

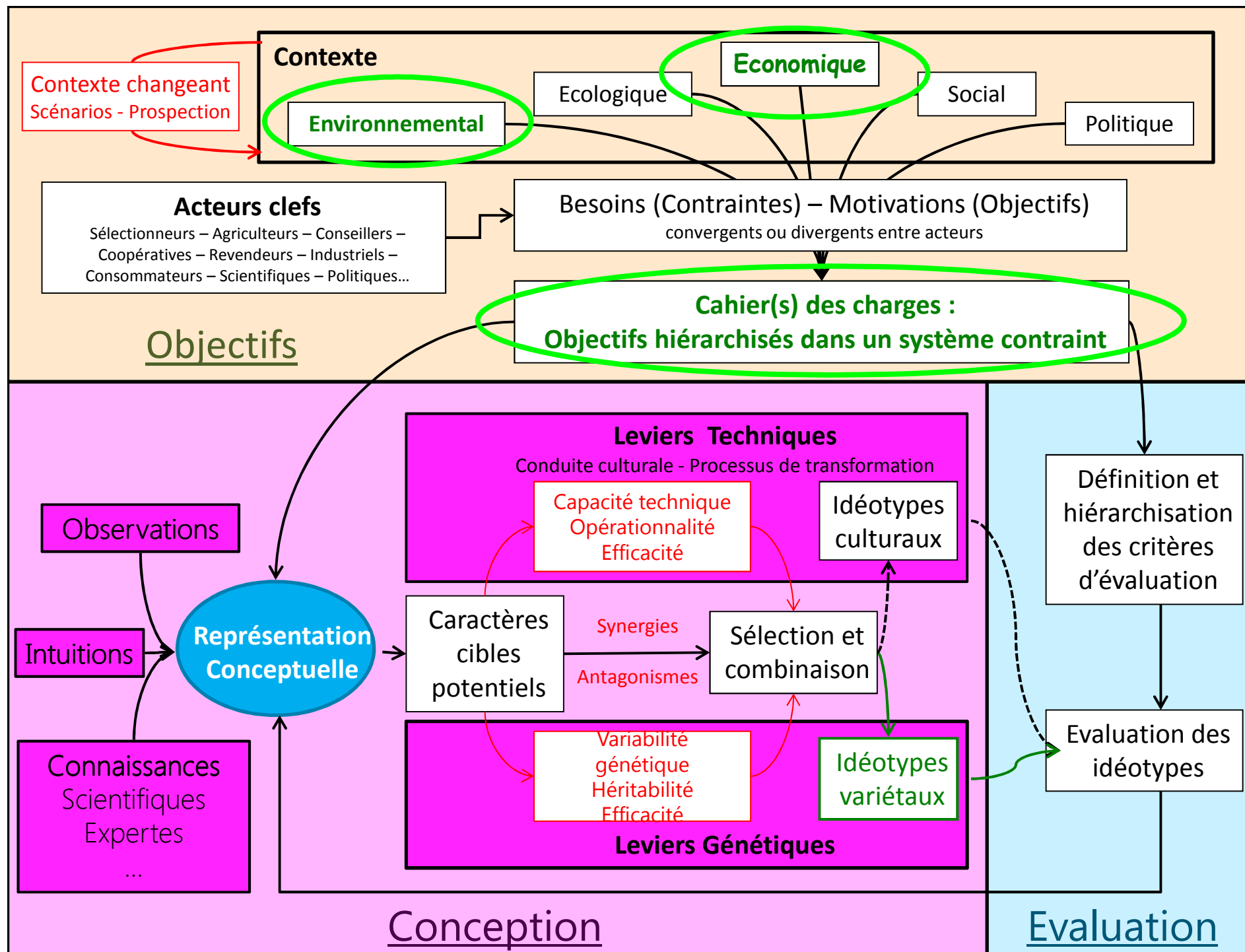


# GIS GCHP2E

Séminaire idéotypes variétaux



**Classification des environnements pédoclimatiques  
de la culture du blé en France et caractéristiques  
recherchées des variétés**





# Sommaire



- ☐ Quelques éléments du contexte
- ☐ Demandes des marchés
- ☐ Classification des environnements agro-pédo-climatiques
- ☐ Cahiers des charges des caractéristiques





# Un contexte évolutif



## □ Économique - politique

- +/- 5 millions ha avec rendements et prix de vente fluctuants,
- Besoin de collecte et débouchés de produits de qualité
- Éléments fertilisants et énergie plus chers
- Incertitudes PAC

## □ Ecologique - politique : Ecophyto, Loi sur l'eau, etc.

- Retrait de matières actives, baisse IFT, principes de précautions...
- Zones vulnérables Nitrates, Restriction d'accès à l'irrigation,
- Teneurs en mycotoxines, Cadmium, résidus, etc. dans les grains

## □ Agronomique et Technique

- Réchauffement et aléas climatiques avec effets abiotiques et biotiques,
- Contournement de résistances aux maladies, bioagresseurs émergents,
- Evolution des systèmes de production/culture/conduites (AB, TCS, rotations, etc.)

## □ Acteurs





## Objectifs et Contraintes d'un scénario actuel



### □ Produire plus et régulièrement

- Satisfaire la demande des filières
  - de produits de qualité (marché intérieur et export)
  - en quantité
  - à prix compétitifs (pouvoir achat consommateurs et IAA, concurrence, solvabilité des importateurs)
- Rendement, le dénominateur du coût de production

### □ Produire toujours mieux

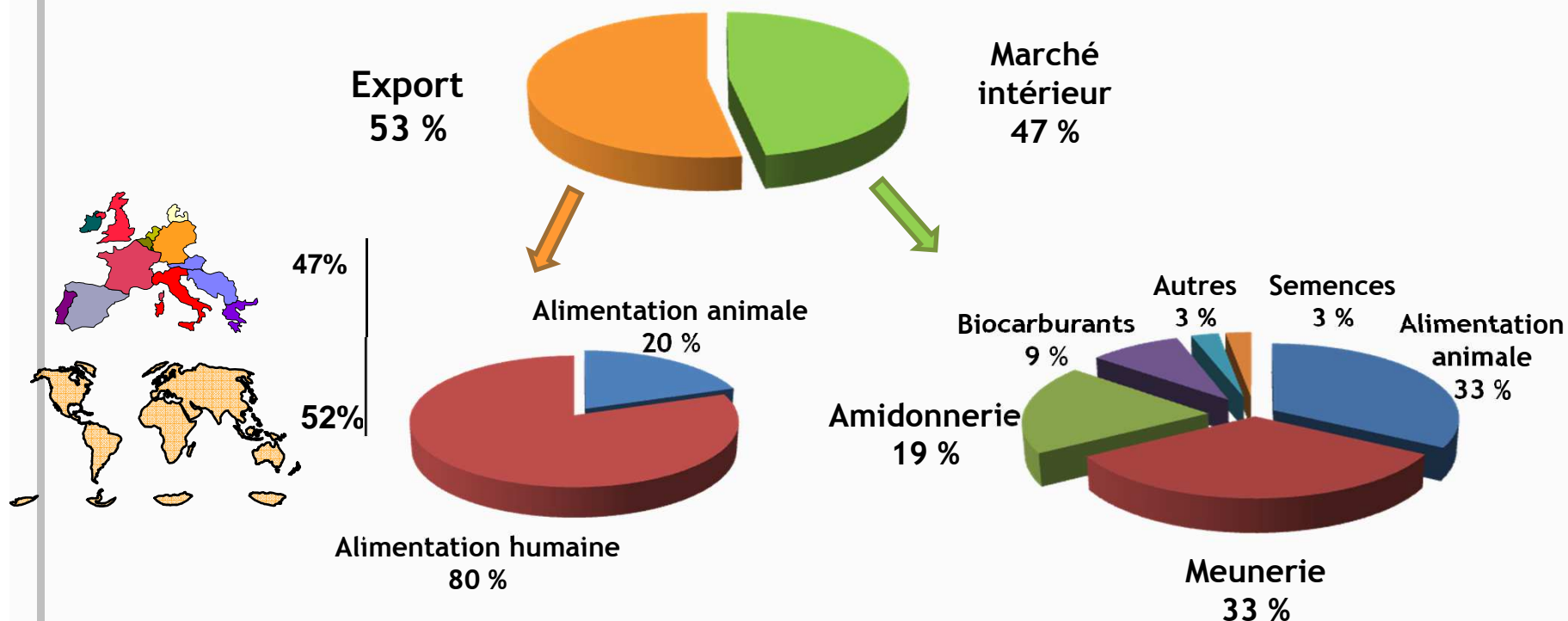
- Répondre aux cdc des acheteurs et consommateurs (qualités technologique, nutritionnelle, sanitaire, chartes et traçabilité)
- Limiter l'impact des effets/aléas climatiques
- Economie et efficience des intrants
- Préserver environnement écologique et respecter la réglementation
- Assurer les durabilités des systèmes







