

Quelles combinaisons variétés / conduites pour améliorer les performances économiques et environnementales de la culture de blé tendre ?

J.M. Meynard, B. Rolland, C. Loyce



-
- **Depuis le début des années 80, la production du blé en France s'est appuyée sur la mise en culture de variétés productives associées à un usage intensif d'intrants chimiques.**
 - **L'évaluation expérimentale des variétés reste surtout pratiquée dans des contextes de culture intensive (essais de post-inscription, par ex), et sur des critères de production, (quantité, qualité) et de de régularité de production.**
 - **Objectif des travaux présentés: évaluer les variétés dans d'autres contextes de production, et avec d'autres critères**

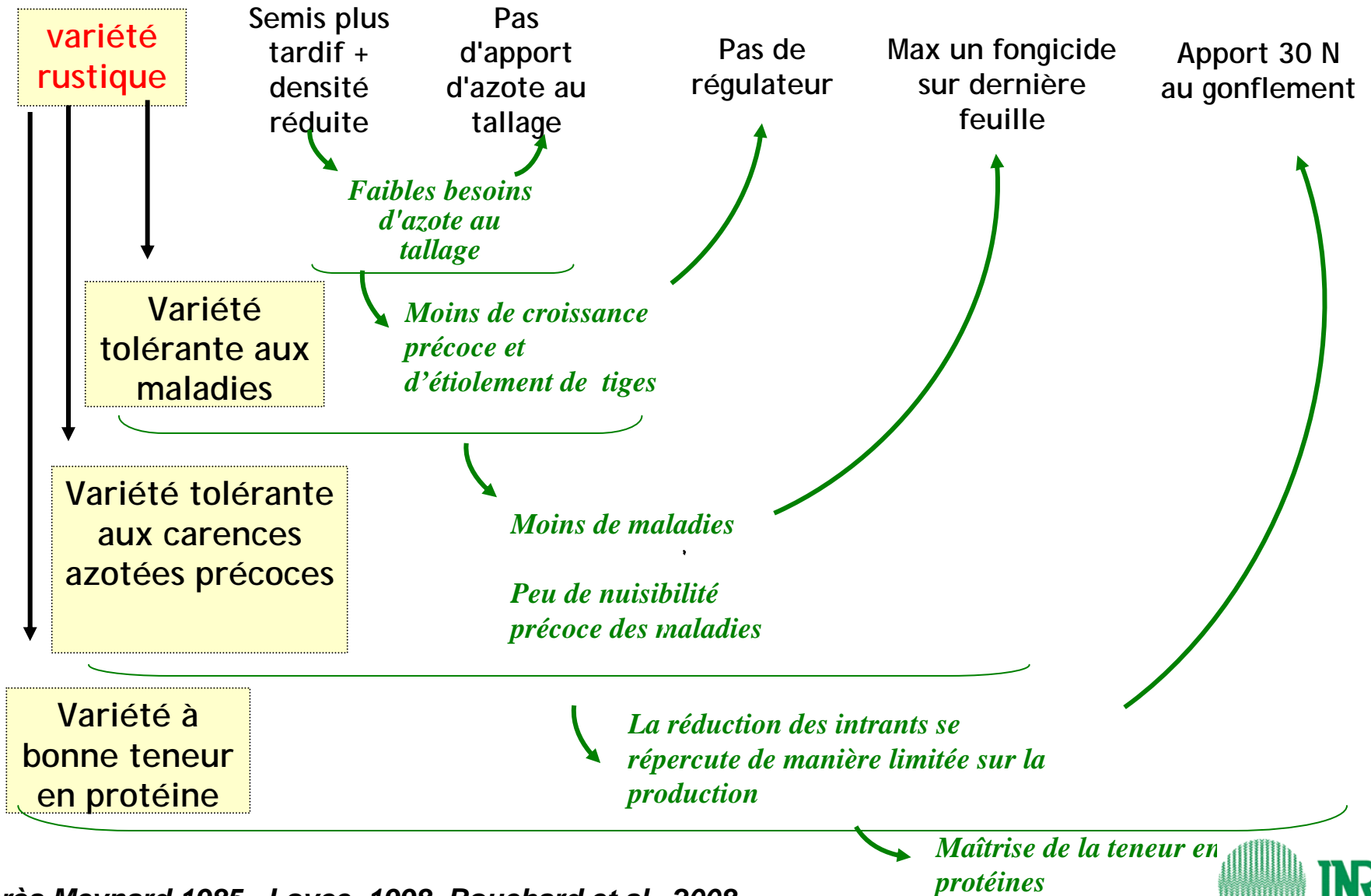
Plus de 40 années de sélection du blé tendre pour la résistance aux maladies à l'INRA de Rennes : depuis fin années 60 sous l'impulsion de Gérard Doussinault

- 1976 1^e blé résistant au piétin-verse : Roazon
1989 1^e BPS multirésistant aux maladies : Renan

A partir de 1995 l'offre de variétés rustiques se diversifie et s'amplifie :

- 1995 Balthazar, Oratorio
1997 Cézanne, Folio, Ornicar
1998 Lorraine, Virtuose
1999 Farandole
2000 Balance, Boston, Caphorn...
2001 Aubusson, Forban, Vercors...
2004 Atlass, Ephoros, Toison dor...
2005 Azurro, Manager...
2006 Bagou, Boisseau, Koreli, Rytmic...
2007 Intérêt, Maxwell...
2008 Aerobic, Barok, Swinggy...

Réduction des intrants : une stratégie cohérente pour réduire les risques et permettre des économies



