

# Diversification du réseau CTPS pour une meilleure caractérisation de l'adaptation des variétés de blé tendre à des itinéraires techniques à hautes performances environnementales.

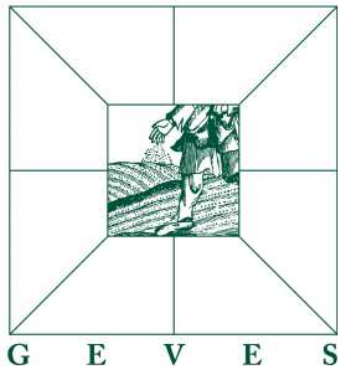
*Avec le concours financier du Ministère chargé de l'Agriculture*

Coordinatrice : Aurélie Mailliard (GEVES)

GEVES : Valérie Cadot, Fabien Masson, Coraline Ravenel, Sabrina Marques

ARVALIS : Josiane Lorgeou, Philippe Du Cheyron

INRA : Arnaud Gauffreteau, Marie-Noël Mistou, Marie-Hélène Jeuffroy



**ARVALIS**  
Institut du végétal

**INRA**  
SCIENCE & IMPACT

# Objectifs

## **1- Variabilité des environnements agroclimatiques du blé tendre et caractérisation du réseau d'essais CTPS**

- 1.1-Classification des environnements de la culture du Blé tendre
- 1.2- Caractérisation du réseau CTPS blé tendre

## **2- Test et plus value d'une nouvelle conduite « BNI = Bas Niveau d'Intrants »**

- 2.1- Analyse comparative des résultats sur les conduites NT et BNI
- 2.2- Capacité des réseaux T/NT et T/BNI à produire de l'information sur chaque variété testée

# Objectifs

## **1- Variabilité des environnements agroclimatiques du blé tendre et caractérisation du réseau d'essais CTPS**

### **1.1- Classification des environnements de la culture du Blé tendre**

### **1.2- Caractérisation du réseau CTPS blé tendre : *Diversité, représentativité et capacité informative***

- Facteurs abiotiques
- Conduites de cultures
- Bioagresseurs

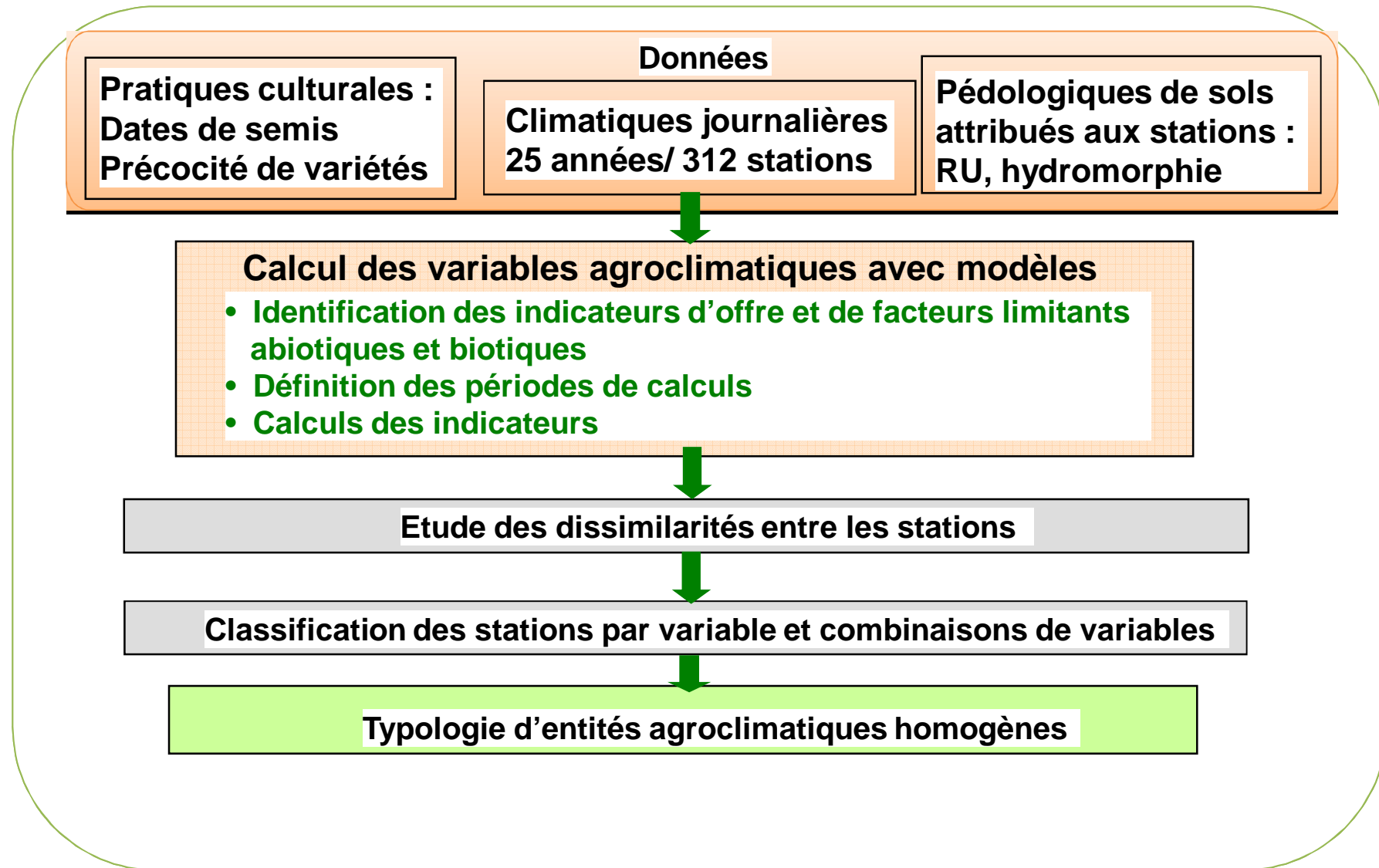
## **2- Test et plus value d'une nouvelle conduite « BNI = Bas Niveau d'Intrants »**

### **2.1- Analyse comparative des résultats sur les réseaux T/NT et T/BNI**

### **2.2 - Capacité du réseau T/BNI à produire de l'information sur chaque variété testée**

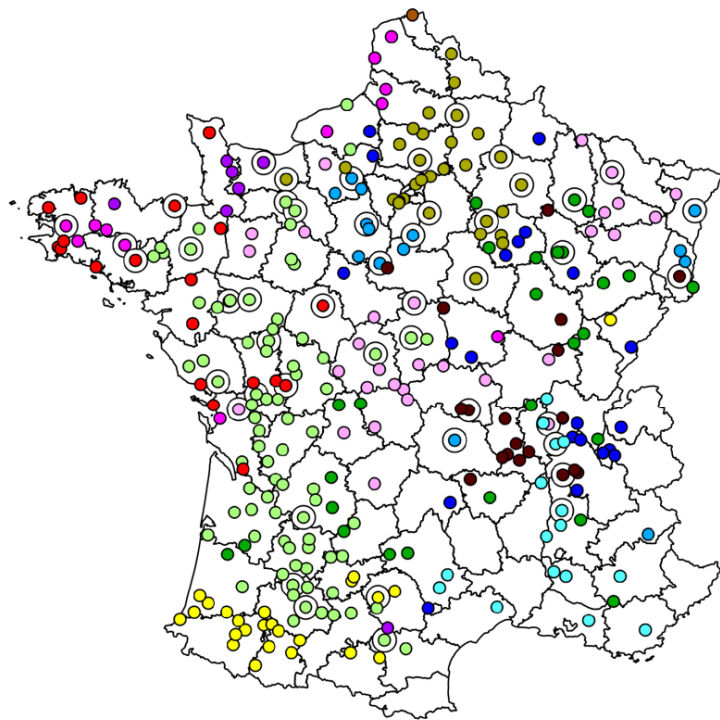
## 1.1- Classification des environnements de la culture du Blé tendre

### Matériel et Méthodes



# Classification de tous les facteurs limitants abiotiques avec RU et hydromorphie adaptées aux stations météo (312 sur 25 ans)