# Les utilisations du blé français (moyenne 2007-2011)



Sources : FranceAgriMer, mars 2012 et ANMF, avril 2012





# Les critères actuels d'accès aux marchés

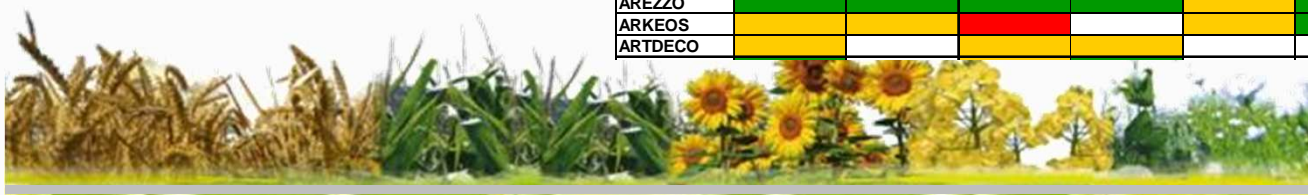


	Export	Alimentation animale	Meunerie	Amidonnerie	Biocarburant
Part moyenne 2007-2011	53 %	15.5 %	15.5 %	9 %	4 %
Teneur en eau	++				
PS	++	+	++	+	
Protéine	++	+	++	++	
Amidon		+++		+++	+++
Force boulangère W	++		++	+	
Valeur boulangère	+		+++	+	
Hagberg	+		+	+	
DON	++	+	++	+	+

Effets des variétés, mais aussi des interactions avec climats et conduites

B. Méléard 2012

Variétés	PS	Protéine	W	Valeur boulangère	DON	Germination	Hagberg
ACCROC							
ADHOC							
APACHE							
AREZZO							
ARKEOS							
ARTDECO							



