

GIS fruits, 7 octobre 2013

# Quelques réflexions sur l'évaluation variétale. Cas des grandes cultures

**Jean-Marc Meynard**, INRA, Département SAD, Grignon

**Marie-Hélène Jeuffroy**, INRA, UMR Agronomie, Grignon



ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



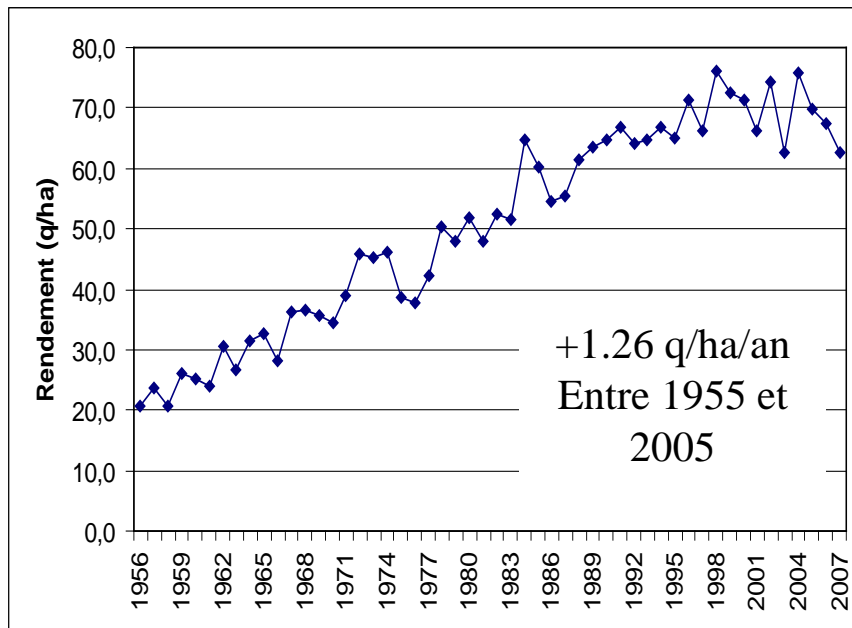
# **Quelques réflexions sur l'évaluation variétale.**

## **Cas des grandes cultures**

- **L'évaluation variétale et le système sociotechnique**
- **Vers une adaptation de l'évaluation des variétés à la diversité des systèmes de culture et des milieux**
- **Conclusion**

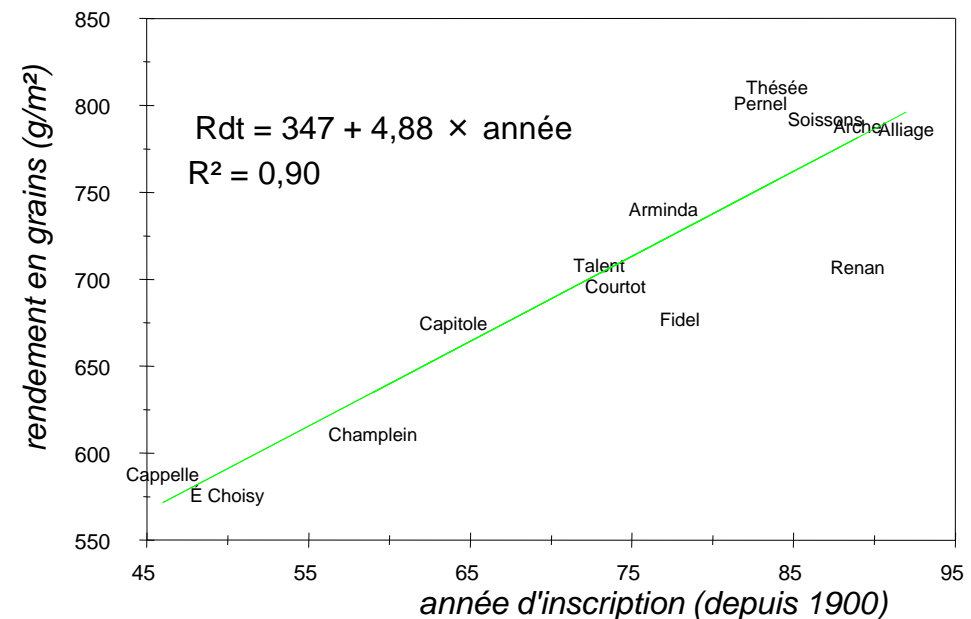
# Les grandes cultures: une progression constante du rendement, liée aux intrants et au progrès génétique; l'exemple du blé

Augmentation de la productivité du blé en France entre 1956 et 2007



(Trottet et Doussinault, 2002)

Contribution de la sélection à l'augmentation de la productivité des blés en France





**Homologation : CCC,  
insecticides, fongicides**

**Paradigme blé intensif (1980)  
semis précoce , densité forte  
traitements préventifs**

**Progrès incrémentaux du blé  
intensif : variétés, phytos,  
méthodes de fertilisation**

**Effets de dépendance du chemin: sélection privilégiant la  
productivité, méthodes de fertilisation azotée éliminant les  
carences, réduction des pesticides axée sur le positionnement des  
traitements**

**difficultés rencontrées par le blé intensif:  
organisation du travail, résistances aux strobilurines,  
dégradation de la qualité eaux en région céréalière,  
blé à environ 100 euros la tonne (2000-2006)**

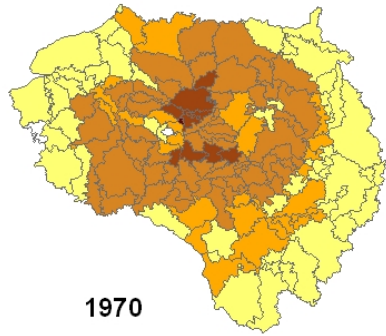
**Nouvelles matières actives, outils d'aide à  
la décision, variétés de plus en plus  
productives, gain de résistance aux  
maladies**

## **La culture intensive du blé**

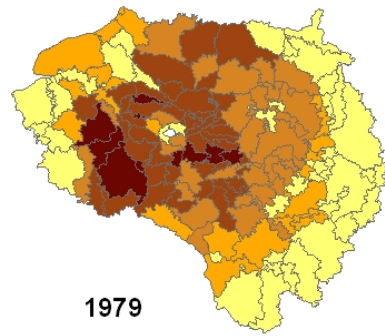
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

**INRA**

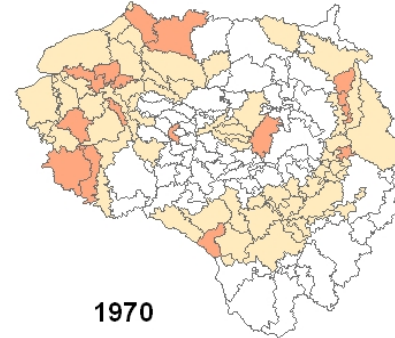
# Une augmentation des surfaces en blé dans des exploitations de plus en plus spécialisées: Le cas du Bassin de la Seine (Schott et al, 2010)



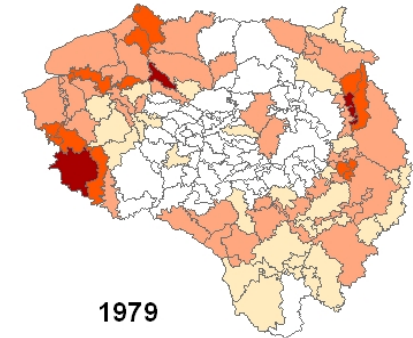
1970



1979



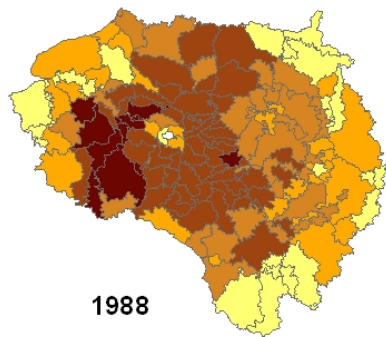
1970



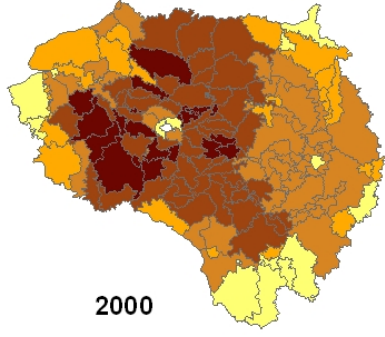
1979

**% Blé d'hiver**

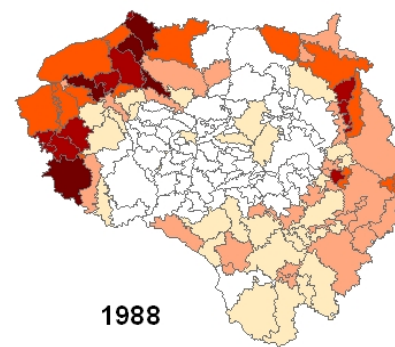
**% Maïs fourrage**



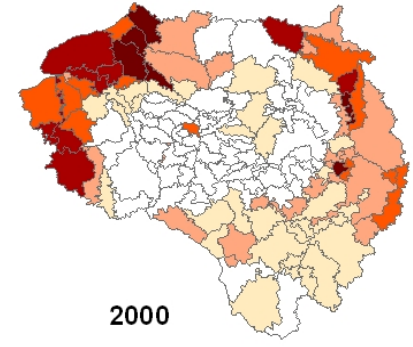
1988



2000



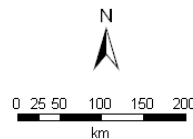
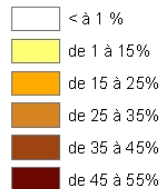
1988



2000

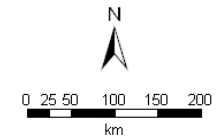
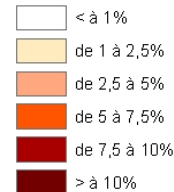
**Légende**

