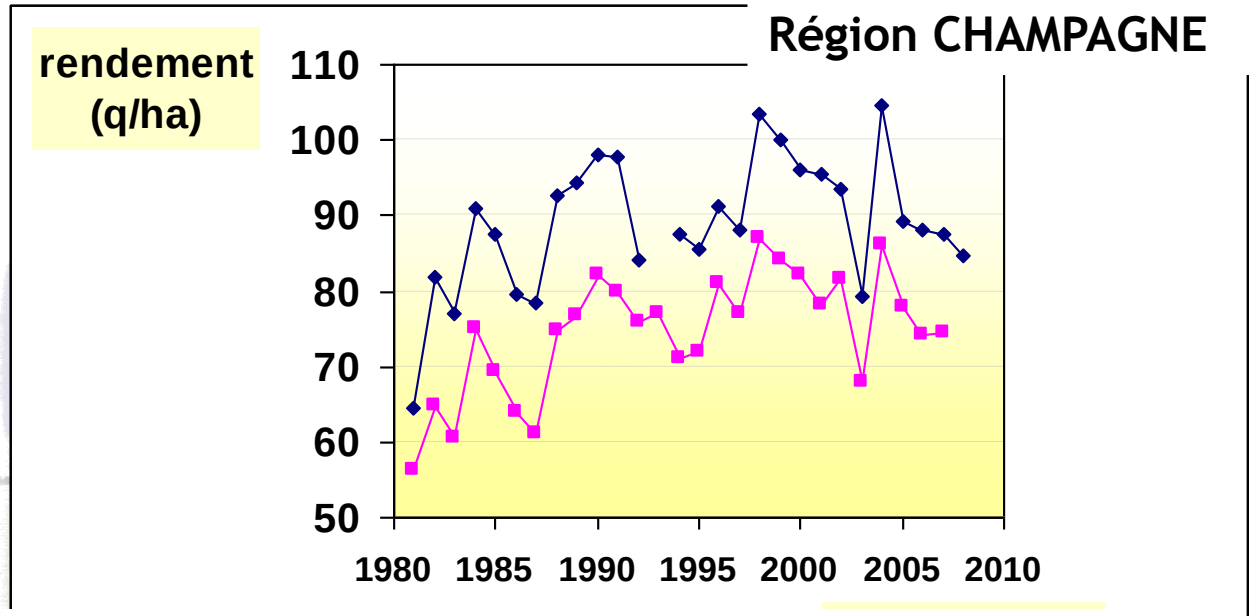
D'après Nadine BRISSON

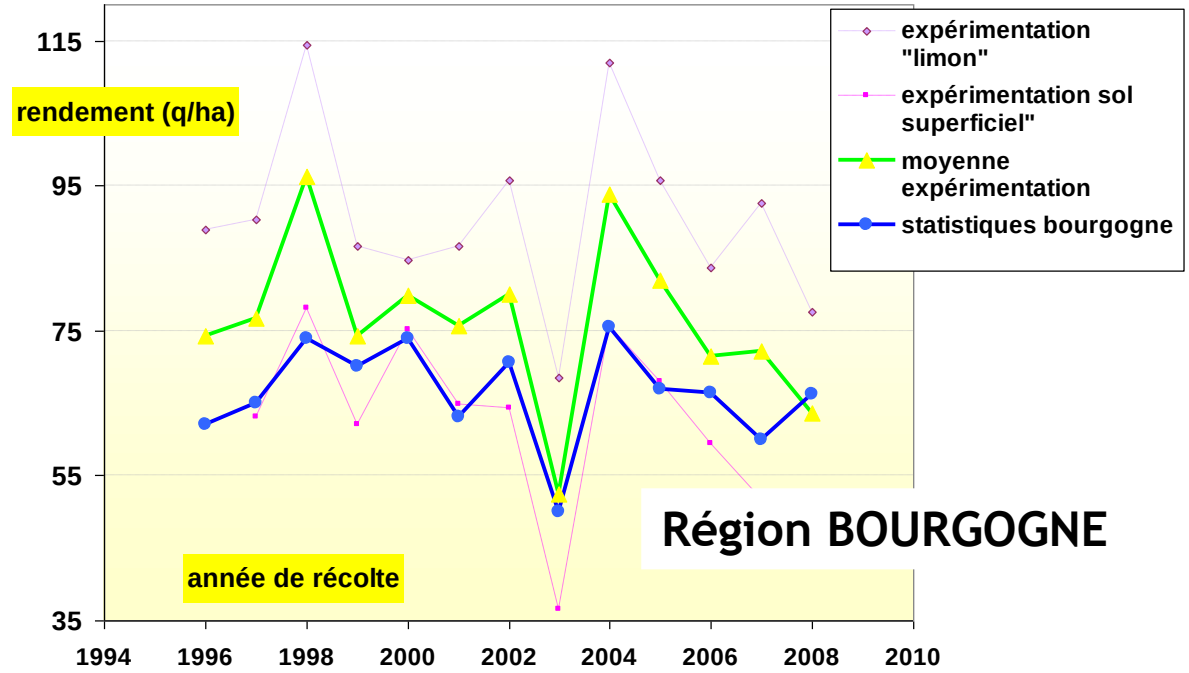
2. Deuxième type d'approche

Comparaison entre les rendements issus des expérimentations (TK à l'optimum) et ceux issus des statistiques régionales

Poids des techniques culturales relativement à celui du climat ?