Avec soutien Contrat branche CTPS 2009-2012



Variables utilisées dans la classification :  
Cf tableau

## Légende

Répartition en 13 classes

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

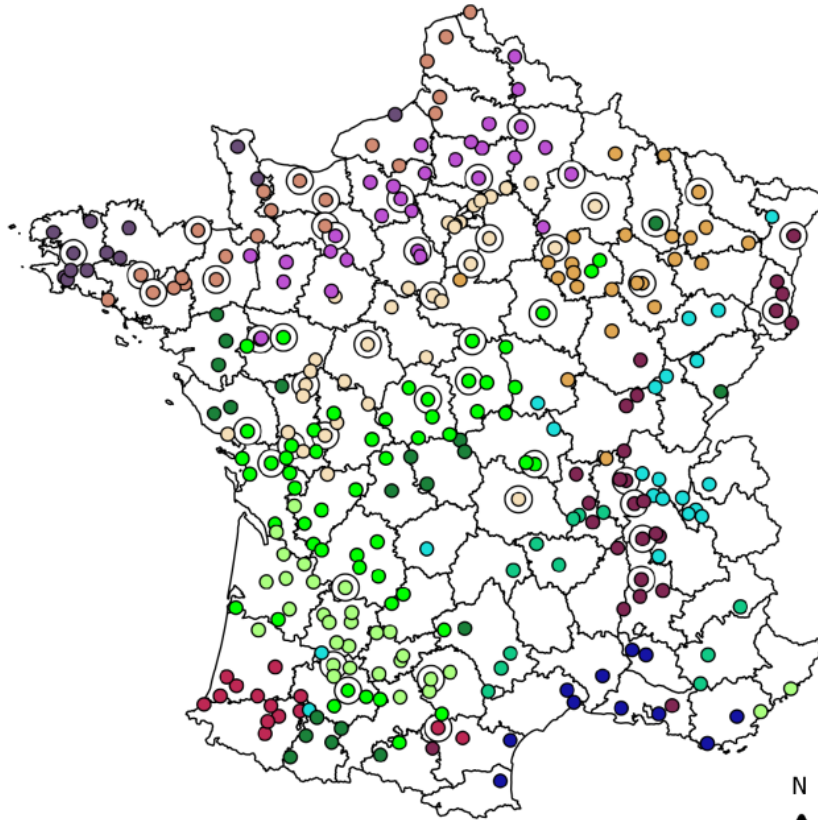
Localisation  
○ Lieu



Variables\Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Echaudage</b>													
njb25CD	4.1	4.7	3.6	3.4	3.1	2.6	3.1	3.3	2.9	1.8	1.7	1.7	0.4
njb25G	2.2	2.5	2.0	1.8	1.5	1.9	1.6	1.9	1.9	0.9	1.1	1.0	0.6
njb25H	6.3	6.9	6.2	5.3	4.3	6.9	5.1	5.5	5.2	3.4	3.3	2.9	1.0
njb25J	9.5	10.2	9.8	8.5	7.0	10.4	8.4	8.2	8.4	4.6	5.3	3.9	1.4
<b>Déficit hydrique</b>													
dh_moyBCD	6.0	13.1	17.0	11.4	3.1	38.0	26.3	3.6	9.3	0.8	7.6	3.5	6.4
dh_moyI	16.6	22.9	24.9	24.5	13.5	44.9	36.4	8.2	25.4	5.8	23.1	13.1	25.0
dh_moyJ	24.3	31.6	32.0	34.2	21.4	51.1	39.3	16.9	37.0	12.8	34.2	19.5	28.9
<b>Excès hydrique</b>													
mmexcesA	20.6	12.5	6.6	46.7	2.4	7.5	3.9	11.6	7.0	6.5	21.6	42.1	7.5
mmexcesB	31.6	17.2	8.9	96.1	9.2	6.7	6.1	20.9	13.3	16.5	39.4	74.8	25.9
mmexcesCD	6.6	3.7	2.0	15.7	1.3	1.6	0.6	9.1	2.6	2.9	6.6	12.8	2.0
<b>Déficit de rayonnement</b>													
njb RG<200E	0.9	1.0	0.9	0.9	1.1	1.2	0.9	1.5	0.8	0.9	0.9	0.9	1.3
<b>Basses températures</b>													
njb-5AB	16.9	18.2	14.3	12.1	9.0	7.0	11.8	4.9	5.6	5.5	2.8	5.3	2.5
njb0C	4.3	6.1	4.9	4.6	3.2	2.3	3.5	2.6	3.1	3.6	1.8	2.6	0.1
njb5D	1.3	1.9	1.2	1.4	1.3	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.0	1.0	0.0

# Classification des facteurs limitants biotiques

Avec soutien Contrat branche CTPS 2009-2012



Variables utilisées dans la classification :  
 Indicateur de pression en septoriose  
 Indicateur de pression en rouille brune  
 Indicateur de pression en rouille jaune

## Légende

Répartition en 13 classes

- 1
- 10
- 11
- 12
- 13
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Classe	Rouille brune	Rouille jaune	Septoriose
1	moyen faible	faible	élevé
2	moyen faible	faible	moyen faible
3	moyen faible	moyen élevé	moyen faible
4	moyen faible	moyen faible	moyen faible
5	moyen élevé	moyen faible	moyen élevé
6	faible	moyen faible	moyen faible
7	élevé	faible	moyen élevé
8	faible	moyen faible	moyen élevé
9	moyen élevé	moyen élevé	élevé
10	élevé	moyen faible	élevé
11	élevé	faible	faible
12	faible	élevé	moyen élevé
13	moyen élevé	élevé	élevé

Localisation essais 2009

○ Lieux essais ARVALIS



□ Représentation de la pression en septoriose, rouille jaune et rouille brune  
 □ Attention à la fiabilité des modèles

# 1.1- Classification des environnements de la culture du Blé tendre et 1.2- Caractérisation du réseau CTPS vis-à-vis des facteurs abiotiques

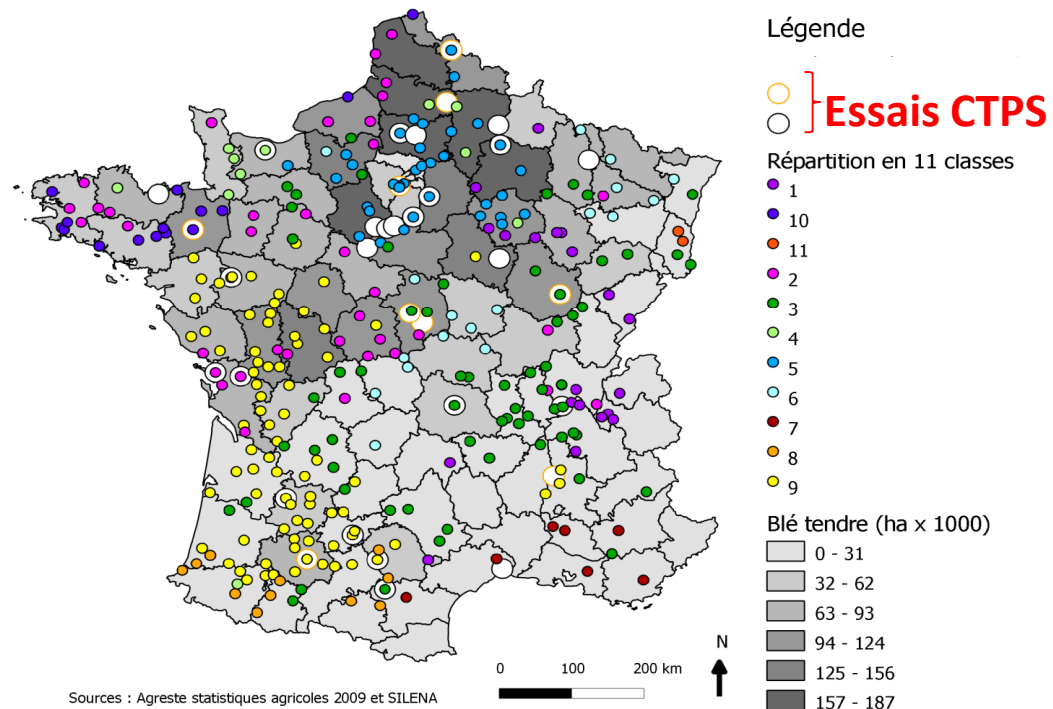
## Résultats

Réseau CTPS Nord  
essais en Classe 3, 5 et 10

Réseau CTPS Sud  
essais en Classe 2, 3 et 9

**Exemple Classe 3.** Températures basses importantes au tallage et à la méiose, échaudage important en fin de cycle, déficit hydrique moyen, offre en rayonnement assez bonne, rouille brune

Classification des facteurs limitants abiotiques et de l'offre climatique et surface de blé tendre par département