D'après Meynard 1985, Loyce, 1998, Bouchard et al., 2008

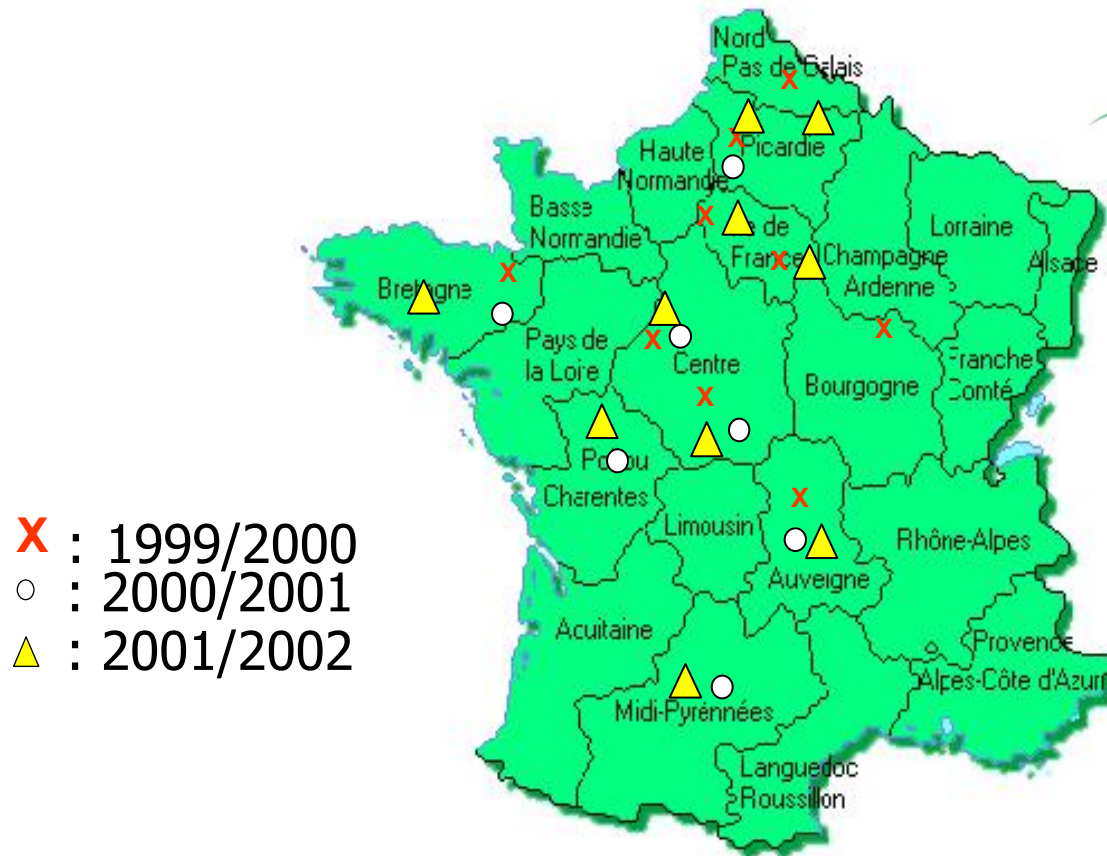
Plan

- ✓ **Analyse de l'interaction variété x conduite de culture sur un réseau d'essais : évaluation agronomique, économique, environnementale**

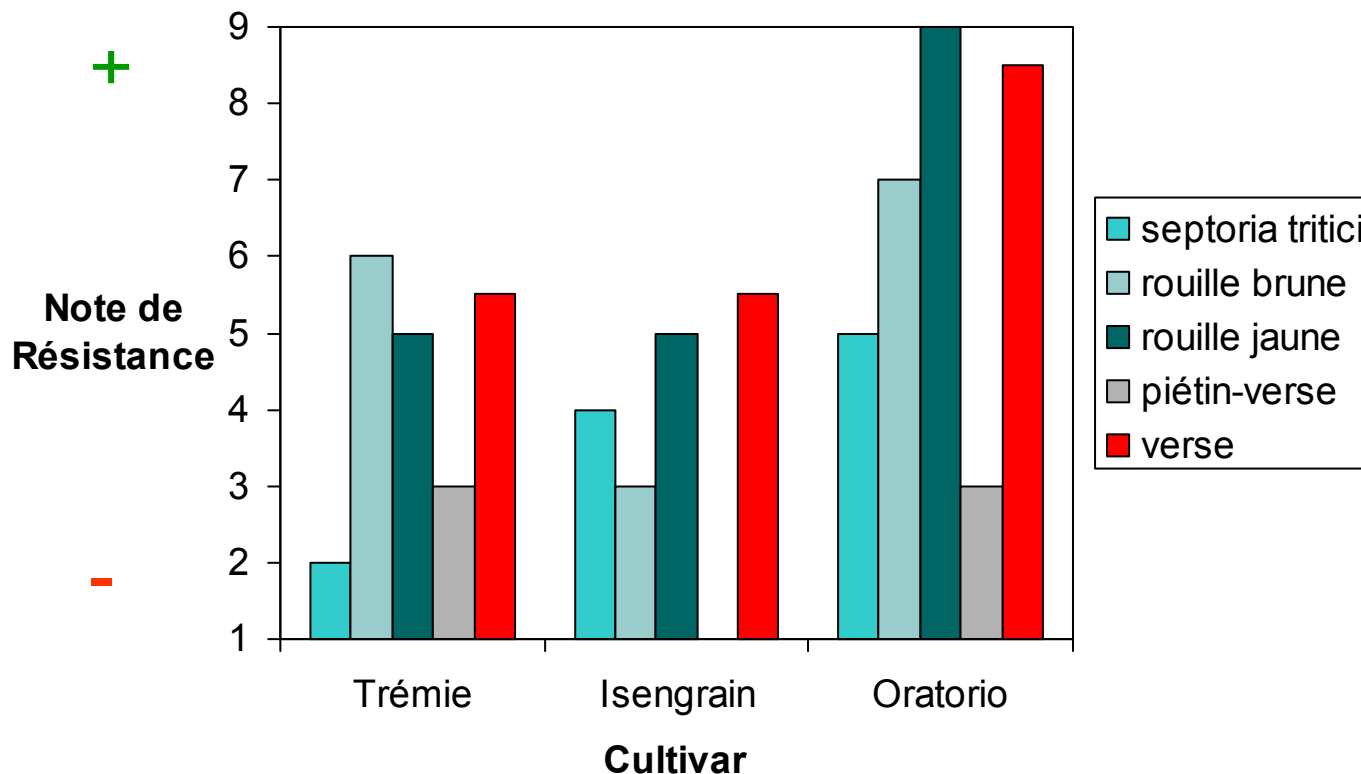
- ✓ **Quelques réflexions inspirées par ces résultats: Perspectives pour l'évaluation variétale et le conseil technique**

Le réseau 1999-2002

INRA / Arvalis / Sélectionneurs du Club des 5 28 sites expérimentaux sur 3 ans



Sur chaque site, un tronc commun de 3 variétés (Trémie, Isengrain, Oratorio) et plusieurs autres variétés rustiques



Deux variétés très productives, et une très résistante à la verse et aux maladies

Quatre conduites de culture contrastées sont appliquées sur tous les sites à toutes les variétés

Une décroissance du niveau d'intrants, de ITK 1 à ITK 4

- ITK2: Conduite de référence, conseillée dans la région pour le blé d'hiver (référence Arvalis ou Chambre d'Agriculture, année 2000): Dose N calculée par bilan prévisionnel, 3 apports, 1 régulateur de croissance, 1 ou 2 fongicides

Quatre conduites de culture contrastées sont appliquées sur tous les sites à toutes les variétés

Une décroissance du niveau d'intrants, de ITK 1 à ITK 4

- **ITK1: Itinéraire technique à haut niveau d'intrants, conçu pour maximiser le rendement: Dose d'engrais N de l'ITK2 + 30kg/ha, 1 ou 2 régulateurs, 2 ou 3 fongicides**
- **ITK2: Conduite de référence, conseillée dans la région pour le blé d'hiver (référence Arvalis ou Chambre d'Agriculture, année 2000): Dose N calculée par bilan prévisionnel, 3 apports, 1 régulateur de croissance, 1 ou 2 fongicides**

Quatre conduites de culture contrastées sont appliquées sur tous les sites à toutes les variétés

Une décroissance du niveau d'intrants, de ITK 1 à ITK 4

- **ITK1:** Itinéraire technique à haut niveau d'intrants, conçu pour maximiser le rendement: Dose d'engrais N de l'ITK2 + 30kg/ha, 1 ou 2 régulateurs, 2 ou 3 fongicides
- **ITK2:** Conduite de référence, conseillée dans la région pour le blé d'hiver (référence Arvalis ou Chambre d'Agriculture, année 2000): Dose N calculée par bilan prévisionnel, 3 apports, 1 régulateur de croissance, 1 ou 2 fongicides
- **ITK3:** Par rapport à l'ITK2, réduction cohérente de la dose d'engrais azoté (de 30 kg.ha⁻¹ ; pas d'apport de sortie hiver) et de la densité de semis (de 40%). Pas de régulateur de croissance; un seul traitement fongicide au maximum
- **ITK4:** Par rapport à l'ITK2, réduction de la dose d'engrais azoté (de 60 kg.ha⁻¹) et de la densité de semis (de 40%); pas de traitement fongicide, pas de régulateur de croissance