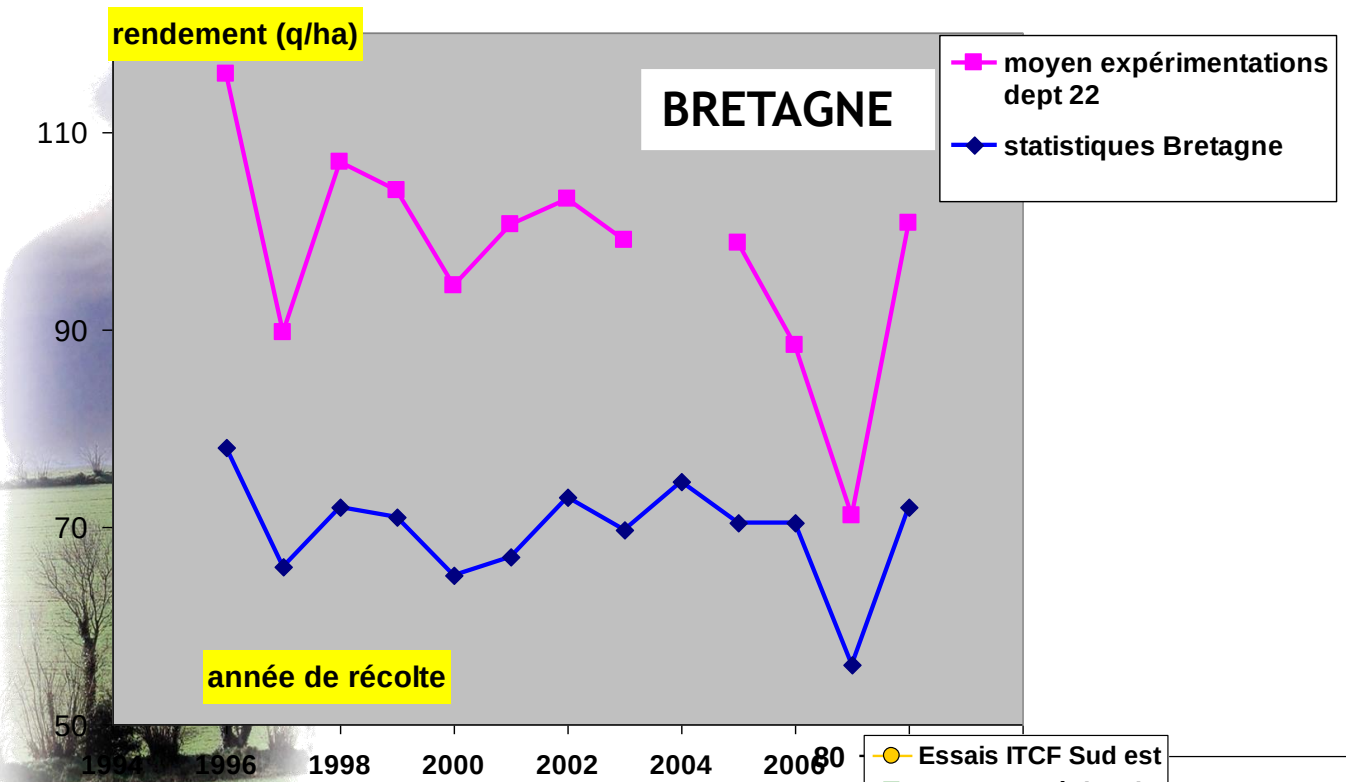
Si même évolution temporelle, alors le poids du climat est la principale cause de sa variabilité interannuelle ; (les techniques n'interviennent plus marginalement)