**Surfaces en blé tendre en % de la SAU**



**Légende**

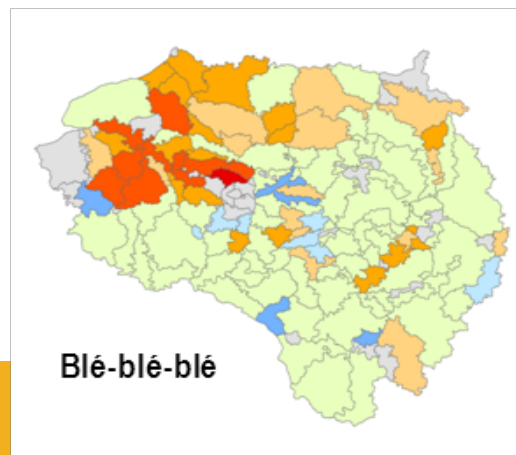
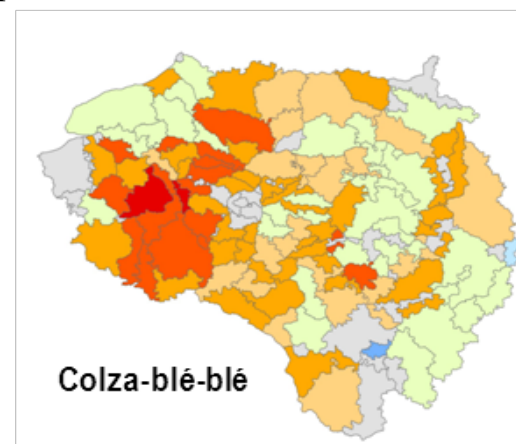
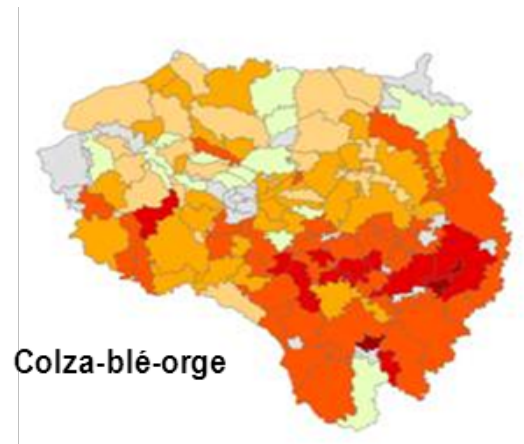
**Surfaces en maïs fourrage en % de la SAU**



# Un raccourcissement des rotations :

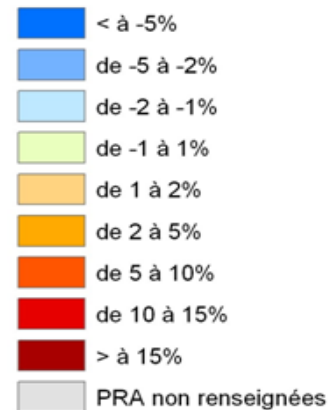
Les rotations dont la fréquence augmente le plus dans le bassin de la Seine  
entre les années 90 et 2000

Source : Schott et al 2010, d'après données Terruti



## Légende

Evolution des triplets de cultures  
Différence entre 2006-09 et 1992-95



## • Origine de la spécialisation et des rotations courtes

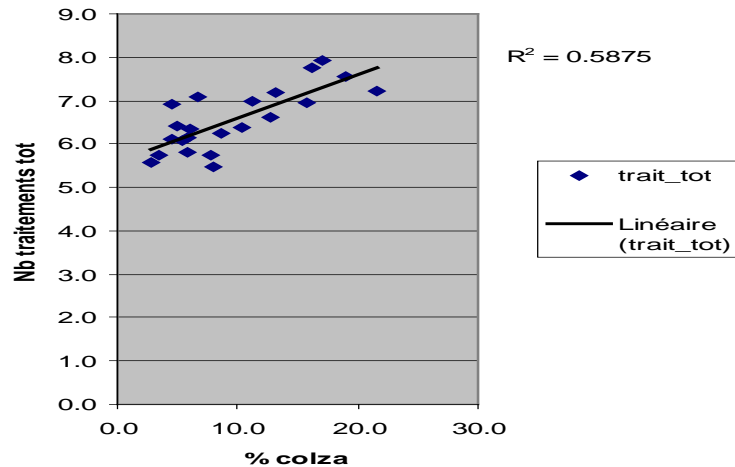
- Recherche d'un accroissement de la productivité du travail par la spécialisation
- Soutien historique du prix des céréales, favorisées dans toutes les régions à fortes potentialités
- Spécialisation des structures de recherche et des chercheurs : la céréaliculture et l'élevage spécialisés sont l'objet de beaucoup plus de travaux que la polyculture élevage ;
- Concentration géographique de l'appareil industriel (la spécialisation régionale simplifie la logistique)
- Concentration, dans chaque région, de l'élaboration de références et du conseil technique sur les productions dominantes;
- Concentration de la sélection sur un petit nombre d'espèces, accroissant le différentiel de rentabilité entre grandes et petites espèces

# Les pesticides, clé de voûte de ces systèmes de culture très spécialisés

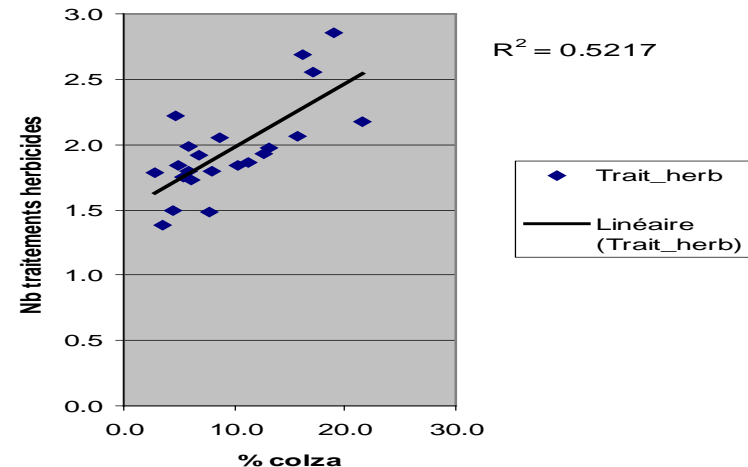
- Les pesticides au cœur de la logique de conduite du blé intensif (id. pour colza, orge...)
- La diminution du nombre d'espèces cultivées et le raccourcissement des rotations accroissent le risque d'adventices, de parasites et de maladies des cultures, et ne sont rendus possibles que par l'usage massif de pesticides.
- Exemple du colza dans le Bassin de la Seine



## Tous pesticides



## Herbicides

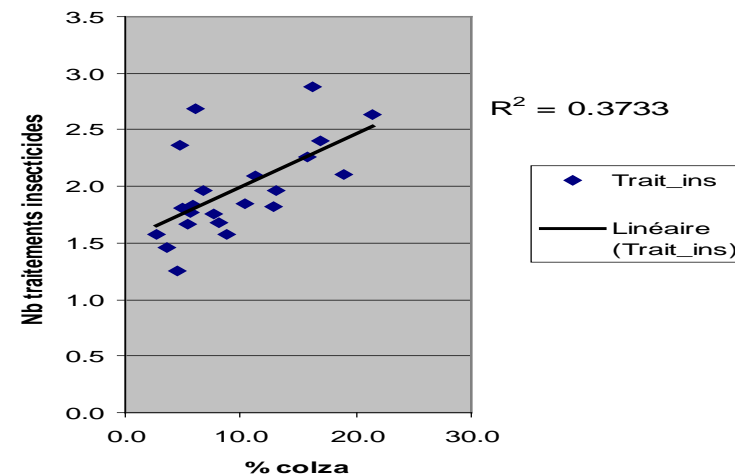


**% de surface en colza (abscisse) et nombre de traitements phytosanitaires sur colza.**

**1 point = 1 petite région agricole du bassin de la Seine,**

(Source : enquête « Pratiques culturales sur grandes cultures » 2001 et RGA 2000, Schott et al 2010)

## Insecticides



ALIMENTATION

AGRICULTURE

ENVIRONNEMENT



# Les pesticides, clé de voûte de ces systèmes de culture très spécialisés

**Le rôle clé des pesticides en grande culture est favorisé par l'organisation des filières et des systèmes de conseil (Meynard 2010).**

- **Des filières qui poussent à la spécialisation régionale, et à l'accroissement de la production** : rejet des solutions techniques qui entraîneraient une réduction sensible de la production
- **Un conseil technique majoritairement attaché à la vente d'intrants**, qui privilégie les solutions simples (1 problème, 1 solution) plutôt que les méthodes agronomiques préventives, plus complexes à mettre en œuvre et d'efficacité moins directe.
- **Les résistances variétales considérées comme des compléments aux pesticides, et non comme des moyens de lutte privilégiés.**
  - Marché limité pour les variétés multi-résistantes.
  - Pas de coordination des choix variétaux en vue d'une gestion des résistances: contournement fréquent des résistances.

En grande culture en France, un régime sociotechnique dominant caractérisé par

- La spécialisation régionale
- La régression de la surface des espèces mineures, le raccourcissement des rotations
- Le rôle pivot des pesticides dans les systèmes de culture et le système de conseil
- Une création variétale centrée sur les espèces majeures, et qui a largement intégré l'omnipotence des pesticides.

**Les systèmes de production agricoles actuels sont totalement cohérents avec l'organisation de filières amont et aval, et avec les systèmes de diffusion d'information.**

**La stratégie de chaque acteur renforce la stratégie des autres. Personne n'a vraiment intérêt à remettre en cause les tendances lourdes auxquelles il s'est adapté.**

**On est dans un cas typique de « verrouillage technologique ».**

# L'évaluation variétale dans ce contexte

- En post inscription, essentiellement des essais en culture intensive (pour le blé, par ex: semis précoce, forte fertilisation azotée, protection fongicide totale...). Le « rendement traité », critère majeur d'évaluation
- En préinscription, prise en compte de témoins non traités, mais sans autre changement d'itinéraire technique
- Les variétés multipliées et conseillées sont celles qui obtiennent, pour un type d'utilisation donné, le rendement le plus élevé. Les variétés qui ne s'inscrivent pas dans ce cadre ne sont pas diffusées.
- Une évaluation qui repose sur des résultats moyens, pour une diffusion des semences à large échelle

## Une contestation du régime dominant

- Venue de l'extérieur: rejet de « l'agriculture et de l'élevage industriels »; exigence de maîtrise des nuisances environnementales;
  - Venue aussi de l'intérieur: Agriculture biologique, AMAP, exploitations autonomes du RAD, production intégrée... Des niches d'innovation en matière de systèmes de culture, mais peu d'investissement de création variétale spécifique
- **Pour déverrouiller les systèmes agricoles** (Théorie des transitions, Geels 2011), il faut à la fois
    - exercer une pression sur le régime dominant pour le déstabiliser (rôle des politiques publiques)
    - et soutenir des innovations de niche, susceptibles d'intégrer le régime dominant à la faveur de cette déstabilisation et ainsi de le faire évoluer.