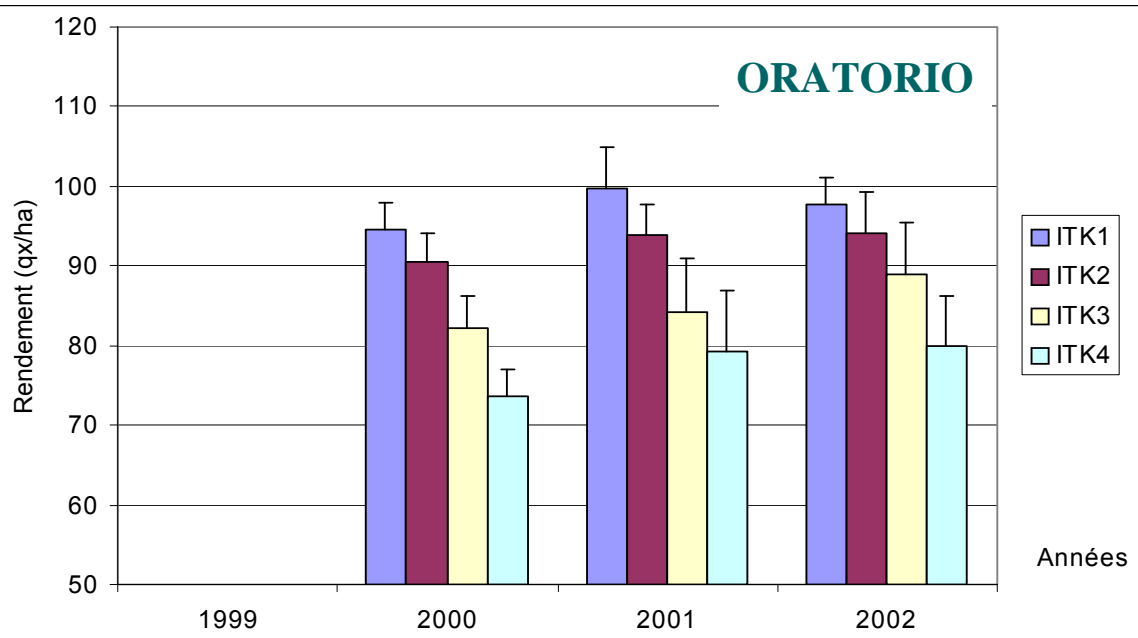
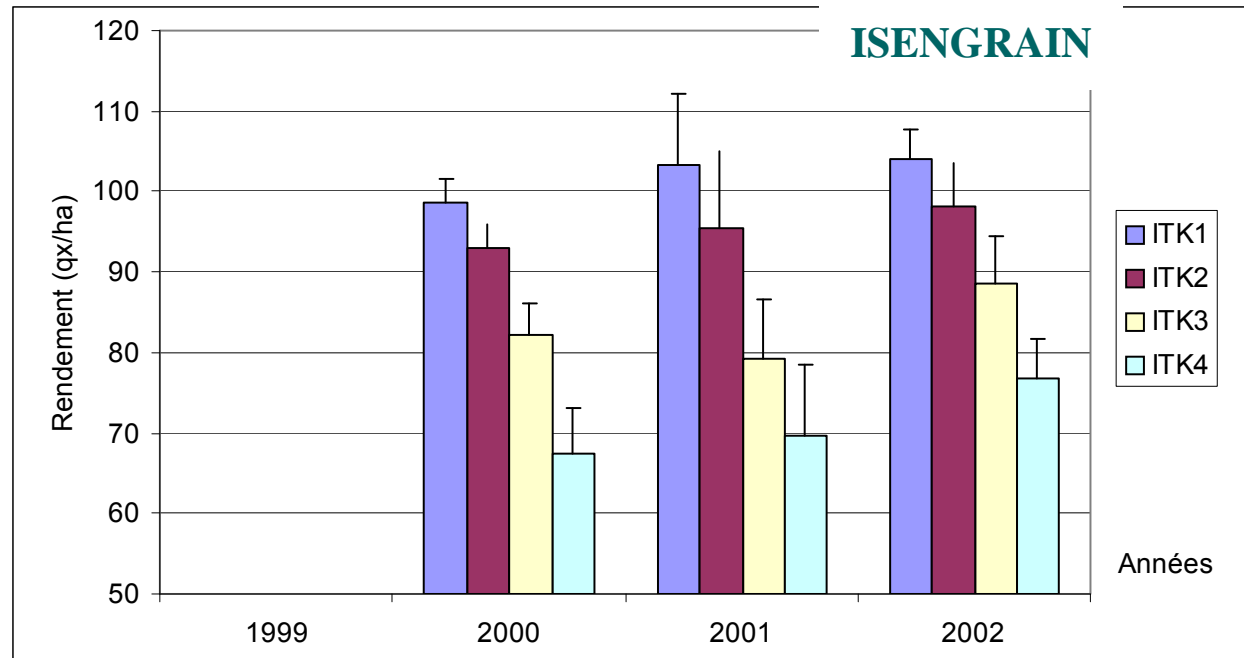
Quatre conduites de culture contrastées sont appliquées sur tous les sites à toutes les variétés

Une décroissance du niveau d'intrants, de ITK 1 à ITK 4

- ITK1: Itinéraire technique à haut niveau d'intrants, conçu pour maximiser le rendement: Dose d'engrais N de l'ITK2 + 30kg/ha, 1 ou 2 régulateurs, 2 ou 3 fongicides **INTENSIF**
- ITK2: Conduite de référence, conseillée dans la région pour le blé d'hiver (référence Arvalis ou Chambre d'Agriculture, année 2000): Dose N calculée par bilan prévisionnel, 3 apports, 1 régulateur de croissance, 1 ou 2 fongicides **RAISONNE**
- ITK3: Par rapport à l'ITK2, réduction cohérente de la dose d'engrais azoté (de 30 kg.ha⁻¹ ; pas d'apport de sortie hiver) et de la densité de semis (de 40%). Pas de régulateur de croissance; un seul traitement fongicide au maximum **INTEGRE**
- CM4: Par rapport à l'ITK2, réduction de la dose d'engrais azoté (de 60 kg.ha⁻¹) et de la densité de semis (de 40%); pas de traitement fongicide, pas de régulateur de croissance **EXTENSIF**

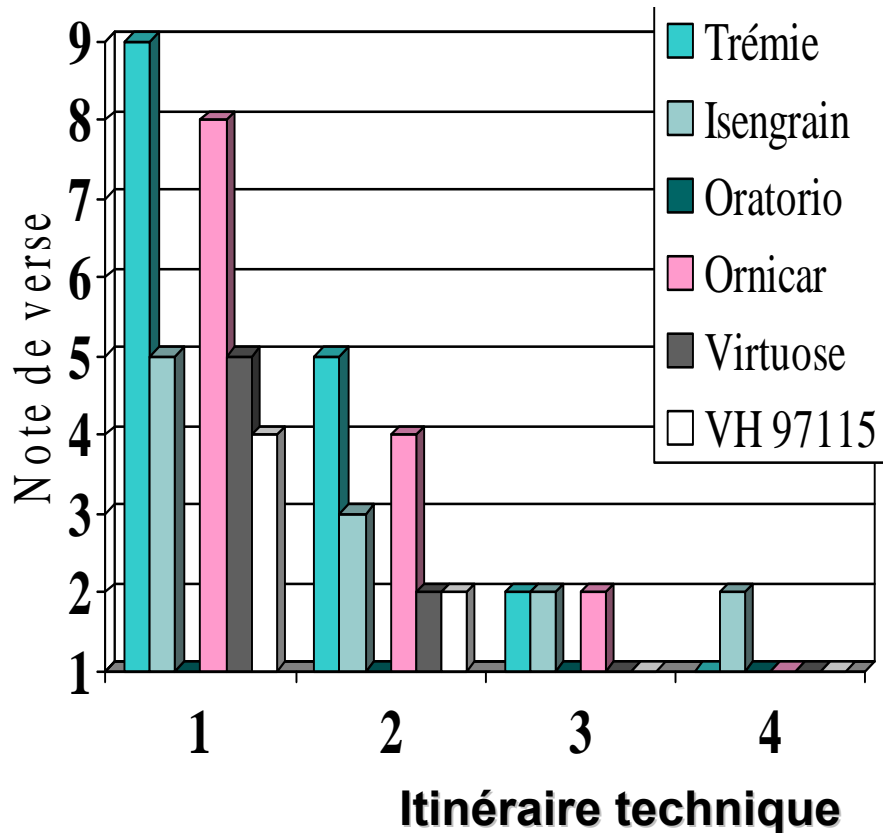
Rendement en grain selon la conduite et l'année, pour 2 variétés