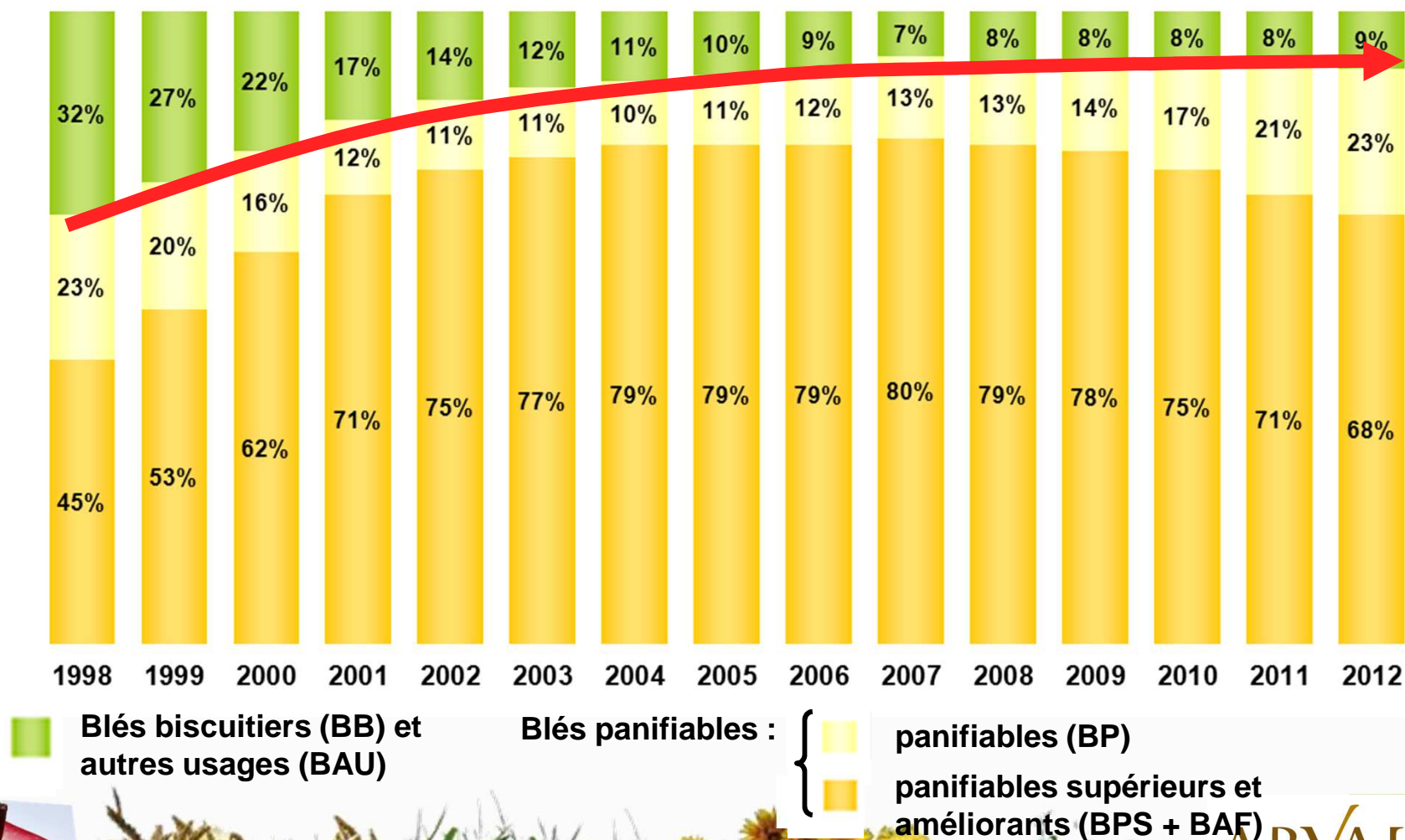


# 91 % de surfaces de variétés de blé panifiable



Source : FranceAgriMer / Enquête répartition variétale 2012

En % des surfaces nationales





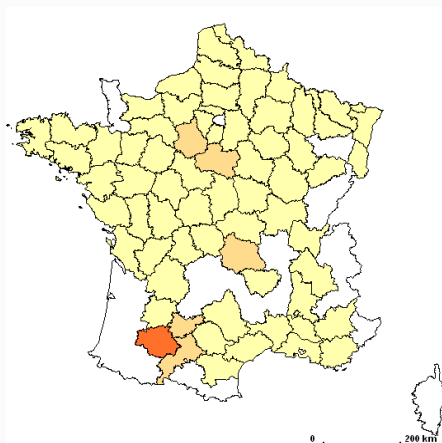


# Répartition géographique des différentes classes technologiques

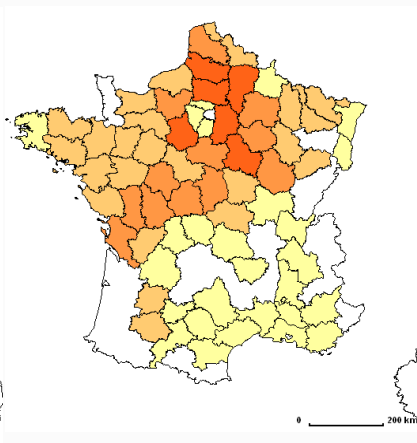


Contribution des départements aux classes

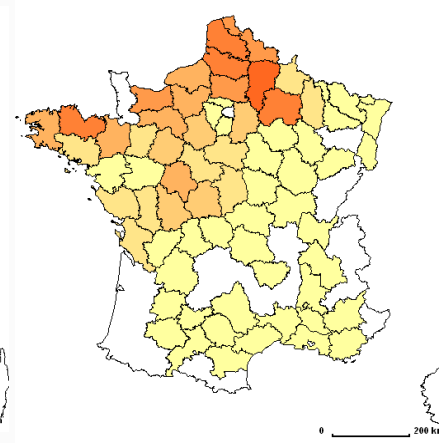
BAF



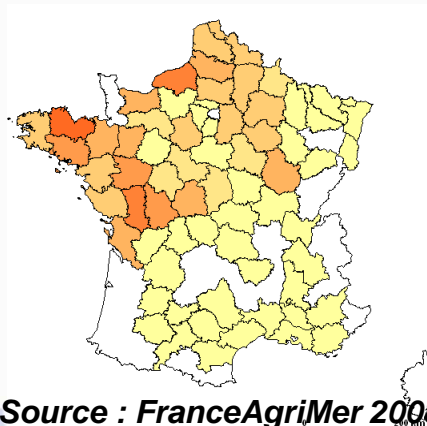
BPS



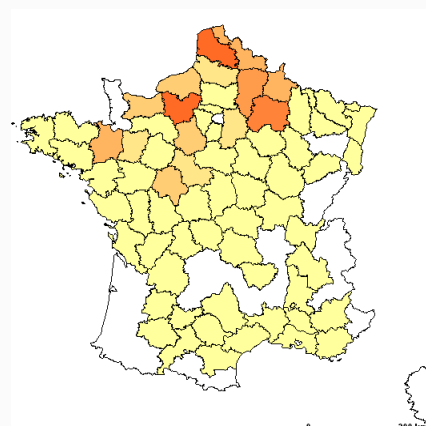
BP



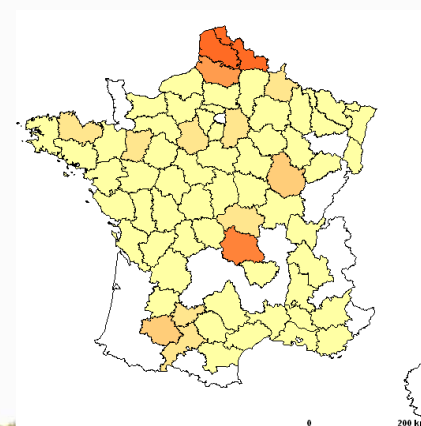
BB



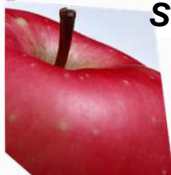
BAU



non classé

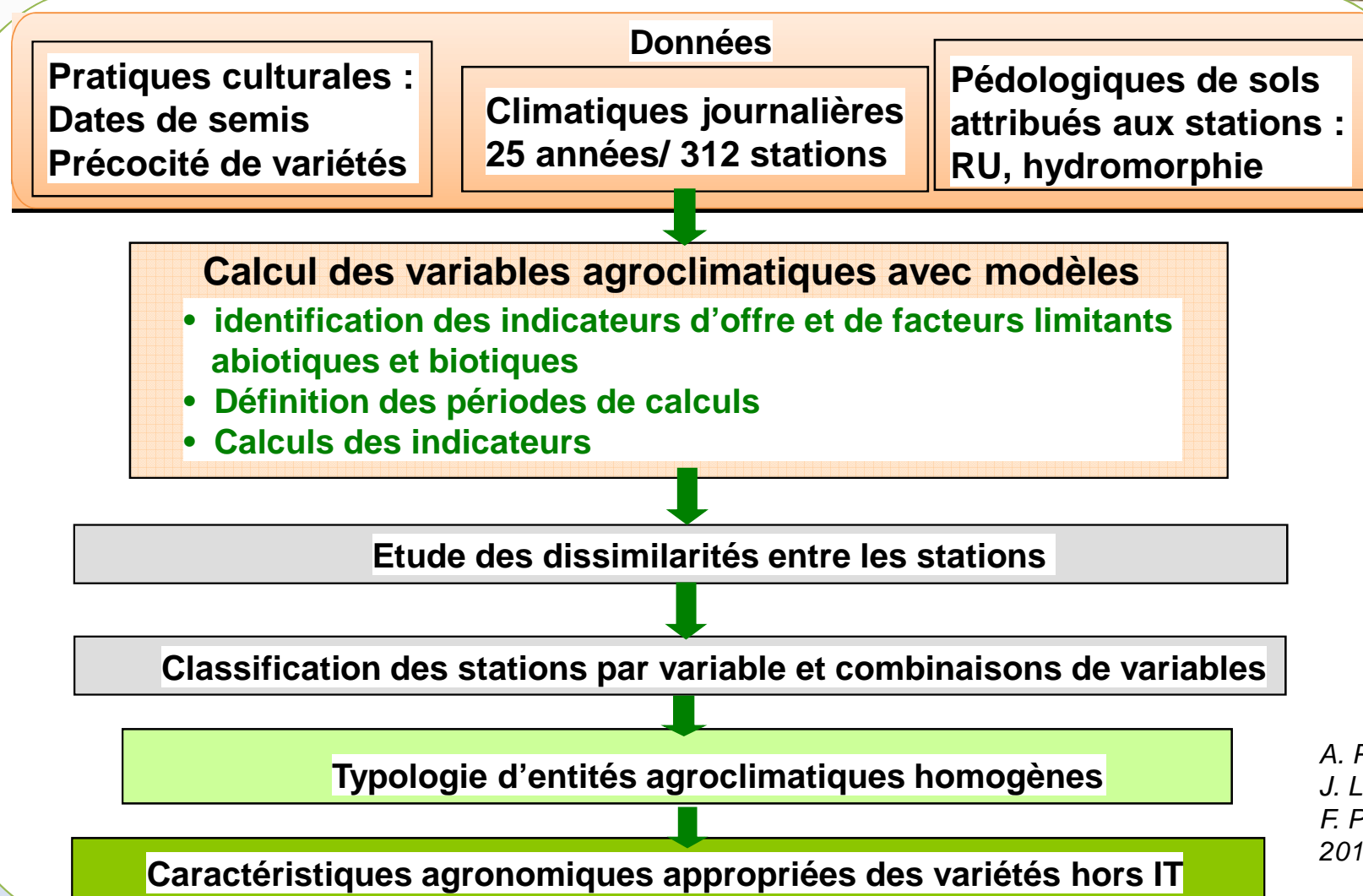


Source : FranceAgriMer 2008





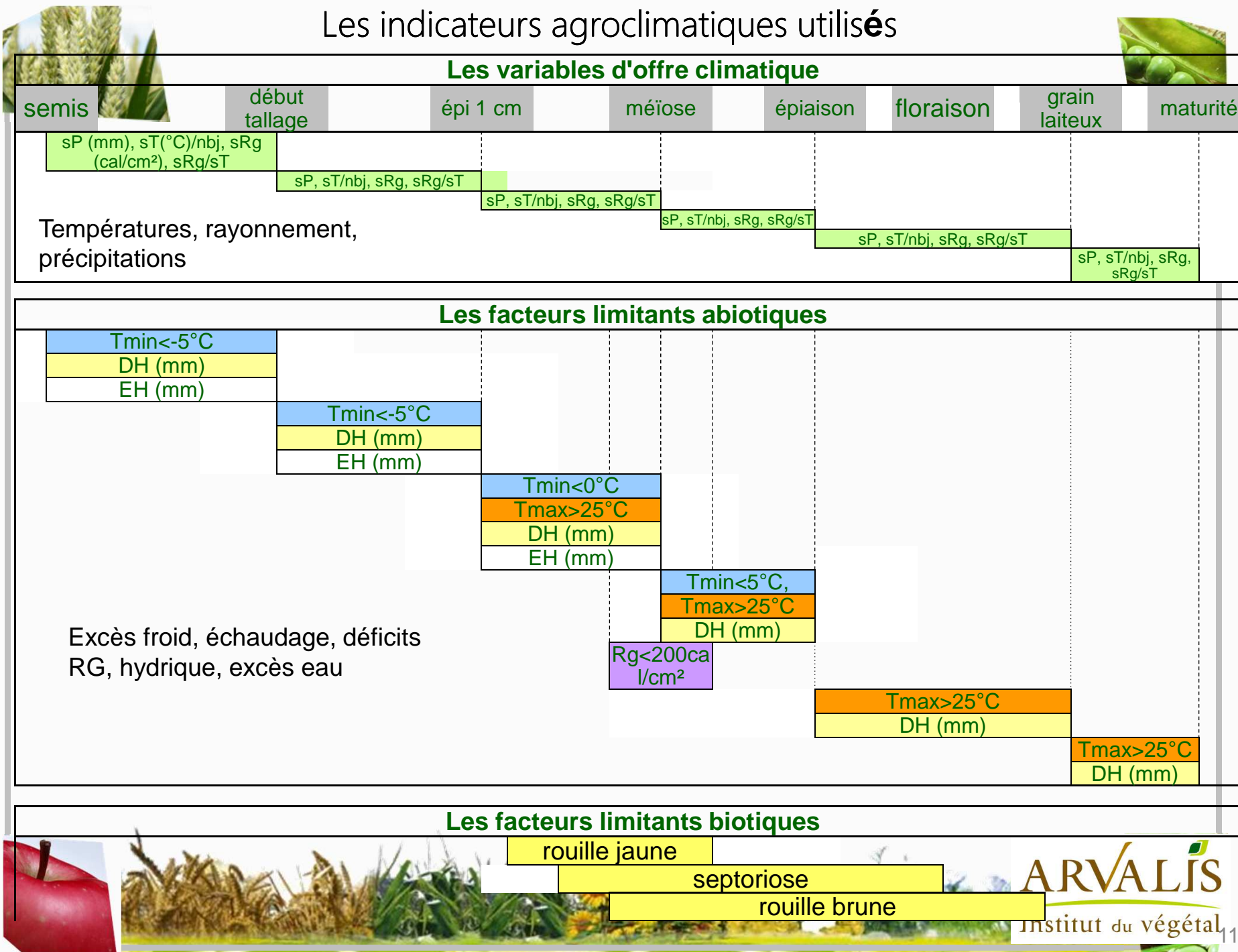
# Démarche classification des environnements sur indicateurs de potentiel et facteurs limitants abiotiques et biotiques



A. Picard,  
J. Lorgeou,  
F. Piraux,  
2010



# Les indicateurs agroclimatiques utilisés





# Méthode de classifications des environnements



**Variables**

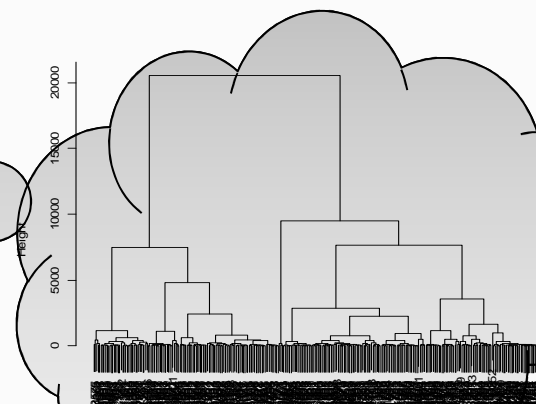
**Validation des données  
Etude des corrélations**