# Les innovations variétales de niche, facteur d'évolution du régime sociotechnique

- **Un exemple « historique » de pari sur la niche:**  
Les variétés de blé multirésistantes (G Doussinault) associées aux Itinéraires techniques bas intrants
  - démontrent aujourd'hui les potentialités de la production intégrée pour réduire les pesticides et les excédents d'azote,
  - et sont utilisés par les conseillers en production intégrée pour favoriser l'apprentissage du raisonnement d'anticipations au niveau du système
- **Mais des semences qui restent peu disponibles:** barrages au niveau de l'inscription, de la logistique de multiplication, du conseil... (verrouillage du régime dominant);
- **Un investissement réduit dans les niches d'innovation car incertitude sur le retour d'investissement**
- **Le désengagement de la recherche publique de la sélection des espèces de diversification**

# Inscrire la sélection et l'évaluation dans le régime dominant ?

**La sélection et l'évaluation doivent-elles s'inscrire dans le régime dominant ou dans le soutien aux niches d'innovation, susceptibles de faire évoluer celui-ci?**

- **Choisir le régime dominant, c'est privilégier les innovations incrémentales**, ou les innovations de rupture qui vont consolider la position des acteurs dominants (dépendance au chemin);
- **Les critères d'évaluation des innovations sont dans la continuité du passé;**
- **Possibilité de construire un partenariat avec des acteurs reconnus**, et qui ont des moyens...
- **On maximise les chances d'une diffusion rapide des innovations les plus pertinentes;**

# Inscrire la sélection et l'évaluation dans les niches d'innovation?

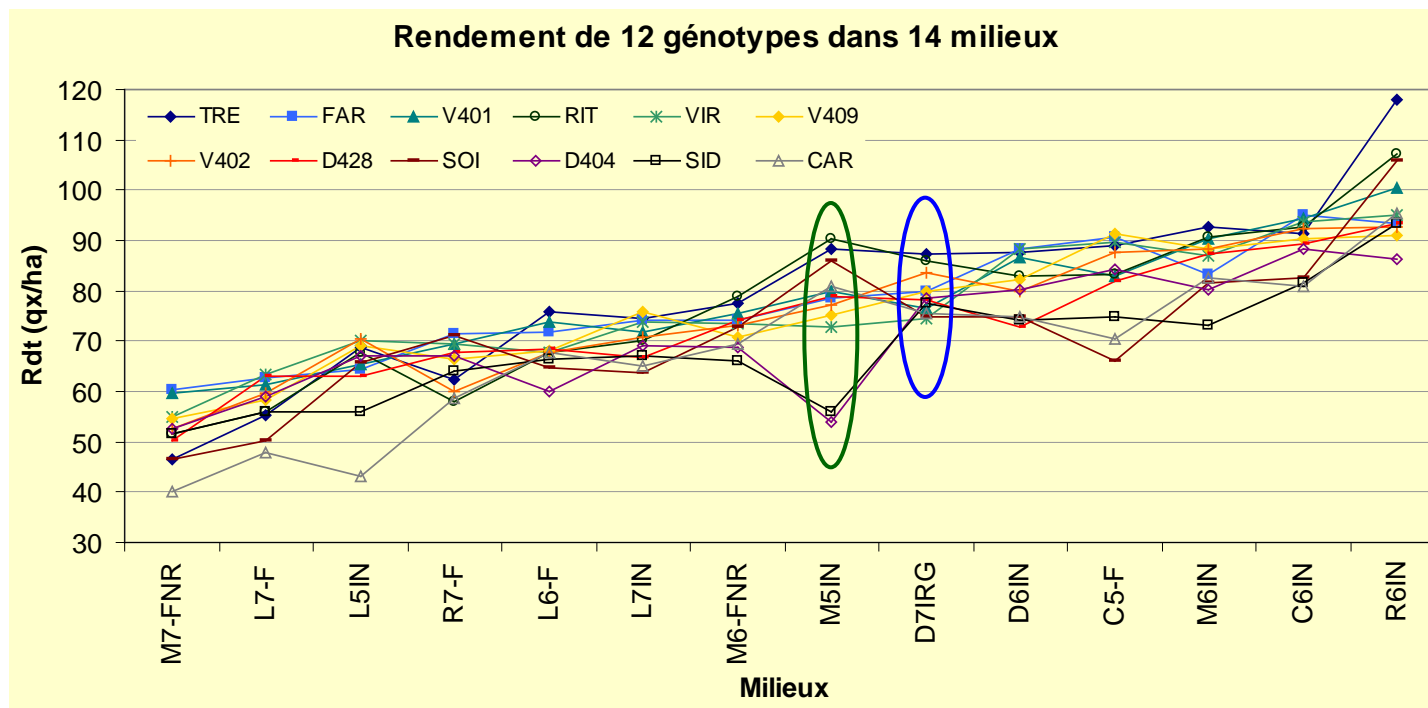
- **Choisir les niches d'innovation, c'est privilégier des partenaires marginaux, pour préparer un avenir plus incertain;** comment choisir les niches et les partenaires pour maximiser les chances de produire des innovations susceptibles de faire évoluer le régime dominant?
- **Assurer une cohérence entre l'innovation variétale, le système de culture, le process de transformation:**
- **Redéfinir les critères d'évaluation, au départ incertains; ils ne se définissent en partie que dans l'usage de l'innovation**
  - *Exemple des critères d'inscription variétale : bas intrants, bio (yc critères technologiques, cf lignée blé dur 1823); Variétés population et DHS*
- **L'adoption de l'innovation est incertaine, et le taux d'adoption n'est pas le critère de réussite**



# Quelques réflexions sur l'évolution des modalités d'évaluation variétale. Cas des grandes cultures

- **L'évaluation variétale et le système sociotechnique**
- **Vers une adaptation de l'évaluation des variétés à la diversité des systèmes de culture et des milieux**
- **Conclusion**

# Une forte interaction génotype x « milieu », l'exemple du blé



Le jugement des variétés ne peut reposer sur un seul milieu

→ Il est nécessaire d'évaluer les variétés dans un réseau

Plus le réseau est important, plus l'information est riche, mais plus le réseau est coûteux

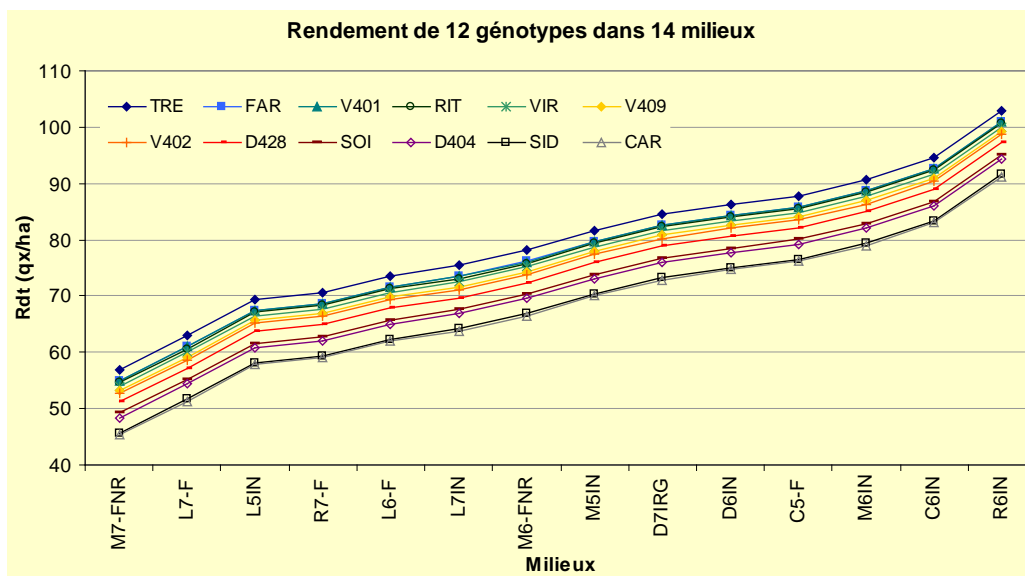
→ Optimiser les réseaux

# L'IGM n'est le plus souvent pas prise en compte dans l'analyse des résultats

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Moy
		M7-FNR	L7-F	L5IN	R7-F	L6-F	L7IN	M6-FNR	M5IN	D7IRG	D6IN	C5-F	M6IN	C6IN	R6IN	
1	TRE	46.6	55.4	68.6	62.5	76.0	74.5	77.4	88.2	87.2	87.6	88.9	92.7	91.5	118.1	79.7
2	FAR	60.2	62.7	64.4	71.3	71.9	74.2	74.3	78.5	79.8	88.4	90.5	83.3	95.0	93.5	77.7
3	V401	59.8	61.2	65.4	69.3	73.8	71.7	75.5	79.8	76.5	86.8	82.8	90.4	94.3	100.5	77.7
4	RIT	51.6	55.9	67.7	58.1	67.9	70.1	78.9	90.2	85.8	83.0	83.4	90.7	92.6	107.4	77.4
5	VIR	55.1	63.3	70.0	69.5	67.8	73.7	73.4	72.8	74.4	88.5	89.8	87.1	93.8	95.1	76.7
6	V409	54.7	58.4	69.2	66.3	68.3	75.9	70.8	75.3	80.0	82.4	91.4	88.3	90.5	91.1	75.9
7	V402	52.7	59.5	70.4	60.1	67.7	70.6	73.0	77.1	83.5	79.9	87.5	88.3	92.5	92.7	75.4
8	D428	50.2	63.1	63.1	67.8	68.3	66.9	74.3	78.8	78.3	72.7	81.8	87.2	89.4	93.5	73.9
9	SOI	46.4	50.3	65.8	71.0	64.8	63.8	72.9	86.1	74.8	74.8	66.0	81.5	82.6	105.7	71.9
10	D404	52.5	59.0	67.0	67.1	59.9	69.2	68.8	53.9	78.7	80.4	84.2	80.2	88.3	86.2	71.1
11	SID	51.5	56.0	56.0	64.0	66.6	67.1	66.2	56.1	77.6	74.1	74.7	73.2	81.6	93.3	68.4
12	CAR	40.0	48.0	43.1	58.6	67.6	65.0	69.4	80.8	75.6	74.9	70.6	82.6	80.8	95.5	68.0
	Moy	51.8	57.8	64.2	65.5	68.4	70.2	72.9	76.5	79.3	81.1	82.6	85.5	89.4	97.7	74.5

Quand on juge les variétés sur leur moyenne, on fait comme si elles avaient une réponse parallèle dans les différents milieux

→ Perte d'information



# Vers une adaptation de l'évaluation des variétés à la diversité des systèmes de culture?

**Actuellement**, le mode d'évaluation des variétés pour l'inscription tend à rechercher la variété bien adaptée à une large gamme de milieux

→ Le système d'inscription (qui influence lui-même le système de sélection) tend à gommer les **Interactions Génotype x Milieu x Conduite** (qui ne sont d'ailleurs pas analysées et pas prises en compte lors de l'inscription).