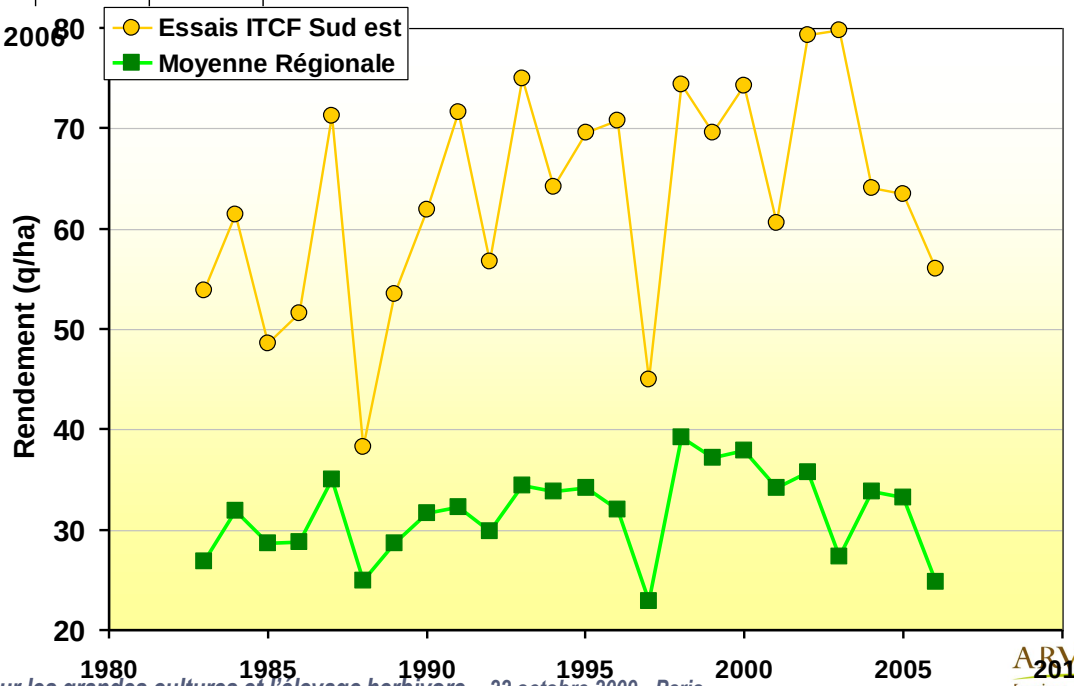


d'après Gérard BRIFFAUX

ARVALIS Institut du végétal



PACA



ARVALIS Institut du végétal

3. Troisième type d'approche

Méthode :

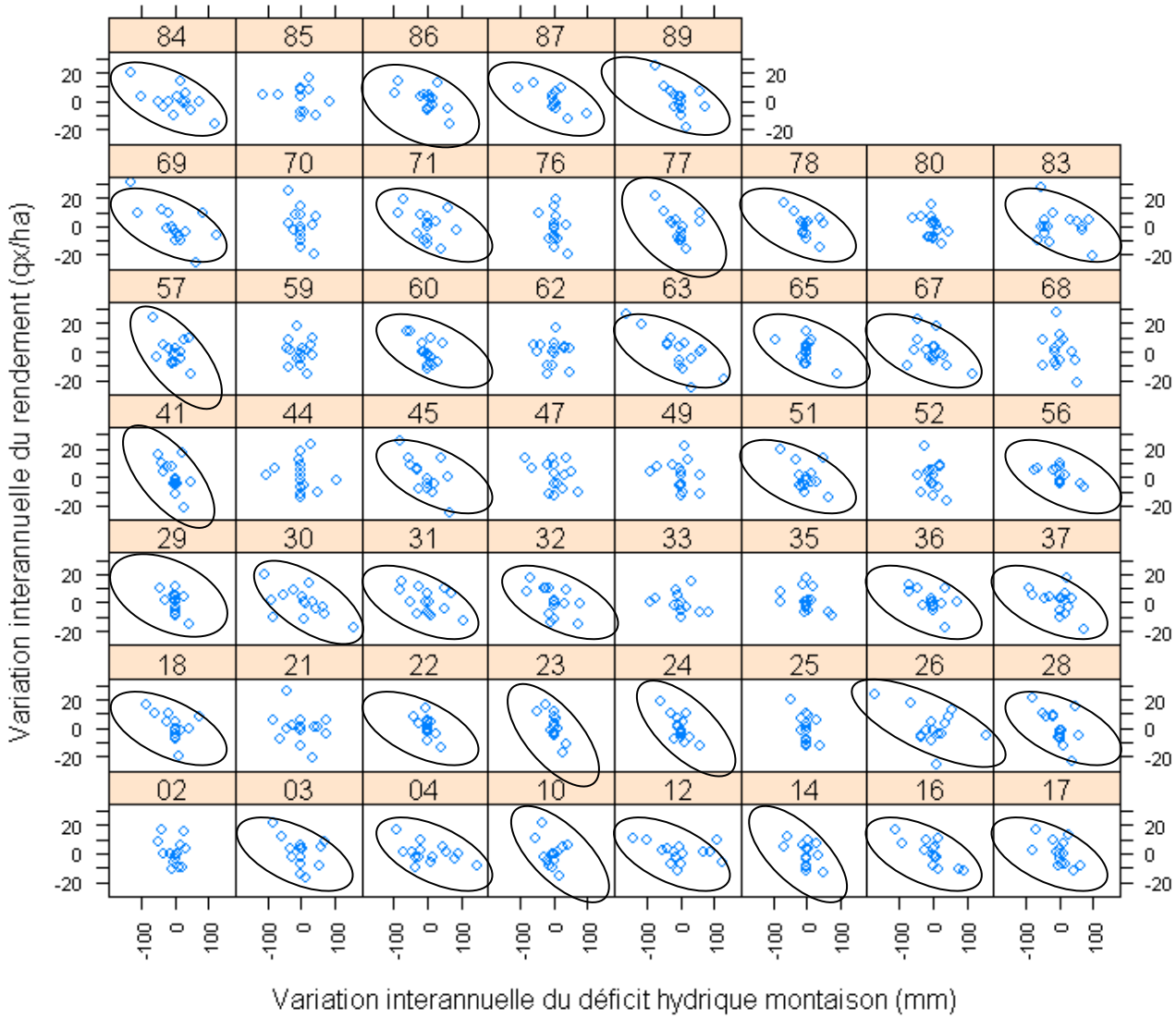
- On relie les Δ interannuels de rendement (entre années n et n-1) avec les Δ interannuels de variables climatiques (sécheresse montaison, et températures chaudes) (*)

Intérêt : avec ce pas de temps annuel, on s'affranchit de certains effets Indirects (progrès génétique, évolution des techniques…)

- *d'après D.Lobell et C.B. Field, « Global scale climate crop yield relationships and the impacts of recent warming » (Environmental Resarch Letters, 2007)*

Le climat ?