CLASSE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Echaudage							Epiaison Maturité				
Déficit hydrique											
Basses T°C	semis - E1										semis - E1
Offre en T°C							Méiose - Epiaison				semis - E1
Offre en Rayonnement				E1 - Laiteux E1 & Laiteux - Maturité				Méiose Maturité			semis - E1

## 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des conduites de cultures

### Matériel et Méthode

-Analyse des Données de description des environnements et conduites recueillies auprès des expérimentateurs du réseau d'essais CTPS Blé tendre (Récoltes 2006-2009)

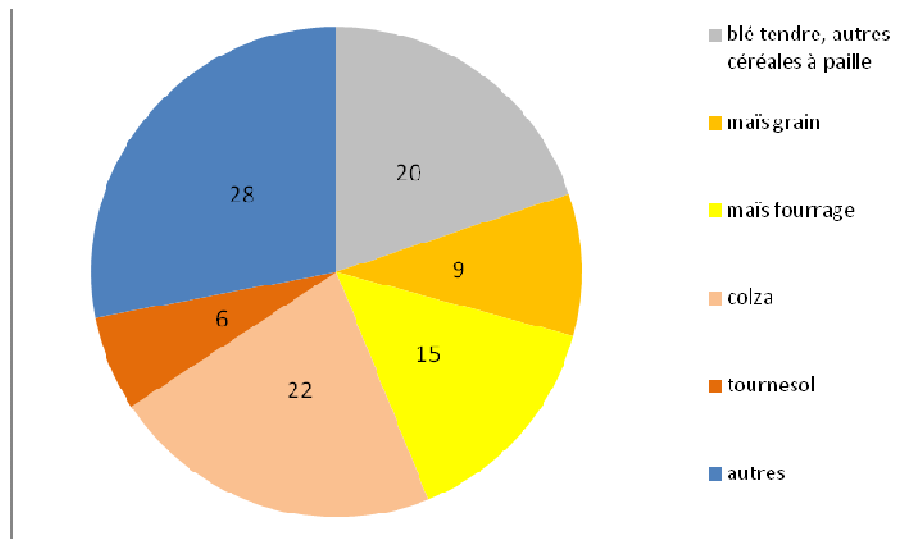
- Précédent
- Date de semis
- Fertilisation Azotée
- Protection fongicide
- Irrigation

- Comparaison aux Données de l'enquête Pratiques culturales Agreste 2006

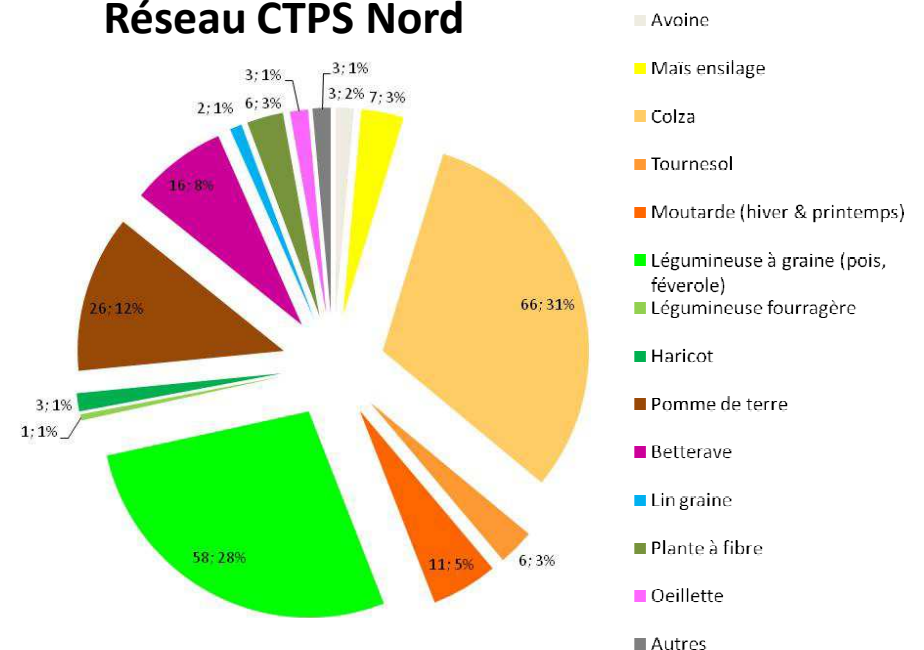
### Résultats

#### Exemple: Représentativité des Précédents

Agreste 2006



Réseau CTPS Nord





## 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des Bioagresseurs

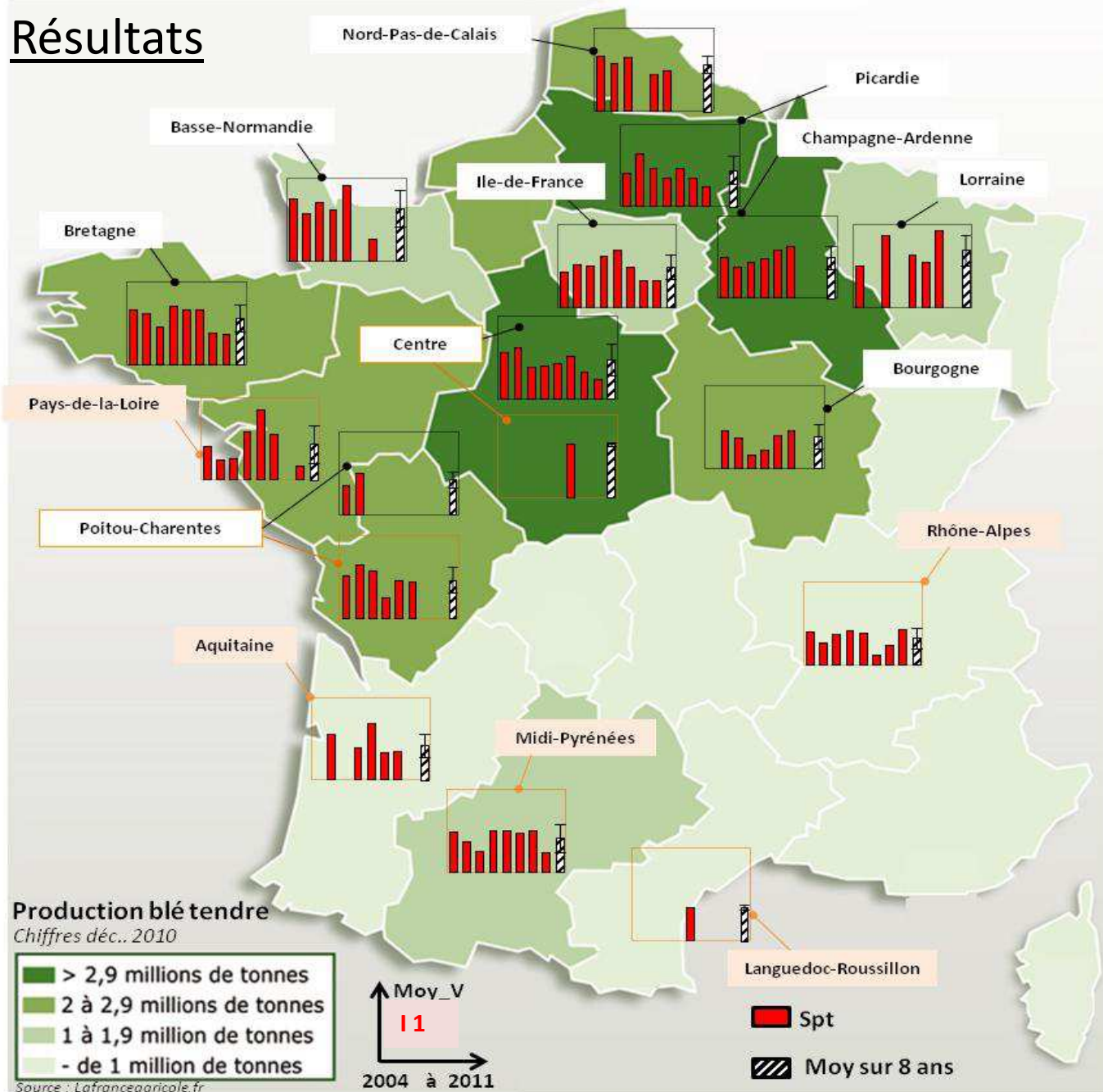
### Matériel et Méthode

- Notations de sensibilité aux bioagresseurs (1= pas de symptômes, 9= dégâts max) dans les essais non traités de **49 lieux** CTPS sur **8 années** (2004-2011), soit **578 essais**
- *Bioagresseurs : Rouille Brune – Rouille Jaune – Septoriose (Septoria tritici) – Oïdium*
- *5 indicateurs calculés :*