(moyenne de l'ensemble
des essais)

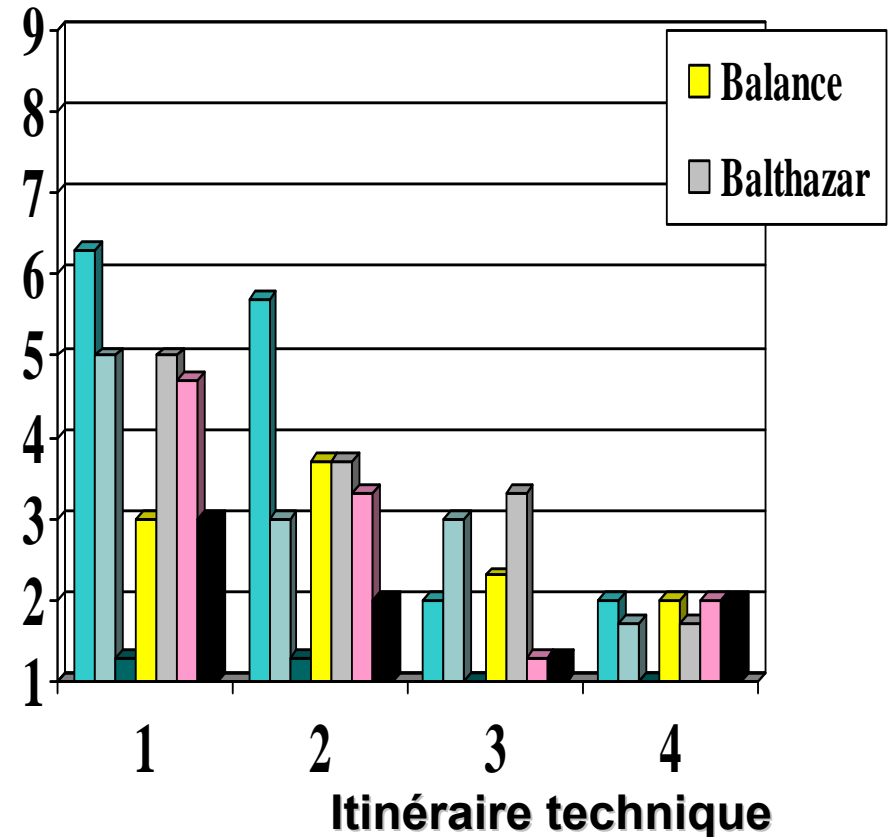


Notes de verse par conduite et par variété

Verneuil (2000)



Mons (2001)



↪ **Bonne résistance d'Oratorio**

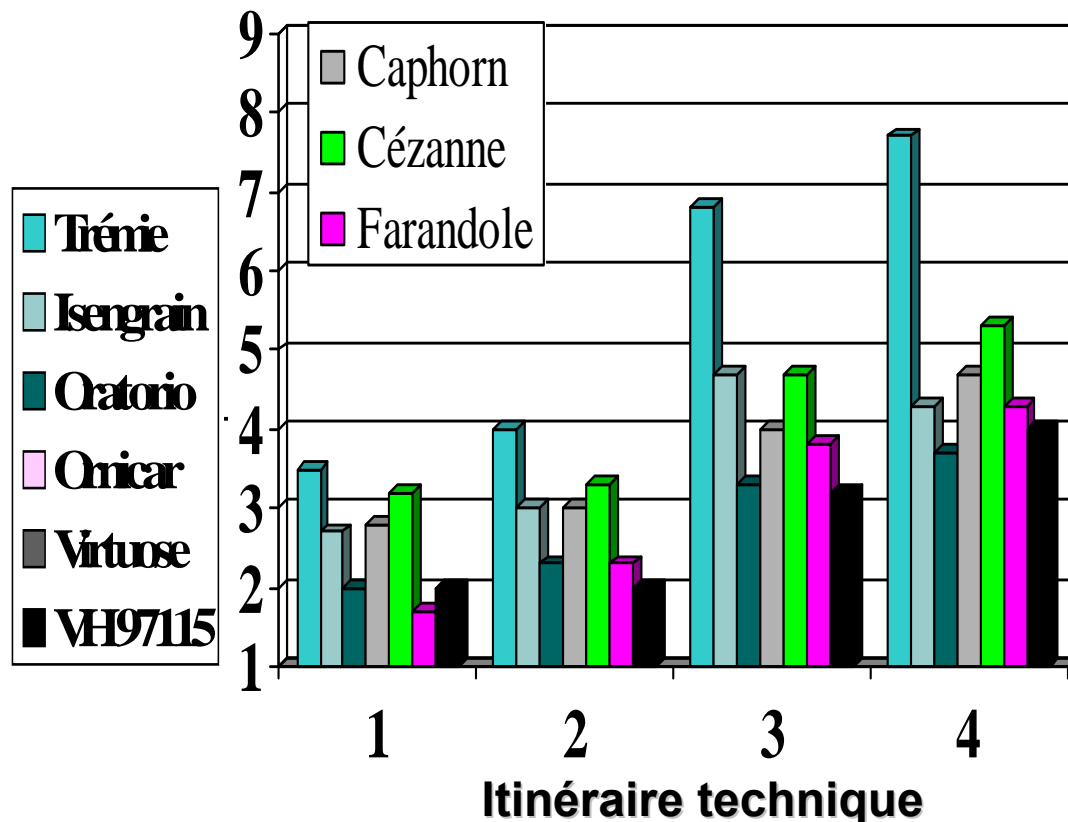
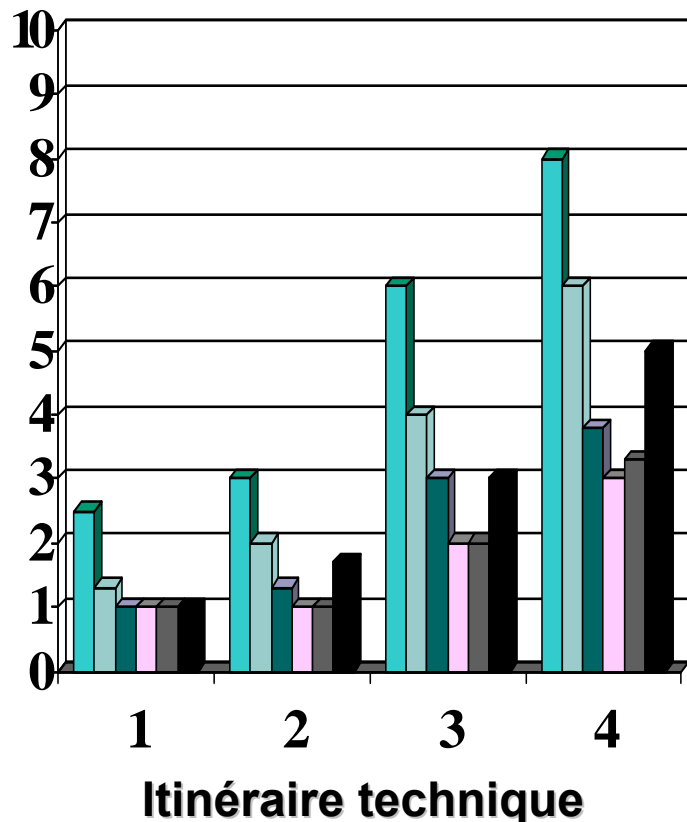
↪ **Le risque de verse diminue de l'itinéraire technique 1 au 4**

