

## FSOV blé tendre

« Des variétés rustiques concurrentes des adventices pour l'agriculture durable, en particulier l'agriculture biologique »

**Coordinateur : ITAB**

Responsable scientifique : Bernard Rolland

### Partenaires

INRA UMR APBV, UE FMV Le Moulon, UE Dijon Epoisses

ARVALIS – Institut du végétal,

AgroBio Poitou-Charentes Poitou-Charentes, CREAB,

Lemaire Deffontaines, Saaten Union

Appui de la Chambre d'agriculture de Seine-et-Marne

- Orientation de la sélection depuis 50 ans : variétés courtes pour pouvoir valoriser des fertilisations azotées élevées
- Gestion des adventices exclusivement par les herbicides (très efficaces).
  - La compétitivité n'est pas un critère de sélection ni de choix des variétés
- Recherche de nouvelles méthodes de luttés :
  - Désherbage mécanique, méthodes 'agronomiques'
  - Efficacité limitée de ces méthodes seules : de 40 à 80%.
  - Nécessité de combiner les techniques à effets partiels pour aboutir à une bonne maîtrise : Protection Intégrée contre les adventices
  - **Intérêt de la variété pour lutter contre les adventices ?**

# La compétitivité des variétés de blé tendre

- Adventices/blé : Compétition pour la lumière, l'eau, les minéraux
    - Lumière = facteur limitant important en Europe.
- Capacité de la variété à intercepter préférentiellement du rayonnement : la **morphologie et la dynamique de développement**
- Compétition racinaire peu connue et difficile d'accès

# La compétitivité des variétés vis-à-vis des adventices

- Deux aspects :

- Capacité à tolérer les adventices
- Capacité à supprimer les adventices

*mesurée sur*

*la variété*

*l'adventice*

*temps*

*court*

*long*

- Ces deux aspects sont liés.

# Objectifs du FSOV adventices

- Identifier des différences de compétitivité à l'intérieur de l'espèce blé tendre d'hiver
- Expliquer les différences constatées par des facteurs morphologiques et autres
- Produire un index de compétitivité vis-à-vis des adventices à destination des sélectionneurs