Objectifs	Liste des indicateurs
<b>Diversité</b> de la pression Bioagresseur dans le réseau CTPS	<i>Indicateur 1 : Moyenne des notes de sensibilités de l'ensemble des variétés par essai et par région</i> <i>Indicateur 4 : Fréquence d'essais notés pour une maladie par région</i>
<b>Représentativité</b> du réseau CTPS	<i>Indicateur 2 : Discrétisation en 4 classes de l'indicateur 1 et comparaison avec les appréciations des pressions régionales des revues « Choisir » d'Arvalis</i>
<b>Capacité informative</b> des essais pour chaque Bioagresseur étudié	<i>Indicateur 1 : Moyenne des notes de sensibilités de l'ensemble des variétés par essai</i> <i>Indicateur 3 : Ecart de rendement entre les conduites T – NT</i> <i>Indicateur 5 : % d'essais retenus par lieu, par année et par bioagresseur</i>

# 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des Bioagresseurs : Diversité

## Résultats



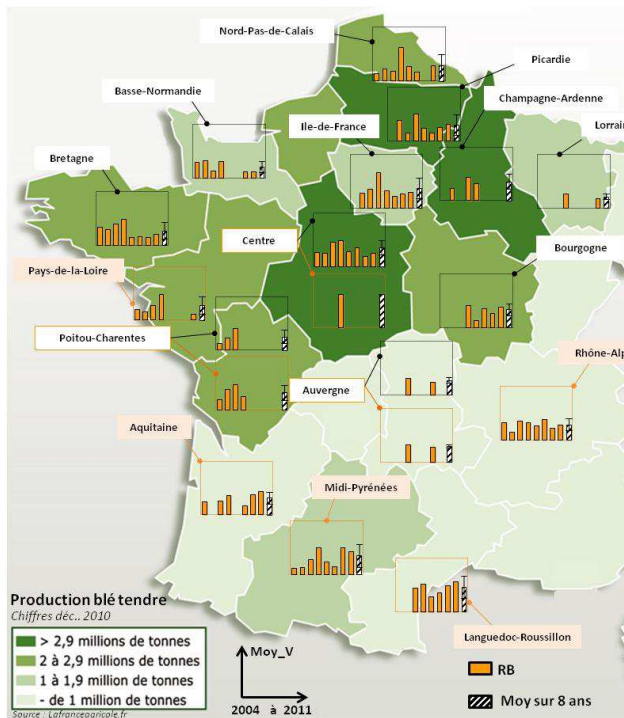
Pression SEPTORIOSE par région dans le réseau CTPS 2004-2011

Région	% essais notés Spt	Nb Essais Notés Spt	p°Spt	Nb Essais suivis
N Alsace	0%			3
Auvergne	0%			24
Basse-Normandie	86%	6	5.8	7
Bourgogne	38%	10	3.5	26
Bretagne	90%	35	5.1	39
Centre	62%	51	4.3	82
Champagne-Ardenne	63%	30	4.5	48
Ile-de-France	90%	45	4.5	50
Lorraine	63%	5	6.2	8
Nord-Pas-de-Calais	58%	23	5.1	40
Pays-de-la-Loire	0%			6
Picardie	69%	50	4.0	72
Poitou-Charentes	67%	4	3.9	6
<b>Total Nord</b>	<b>63%</b>	<b>259</b>	<b>4.5</b>	<b>411</b>
S Aquitaine	67%	8	3.8	12
Auvergne	0%			12
Centre	17%	2	5.8	12
Languedoc-Roussillon	9%	2	3.2	23
Midi-Pyrénées	52%	26	3.7	50
Pays-de-la-Loire	83%	10	3.9	12
Poitou-Charentes	54%	13	4.2	24
Rhône-Alpes	82%	18	2.9	22
<b>Total Sud</b>	<b>47%</b>	<b>79</b>	<b>3.7</b>	<b>167</b>

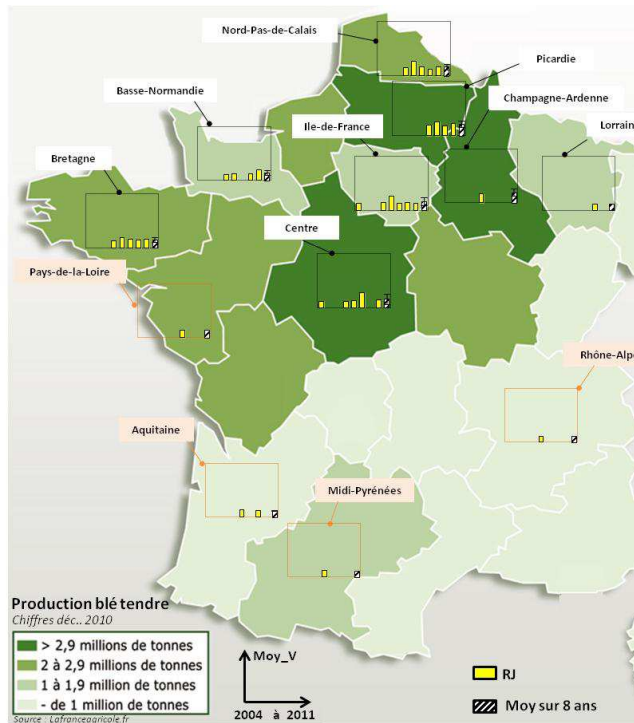
# 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des Bioagresseurs : Diversité

## Résultats

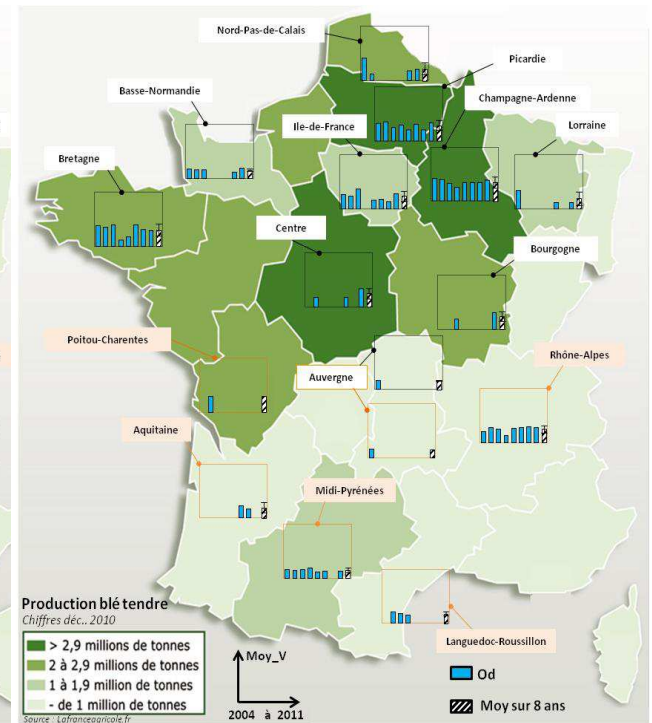
**Pression ROUILLE BRUNE par région dans le réseau CTPS 2004-2011**