Intensité des attaques de septoriose par conduite et par

variété

Rennes (2000)

Lusignan (2001)

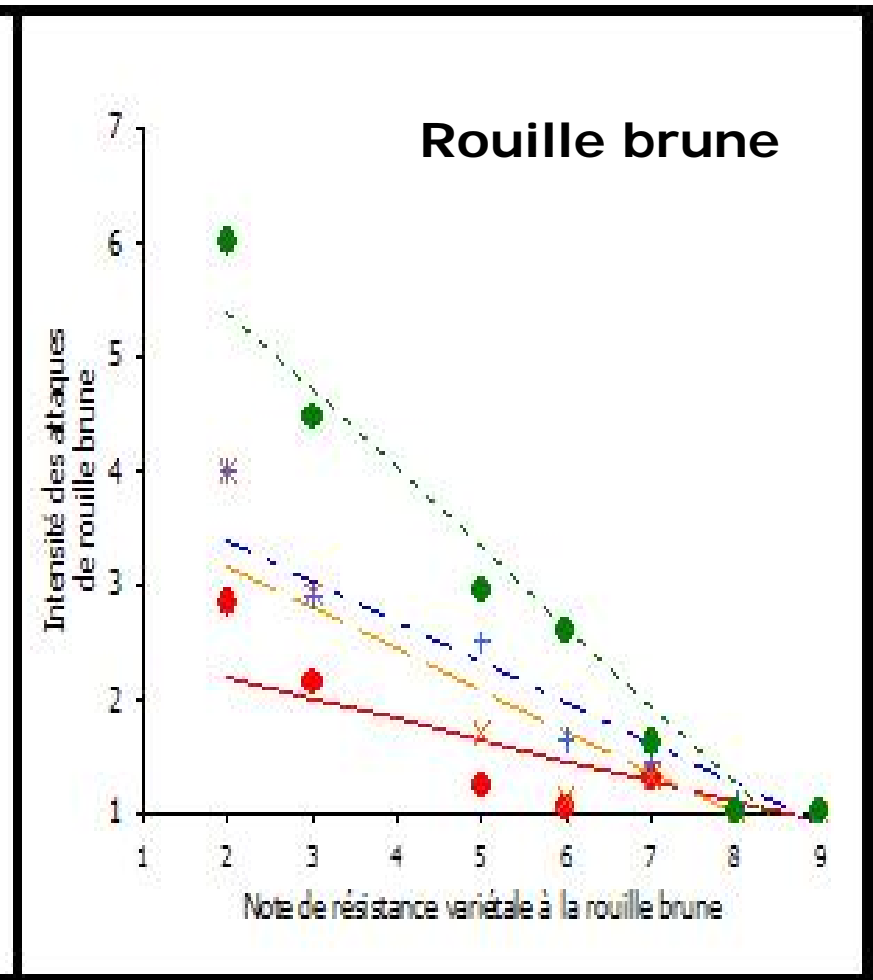
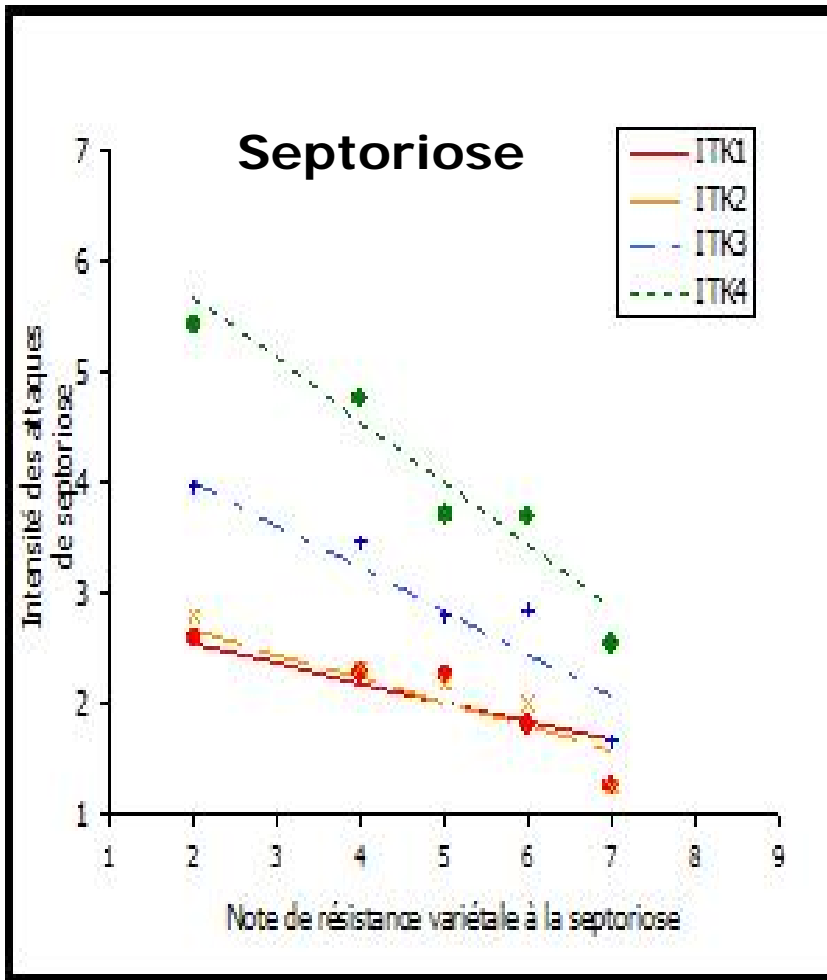


↪ Bonne résistance d'Oratorio, Virtuose et Ornicar

↪ Une augmentation des dégâts de l'ITK 1 à l'ITK 4

Effet conjoint de l'itinéraire technique et de la note de résistance variétale sur le niveau d'intensité de de septoriose et de rouille brune

●, x, +, ● : **ITK1**, **ITK2**, **ITK3** et **ITK4**



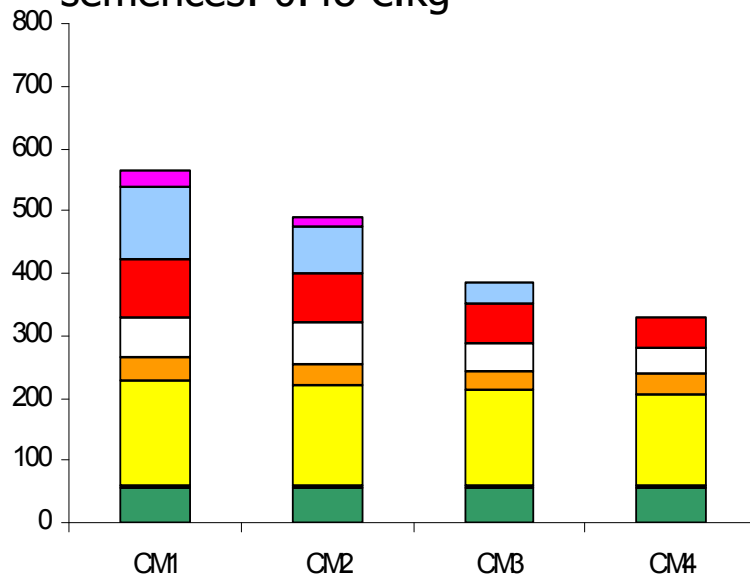
Performances économiques : exploration de différentes combinaisons entre prix du blé et coût des intrants