**Dans le futur**, si on cherche à réduire l'artificialisation des milieux, on va devoir plutôt rechercher la variété bien adaptée aux caractéristiques d'un milieu donné, d'une conduite culturale donnée, donc **valoriser les Interactions GxMxC**

Ex: en agri bio, besoin de variétés tolérantes aux carences azotées et aux mauvaises herbes, avec un système racinaire bien ancré permettant de résister à l'arrachage par la herse étrille

Ex: un colza adapté au semis précoce en conditions de forte disponibilité en N (pour étouffer les mauvaises herbes) devra également être résistant au phoma

1960 1970 1980 1990 2000 2010 →

Homologation : CCC,  
insecticides, fongicides

Paradigme blé intensif (1980)  
semis précoce , densité forte  
traitements préventifs

Progrès incrémentaux du blé  
intensif : variétés, phytos,  
méthodes de fertilisation

**Effets de dépendance du chemin: sélection privilégiant la productivité, méthodes de fertilisation azotée éliminant les carences, réduction des pesticides axée sur le positionnement des**

difficultés rencontrées par le blé intensif:  
organisation du travail, résistances aux strobilurines,  
dégradation de la qualité eaux en région céréalière,  
blé à environ 100 euros la tonne (2000-2006)

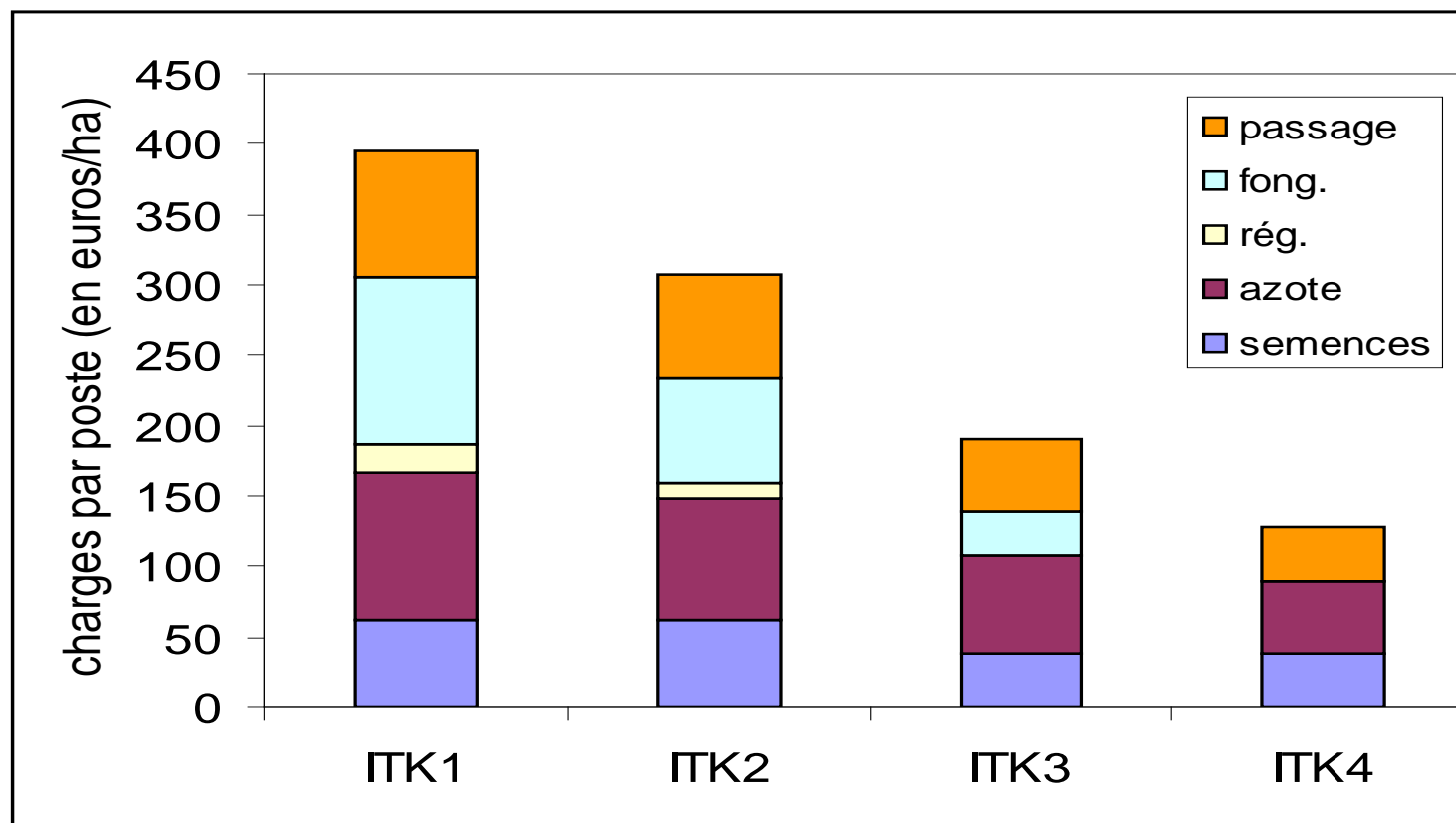
1960 1970 1980 1990 2000 2010 →

Sélection de variétés résistantes aux maladies (Doussinault, INRA, Club des 5)  
Rhoazon Renan Oratorio, Caphorn, Koreli, etc...

Itinéraires techniques bas intrants  
Meynard 1985 Limaux 1990 Loyce 1998

Validation  
nationale d'ITK  
combinant les 2  
innovations

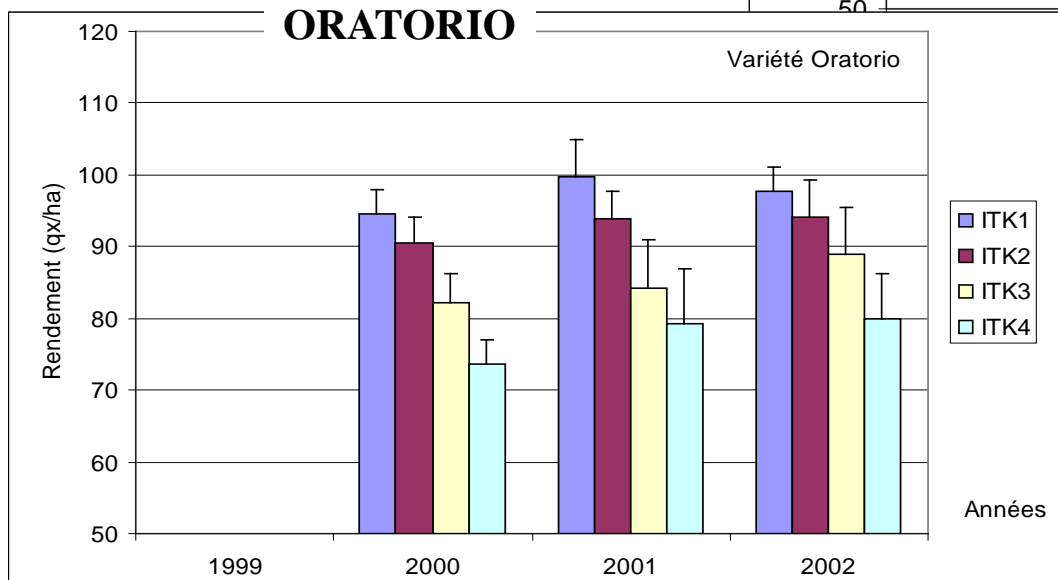
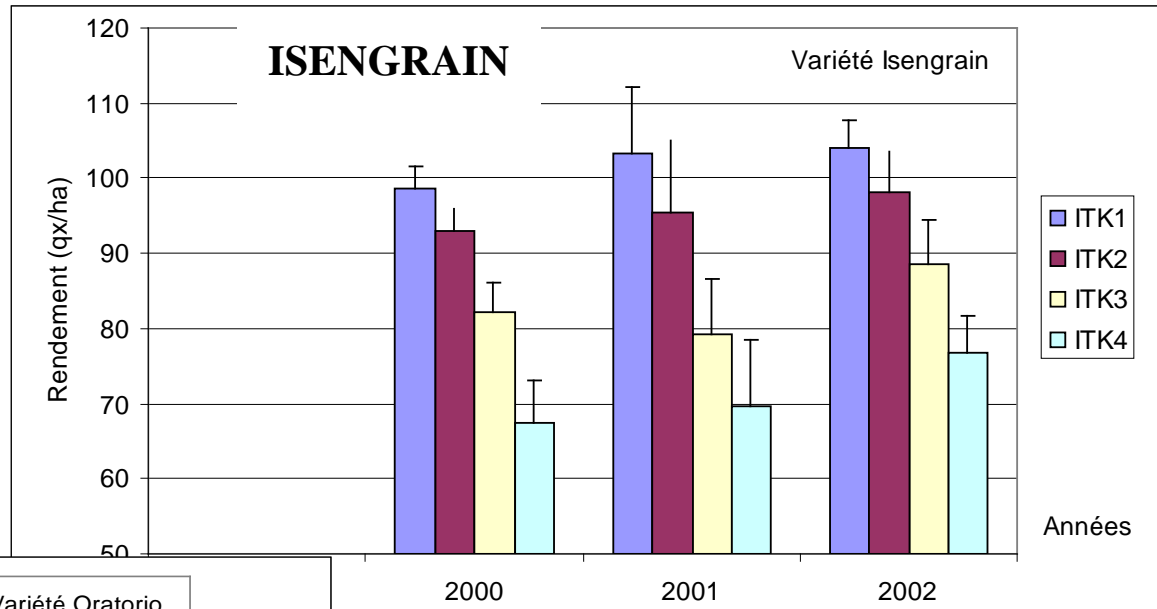
# Test de 4 itinéraires techniques dans un réseau couvrant la France entière pendant 3 ans (2000-2002)



↪ Une diminution des charges de 1 vers 4 (conduite 4 = 1/3 de conduite 1)