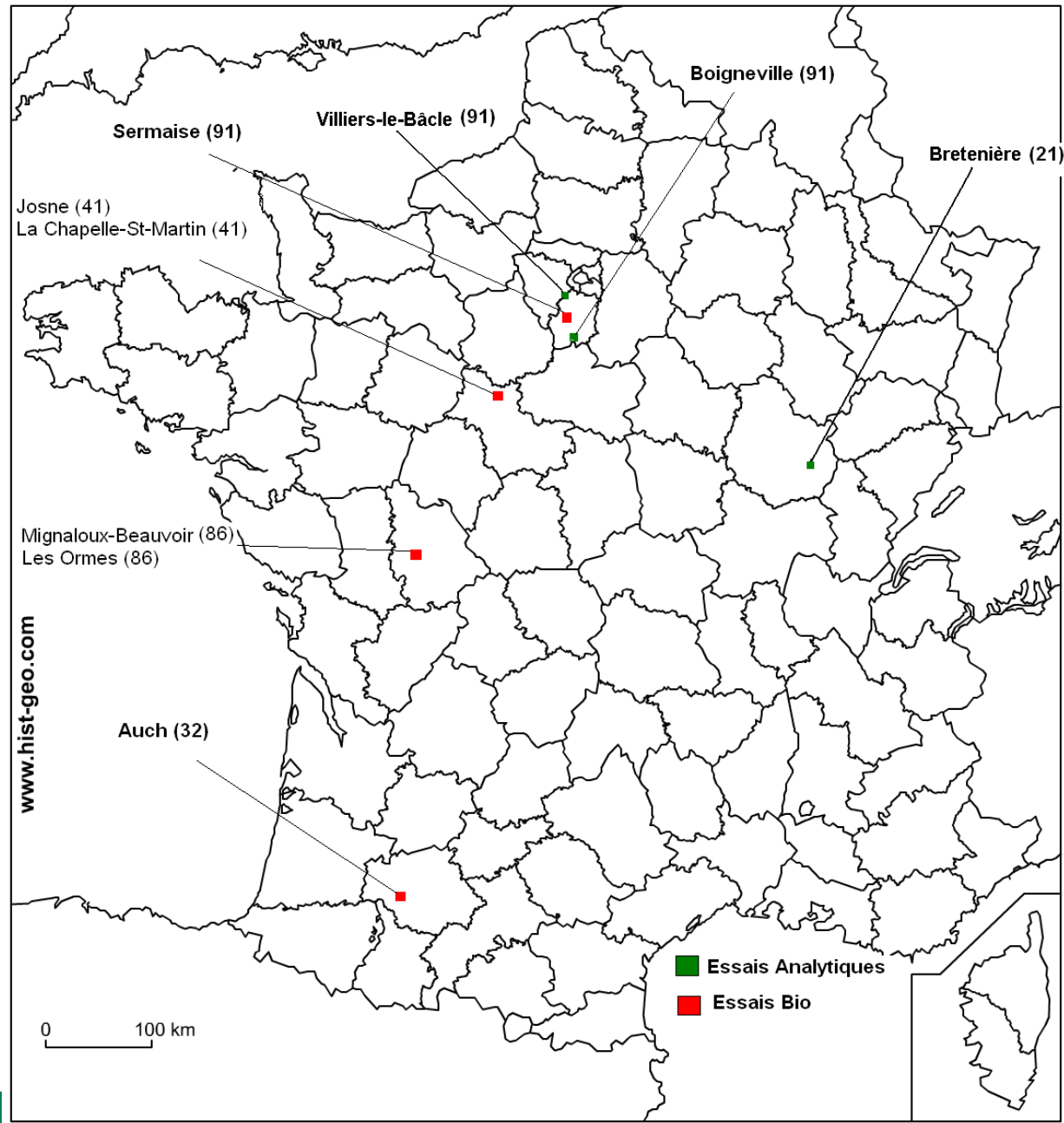
# Présentation du réseau

- 2 types de dispositifs expérimentaux :
  - Analytiques, en station et en infestation artificielle, pour analyser les facteurs de la compétitivité, campagnes 2007 et 2008
  - En infestation naturelle en Agriculture Biologique, chez les agriculteurs pour comparer les résultats des essais analytiques à ceux obtenus en situation AB, campagnes 2008 et 2009
- Initialement prévu mais non réalisé (difficulté à trouver des sites) : validation en bandes larges

# Matériel végétal

		Hauteur		
		Courte	Moyenne	Haute
Précocité	Précoce	Caphorn Apache	Cézanne SUR.233 Sumo	SUR.242 Grandval (triticale)
	Intermédiaire	Sankara Virtuose Boisseau	Quebon CF99102 Renan Koreli Atlass	Saturnus Graindor
	Tardive	Glasgow	LD269	LD76B Pegassos Ataro

témoins  
essais analytiques  
essais AB



# Essais Analytiques

Campagnes 2007 et 2008

ARVALIS La Minière (07), Boigneville (08),  
INRA unité Expérimentale Domaine d'Epoisses

# Facteurs étudiés

- Avec et sans adventices
  - La compétition est simulée par un semis de **ray-grass italien**, afin d'avoir une infestation **homogène** sur l'essai
  - Deux modalités : avec ray-grass, sans ray-grass désherbé
  - Semis dans l'inter-rang ou perpendiculairement au blé suivant les cas
  - Objectif **60 à 80 individus/m<sup>2</sup>** soit le double du seuil de nuisibilité (5% de pertes de rendement pour 40 individus/m<sup>2</sup>) Objectif de peuplement dépassé à La Minière en 2007, atteint à Epoisses en 2008
- Deux modalités Azote :
  - N- : Bilan – 50 kg N/ha => systèmes intégrés
  - N-- : 0 à 60 kg N/ha => systèmes AB
- Deux modalités Densité de semis sur l'essai La Minière :
  - D : densité de semis normale, 200 grains/m<sup>2</sup>
  - D- : densité de semis réduite de 35%, 130 grains/m<sup>2</sup>

# Conduite des essais

- Itinéraires techniques se rapprochant de ceux de l'agriculture intégrée
  - densité de semis réduite,
  - fertilisation N limitée
- Mais pas sur le reste de l'itinéraire technique : fongicides et dans certains essais régulateurs

Lieu	Année	Dénomination	N optimal (Bilan)	N apporté	Densité optimale	Densité semée	date semis	Inter-rang
Epoisses	2007	Epoisses 2007	180	130 / 50	280	225	26-oct	17
Epoisses	2008	Epoisses 2008	130	110 / 60	280	250	26-oct	20
La minière	2007	La minière 2007	180	100 / 0	200	200	19-oct	17,5
La minière	2007	La minière 2007 D-	180	100	200	130	19-oct	17,5
Boigneville	2008	Boigneville 2008	180	100 / 50	300	275	23-oct	17

# Qualité des essais

Essais	ETR (q/ha)
INRA 2007	2,8
INRA 2008	3,1
La Minière	4,2
La Minière D-	4,8
Boigneville	5,7
Boigneville N- BD	8,2
Boigneville N-- BD	5,1
Boigneville N- RG	5,7
Boigneville N-- RG	2,4

Pas d'adventices, le RG a gelé

Problème de dispositif à Boigneville = 4 essais côte à côte.  
Essais peu précis individuellement. Regroupement imprécis.

# Les pertes de rendement

Pertes de rendement moyennes (en % du rendement sans ray-grass)

Variétés	La Min. 07		La Min. 07 D-	Epoi. 2007		Moyenne	Epoi. 2008		Boign. 2008	
	N-	N--	N-	N-	N--		N-	N--	N-	N--
APACHE	38	19	43	15	19	27	2	12	32	29
CAPHORN	49	29	56	33	24	38	-1	12	34	35
CEZANNE	35	23	(48)	9	18	(26)	5	-1	35	34
CF99102	41	22	47	22	22	31	6	9	31	35
GLASGOW	46	27	58	32	27	38	8	9	39	37
GRANDVAL	16	12	29	16	4	15	-3	0	32	28
KORELI				26	18		3	5	36	30
LD269	43	21	51	33	18	33	6	13	32	29
LD76B	29	17	41	5	17	22				
PEGASSOS	25	20	44	10	16	23	-4	13	30	31
QUEBON	43	31	57	26	23	36	2	7	32	31
RENAN	41	19	48	21	18	29	-4	4	36	31
SANKARA	44	27	59	40	30	40				
SATURNUS	40	27	45	13	9	27	-3	6	36	31
SUR 242	43	18	(47)	6	15	(26)			45	42
SUR 233	33	19	(38)	11	18	(24)	-1	9		
Virtuose							13	11	39	42
Graindor							-4	7		
<b>Moyenne</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>18</b>		<b>2</b>	<b>8</b>	<b>35</b>	<b>33</b>
<b>Min</b>	16	12	29	5	4	20	0	0	30	28
<b>Max</b>	49	31	59	40	30	38	13	13	45	42
<b>Ecart</b>	34	19	30	35	26	18	13	13	14	14

peu d'adventices

mauvais dispositif  
+ hétérogénéité

La Minière 07 D-, il y a eu un fort égrenage sur les variétés entre parenthèse.