**Calcul de la distance de  
K-L entre stations**

**Classification ascendante  
hiérarchique sur les matrices des  
distances**

**Classification des stations  
météo pour différentes  
combinaisons de variables et  
cartographie : cartes, tableaux  
de valeurs**

Stations	101	152	157
101			
152	153.3		
157	43.8	125.0	
160	119.3	137.4	53.7



Classification des environnements et  
étude des ISE des variétés de blé  
tendre

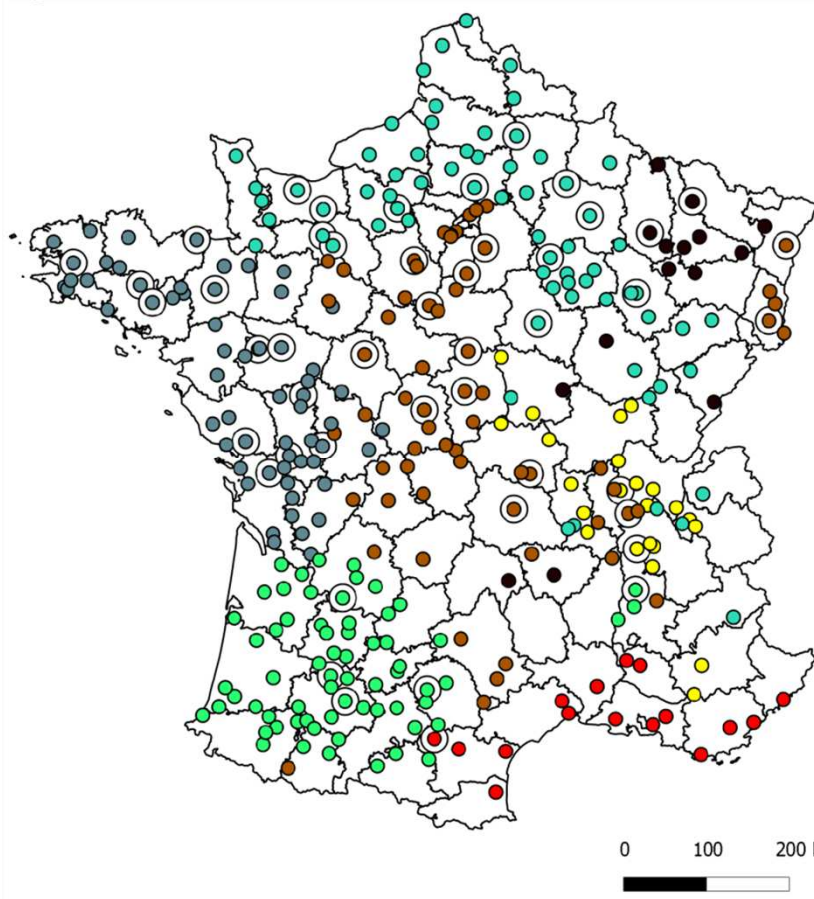




# Classification des dates de stade



Avec soutien Contrat branche CTPS 2009-2012



Légende

Répartition

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Stade\ Classe	1	2	3	4	5	6	7
semis	10/10	12/10	20/10	15/10	25/10	27/9	23/10
épi1cm	23/3	31/3	27/3	2/3	12/3	3/4	19/3
méiose	7/5	15/5	10/5	16/4	28/4	17/5	6/5
épiaison	15/5	24/5	19/5	25/4	7/5	27/5	15/5
floraison	23/5	2/6	27/5	1/5	14/5	5/6	23/5
grain laiteux	11/6	21/6	16/6	22/5	3/6	24/6	12/6
maturité phys.	28/6	10/7	4/7	8/6	21/6	13/7	1/7

Localisation essais 2009

○ Lieux essais ARVALIS

Moyenne des dates de stades par classe



Classification des environnements et  
étude des ISE des variétés de blé  
tendre