↪ Postes réduits : fongicides, régulateur, azote, fuel, semences

# Rendement en grain selon la conduite et l'année, pour 2 variétés (moyenne de l'ensemble des essais du réseau)



## Meilleures combinaisons Variété x ITK pour la marge semi-nette, selon le prix du blé:

*Conduite 1 : rendement/ha maximum, intrants non limitants*

*Conduite 2 : recommandations ITCF 2000*

*Conduite 3 : rendement objectif et intrants réduits*

*Conduite 4 : extensif; 30 kg N /ha de moins qu'en 3;  
0 fongicide; 0 régulateur*

**Prix du blé : 90 F/q = 137 €/t**

Systeme	1	2	3	4
Isengrain	<b>78%</b>	<b>75%</b>	51%	15%
Oratorio	48%	63%	<b>69%</b>	45%

**Prix du blé : 60 F/q = 91.5 €/t**

Systeme	1	2	3	4
Isengrain	51%	57%	57%	33%
Oratorio	45%	57%	<b>72%</b>	<b>72%</b>

% d'essais  
(33 essais,  
3 années,  
France entière)  
où le couple  
Variété x conduite  
donne la meilleure  
marge brute



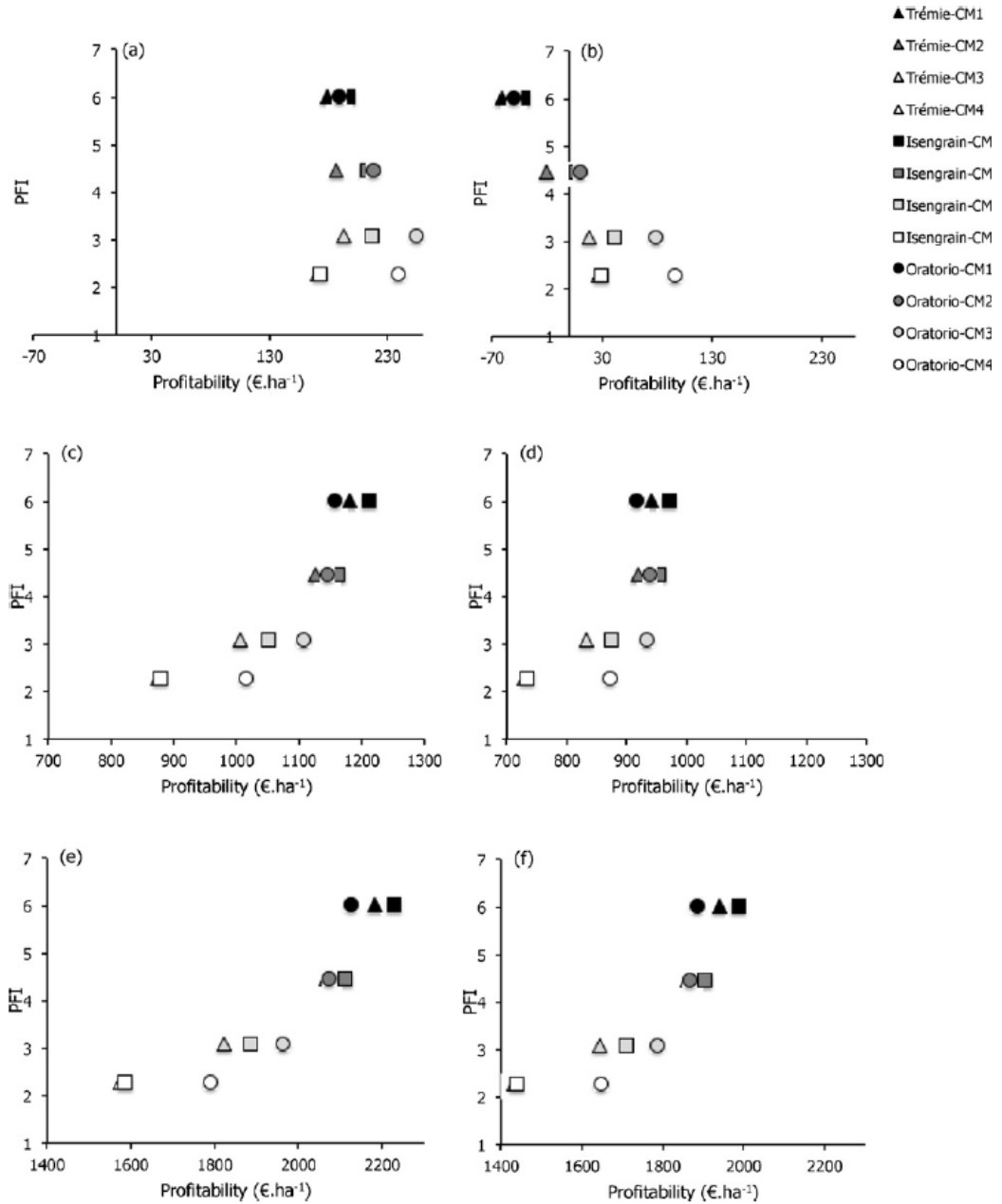
**Prix  
du  
Grain**

**80 €/t**

**Trade-off entre  
marge semi-nette  
(abscisse)  
et IFT (ordonnée)  
pour différents  
prix du blé et  
du pétrole**

**180 €/t**

**280 €/t**



Loyce et al,  
Field Crop Research,  
2012

**Pétrole: 29 et 144 \$ / baril**

# Un outil pour caractériser les milieux et les variétés dans les réseaux

## 1- Identifier et Quantifier les facteurs limitants

*Diagnostic agronomique sur des génotypes révélateurs*

Tri des variables descriptives des facteurs limitants

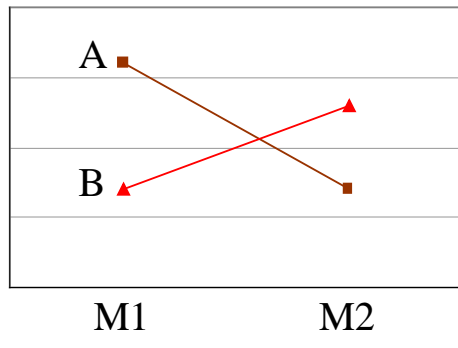
Régression linéaire multiple

## 2- Expliquer les variations de comportement des génotypes

*Analyse de l'interaction GxM sur l'ensemble des génotypes évalués*

Tolérance des génotypes à ces facteurs limitants

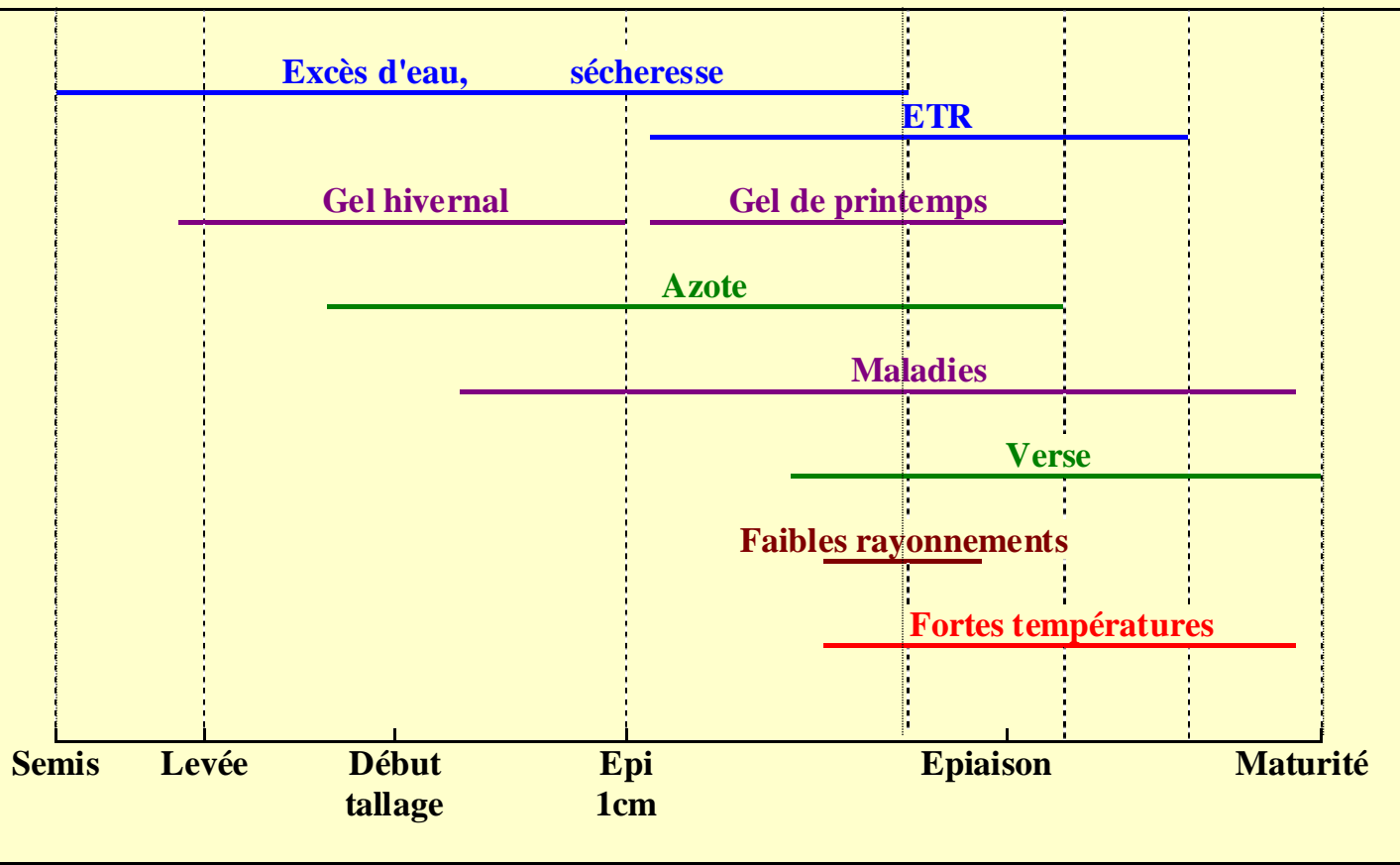
Régression factorielle



*C. Lecomte, 2005, L Prost, 2008*

# Décrire tous les facteurs limitants possibles sur les géotypes révélateurs

Stmp, srgl, rgst :  
 ← -hv → → -em → → -mf → → -fl → → -lm →



- $S(P-ETP) > 0$  ou  $< 0$ , Nbj secs  
 $S(ETR-ETM) < 0$
- Nbj tmin < résist gel, Stmp
- Nbj tmin <  $-4^\circ$  (épi), Stmp  
 Nbj tmin <  $0^\circ$  (flo), Stmp
- QNR/NGm<sup>2</sup>, INNf
- Notes de 1 à 9 ou en % (mo, rp)
- Notes de 1 à 9 ou en % (mo, rp)
- Srgl, nbj < 1045 J et sr < 1045 J  
 de mei-5j à mei+5j
- Nbj tmax >  $25^\circ$ , stmp