# La Minière et Epoisses 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, sans les variétés égrenées)

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						F	G

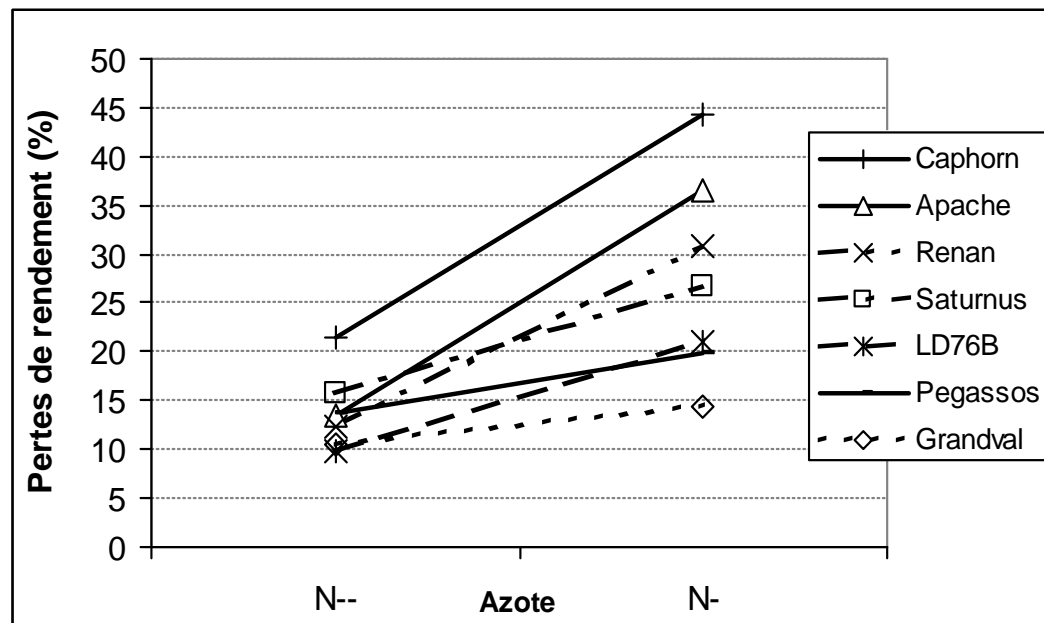
Test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5 %

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

L. Poiret, 2007

# Pertes de rendement : effet de l'azote

La Minière 07



# Suppression des adventices

## Nombre d'Epis,

Nombre d'Epis

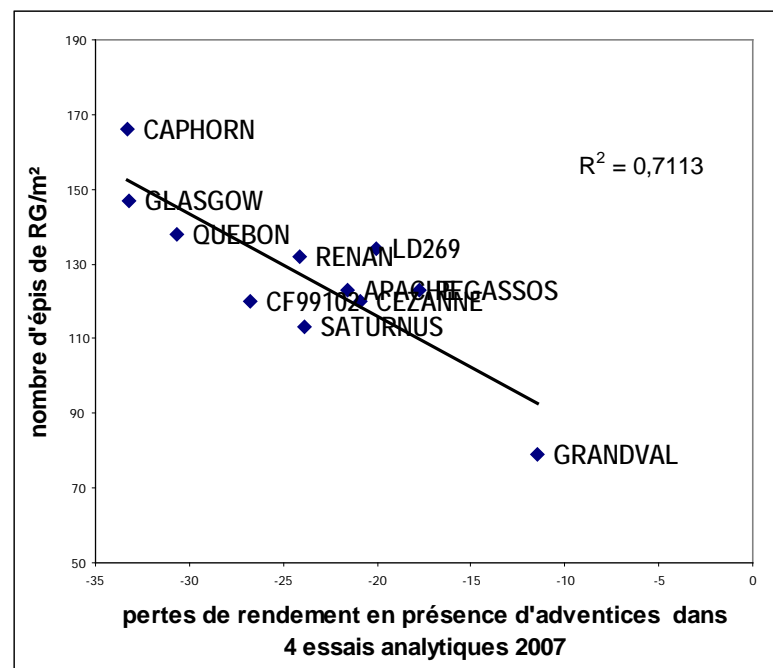
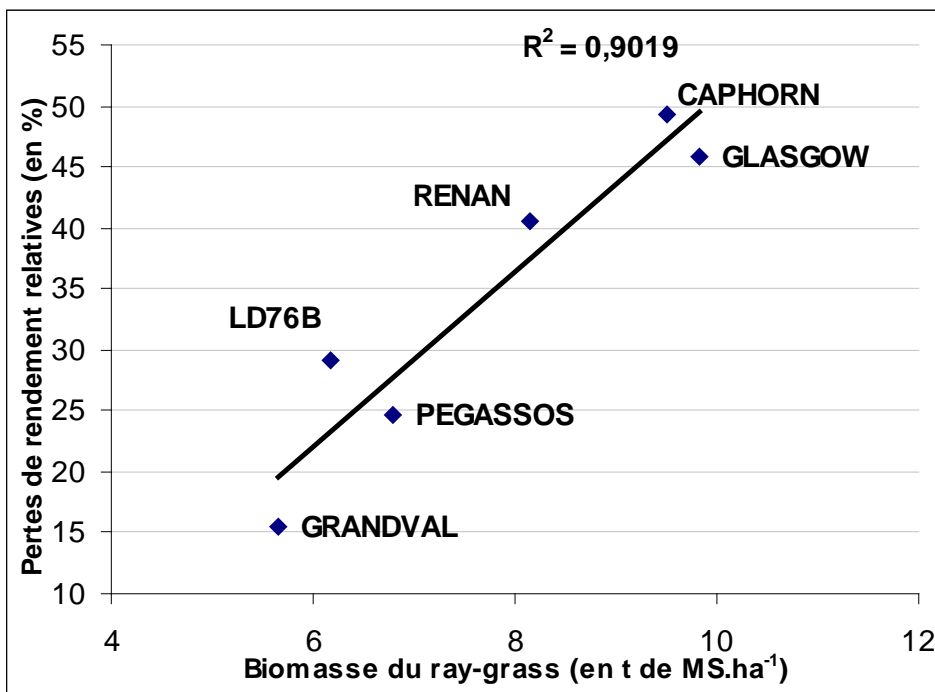
Regroupement des niveaux N- de 3 essais