- Prix du blé variant entre 80 €.t⁻¹ et 280 €.t⁻¹
- Coût des semences variant avec le prix du blé, entre 0.48 €.kg⁻¹ et 0.68 €.kg⁻¹
- Prix des intrants (engrais azoté et carburant) dépendant du prix du pétrole : On fait l'hypothèse d'une multiplication par 5 du prix du pétrole, ce qui correspond au pic des cours de juillet 2008

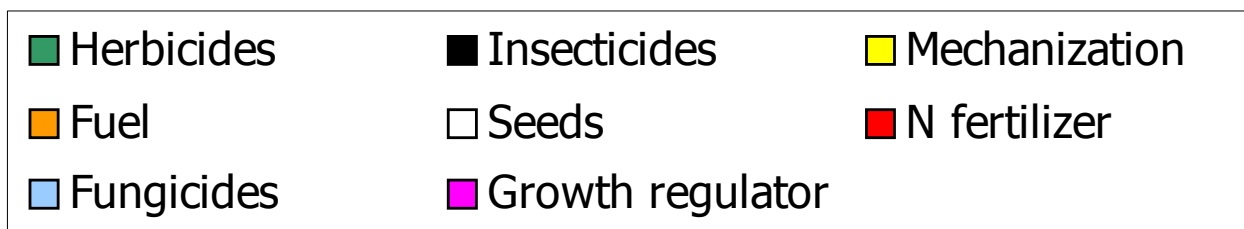
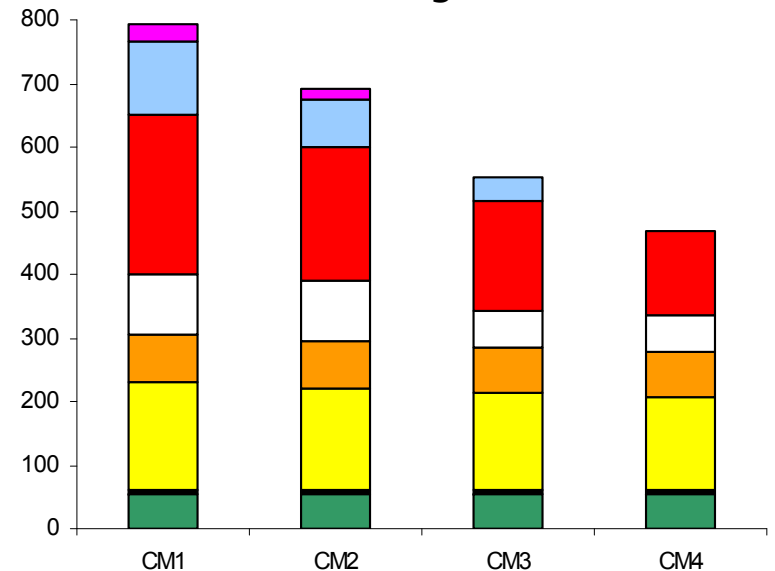
Prix du pétrole http://tonto.eia.doe.gov/	\$29 le baril	\$144 le baril
Coût de l'engrais N (UNIFA)	0.46 €.kg ⁻¹	1.26 €.kg ⁻¹
Coût du carburant www.ufip.fr	0.44 €.l ⁻¹	0.96 €.l ⁻¹ (le 4 juillet 2008)

Performances économiques: Coûts des intrants et coûts de mécanisation (€.ha⁻¹) pour les différents itinéraires techniques

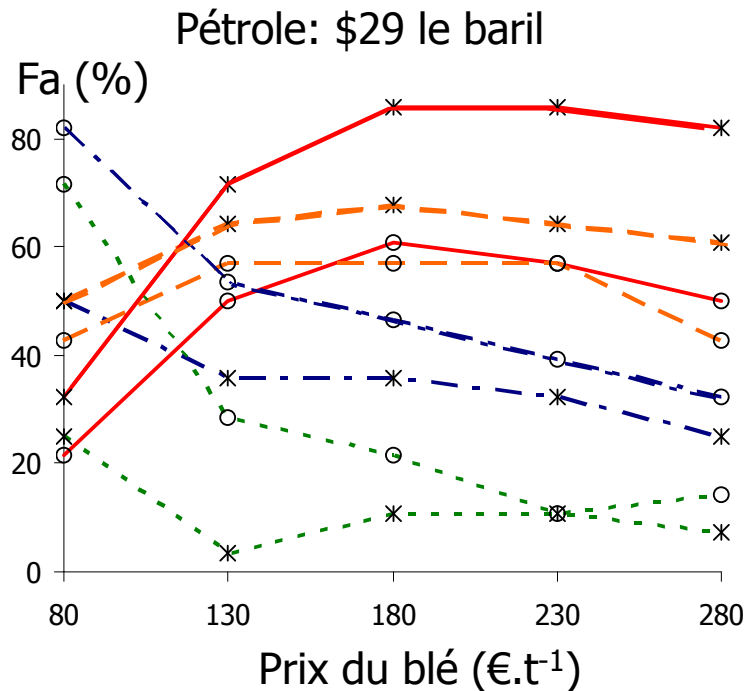
(a) Prix du pétrole: \$29 le baril;
semences: 0.48 €.kg⁻¹



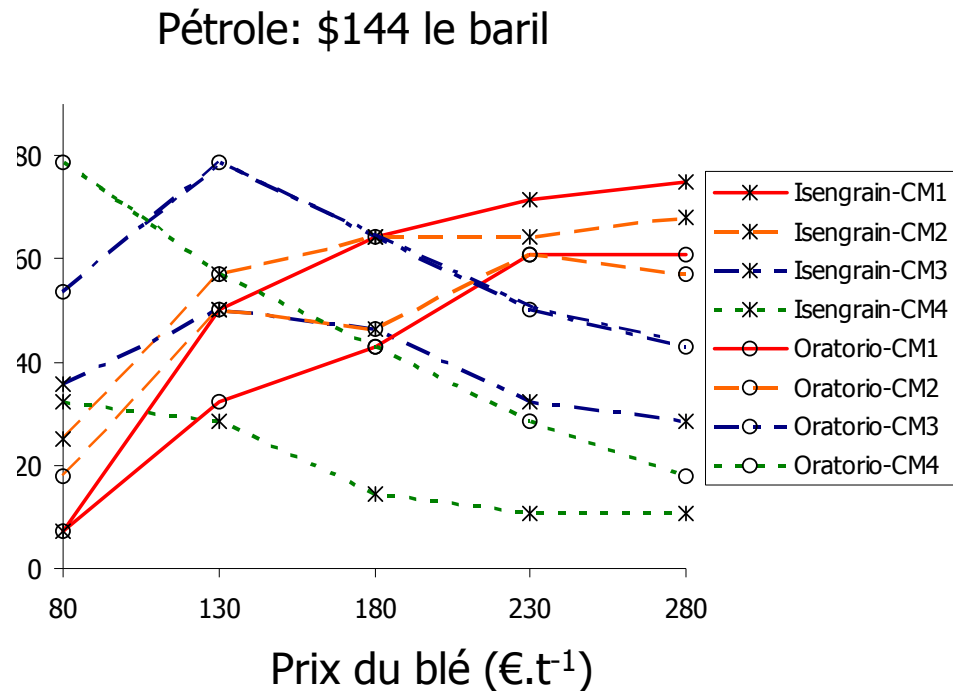
(b) Prix du pétrole: \$144 le baril;
semences: 0.68 €.kg⁻¹