**Echelle commune (0 - 10), croissante avec l'effet du f.l.**

# Interpréter les pertes de rendement

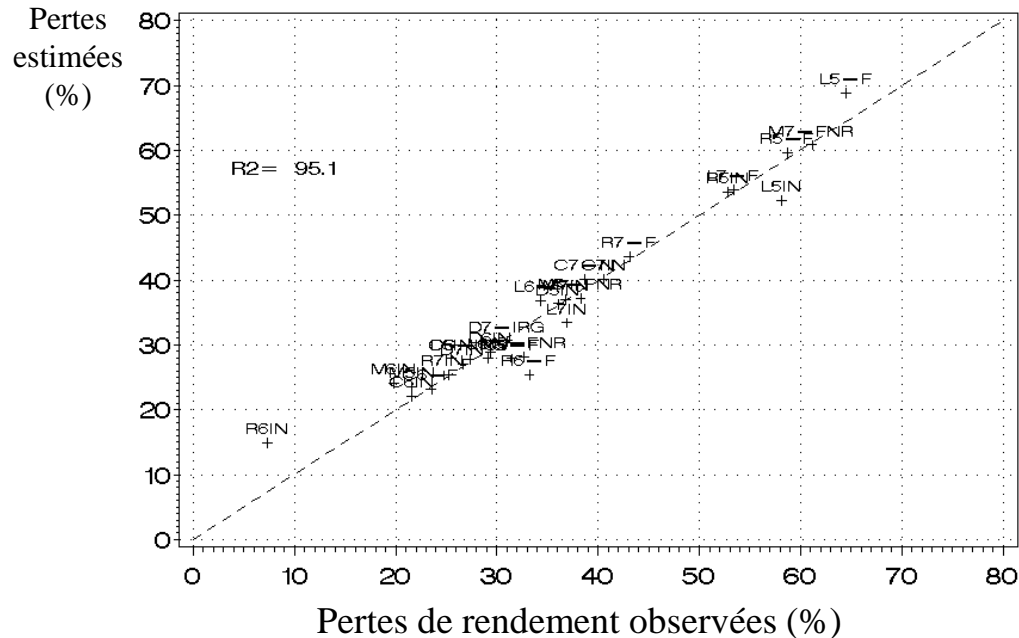
Régression linéaire multiple pas à pas avec les variables descriptives des facteurs limitants

$$dRdtr_j = \lambda_0 + \lambda_1 \cdot Ve_{1j} + \lambda_2 \cdot Ve_{2j} + \dots + \lambda_n \cdot Ve_{nj} + E_j$$

≈ 60 variables descriptives des facteurs limitants

6 à 12 variables explicatives selon le génotype révélateur

Réseau INRA 1995-1997, Variété Camp Rémy



Parts de variations du rendement expliquées:

- de 70 à 99 % selon le génotype révélateur, pour des réseaux de 10 à environ 35 milieux
- de 55 à 65 % pour des réseaux de 60 à 100 milieux

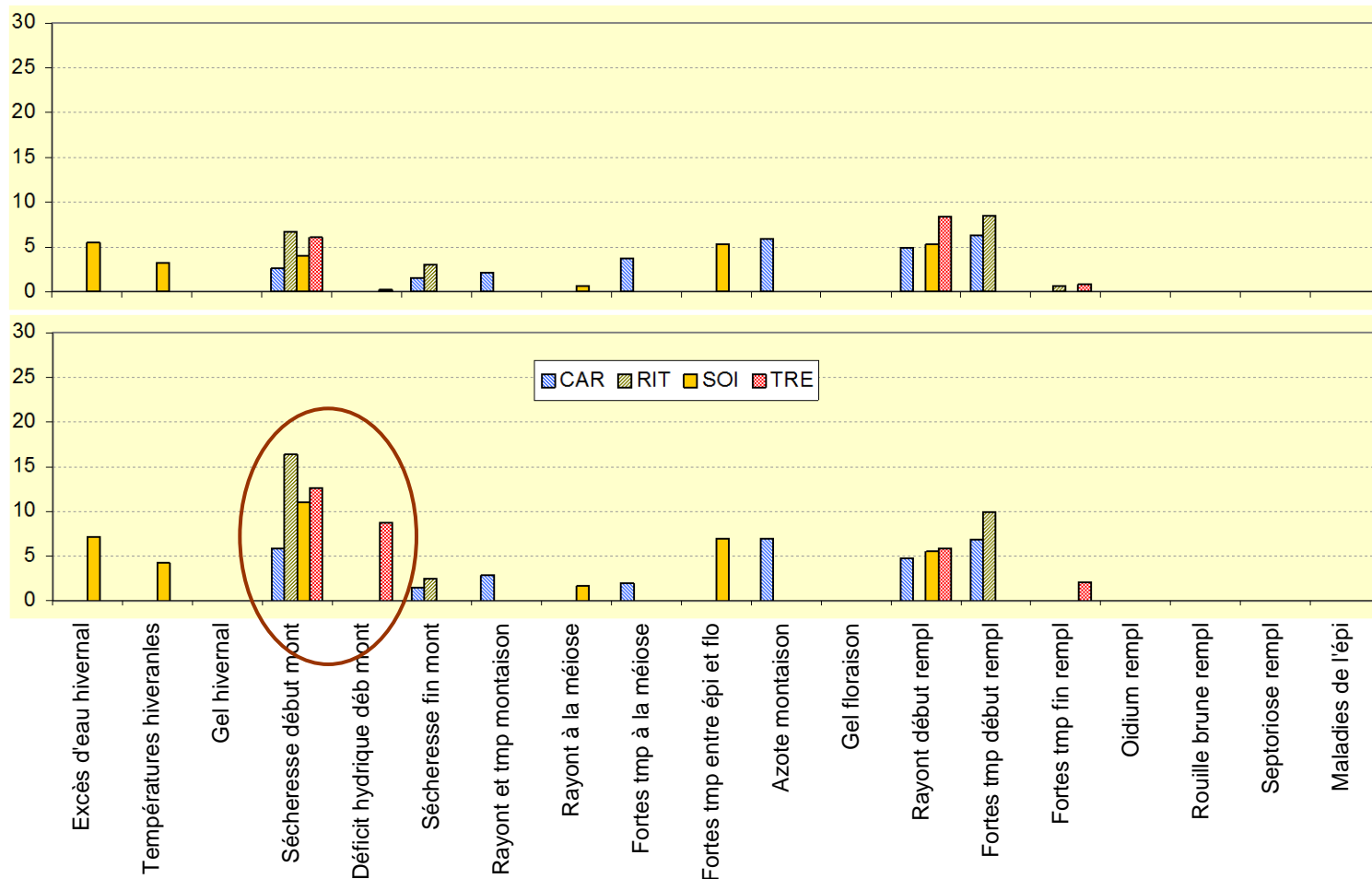
# Estimer la contribution des différents facteurs limitants aux pertes de rendement

Dijon 1997

Conduite intensive

Pertes de Rdt estimées (%)