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Caphorn	166	A	
Koreli	160	A	B
Glasgow	147	A	B
Quebon	138	A	B
LD269	134	A	B
Renan	132	A	B
Pegassos	123	A	B
Apache	123	A	B
CF99102	120	A	B
Cézanne	120	A	B
Saturnus	113		B
Grandval	79		C

# Tolérance aux adventices / suppression des adventices

Relation entre le nombre d'épis de ray-grass (moyenne de 3 essais conduits en 2007 et 2008) et les pertes de rendement relatives moyennes de 2007

Relation entre la biomasse du ray-grass et les pertes de rendement sur ARD+ N-



Le  $r^2$  est moins bon, mais attention, on ne travaille pas sur les mêmes essais à la différence de l'exemple ci-contre

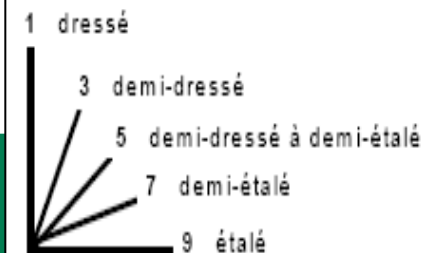
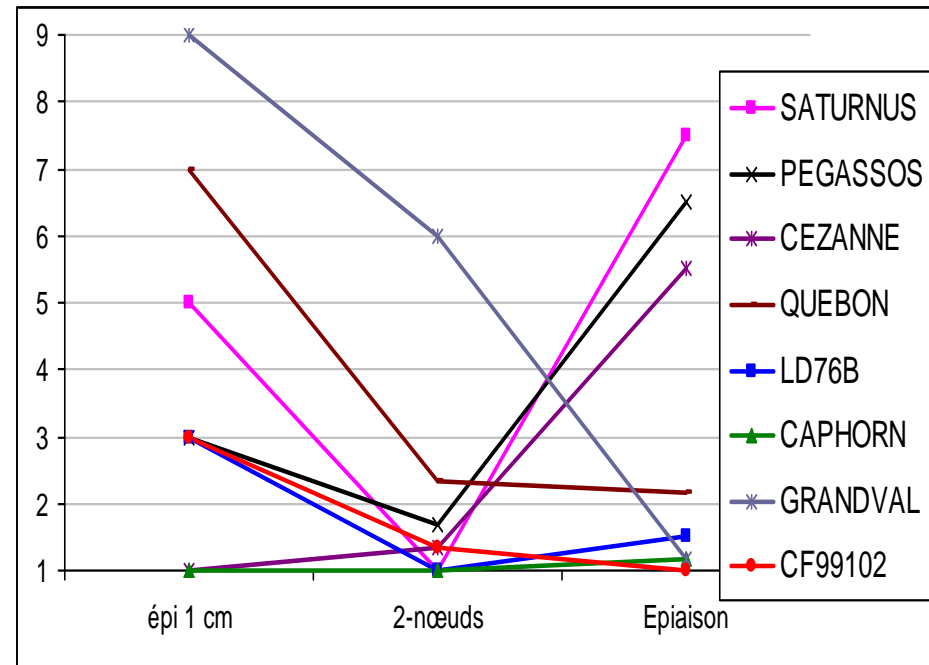
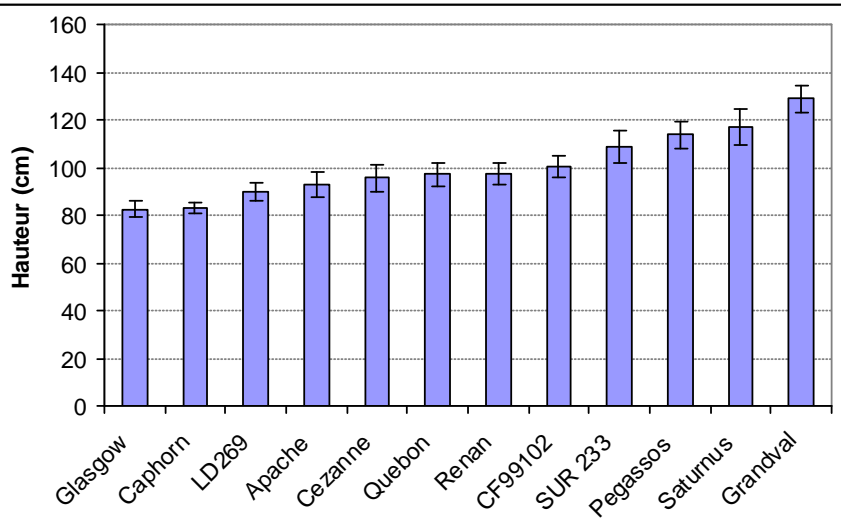