Variation interannuelle des rendements départementaux expliquée par le déficit hydrique 1990-2005

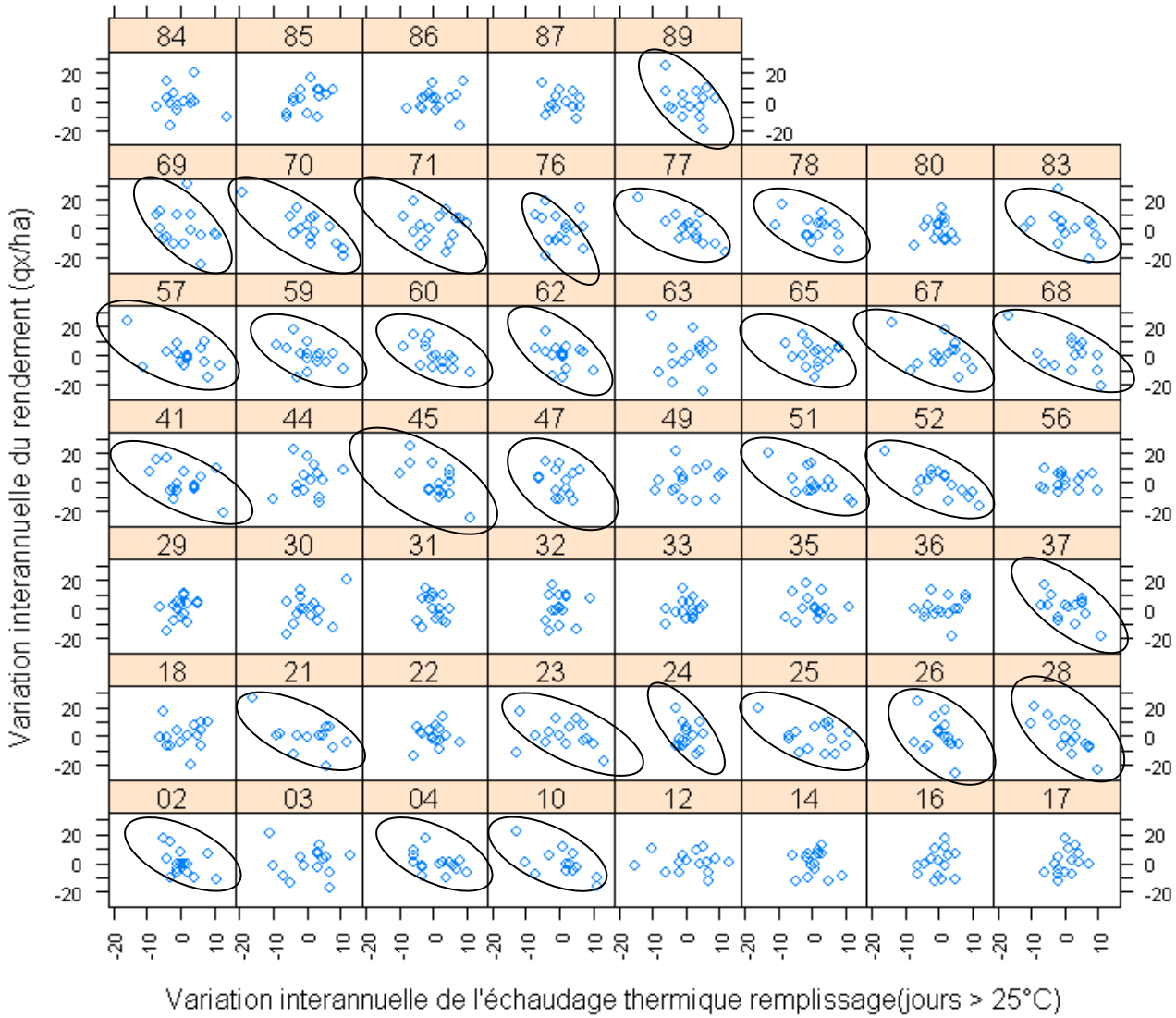


(Variation interannuelle : Variable année N - Variable année N-1)

ARVALIS Institut du végétal

Le climat ?

Variation interannuelle des rendements départementaux expliquée par l'échaudage 1990-2005



(Variation interannuelle : Variable année N - Variable année N-1)

ARVALIS Institut du végétal

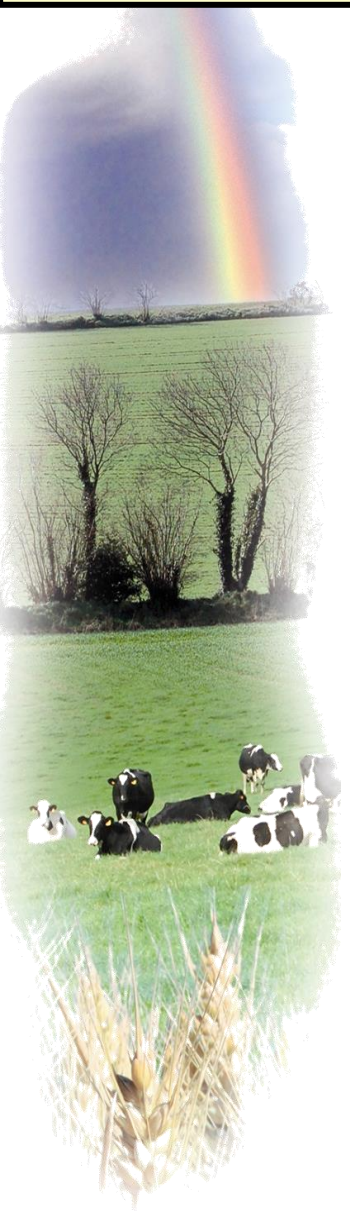
CONSTAT :