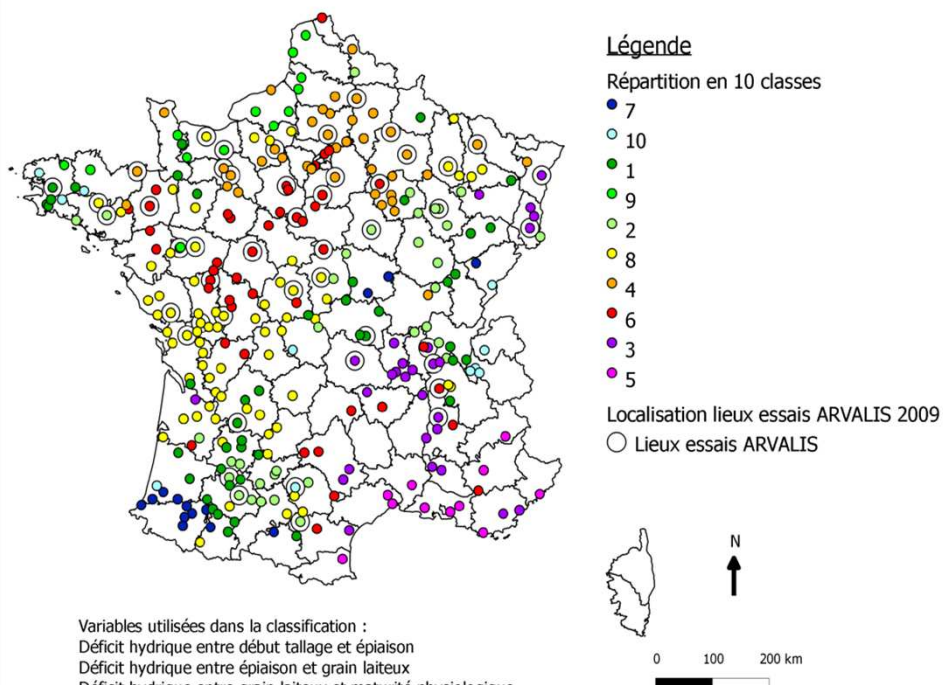
# Classification sur le déficit hydrique



Avec soutien Contrat branche CTPS 2009-2012

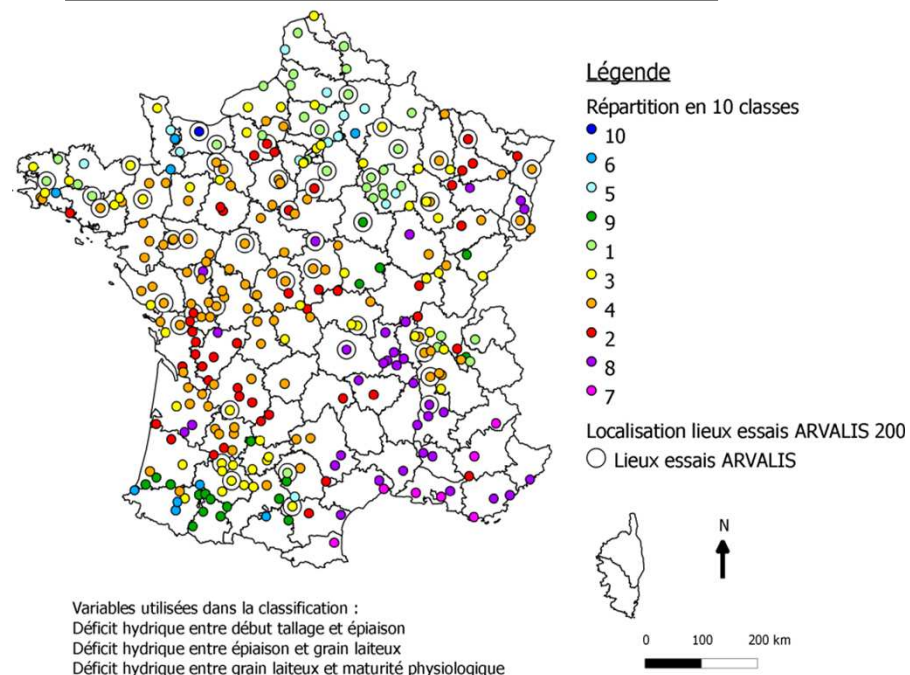
Classification des déficits hydriques  
avec une RU de 120 mm

Classification des déficits hydriques avec une  
RU adaptées aux PRA des stations météo



classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
dh120BCD	4	8	27	7	73	11	2	5	4	1
dh120I	11	20	38	26	62	34	4	21	21	10
dh120J	23	31	43	34	69	44	13	36	26	17

Moyenne des déficits hydriques (mm)



Classes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
dhmoyBCD	3	16	6	9	1	1	85	37	3	0
dhmoyI	14	32	16	24	8	4	64	42	8	4
dhmoyJ	22	39	26	36	16	10	70	48	16	10

Moyenne des déficits hydriques (mm)



Classification des environnements et  
étude des ISE des variétés de blé  
tendre

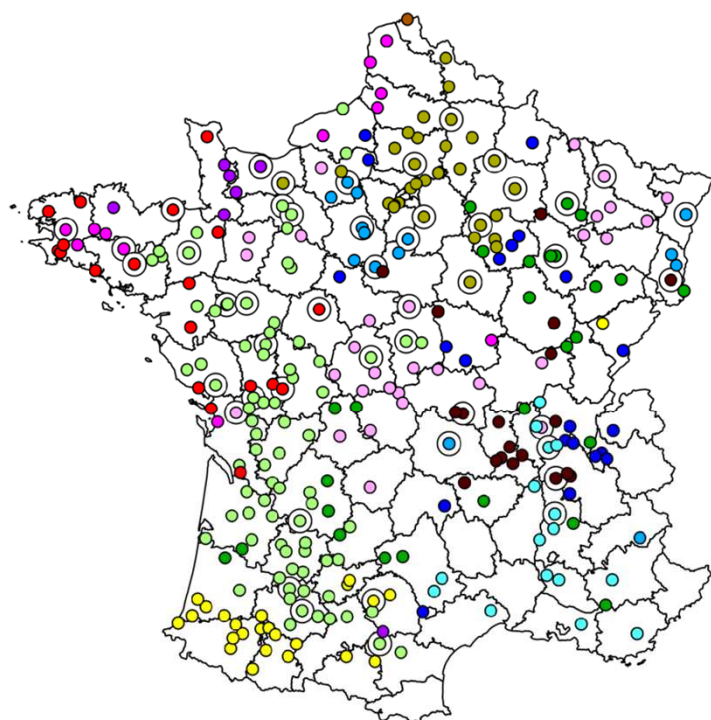
**ARVALIS**  
Institut du végétal



# 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

Localité

○ Lieu

Variables\Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Echaudage</b>													
nbj25CD	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
nbj25G	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
nbj25H	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
nbj25J	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>													
nbj 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>													
nbj-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
nbj0C	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
nbj5D	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