**Pression ROUILLE JAUNE par région dans le réseau CTPS 2004-2011**



**Pression OÏDIUM par région dans le réseau CTPS 2004-2011**

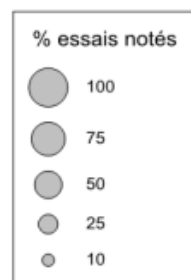


## 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des Bioagresseurs : Représentativité

### Résultats

2004-2011

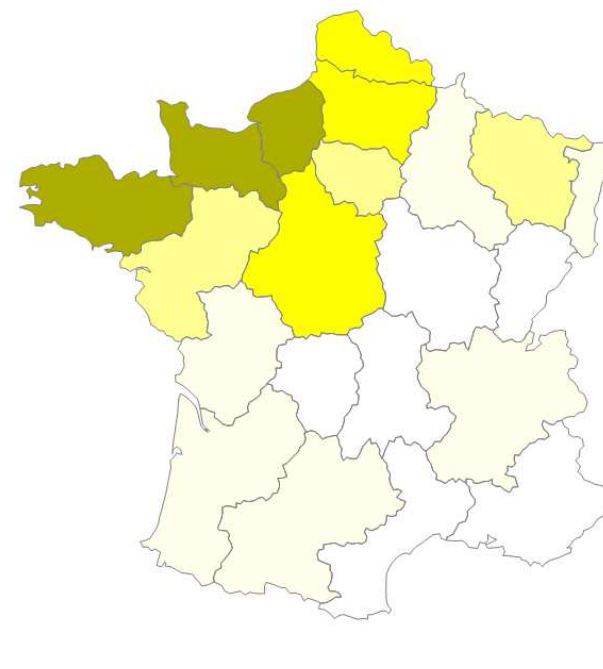
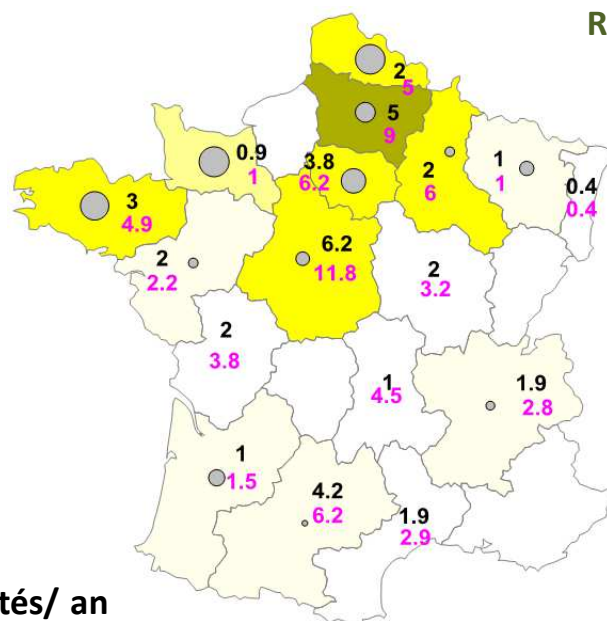
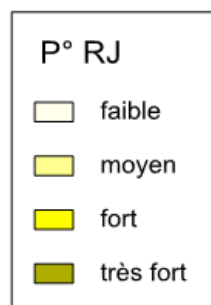
Représentativité de la pression rouille jaune du réseau CTPS  
par rapport à la pression régionale relevée dans les revues « Choisir » Arvalis



Essais réseau CTPS  
I2= Discrétisation de l'indicateur 1

Revues « Choisir » Arvalis  
I2= Discrétisation des données textuelles

Rouille jaune

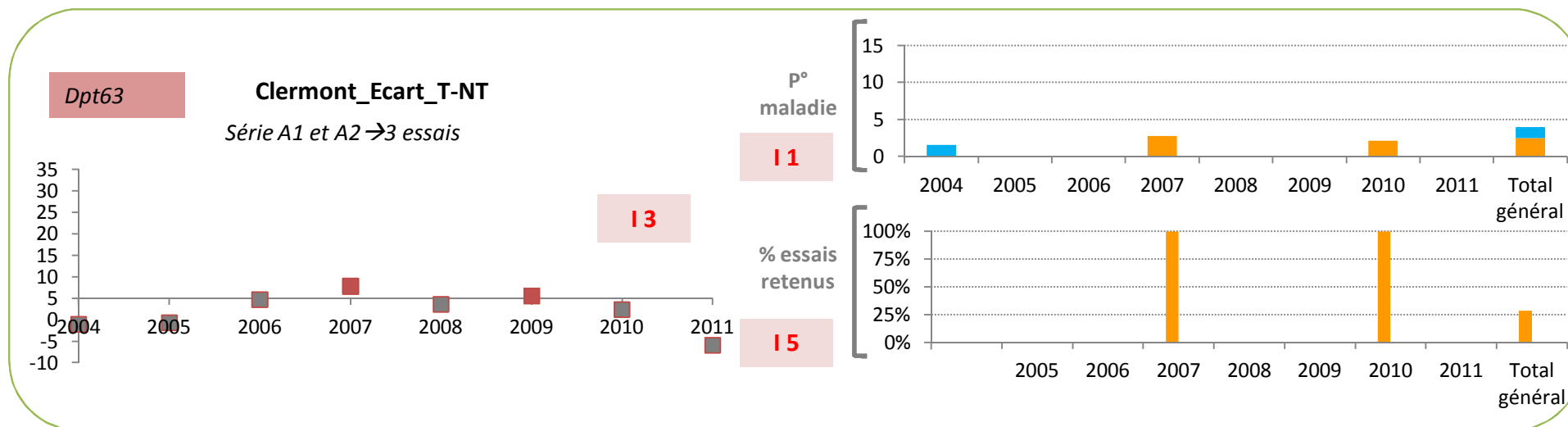
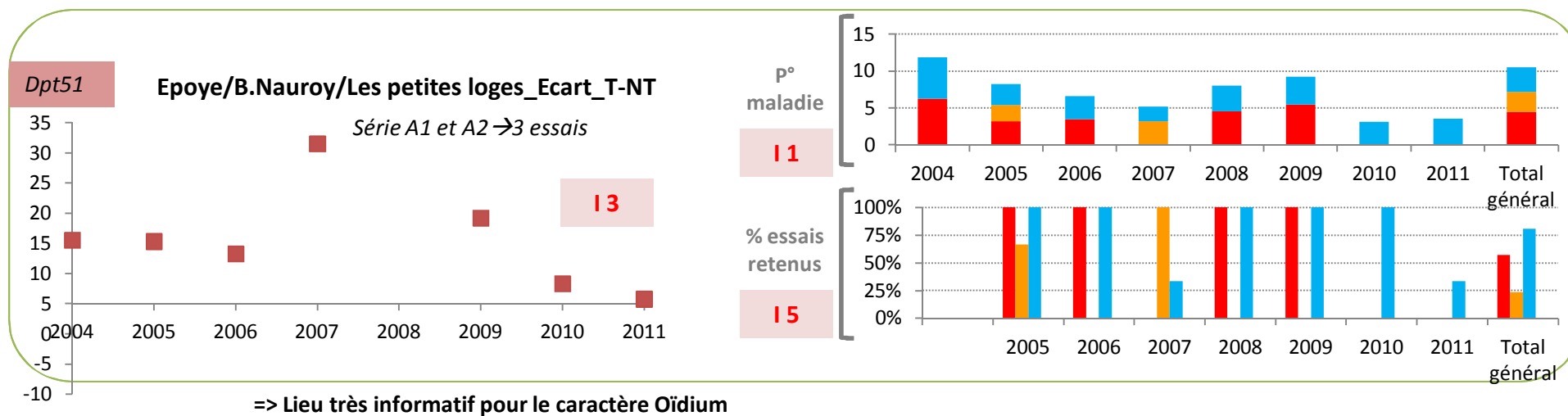


Nb de lieux implantés/ an  
Nb d'essais implantés / an

## 1.2- Caractérisation du réseau d'essais CTPS vis-à-vis des BioAgresseurs : Capacité informative

### Résultats

#### Profil informatif des lieux d'essais CTPS : Ecart T-NT (I3), P°maladie (I1) et Fréquence des essais retenus (I5)



### Conclusion

- Les facteurs limitants abiotiques (Facteurs climatiques) couverts par les essais CTPS sont **représentatifs de ceux présents dans les zones de production du blé tendre**. Toutefois, certaines situations de stress sont sous-représentées (fort stress hydrique, hautes températures).
- Les conduites culturales des essais CTPS se sont révélées plus diversifiées que le protocole le laisse supposer. Cependant, les essais CTPS sont globalement conduits dans **des conditions agronomiquement favorables** (choix du précédent, protection) et les conditions de cultures limitantes sont sous représentées.
- L'étude des facteurs biotiques montre que le réseau CTPS:
  - explore une gamme de pression Bioagresseurs diversifiée,
  - est globalement bien **représentatif des pressions constatées** dans les régions de production,
  - présente une bonne complémentarité des lieux d'essais vis-à-vis des pressions des bioagresseurs.

## 1.2- Caractérisation du réseau d'essais

# Conclusion

La caractérisation des environnements du réseau d'essais CTPS constitue un **outil pour choisir les lieux d'essais** dans le cadre d'évolution de protocole/réseau CTPS (ajustements nécessaires) et notamment pour l'introduction de nouveaux caractères VATE.