Dans beaucoup de départements, des relations négatives…

…impact négatif des températures chaudes
et de la sécheresse depuis les années 1990

… qui sont à l'origine de la variabilité interannuelle
des rendements

Quantification de l'impact du stress thermique post-floraison



$$y = (0.78 \pm 0.03)\ x$$ *(Gate. 1995)*

avec y = perte de poids de 1000 grains (en g) par rapport au potentiel.

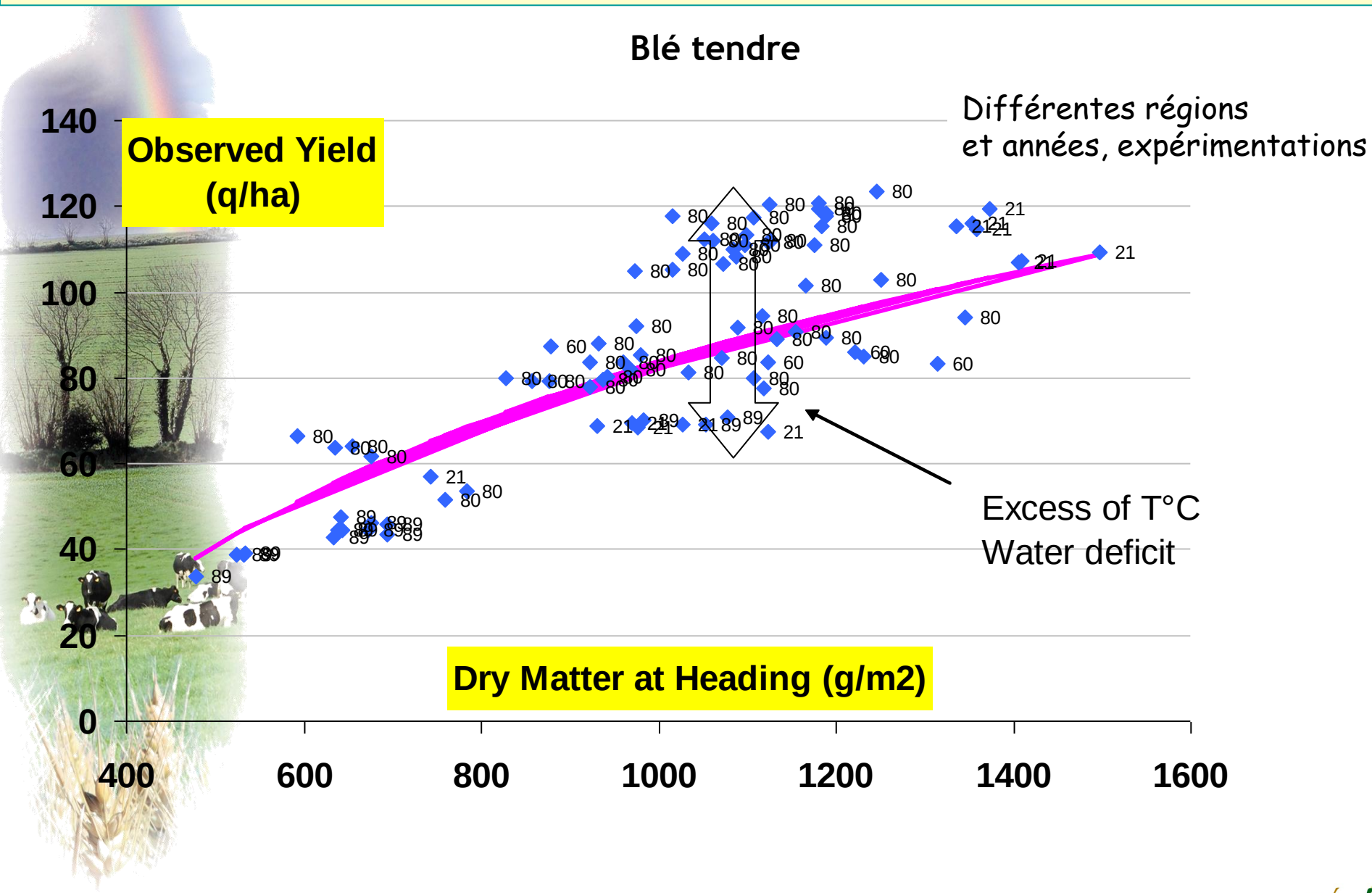
x = nombre de jours avec Tmax > 25°C entre l'épiaison et la maturité physiologique

r compris entre 0,79 et 0,87 selon les 4 cultivars, n = 42 et 54 selon les cultivars,