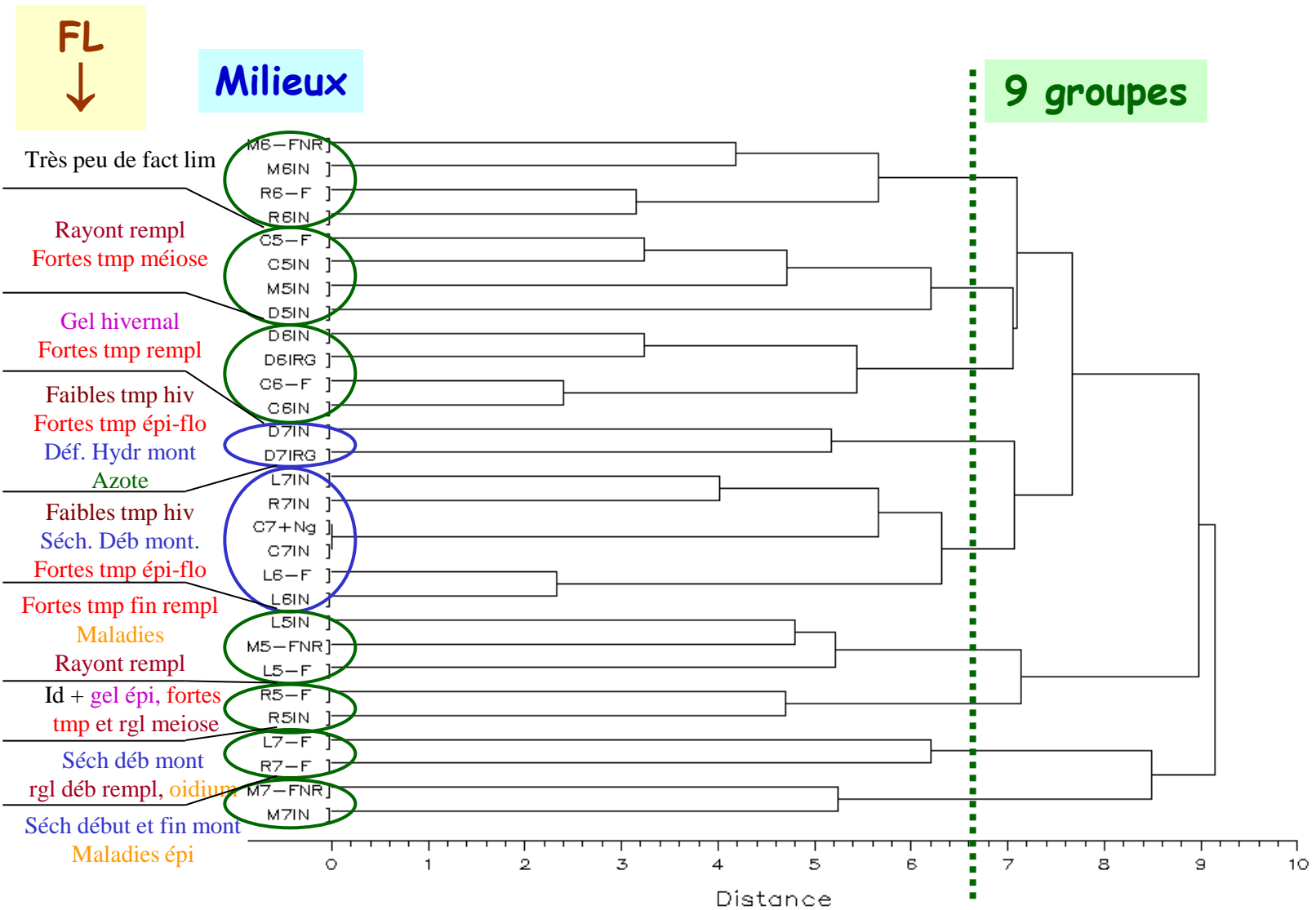
Conduite non irriguée



Classement des lieux pour un facteur limitant

Regroupement des milieux par analogie de facteurs limitants

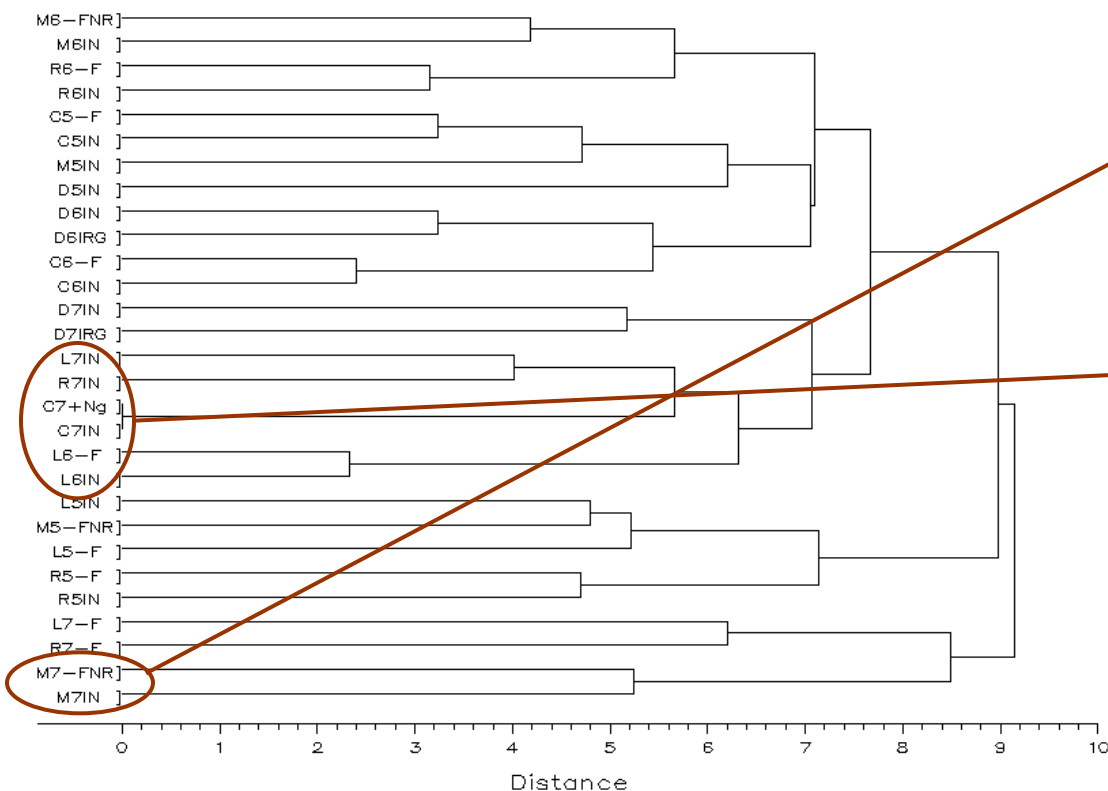
# Classifier les milieux d'expérimentation par la nature et le poids des facteurs limitants



# Aider à choisir les milieux d'expérimentation (lieu + itinéraire technique)

Aider au choix des milieux pour la cotation  
Structurer/Diversifier le réseau expérimental

Milieux



- Retenir des essais  
singuliers, ou leur donner  
un poids plus fort

- Retenir moins d'essais  
qui sur-représentent  
certaines conditions, ou  
leur donner un poids  
moins fort

- Créer des situations  
nouvelles par le choix  
des sites ou des  
conduites culturelles

# Un outil pour caractériser les milieux et les variétés dans les réseaux

## 1- Identifier et Quantifier les facteurs limitants

*Diagnostic agronomique sur des géotypes révélateurs*

Tri des variables descriptives des facteurs limitants

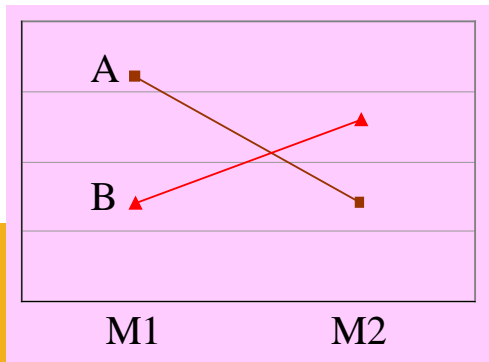
Régression linéaire multiple

## 2- Expliquer les variations de comportement des géotypes

*Analyse de l'interaction GxM sur l'ensemble des géotypes évalués*

Tolérance des géotypes à ces facteurs limitants

Régression factorielle





# Caractériser le comportement de tous les génotypes par une analyse de l'IGM

Modèle de régression factorielle utilisant les covariables environnementales

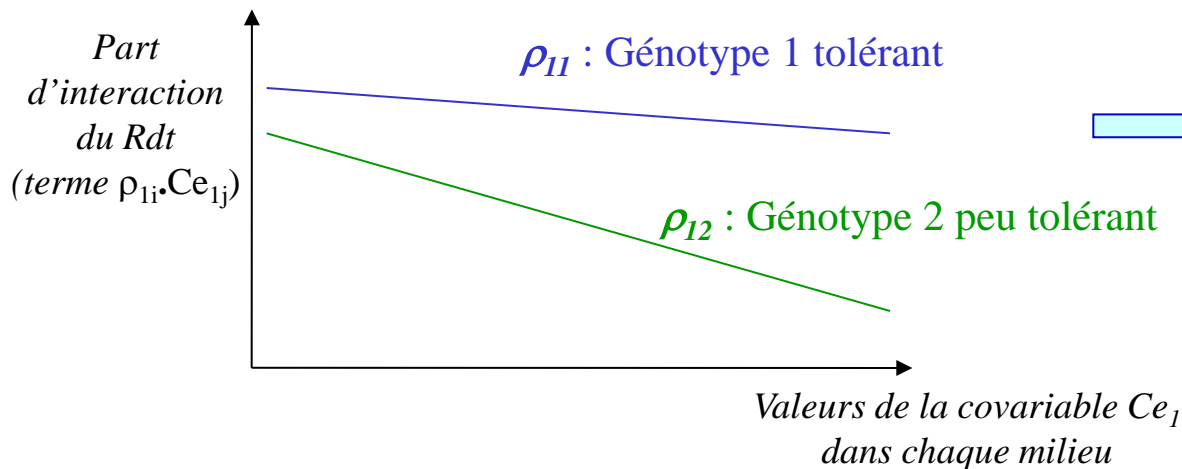
$$Rdt_{ij} = Rdt_m + G_i + M_j + G_i * M_j + E_{ij}$$

Moyenne générale
Effet du génotype
Effet milieu
Interaction
Erreur

Décomposition de l'interaction de l'ordre de 80%

$$\rho_{1i} \cdot Ce_{1j} + \dots + \rho_{ni} \cdot Ce_{nj}$$

Signification des paramètres génotypiques  $\rho_{ni}$



Estimation de la tolérance des génotypes au facteur limitant décrit par la covariable environnementale  $Ce_1$

# Caractériser les aptitudes variétales

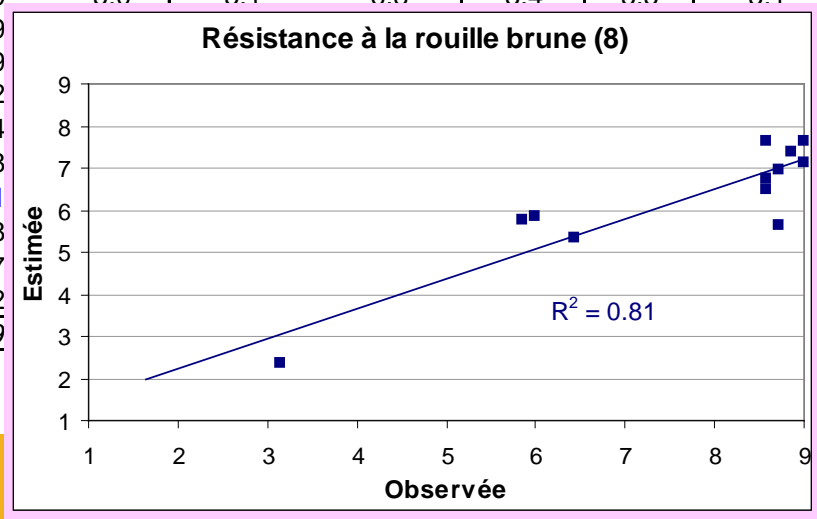
Positionner une variété par rapport à une variété de référence

Facteurs limitants

Notes de tolérance déduites des paramètres génotypiques  $\rho_{ni}$  (Réseau INRA 1995-1997)