# Notations phénotypiques

## Port

La Minière 07 N--

## Hauteur moyenne

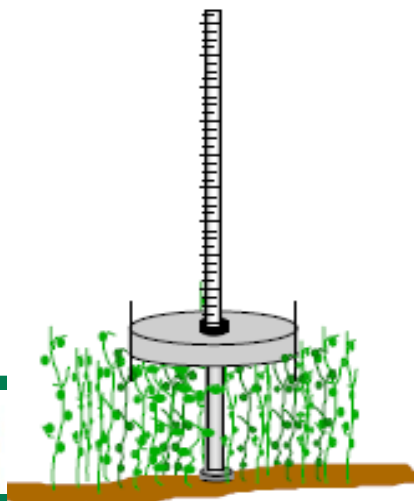


# Couverture du sol

- Comparaison de plusieurs méthodes :
  - Note visuelle
  - % de couverture du sol par analyse d'image
  - LAI
  - Herbomètre

- La hauteur du blé :
  - Hauteur à la toise (hauteur maximale)
  - Hauteur au biomètre (2 dates entourant le stade 2-nœuds et à l'épiaison)
- Corrélations entre les notations :
  - 2 notes qui se suivent sont très corrélées
  - Notes à des stades éloignés non corrélées

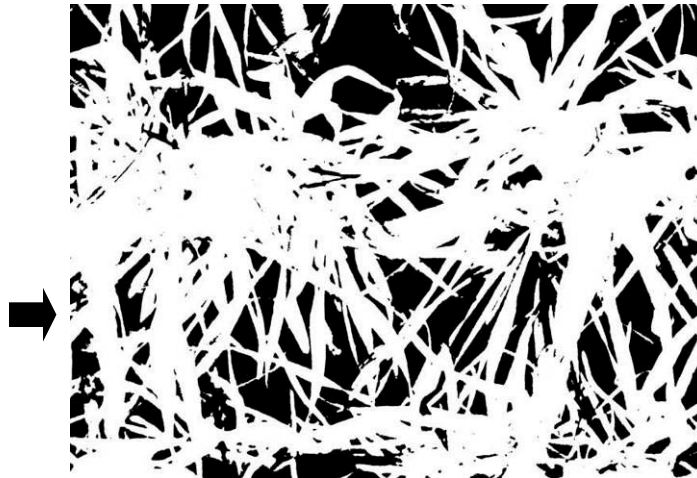
Un biomètre,  
dessin et photo



- La couverture du sol par le blé :
  - Notation visuelle (note de 1 à 9)



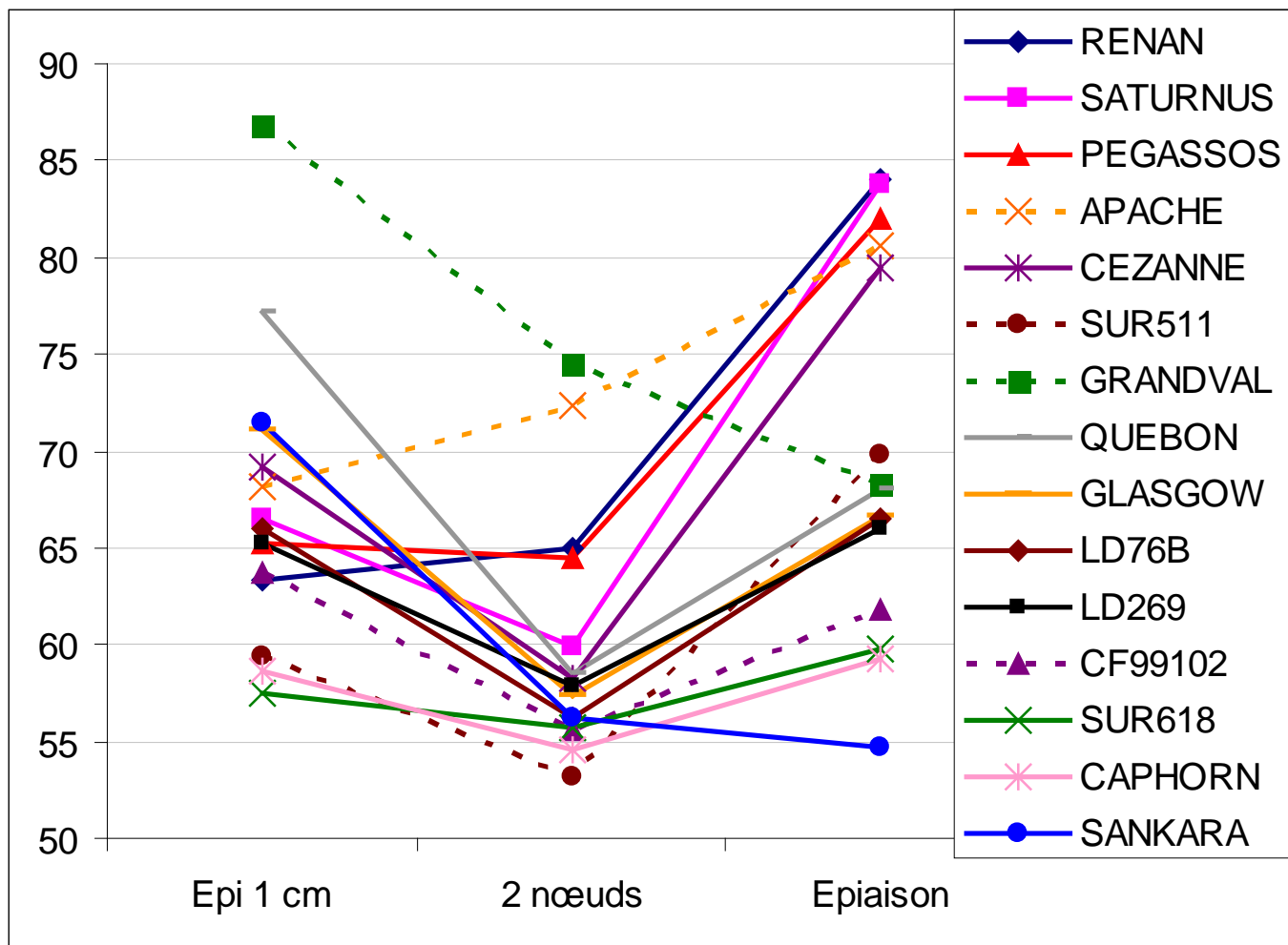
- La couverture du sol par le blé :
  - Notation par analyse d'images