Lieux d'essais				BioAgresseurs					Classe climatique
Réseau	Région	Commune	Dpt	Spt	Rb	Rj	Oïd	Ecart Rdt T-NT > 5 qx	
Nord	Auvergne	CLERMONT FERRAND	63	0	0	0	0	non	3
	Basse Norme	ROTS	14	80	20	30	10	oui	4
Bourgogne	YROUERRE	89	55	0	0	10	non	9?	
	BRETENIERE	21	30	60	0	0	oui	3	
Bretagne	MAROUÉ	22	80	50	20	55	oui	10?	
	PACE/RENNES/LE RHEU	35	50	55	35	0	oui	10	
Centre	LE SUBDRAY	18	70	30	0	0	oui	3	
	RECLAINVILLE*	28	-	-	-	-	oui	5?	
	OINVILLE ST LIPHARD	28	55	70	10	10	oui	5	
	BUZANCAIS	36	0	0	0	0	non	2 ou 9?	
	OUZOUER LE MARCHE	41	55	30	10	0	oui	5	
Champagne	ATTRAY	45	50	20	0	0	non	5	
	BEINE NAUROY / EPOYE	51	55	25	0	80	oui	5	
	AUSSONCE/TAGNON	8	50	35	0	70	oui	5?	
Ile-de-Franc	VERNEUIL L ETANG	77	85	40	0	35	oui	5	
	CRISENOY	77	70	70	10	40	oui	5	
	ORSONVILLE*	78	-	-	-	-	oui	5	
Lorraine	FRESNE EN WOERE	55	45	0	0	0	oui	6?	
Nord-Pas-de	FRELINGHIEN / HOUPLINES	59	55	60	40	20	oui	5	
	AUCHY LEZ ORCHIES	59	45	20	20	0	oui	5	
Pays-de-la-L	LA POUZE	49	0	0	0	0	non	9	
Picardie	LA MALMAISON/ PROVISEU	2	45	15	0	85	oui	5?	
	CATENOY	60	45	30	0	0	oui	5	
	ESTREES ST DENIS	60	70	70	40	40	oui	5	
	FROISSY	60	85	40	10	10	oui	5	
	ESTREES MONS / MONCHY I	80	40	20	20	0	oui	4	

Pression Biotique

Pression Bioagresseurs  0 % d'essais retenus

Facteurs Abiotique

Climat



\* Nouveaux lieux 2012

# Objectifs

## 1- Variabilité des environnements agroclimatiques du blé tendre et caractérisation du réseau d'essais CTPS

- 1.1-Classification des environnements de la culture du Blé tendre
- 1.2-Charactérisation du réseau CTPS blé tendre

## 2- Test et plus value d'une nouvelle conduite « BNI = Bas Niveau d'Intrants »

- 2.1-Analyse comparative des résultats des conduites NT et BNI
- 2.2-Capacité du réseau T/BNI à produire de l'information sur chaque variété testée



# Test d'une nouvelle Conduite « BNI = Bas Niveau d'Intrants »

## Matériel et méthode

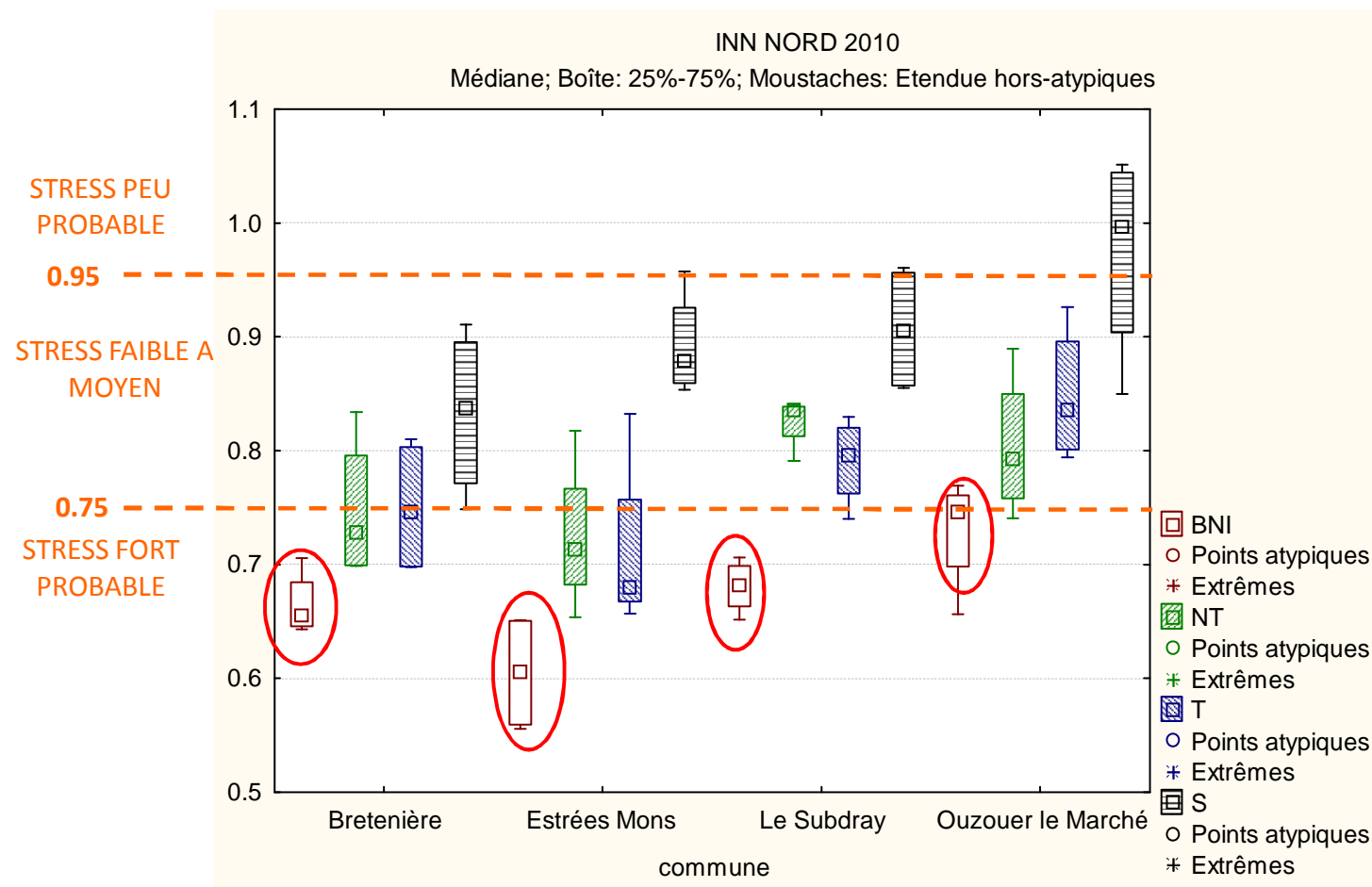
### Réseaux :

- Zone Nord : 9 essais (5 en CTPS 1<sup>ère</sup> année-R2009 et 4 en CTPS 2<sup>ème</sup> année-R2010)
- Zone Sud : 8 essais (3 en CTPS 1<sup>ère</sup> année-R2009 et 5 en CTPS 2<sup>ème</sup> année-R2010)

### Dispositif :

- Conduite Traitée Fongicide
  - Conduite Non Traitée Fongicide
  - **Conduite BNI (Bas Niveau d'Intrants)**
    - - 30% de la dose de semis
    - - 30 % de la dose d'azote totale avec suppression du 1<sup>er</sup> apport
    - Pas de fongicide
- } **Protocole CTPS**

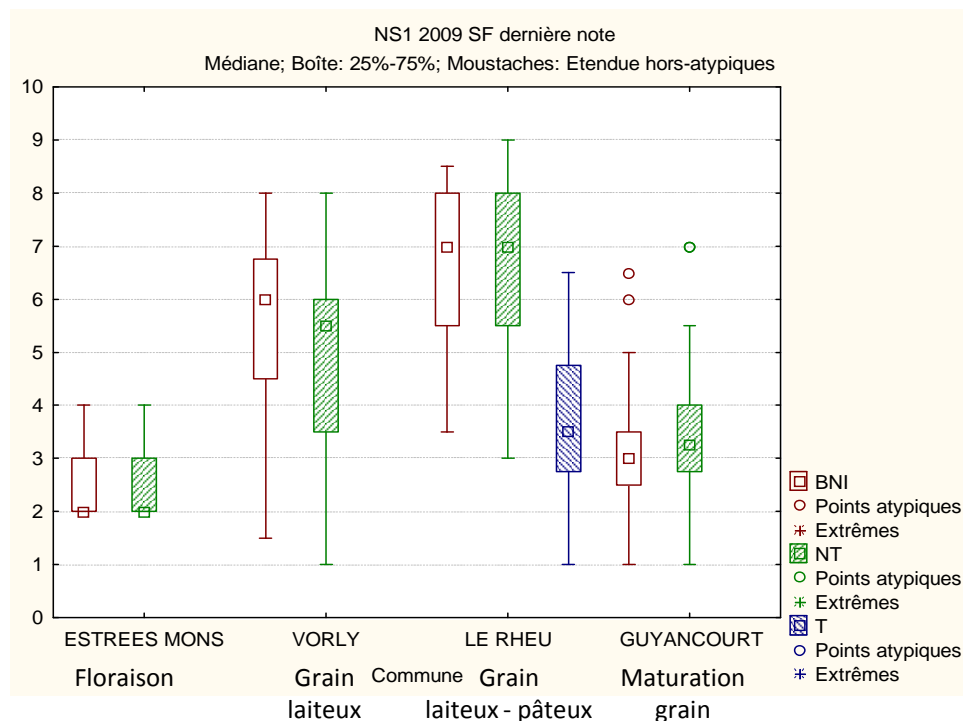
## 2.1- Comparaison des *STRESS AZOTES* entre les conduites BNI – NT – T