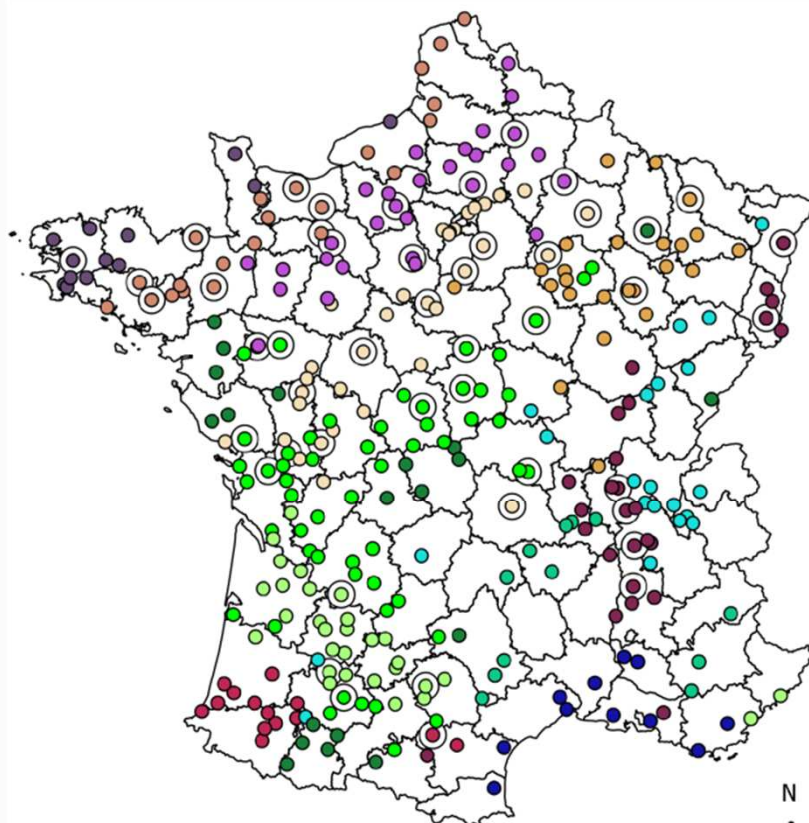




# Classification des facteurs limitants biotiques



Avec soutien Contrat branche CTPS 2009-2012



## 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

N  
↑

0 100 200 km

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

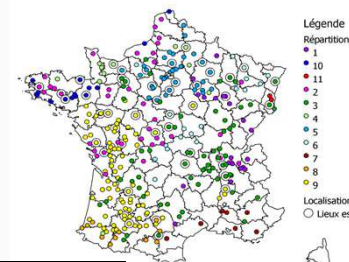
□ Représentation de la pression en septoriose, rouille jaune et rouille brune  
□ Attention à la fiabilité des modèles



ARVALIS  
Institut du végétal



# Caractéristiques de progrès ou choix /classe pour dates semis et précocité de variétés moyennes des régions, sans tenir compte des conduites



Classe\ Variables	Tardiveté pris en compte dans les classifications	Ajustement des précocités		Tolérance stress abiotiques				tolérance aux maladies		
		montaison	épiaison	froid	excès eau début cycle	Déficit hydrique	Echau dage	RJ	RB	Septo riose
1	AT-AT	=	+ P	+++	+	+	+++	+	+	+++
	1/2P-P	+ T	=	+++	+	+	+++	+	+	+++
	TP-P	+ T	=	+++	+	+	+++	+	+	+++
2	AT-AT	=	=		++	++	+	+++	+	+++
	1/2P-P	=	=		++	++	+	+++	+	+++
	1/2P-1/2P	=	=		++	++	+	+++	+	+++
3	1/2P-P	=	+ P	+++	+	+++	+++	+	+	++
	TP-P	+ T	+ P	+++	+	+++	+++	+	+	++
4	AT-AT	=	=		+		+	+++		+++
5	1/2P-1/2P	=	=	+		+	+	++	+	+
	AT-AT	=	=	++		+	+	++	+	+
6	1/2P-P	+ T	=	+++	++	++	++	+	+	++
7	1/2P-P	+ P	+ P			+++	+++		+++	
8	1/2P-P	=	=		+		++	+	++	+++
9	1/2P-1/2P	=	+ P			+++	++	+	++	++
	1/2P-P	=	+ P			+++	++	+	++	++
10	AT-AT	=	=		+	++		+++		+++
11	1/2P-P	=	+ P	+++		+++	+++			





# Variétés actuelles et méthodes de lutte vis-à-vis des maladies

Principales maladies	Importance des bioagresseurs	Efficacité des méthodes de lutte disponibles :				
		Lutte chimique	Stimulateur de défense des plantes	Résistance variétale	Lutte biologique	Lutte agronomique (1)
Piétin échaudage	+++	+	-	+	-	+
Piétin verse	++	++	-	+++	-	+
Oïdium	+	+++	+	+++	-	++
Septorioses	+++	++	+	++	-	+
Helminthosporiose (HTR)	+	+++	-	+++	-	+++
Rouille jaune	++	+++	-	+++	-	+
Rouille brune	+++	+++	-	+++	-	++
Fusarioses épis	++	++	-	++	-	+++

Synthèse bibliographique Maumené et al. 2010

↓  
Pas de variétés avec toutes les résistances







# Incidence des variétés et techniques culturales sur le développement des maladies



Principales maladies	Incidence des techniques culturales mises en œuvre							
	Destruction des repousses (1)	Rotation	Travail du sol/ enfouissement et/ou broyage des résidus	Date de semis (2)	Densité de semis	Fertilisation azotée	Choix variétal	Mélanges variétaux
Piétin échaudage		+++	+	++	++	-/+	(+)	+
Piétin verse		+++	+	++	+	+	+++	
Oïdium	+		=	-	+	++	+++	+
Septorioses		+/=	+	++	+	++	++	
Helminthosporiose (HTR)		+++	++			+	+++	
Rouille jaune	+		=	-/+	+	++	+++	+
Rouille brune	+		=	++	=/+	++	+++	+
Fusarioses épis		+++	+++	+	++	+	++	

- la gestion des repousses par des opérations de déchaumage influence la survie estivale de la rouille brune.
- des semis tardifs peuvent favoriser l'oïdium et la rouille jaune

**Synthèse bibliographique Maumené et al. 2010**

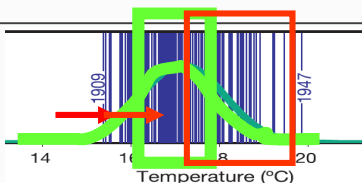




# Priorités des caractéristiques des variétés de blé tendre actuelles



## Milieux



### Potentiel de rendement

Risques abiotiques : Précocité montaison et épiaison, tolérance au froid, tolérance à sécheresse

Risques Biotiques : occurrence et niveaux de nuisibilité

## Contraintes à la parcelle peu maitrisables

Résistance aux mosaïques  
tolérance chlortoluron et  
cécidomyies, fusariose des épis,  
aristation, alternativité

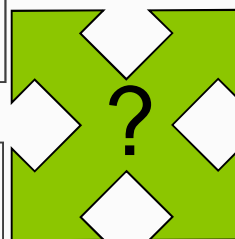
## Débouchés

### Marché

Classe technologique,  
Valeur boulangère,  
Protéines, PS,  
Viscosité, hauteur de tiges

## Itinéraire et protection de la culture

Agronomie et protection :  
Tolérance à la verse,  
Résistance aux maladies





# Exemple de hiérarchisation des contraintes : 1er filtre

P. Du Cheyron, 2012



## CHOIX PRECOCITE

Contraintes milieux (*climat, type de sol, profondeur/réserve utile, date de semis/précédent*)

## CHOIX critères exclusion

peu maitrisables  
(Mosaïques, piétin verse, fusariose épis, graminées résistantes, cécidomyies oranges)

## CHOIX QUALITE

Objectifs de débouchés  
(BPS/BP, BB, BAU)

Situations types	Précédent Colza, sols profonds	risque piétin verse élevé	précédent maïs
Date de semis			
Semis précoces	EXPERT, BAROK, BOREGAR, SCOR, AS DE CŒUR, PREVERT <u>à essayer :</u> SWEET, SOKAL, KARILLON, FLUOR, HYBERY	-	-
Semis intermédiaires	BAROK, SCOR, EXPERT, BOREGAR, PREVERT, PHARE, HYSTAR, NUCLEO, BRENTANO <u>A essayer :</u> SWEET, KARILLON, FLUOR, ARKEOS	BOREGAR, AZZERTI, PHARE A essayer : ALLEZ Y, MUSIK, KARILLON, FLUOR, HYBERY	BAROK, OXEBO A essayer : FLUOR, SOKAL
Semis tardifs	HYSTAR, PREMIO, PREVERT, NUCLEO <u>A essayer :</u> SWEET, KARILLON, ARKEOS, FLUOR		APACHE, TULIP, BAROK