30 cm x 40 cm



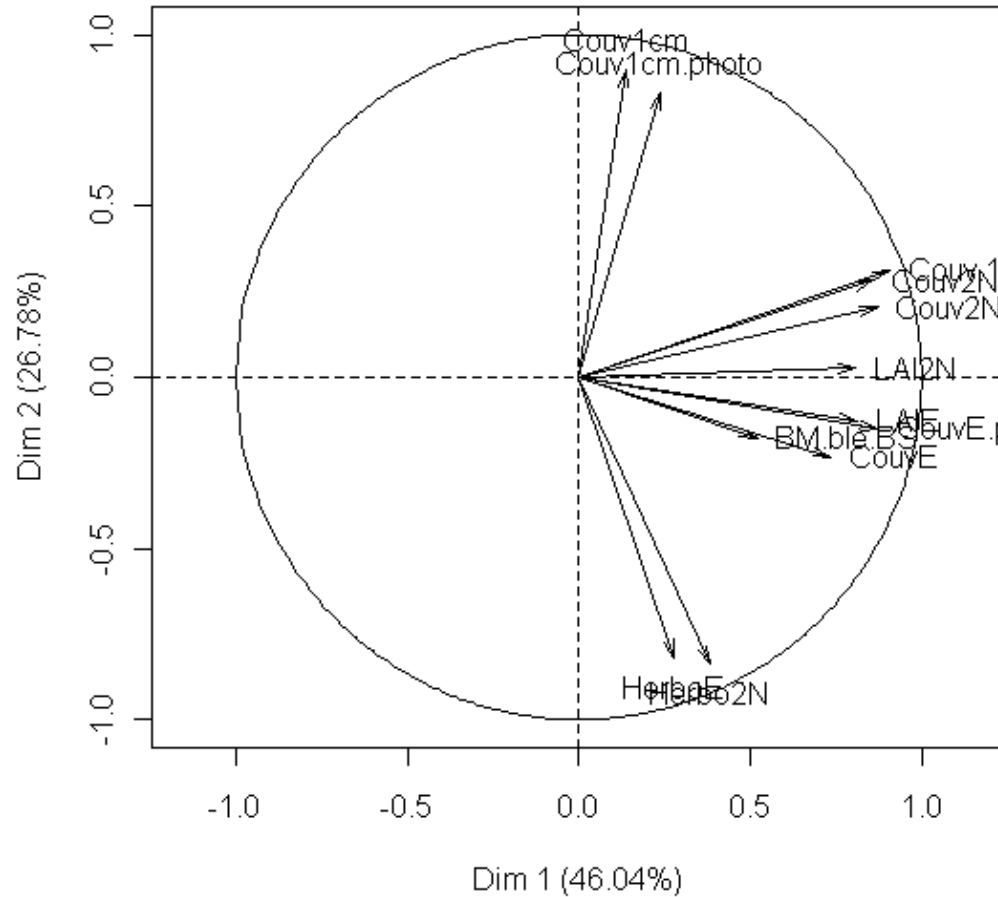
# Couverture du sol



% de couverture du sol - La Minière N--

# Couverture du sol

Variables factor map (PCA)



ACP réalisée avec les notes et mesures obtenues à la Minière, modalité N--

# Régressions simples

% d'explication des variables : pertes de rendement, biomasse de ray-grass (BMRG) ou nombre d'épis de ray-grass