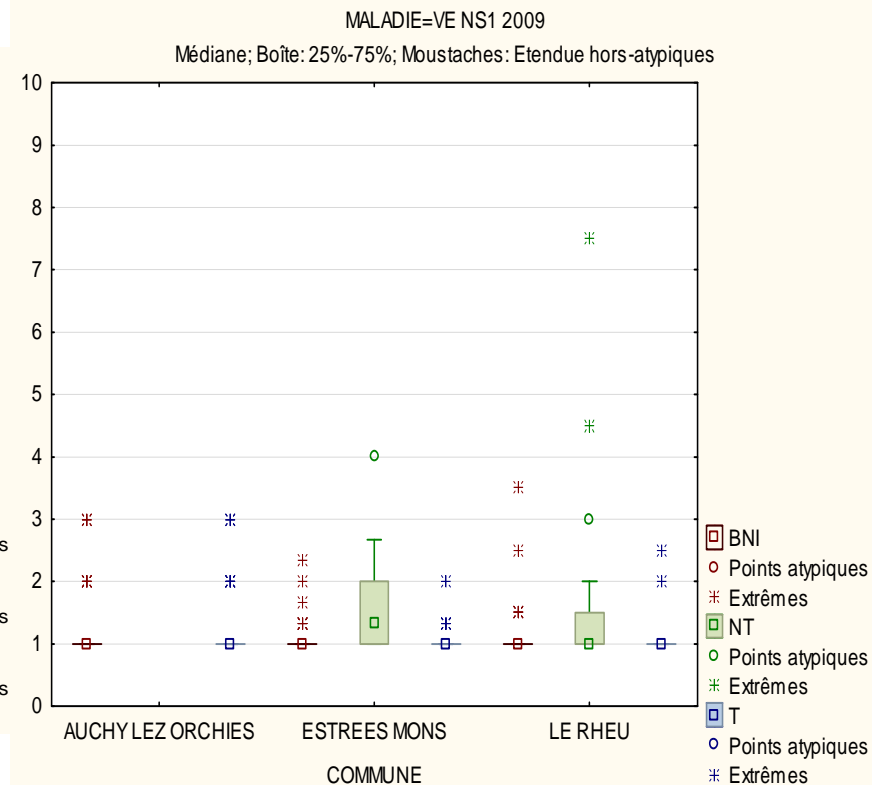
Stress azotés plus forts en BNI mais présents aussi en T et NT

## 2.1- Comparaison des *Notations Maladie* entre la conduite BNI et la conduite NT

Exemple de RESULTATS avec la Septoriose en zone NORD :



Exemple de RESULTATS avec l'Oïdium en zone NORD :



### CONCLUSION :

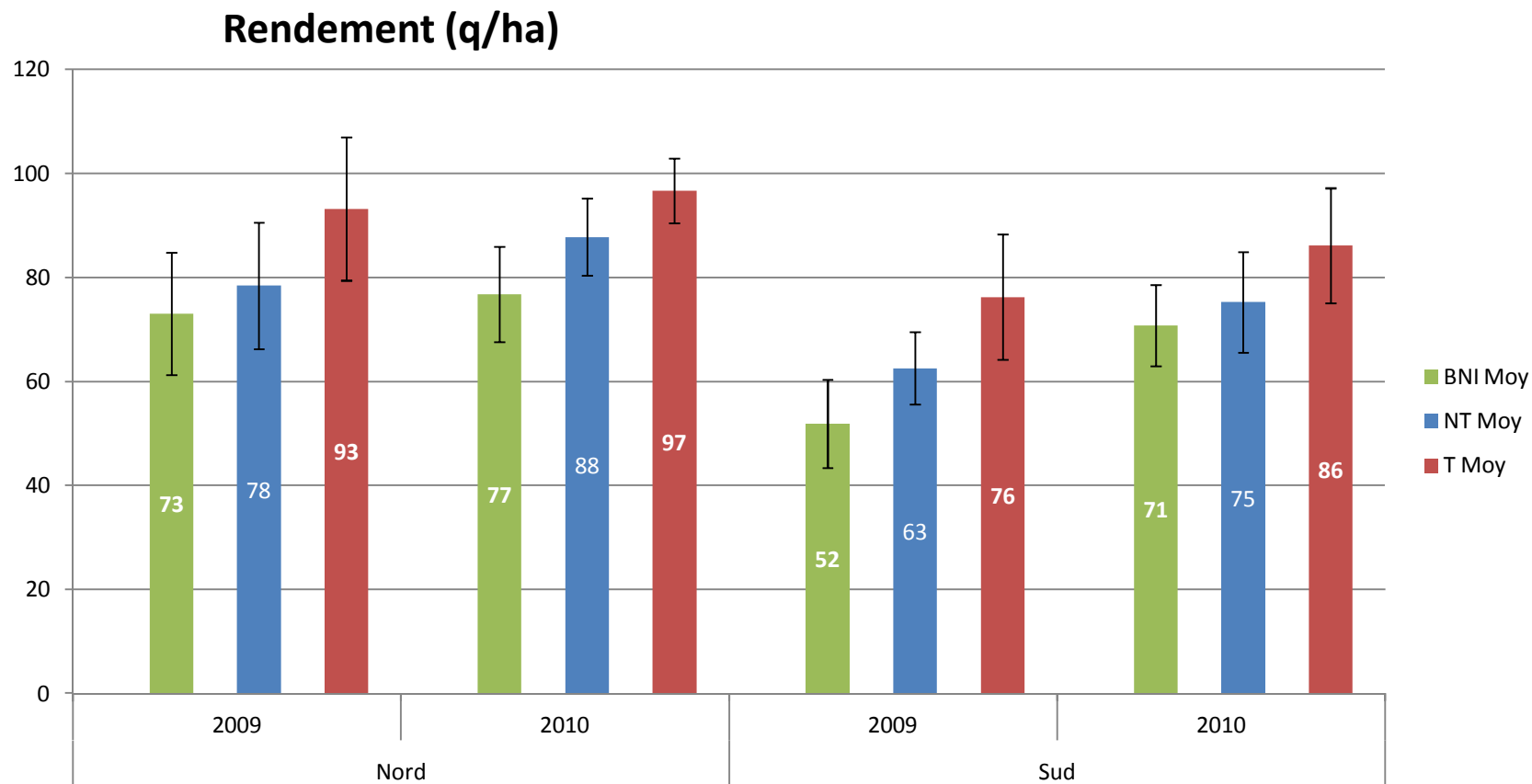
Septoriose – Rouille Brune – Rouille Jaune : notations BNI  $\approx$  notations NT

Verse et Oïdium : notations BNI  $<$  notations NT

=> Risque de ne pas pouvoir réaliser de cotations des variétés en cas de faibles pressions

## 2.1-Comparaison des *Rendements* entre les conduites BNI – NT – T

Niveau de rendement : T >> NT > BNI



## 2.1-Analyse des rendements des conduites NT et BNI

Estimation de l'effet de la variété, de l'environnement (Année x Lieu), de la conduite et de l'ensemble des interactions sur le rendement par modèle mixte

	Variables	Estimation (q/ha)	
		CTPS Nord	CTPS Sud
Effet fixe	ITK (BNI)	-7.08 sd=1.56	-6.06 sd=1.73
Effets aléatoires $\sim N(0, sd)$	Env	5.59	8.32
	Env x ITK	3.27	3.37
	Var	3.7	2.51
	Var x ITK	0.59	0.93
	Env x Var	3.23	3
	Env x Var x ITK	0.95	ns