Performances économiques: Fréquence (Fa %) à laquelle chaque combinaison variété x conduite atteint la marge semi-nette la plus élevée de l'essai

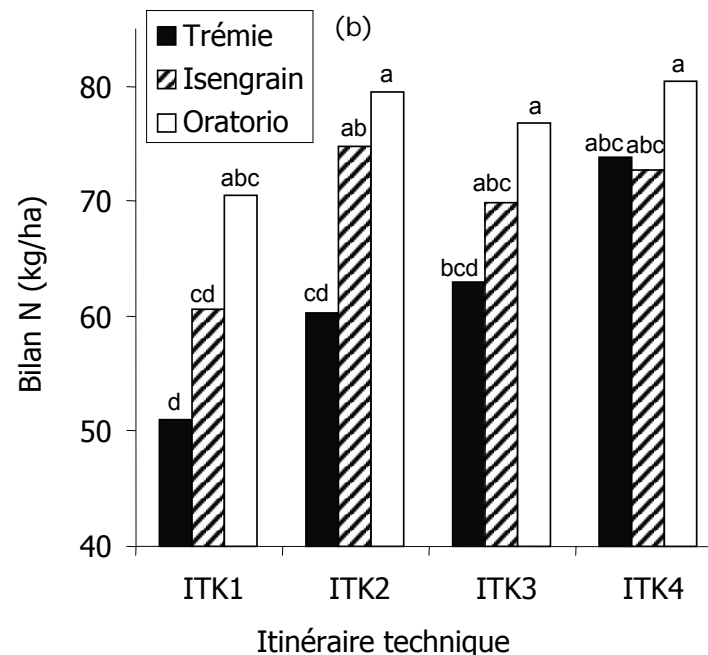
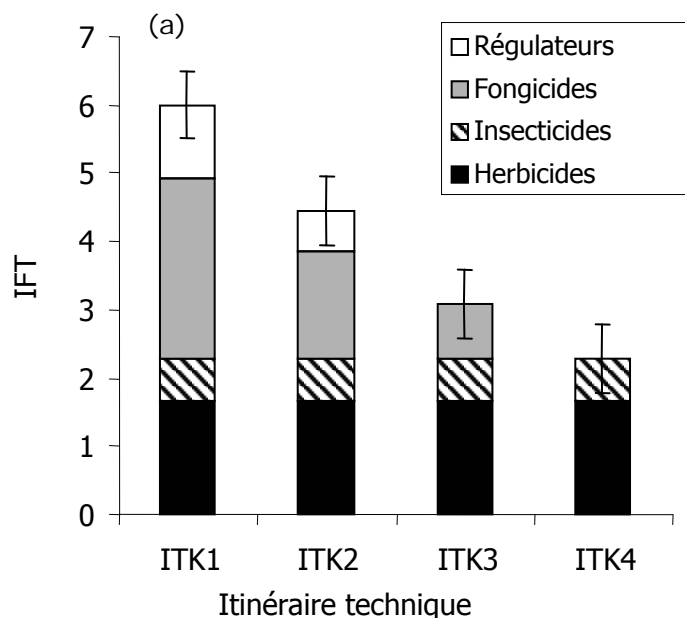


- Au dessous de 130 €·t⁻¹, Oratorio 3; au dessus, Isengr.1
- Robustesse d'Isengrain 2 aux variations de prix du blé



- Au dessous de 180 €·t⁻¹, Oratorio 3 ou 4; au dessus, Isengrain 1 ou 2
- Robustesse d'Oratorio 3 aux variations de prix du blé

Performances environnementales: Indice de Fréquence de Traitement (IFT) et bilan d'azote



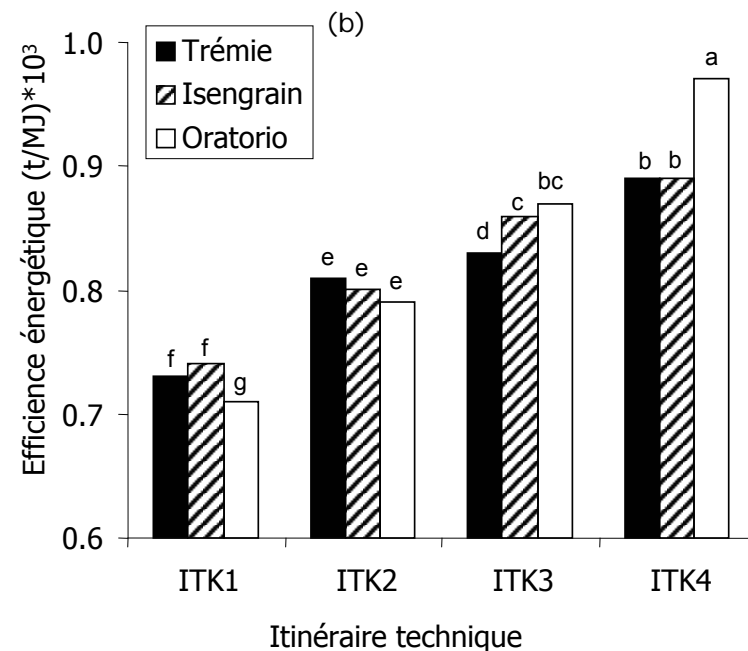
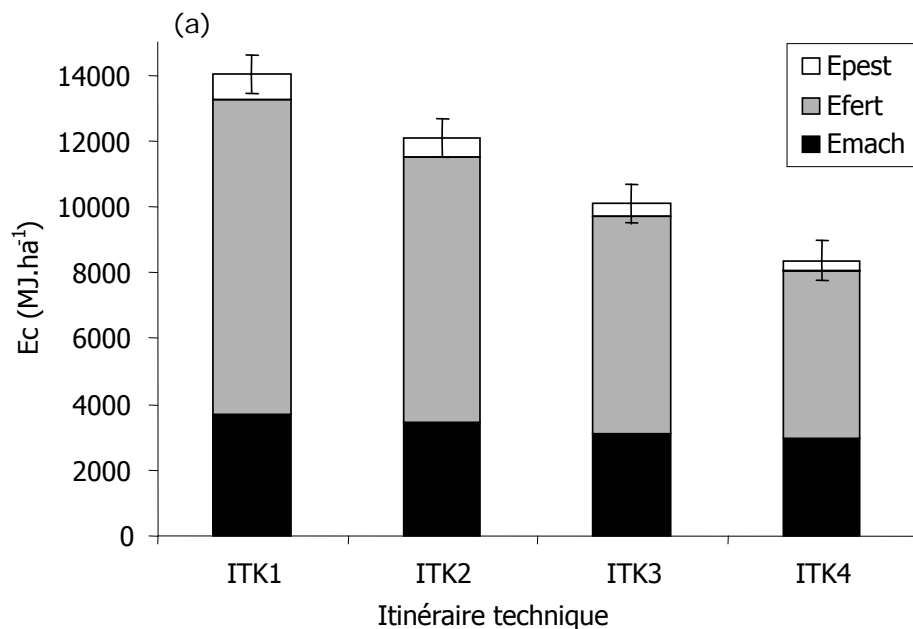
- L'IFT de l'ITK 2 est proche de l'IFT moyen pour le blé en France en 2001 (4.3)

- Bilan simplifié = Quantité d'azote absorbé - Dose d'engrais

Réduction d'IFT entre ITK 2 et ITK3 (%)	31%
Réduction d'IFT entre ITK 2 et ITK 4 (%)	49 %