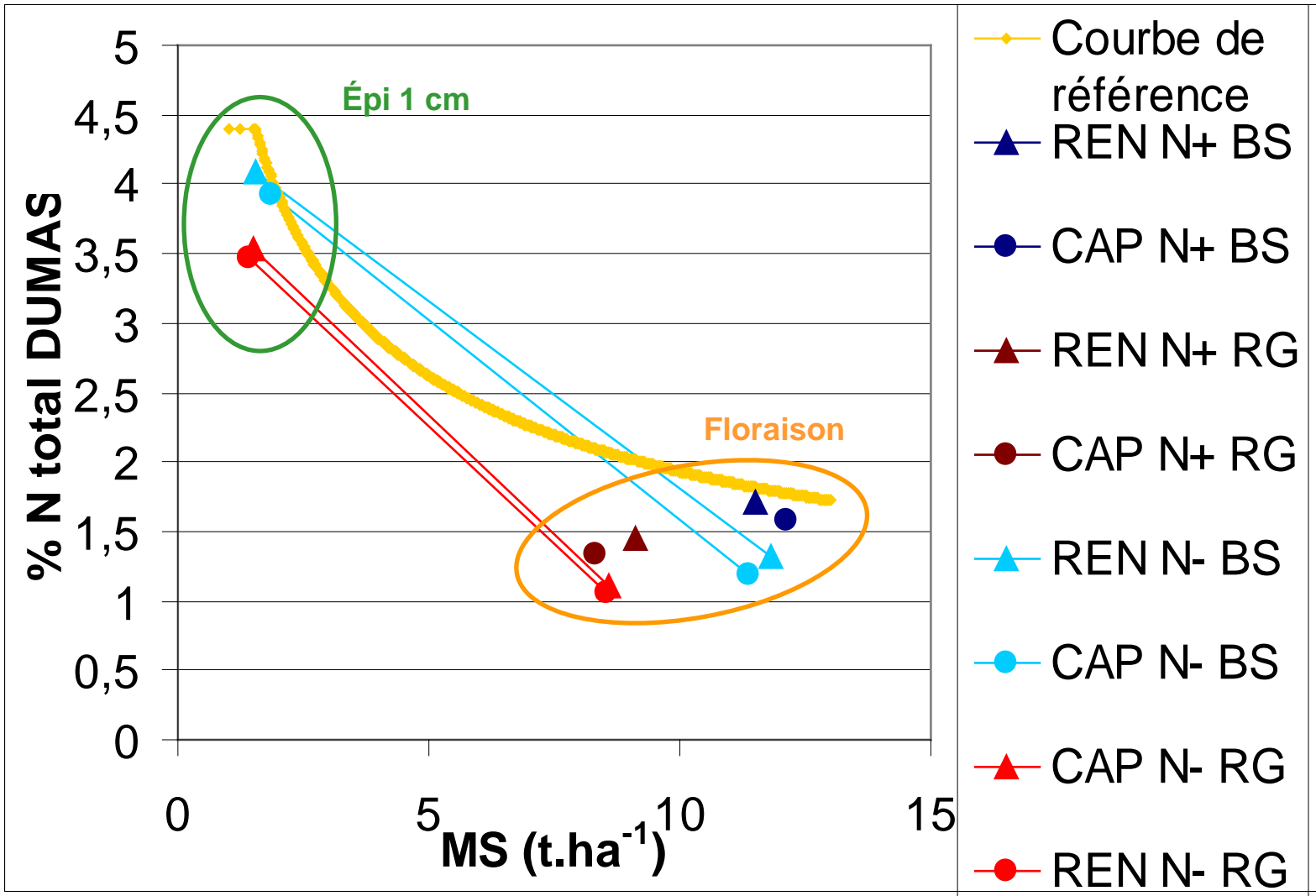
par les caractéristiques phénotypiques mesurées

Essai	Modalité	Variable	Couv1cm	Couv2N	CouvE	Hauteur	Port1cm	Port2N	PortE	Herbo2N	HerboE	LAI2N	LAIE	L.Abs	SensibN	Couv 1cm-E	Epiaison
Arv07	N-	perte	0	2	28	48	9	1	11	36				-	3	8	0
Arv07	N--	perte	16	5	25	20	32	6	1	27	32	7	8	-	38	7	10
Arv07D-	N-	perte	-	4	18	51	-	5	10			23	21	-	34	11	2
Arv08	N-	perte	-	-	-	0	7	1	5	-	-	-	-	-	4	-	-
Arv08	N--	perte	-	-	-	5	0	3	3	-	-	-	-	-	6	-	-
INRA07	N-	perte	29	-	15	71	-	-	-	-	-	-	-	-	16	1	17
INRA07	N--	perte	11	-	25	53	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	2
INRA08	N--	BMRG	45	-	10	45	4	-	13	-	-	-	-	13	0	32	11
Arv08	N-	Nb Epis RG				36	7	0	10						0		
Arv08	N--	Nb Epis RG				33	1	0	3						2		
INRA07	N--	Nb Epis RG	0	-	30	57	9	-	-	-	-	-	-	-	32	21	0
INRA08	N--	Nb Epis RG	41	-	8	30	0	-	3	-	-	-	-	18	0	27	10

SensibN = tolérance au stress azotée du génotype estimé ici par la différence de rendement entre le niveau N- et N--

• Compétition pour l'azote tout au long du cycle :

– INN



# Régressions multiples

ID	Modalité	Variable	Couv1cm	Couv2N	CouvE	Port1cm	Port2N	PortE	Hauteur	Epiaison	Herbo2N	HerboE	LAI2N	LAI E	Lum Abs	Sensib N	Couv 1cm-E	BM blé BS
Epoisses 07	N--	Perte							x									
	N-	Perte							x	x						x		
	N--	Nb Epis	x		x				x								x	
Epoisses 08		ou							x									
	N--	Nb Epis	x															
	N--	BMRG			x												x	
La Minière	N--	Perte	x	x	x				x								x	
	N-	Perte			x				x									
La Minière D-	N-	Perte						x					x	x		x		
		ou						x								x		
Boigneville	N--	Perte							x									
	N-	Perte				x			x	x						x		
	N--	Nb Epis							x									
	N-	Nb Epis				x			x	x								

# Conclusion sur les essais analytiques

- Existe bien des différences de compétitivité d'une variété à l'autre
- Hauteur et pouvoir couvrant (2 variables indépendantes) expliquent une bonne partie de la variabilité

# Essais AB

Campagne 2008 et 2009

Sermaise, Ouzouer, Auch, Châtelleraut

# Dispositif

Identifiant	Année	Lieu	Date semis	Densité	Inter rang	Azote	Flore dominante
CA PC	2008	Mignaloux-Be	09-nov	350	17	90 U	Vulpin Folle Avoine
CA PC	2009	Les Ormes (8	27-nov	350	17		Folle Avoine
Arvalis	2008	Josnes (41)	25-oct	400	17	0	Vulpin
Arvalis	2009	La Chapelle S	04-nov	400	17	70 U	Coquelicot, Gaillet
CREAB	2008	Auch (32)	14-nov	350	17	0	Moutarde
CREAB	2009	Auch (32)	08-janv	400	17	0	Moutarde
INRA	2008	Sermaise (91	05-nov	350	20	0	RGA, Vulpin
INRA	2009	Sermaise (91	06-nov	350	20	0	Agrostis, Ray-Grass