Soit en q/ha (PMG = 45g et 18 000 grains/m2)

1.4 q/ha par jour « échaudant »

Quantification de l'impact du stress thermique post-floraison

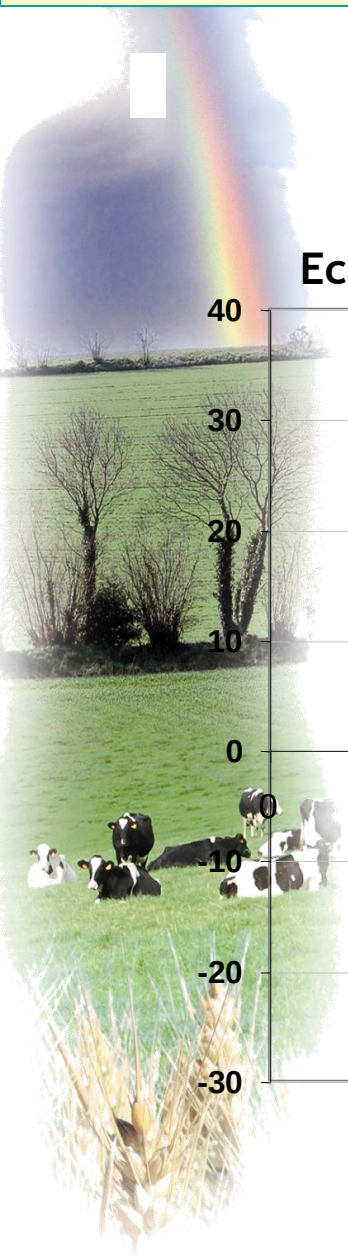


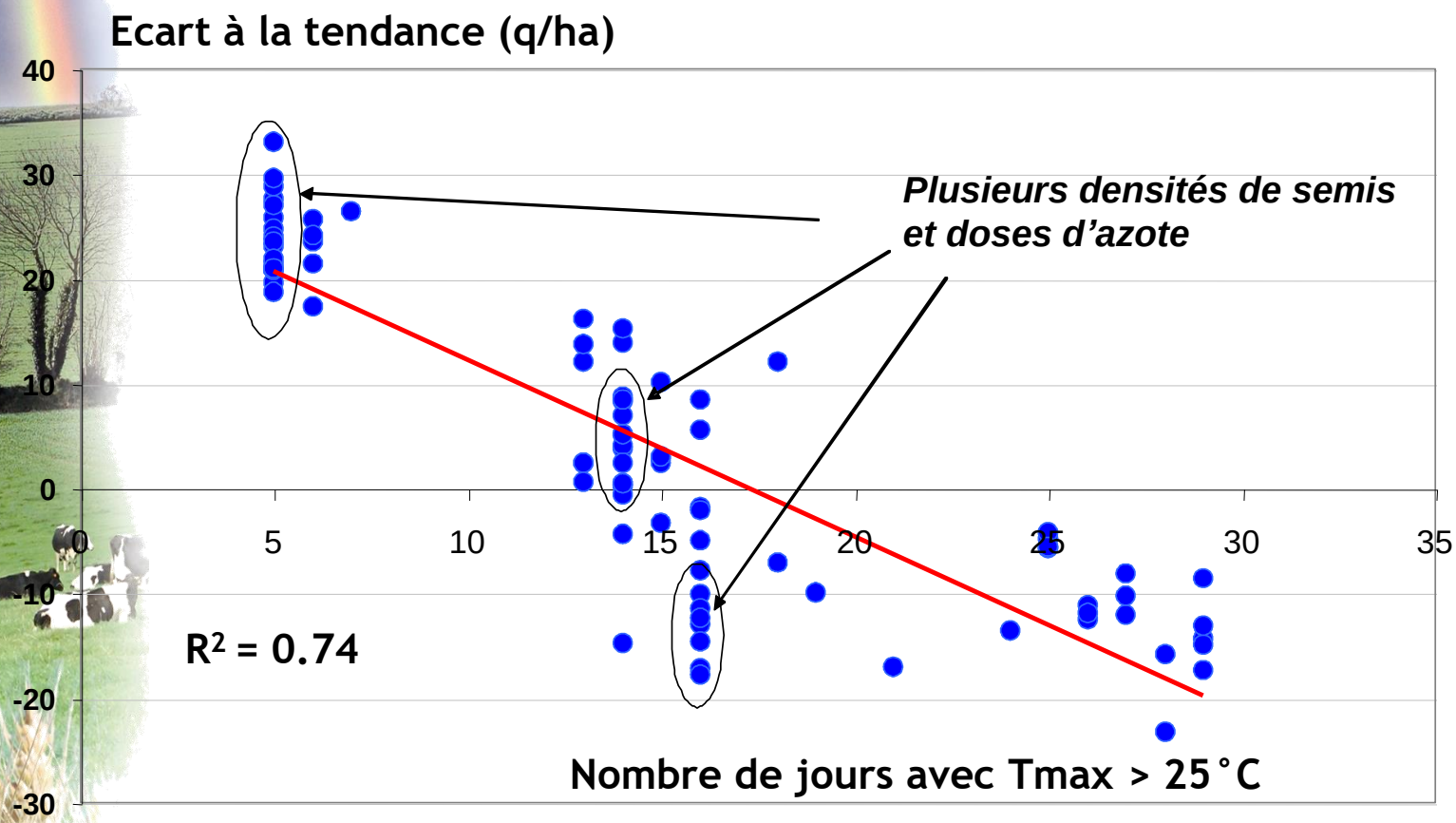
ARVALIS Institut du végétal

Impact du stress thermique post-floraison

Blé tendre

Pente : perte de 1.5 q/ha par jour « échaudant »