- Oratorio obtient les meilleurs bilans
- Trémie ITK 1 et 2, Isengrain 1 obtiennent les moins bons

Performances énergétiques: coûts en énergie fossile et efficacité énergétique (tonnes de grain par MJ)



- Une diminution des coûts d'énergie fossile de 40.3% entre ITK 1 et ITK 4
- L'engrais azoté est le plus fort contributeur aux dépenses énergétiques

- L'efficacité énergétique augmente entre ITK 1 et ITK 4
- Oratorio ITK 4 obtient l'efficacité énergétique la plus élevée

Plan

- ✓ Analyse de l'interaction variété x conduite de culture sur un réseau d'essais : évaluation agronomique, économique, environnementale

- ✓ **Quelques réflexions inspirées par ces résultats:
Perspectives pour l'évaluation variétale et le conseil technique**

Quelques réflexions inspirées par ces résultats:

- ✓ **Une forte interaction variété x itinéraire technique**
- ✓ **Adapter les modalités d'évaluation des variétés à l'évolution du contexte socio-économique**
- ✓ **Faut-il maximiser la production? Le coût des derniers quintaux**
- ✓ **La combinaison variété rustique x ITK intégré, une étape sur le chemin de la Production Intégrée**

Une forte interaction Variété x itinéraire technique

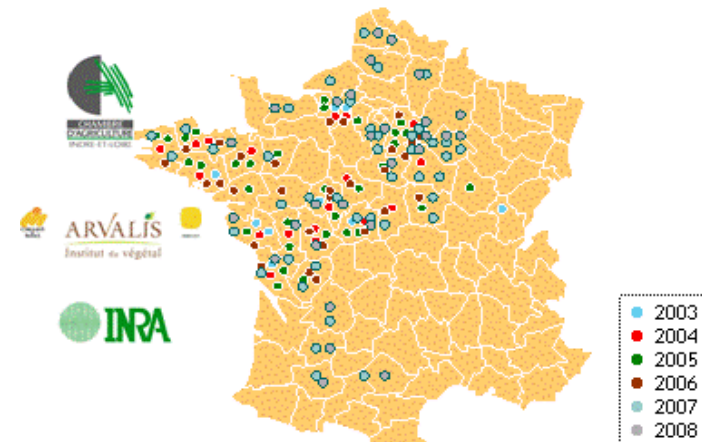
- ✓ Pour une très large gamme de prix du blé et de l'énergie, l'itinéraire technique le plus performant au plan économique n'est pas le même pour les variétés productives et pour les variétés rustiques.
- ✓ En tirer les conséquences pour le conseil technique (quel itinéraire technique recommander pour quelle variété ? quelle variété préconiser pour quel itinéraire technique ?) et pour l'évaluation variétale (quel itinéraire technique mettre en œuvre dans les expérimentations de comparaison de variétés ?).
- ✓ La réduction des intrants, combinée avec une variété rustique, n'est pas ici associée à un accroissement des risques : Par rapport à Isengrain-ITK2, Oratorio-ITK3 n'obtient pas une marge semi-nette plus variable, et n'est pas plus sensible aux fluctuations de prix du blé ou du pétrole.

Résultats confirmés par le réseau «Chambres d'agriculture-Arvalis-INRA » 2003-2009 (Félix et al, 2006, 2007)

	2004	2005	2006
Que gagne-t-on en moyenne à choisir Caphorn-3 plutôt qu'Orvantis-2?	17 €	66 €	55 €
Que perd-on au pire à choisir Caphorn-3 plutôt qu'Orvantis-2?	52 €	52 €	69 €
Que perd-on au pire à choisir Orvantis-2 plutôt que Caphorn-3?	92 €	182 €	155 €
Ecart type du rendement Caphorn-3 / Orvantis-2	13.2 / 15.2	10.7 / 12.6	12.7 / 14.0

➡ la conduite intégrée associée à Caphorn (variété rustique) garantit de perdre moins souvent de l'argent, et en cas de pertes elles sont significativement moindres : **la stratégie d'assurance n'est pas celle qu'on croit !**

Réseau d'essais « itk blés rustiques » 2003-2009



Adapter les modalités d'évaluation des variétés à l'évolution du contexte socio-économique

- ✓ **L'évaluation des performances des variétés et des itinéraires techniques associés devient nécessairement multicritère**
- ✓ **Les performances économiques sont très sensibles au contexte de prix: l'incertitude sur les prix complique l'évaluation des variétés**
- ✓ **Les performances environnementales et énergétiques des variétés dépendent de l'itinéraire technique qui leur est appliqué : les variétés rustiques ne sont meilleures pour l'environnement que si on les conduit différemment.**
- ✓ **Le besoin d'une évaluation spécifique des variétés pour l'agriculture biologique: exemple de la compétitivité vis à vis des adventices**

FSOV 2007 : classement des variétés de blé d'hiver selon leurs pertes de rendement relatives en % avec sans adventices (moyennes sur les 5 milieux, essais INRA et Arvalis)

variétés	pertes de rendement (%)	groupes homogènes *						
Grandval (T)	15	A						
LD76B	21		B					
Pegassos	23		B	C				
Apache	26		B	C	D			
Saturnus	28		B	C	D	E		
Renan	29		B	C	D	E		
CF99102	31			C	D	E	F	
LD269	33				D	E	F	G
Quebon	36					E	F	G
Caphorn	38						F	G
Glasgow	38						F	G
Sankara	40							G

Test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5 %

GRANVAL : triticales (témoin de compétitivité vis-à-vis des adventices)

D'après L. Poiret, 2007



ARVALIS
Institut du végétal



Caphorn

Renan

Programme FSOV « Compétitivité vis-à-vis des adventices »
2007-2009

Faut-il maximiser la production? Le coût des derniers quintaux

- ✓ Dans l'évaluation multicritère, la question du poids à accorder à chacun des critères reste ouverte :
 - ✓ Donner une priorité absolue au rendement, en référence aux besoins cumulés de la production de biocarburants et de la production d'aliments pour une population mondiale en forte croissance?
 - ✓ Ou donner la priorité à un coup d'arrêt aux dégradations de l'environnement liées à l'agriculture intensive, quitte à réduire la production et les exportations?

- ✓ Entre Isengrain-ITK2 et Oratorio-ITK3, le différentiel de rendement est de 0.7 t/ha, qui coûtent 1.4 traitements supplémentaires, et 2000 MJ d'énergie fossile par hectare.
- ✓ Entre Isengrain-ITK1 et Oratorio-ITK3, le différentiel de rendement est de presque 1.5 t/ha, qui coûtent 3 points d'IFT, 20 kg/ha d'azote susceptible de polluer l'eau et l'air, et 4000 MJ/ha d'énergie fossile

La combinaison variété rustique x ITK intégré, une étape sur le chemin de la Production Intégrée

- ✓ Dans le cadre du développement de systèmes de production intégrée en grande culture, les combinaisons « variété multirésistante aux maladies x itinéraire technique 3 » sont actuellement diffusées et adoptées par un nombre croissant d'agriculteurs.

- ✓ Elles permettent un apprentissage de la production intégrée, et ouvrent la voie à des changements plus radicaux (Mischler et al 2009):
 - ✓ Une excellente maîtrise des règles de décision technique
 - ✓ Un effet rapidement évaluable et un risque perçu comme plus faible que pour des changements de rotation ou de mode de lutte contre les adventices
 - ✓ Une mise en œuvre perçue par les agriculteurs comme génératrice de temps disponible.
 - ✓ L'abandon du régulateur de croissance: Un indicateur de la construction d'une confiance dans les démarches préventives

Merci de votre attention