# Critères à hiérarchiser selon risques et niveaux de protection

P. Du Cheyron, 2012



## Gérer des compromis

Nom Varietes	Verse	Germination sur pied	Oïdium	Rouille jaune	Rouille brune	Septoriose tritici	Tolérance globale Nord	Piétin verse	Accumulation DON	Cécidomyie orange	Chlortoluron	Rendement zone Nord - 2003-2011
SWEET	5.5	5	6	7	5	6	(6)	4	(4.5)		T	103
SOKAL	6.5	2	7	8	6	6.5	(6)	2	(6)		T	102
KARILLON	6	3	7	8	6	6	(6)	6	(4)		S	104
FLUOR	7	5	5	8	6	6	(6)	5	(6)		T	103
HYBERY	6	3	6	7	8	6	(5)	5	(5)		T	108
EXPERT	6	6	6	5	3	5.5	6	3	3.5	S	T	104
BAROK	4.5	4	7	6	5	7	8	3	6	R	T	106
BOREGAR	5	4	7	5	3	7	7	7	3.5	R	T	103
SCOR	5.5	6	6	8	7	6	6	2	3.5		S	103
LEAR	(5)		6	8	9	(6)	6	(2)	4.5	R	T	106





# Conclusion



- ❑ Grande diversité des cahiers des charges liée à grande diversité des caractéristiques à satisfaire pour répondre au mieux à la segmentation marchés + environnements + conduites
  - Pondération par surfaces et marchés les plus importants → Quelques cdc plus représentés
  
- ❑ Cahiers des charges qui
  - Évoluent dans le temps en fonction des solutions accessibles (génétique et technique)
  - guident la définition de profils pour la préconisation
  - orientent l'évaluation
  - identifient les combinaisons de caractéristiques d'intérêt à cumuler dans les nouvelles variétés





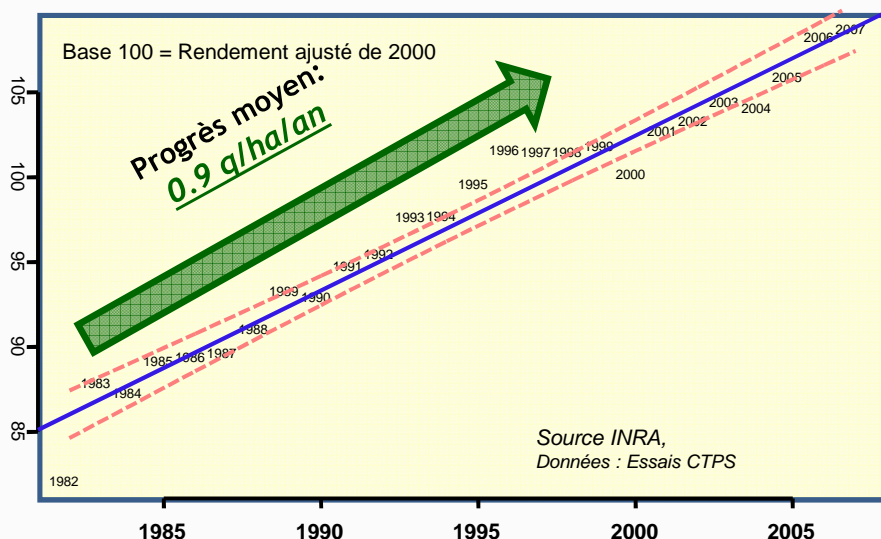


# Un progrès génétique soutenu en rendement et qualité

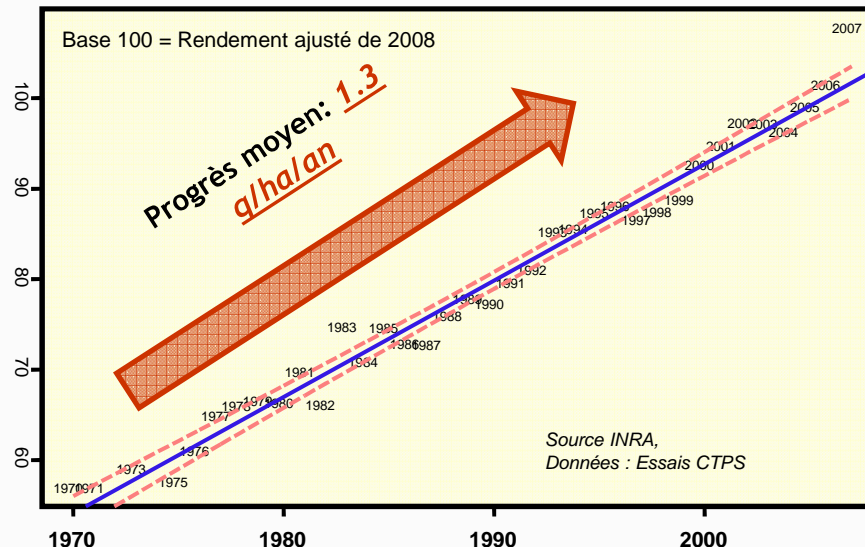


- Des gains de rendement moyen annuel apportés par les nouvelles inscriptions compris entre 0.8 et 1.3 q/ha/an (ajustements sur témoins successifs, FX. Oury INRA)