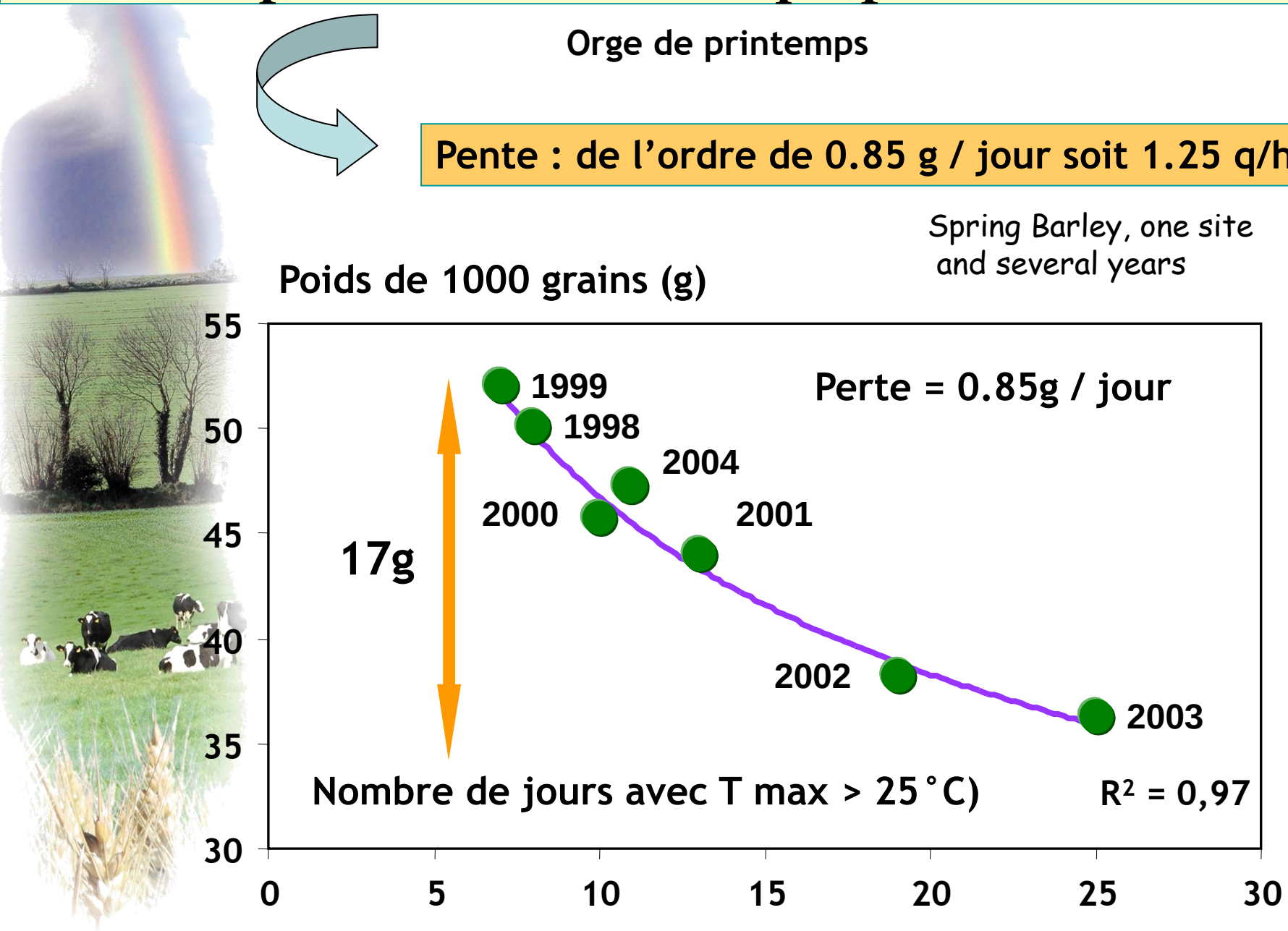
ARVALIS Institut du végétal

Impact du stress thermique post-floraison

Orge de printemps

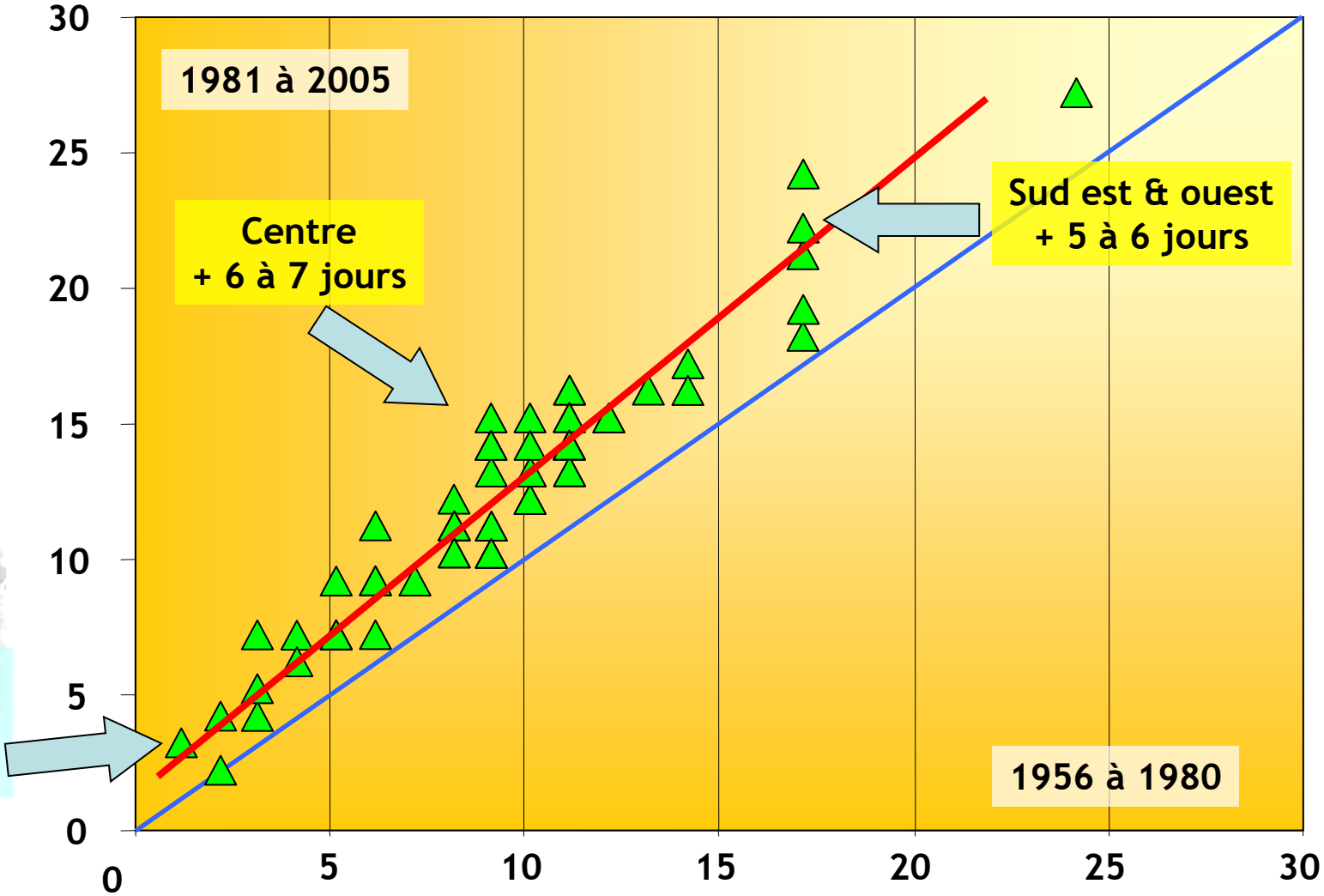
Pente : de l'ordre de 0.85 g / jour soit 1.25 q/ha

Spring Barley, one site and several years



ARVALIS Institut du végétal

Echaudage thermique : + 5 jours en 25 ans



Chaleur, sécheresse & poids des grains

Perte de PMG (g) par rapport au potentiel

RU = 150 mm Semis du 15/10
Variété type Soissons
PMG potentiel = 52g

		Années favorables	Années « normales »	Années défavorables
Centre Centre Est Nord Est	1955 à 1980	6	10	16
	1981 à 2005	9	14	16
Sud Est Sud Ouest	1955 à 1980	11	16	22
	1981 à 2005	15	20	25
Bordures maritimes Ouest et Nord	1955 à 1980	3	6	9
	1981 à 2005	4	6	9

En dépit d'une anticipation des stades (8 jours en moyenne)

Conclusions (1)

1. Le rendement du blé plafonne depuis les années 1990…
2. … en dépit d'un progrès génétique *a priori* constant.
3. Certaines techniques culturales ont légèrement évolué, leurs impacts ne peuvent expliquer le plafonnement et l'ampleur de la variabilité interannuelle constatés.
4. Ces deux points sont en revanche expliqués en plus grande partie par des conditions climatiques…
5. L'augmentation des températures au cours du remplissage constitue le premier facteur incident en dépit d'une anticipation des stades.
6. Stratégies d'esquive et d'adaptation génétique sont des axes à privilégier…
7. … Mais l'échaudage thermique reste un phénomène mal connue (photorespiration, act. enzymatique, régulation stomatique, stress oxydatifs, respiration nocturne…)
8. … et que donc les interactions avec le CO_2 restent incertaines pour le futur.

Conclusions (2)

9. Des travaux de recherche sont à mener pour hiérarchiser et en conséquence identifier des indicateurs candidats pour un phénotypage pertinent, d'autant qu'une variabilité génétique significative semble exister.

10. D'une manière plus générale, le fait que les rendements stagnent devrait être pris en compte dans les approches macroéconomiques globales qui considèrent toujours une tendance linéaire.

MERCI POUR VOTRE

ATTENTION