Variétés

Variétés	Hiver		Montaison								Remplissage				
	temp hiver	gel hiver	séch déb m	séch fin m	rayn <sup>t</sup> -tmp montais	rayon <sup>t</sup> méiose	fortes tmp méiose	fortes tmp épi-flo	azote montais	rayon <sup>t</sup> d remp	fortes tmp déb remp	fortes tmp fin remp	septo	rouille brune	oidium
CAR	2.4	3.3	5.0	2.4	6.7	2.5	2.3	7.1	4.6	3.2	2.8	2.2	3.2	7.1	4.0
D404	7.6	5.6	3.0	7.6	2.9	7.1	6.8	3.4	4.6	6.9	7.2	7.8	7.1	5.9	5.4
D428	5.2	5.7	3.7	5.4	5.0	5.0	5.1	6.8	3.4	5.5	5.1	4.8	5.7	6.3	6.4
FAR	5.1	5.6	5.9	4.9	5.9							5.1	5.2	6.5	6.4
RIT	3.9	5.5	4.5	4.7	6.9							3.4	4.2	6.3	4.6
SID	6.7	4.1	3.5	6.1	3.2							6.0	7.3	5.1	4.1
SOI	2.8	2.6	3.9	3.8	5.4							3.8	5.0	2.5	7.0
TRE	3.5	2.5	4.0	5.0	5.8							3.4	2.7	7.5	3.0
V401	5.3	6.3	7.0	5.1	7.1							4.6	6.3	5.4	5.0
V402	6.7	7.5	5.0	7.1	5.8							6.1	5.5	6.1	5.5
V409	6.9	5.7	4.6	6.7	4.7							6.4	5.1	6.8	4.4
VIR	6.4	6.4	5.6	6.6	6.2							6.0	5.5	6.2	7.0
ET	1.4	1.5	2.0	1.4	1.9							1.2	1.7	1.5	2.0



# Caractériser les aptitudes variétales

Positionner une variété par rapport à une variété de référence

Facteurs limitants

Variétés

Notes de performance déduites des phénotypes  $\rho_{ni}$  (Réseau INRA 1995-1997)

Variétés	Hiver			Montais			Remplissage						
	temp hiver	gel hiver	se dé	rayn <sup>t</sup> -tmp montais	rayon <sup>t</sup> méiose	fort m	azote montais	rayon <sup>t</sup> d remp	fortes tmp déb remp	fortes tmp fin remp	septo	rouille brune	oidium
CAR	2.4	3.3	5	6.7	2.5		4.6	3.2	2.8	2.2	3.2	7.1	4.0
D404	7.6	5.6	3	2.9	7.1		4.6	6.9	7.2	7.8	7.1	5.9	5.4
D428	5.2	5.7	3	5.0	5.0		3.4	5.5	5.1	4.8	5.7	6.3	6.4
FAR	5.1	5.6	5	5.9	5.9		6.2	3.7	4.4	5.1	5.2	6.5	6.4
RIT	3.9	5.5	4	6.9	4.7		5.4	3.8	3.9	3.4	4.2	6.3	4.6
SID	6.7	4.1	3	3.2	5.6		3.7	6.6	6.8	6.0	7.3	5.1	4.1
SOI	2.8	2.6	3	5.4	2.9		3.2	3.1	3.0	3.8	5.0	2.5	7.0
TRE	3.5	2.5	4	5.8	3.4		3.4	3.4	4.0	3.4	2.7	7.5	3.0
V401	5.3	6.3	7	7.1	6.8		6.4	3.6	4.0	4.6	6.3	5.4	5.0
V402	6.7	7.5	5	5.8	7.5		6.8	6.0	6.1	6.1	5.5	6.1	5.5
V409	6.9	5.7	4	4.7	6.7		4.4	6.0	6.2	6.4	5.1	6.8	4.4
VIR	6.4	6.4	5	6.2	7.3		5.1	3.9	4.8	6.0	5.5	6.2	7.0
ET	1.4	1.5	2	1.9	1.5		2.2	2.1	1.8	1.2	1.7	1.5	2.0

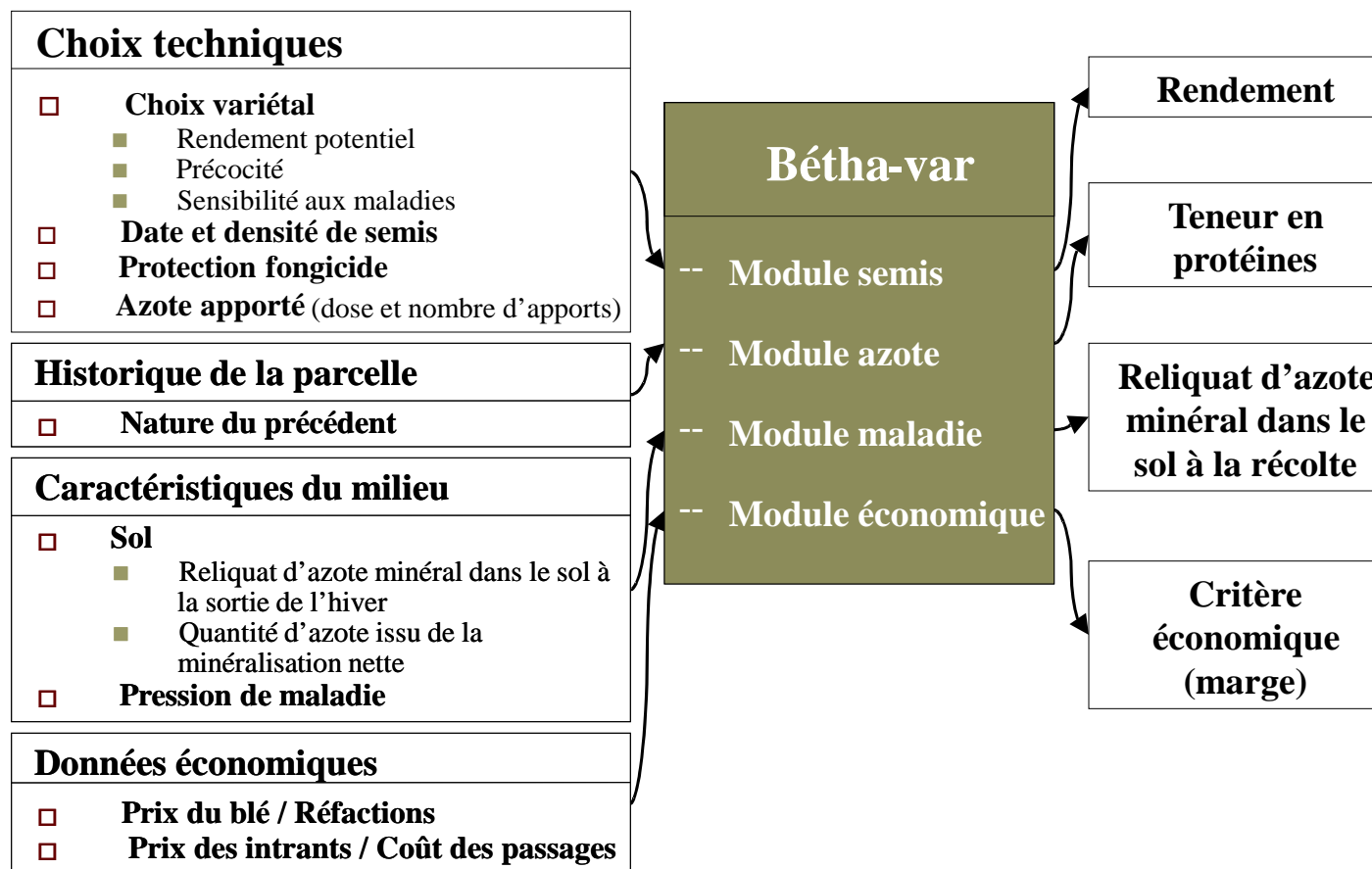
temp hiver

fortes tmp fin remp

# Vers une utilisation de modèles pour compléter l'expérimentation

*Exemple du modèle Bétha-var pour simuler l'effet de combinaisons*

*Itinéraire technique x Variété*



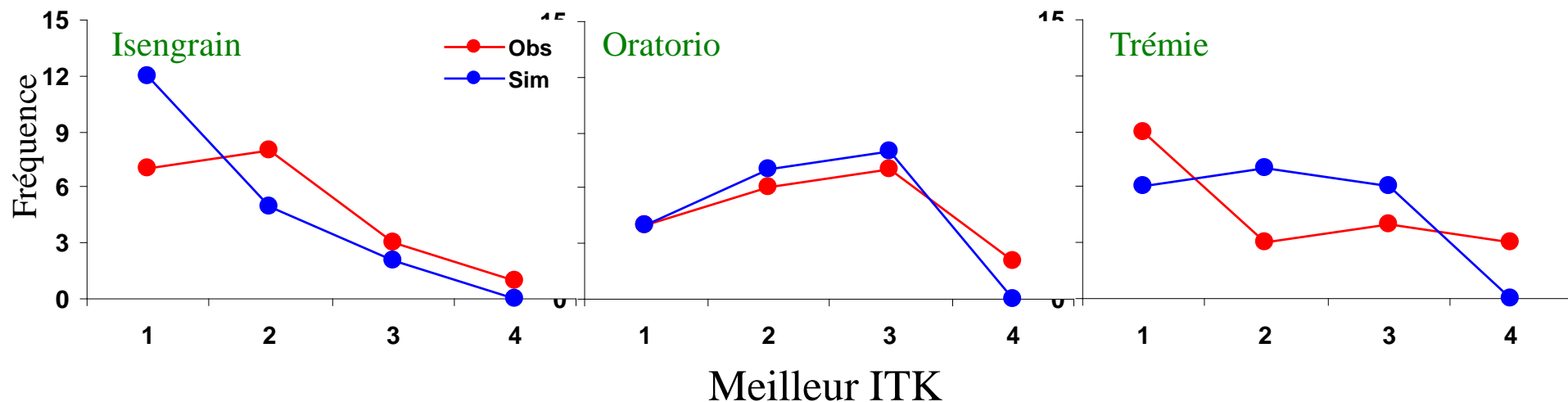
*(Loyce et al., 2002; Zhang, 2005)*



# Test de la capacité de Beta-Var à identifier le meilleur itinéraire technique (ITK) pour une variété donnée

Fréquence à laquelle les différents ITK obtiennent la meilleure marge de l'essai, pour une variété donnée. Comparaison entre observé, et simulé par BetaVar

prix du blé : 137 €/t



(Zhang et al., 2005)

## Pour conclure:

# Comment articuler modes d'évaluation des variétés, conduite des cultures et processus d'amélioration génétique?

- 1/ les enjeux du futur imposent de faire évoluer les pratiques agricoles et les systèmes de production
- 2/ le changement de pratiques est aujourd'hui freiné par le manque de génotypes adaptés → besoin de créer des génotypes différents
- 3/ les changements de pratiques vont accroître la diversité des situations de culture : on ne peut plus rechercher « l'idéotype parfait », mais il faut disposer d'une offre plus diversifiée au catalogue (en termes de réponse aux facteurs de l'environnement)
- 4/ Il faut évaluer différemment les variétés pour connaître leur comportement sur ces nouveaux critères.

**→ Besoin de coordonner toutes ces actions**

MERCI DE VOTRE ATTENTION !

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

INRA