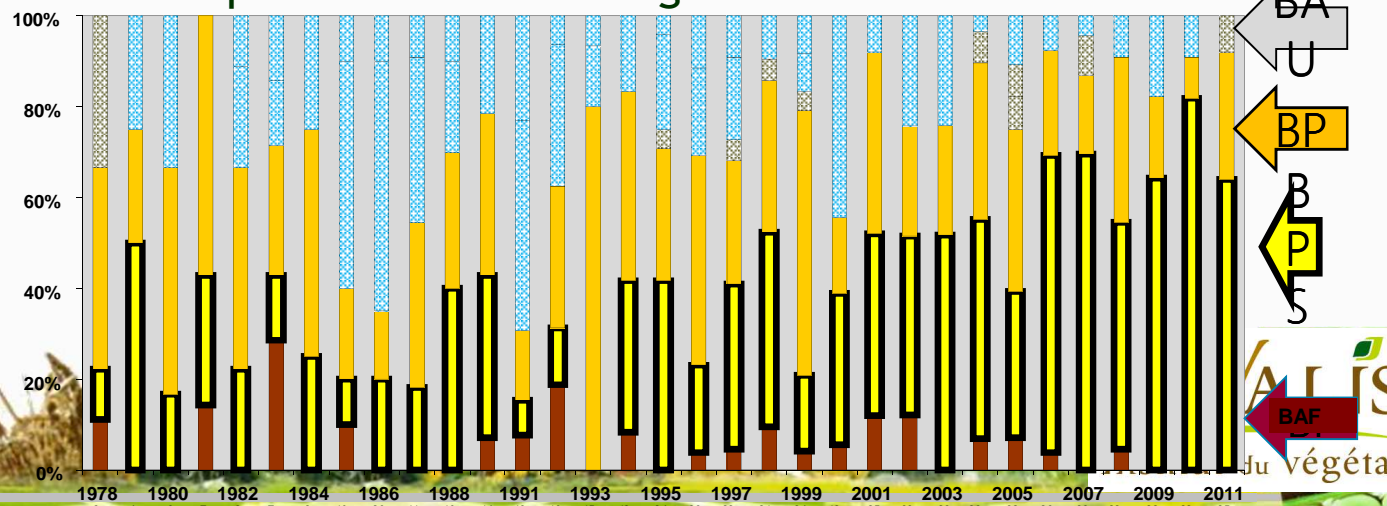
Parcelles traitées contre les maladies



Parcelles non traitées

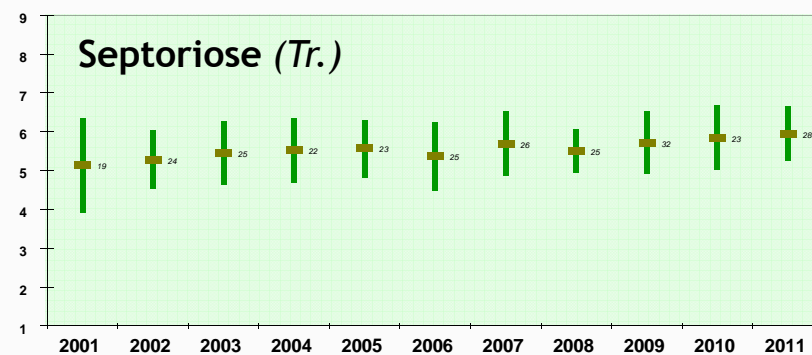
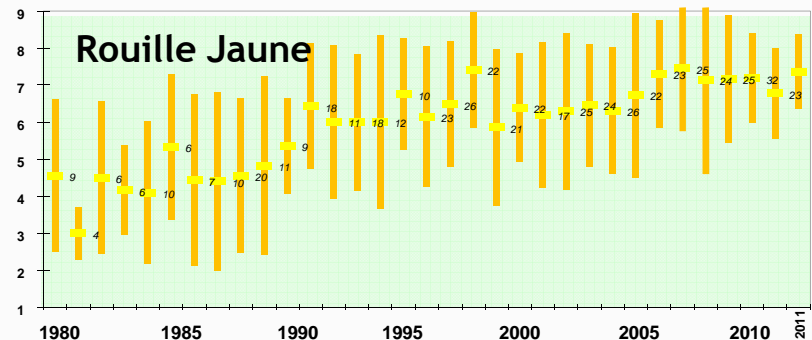
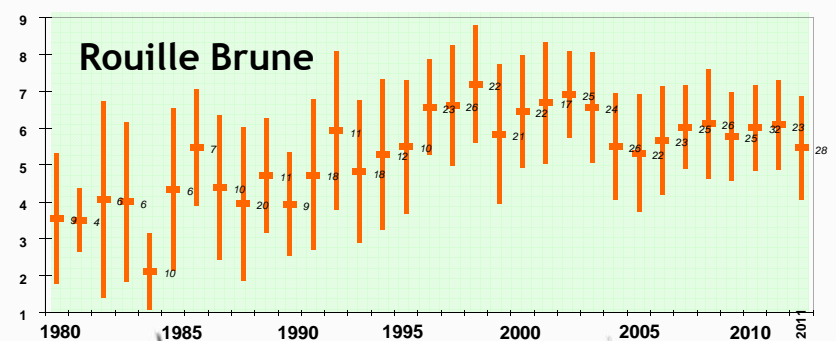
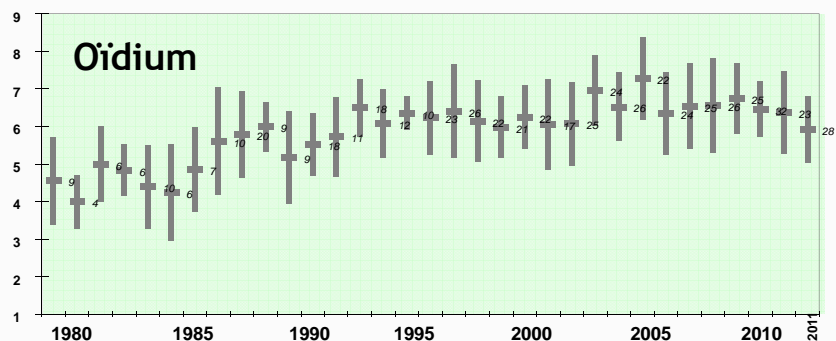
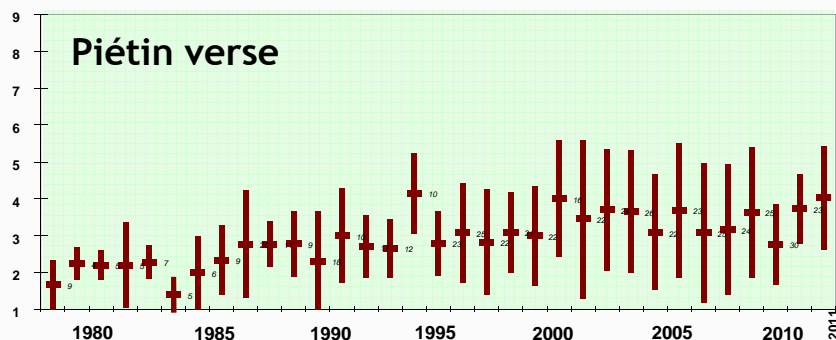


- Une sélection de blés de qualité destinés aux grands marchés





# Des variétés plus résistantes aux maladies



## Fusariose

Depuis 2002 :  
+ de tolérants  
- de très sensibles

**Légende** horizontalement : années d'inscription  
verticalement : note de tolérance  
entre 25 et 75%, nb variétés)

(moyenne, valeur

**Sources des données** : GEVES et ARVALIS





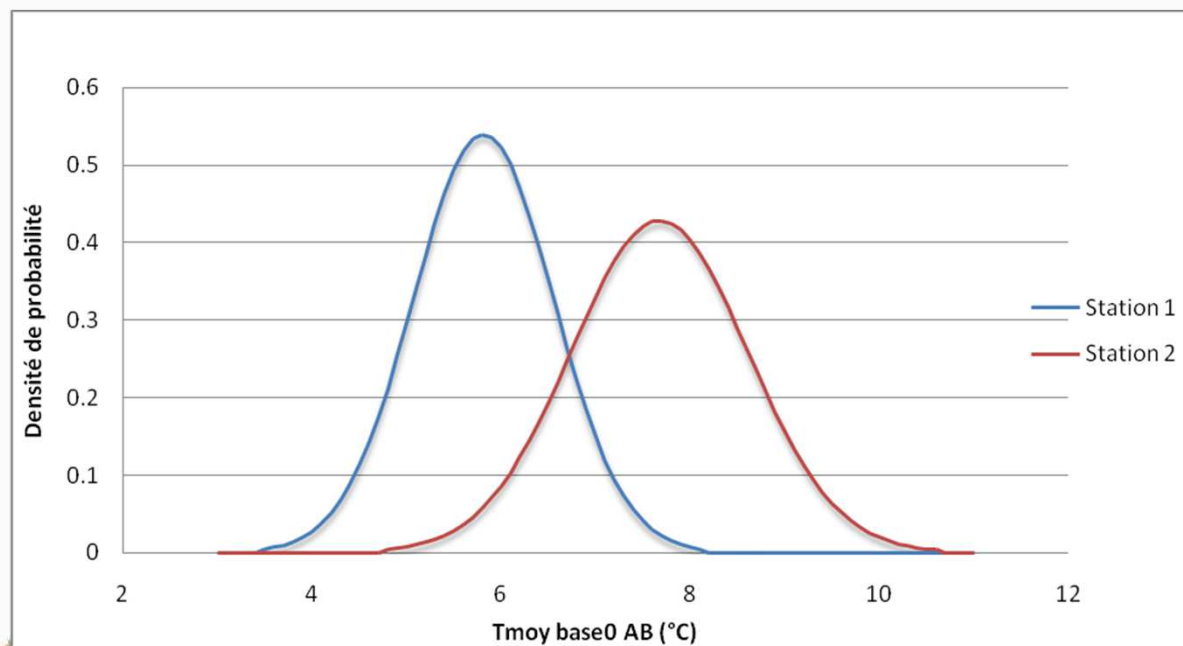
## Méthode de calcul de la distance de Kullback-Leibler



- ❑ Mesure de l'écart entre les distributions de densité de probabilité multivariées de 2 stations météo.

$$D(p_1, p_2) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_1(x) \ln\left(\frac{p_1(x)}{p_2(x)}\right) dx$$

- ❑ Estimations des distributions à partir de 25 années données météo historiques (hypothèse: elles suivent une loi normale)



27/09/2010

Classification des environnements et  
étude des ISE des variétés de blé  
tendre



# Les différentes classifications

**Données de sortie : cartes, tableaux de valeurs des classes (moyennes, médianes)**



Nom		Pluies	QP	Rayon nemen ts	Tempér atures	Tmin	Tmax	DH	Exces- H	drain	Déf ray	Rouille jaune	Rouille brune	Septori ose
Classification par types de variables		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Classification pour la famille des facteurs de l'offre climatique	OC	X												
Classification famille des facteurs limitants abiotiques	Flab					X					X			
Classification des facteurs limitants biotiques	Flbiot											X		
Classifications des combinaisons des facteurs limitants abiotiques et de l'offre climatique	Flab-OC			X					X		X			