La conduite BNI abaisse globalement le rendement de manière significative

L'impact de la conduite BNI dépend de l'année et du lieu où elle est appliquée

L'impact de la conduite BNI **dépend peu de la variété**, quelque soit l'année et le lieu considéré

## 2.1-Analyse des rendements des conduites NT et BNI

### Conclusion

- Un effet net de l'ITK BNI sur les rendements observés dans les différents environnements d'essai
  - ➔ Des conditions de cultures ressenties par les plantes en BNI différentes du NT
- Des classement variétaux proches entre les conduite NT et BNI sur les différents environnements du réseau CTPS (peu d'interaction  $ITK*Var$  et  $ITK*Env*Var$ )
  - ➔ La gamme variétale testée sur le réseau CTPS présente une réponse homogène aux stress environnementaux qui différencient les conduites BNI et NT (stress azotés, déficit de peuplement...)
- Des résultats similaires obtenus pour la teneur en protéine
- Des résultats similaires obtenus sur un réseau INRA, mais une interaction  $ITK*Env*Var$  plus importante : Des inversions de classements variétaux plus fréquentes entre BNI et NT dans les différents environnements

## 2.2-Aptitude des réseaux T/NT et T/BNI à produire de l'information sur le comportement des variétés vis-à-vis des principaux facteurs limitants

covariables environnementales quantifiant les stress biotiques et abiotiques au cours du cycle cultural et sélectionnées pour abaisser le rendement

$$\text{Rendement}_{ij} \sim \mu + \alpha_1 * \text{FL}_{1i} + \alpha_2 * \text{FL}_{2i} + \dots + \alpha_n * \text{FL}_{ni} + \varepsilon_{ij}$$

Paramètres permettant de juger de la réaction d'une variété à la variation d'un FL estimés par PLS 2 axes

Estimations

Ecart types : précision des estimations

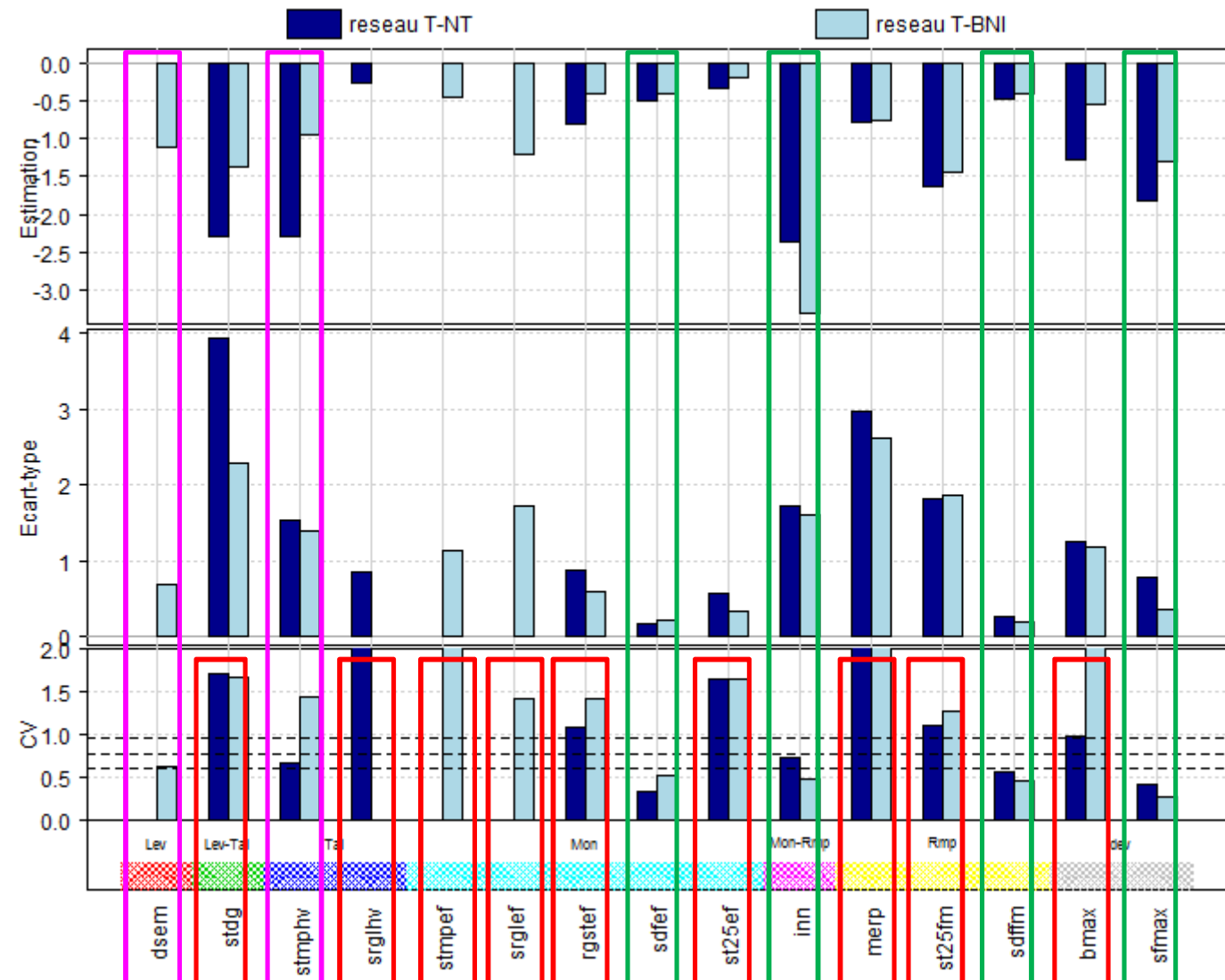
→ Comparaison des estimations produites sur les réseaux T/NT et T/BNI pour 4 variétés dans le Nord et 3 variétés dans le Sud

## 2.2-Aptitude des réseaux T/NT et T/BNI à produire de l'information sur le comportement des variétés vis-à-vis des principaux facteurs limitants

### Exemple de

### résultats :

- Soissons
- Réseau Sud
- **Des effets non significatifs sur les 2 réseaux**
- **Des effets significatifs et estimés à l'identique**
- **Des effets estimés différemment**





## 2.2-Aptitude des réseaux T/NT et T/BNI à produire de l'information sur le comportement des variétés vis-à-vis des principaux facteurs limitants

### Résultats

- Effet d'un stress Azoté sur le rendement estimable dans le réseau T-NT du fait de stress azotés présents dans ce réseau mais avec des impacts estimés et une précision très légèrement inférieurs
- Effet de la réduction de la densité de semis visible dans le réseau T-BNI seulement
- Analyse du comportement aux maladies non dégradée si le niveau de maladies sur le réseau T-BNI est suffisant : septoriose en zone Nord et Sud et Rouille brune en zone Sud
- Impact des variables climatiques majeures (stress hydriques en zone Sud) estimé de manière identique et avec la même précision sur les réseaux T-NT et T-BNI
- Le réseau T-NT dans la zone nord semble plus à même de révéler les stress hivernaux (température et rayonnement)
- Une étude similaire menée sur un réseau INRA confirme les résultats précédents

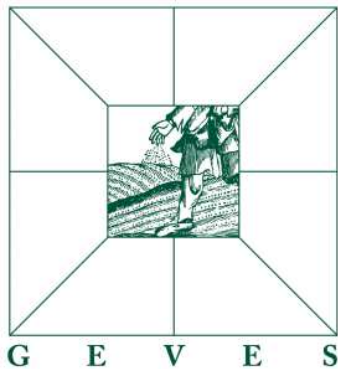
## 2.2- Aptitude des réseaux T/NT et T/BNI à produire de l'information sur le comportement des variétés vis-à-vis des principaux facteurs limitants

### Conclusion

- La conduite BNI génère des conditions de culture différentes de la conduite NT et offre la possibilité d'acquérir une information supplémentaire sur :
  - La tolérance au stress azoté
  - Le comportement des variétés en faibles densités de semis
- MAIS une valorisation difficile actuellement au sein du CTPS :
  - Pas de mesure non-destructive performante du statut azoté des variétés
  - La conduite BNI est multi-facteurs : Pas d'indicateurs permettant de déconvoluer l'effet des différents facteurs (densité, positionnement et dose d'azote, maladie)
  - Faibles performances prédictives des modèles d'interaction intégrant des covariables environnementales

➤ 8 lieux T/NT du réseau CTPS ont été **transformés en essais factoriels pour l'azote** avec 3 niveaux de fertilisation azotée (dose X-80; dose X; dose X+40)

Merci pour votre attention.



ARVALIS  
Institut du végétal