## Itinéraires techniques classiques en AB

Flores d'automne, monocotylédones, sauf Auch et La Chapelle

# Notations et mesures

Variables	Stade	2008				2009			
		CA PC	INRA	Arvalis	CREAB	CA PC	INRA	Arvalis	CREAB
Note de Port	Tallage		x	1b	x	x		1b	x
	Epis 1cm	4b							
	1-2 Nœuds		x	1b		x		x	x
	Epiaison						x		x
Note de Couverture	Tallage		x	1b	x	x		1b	x
	Epis 1cm								
	1-2 Nœuds	4b	x	1b				x	x
	Epiaison	4b	x	2b			x		
Herbometre	1 Nœud					x		x	
	2 Nœuds								x
Biomasses Adventice	Floraison	3b	6b*5v	6b	3b	3b	3b*5v	3b*5v	4b*9v
Comptages Adventices	Tallage				2b		5v		x
	2 Nœuds		5v		2b			x	x
Note de salissement	tallage			x				x	
	1 Nœud			x					
	Epiaison	x		x	x	x		x	x
Hauteur	Epiaison	x	x	x	x	x	x	x	x
Date stade 1cm	Epis 1cm			2t	x	x		2t	
Date stade epiaison	Epiaison	x	x	x	x		x	x	x
Date stade Floraison	Floraison								x
Densité blé	Tallage			2t	x	3b		2t	x
Proteine	Maturité	1b						1b	
PS	Maturité	1b	x		x			1b	
PMG	Maturité	1b	x		x		x	1b	x
Maladies				1b				1b	
verse			x						

b = blocs; v = variétés; t = témoin (Renan et Caphorn)

# Nuisibilité des adventices en AB

Parcelles désherbées manuellement pour Renan et Caphorn sur le réseau FSOV et le réseau essai AB INRA-ITAB

Organisme	Renan			Caphorn		
	Rdt avec Adv	Rdt Désherbé	Pertes (q/ha)	Rdt avec Adv	Rdt Désherbé	Pertes (q/ha)
Arv 08	49,1	52,4	-3,3	50,3	52,0	-1,7
Arv 09	44,9	49,1	-4,3	34,2	41,4	-7,2
CREAB 08	35,7	38,0	-2,3	35,9	38,9	-3,0
CREAB 09	21,5	23,2	-1,7	17,6	22,2	-4,6
INRA 08	60,2	56,8	3,4	58,3	59,0	-0,7
INRA 09						
CAPC 08	20,8	23,0	-2,2	21,2	24,0	-2,8
CAPC 09	24,6	23,5	1,1	18,9	19,7	-0,8
Moyenne			-1,3			-3,0

Nuisibilité directe des adventices limitée (jusqu'à 20%...)

Impossibilité de désherber de grandes surfaces

Travail sur la capacité des variétés à supprimer les adventices

➔ Biomasses adventices

# Nuisibilité des adventices en AB : réseau INRA-ITAB

Lieu	Année	Caphorn			Renan		
		Adventice	Désherbé	Perte (q/ha)	Adventice	Désherbé	Perte (q/ha)
Lusignan	2006	32,5	34,8	-2,3	34,4	36,1	-1,7
Lusignan	2007	28,5	31,6	-3,1			
Lusignan	2008	23,7	24,5	-0,8	25,7	28,7	-3
Rennes	2006	59,4	58,2	1,2	54,6	54,2	0,5
Rennes	2007	43,8	44,4	-0,6	36,7	39,2	-2,4
Rennes	2008	34	34	0	39,2	41,8	-2,7
Rennes	2009	47,6	45,7	1,9	48,2	48,5	-0,3
Sermaise	2006	57,5	53,6	3,9	55,7	53,7	2
Sermaise	2008	57	63	-6,1	62,1	59,6	2,5

-0,6

-0,6

# Biomasses adventices

- Infestations naturelles => hétérogénéités intra et inter microparcelles
  - Prélèvement d'environ 1 m<sup>2</sup> afin d'essayer de limiter les hétérogénéités
  - Prélèvement sur les bloc les plus homogènes

# Biomasses adventices (g/m<sup>2</sup>)

	Arvalis 2009	CA PC 2009	INRA 2009	CA PC 2008	INRA 2008	CREAB 2008	CREAB 2009
<b>GRANDVAL</b>	56	96	51	69	45	32	33
<b>ATARO</b>		106		91		22	
<b>BOISSEAU</b>				117		33	
<b>CAPHORN</b>	209	224	122	104	79	44	33
<b>CEZANNE</b>	172	101	121	82	72	26	20
<b>CF99102</b>		104		90		17	16
<b>LD269</b>		159		167		66	20
<b>PEGASSOS</b>	135	95	148	122	77	68	
<b>QUEBON</b>		118		88		30	
<b>RENAN</b>	142	73	100	130	87	24	25
<b>SATURNUS</b>		209		93		34	38
<b>SUR 233</b>		85		88		18	17
<b>SUMO</b>		58					23
<b>Moyenne</b>	164,5	121,1	122,8	106,5	78,8	34,7	24,0
<b>Min</b>	135	58	100	82	72	17	16
<b>Max</b>	209	224	148	167	87	68	38

# Essais AB individuels

Essai	BM adventice totale		BM dicotyledone		BM monocotyledone		BM adventice individuelle	
	Variété	bloc	Variété	bloc	Variété	bloc	Variété	bloc
CA PC 2008	0,36	0,78	0,32	0,03	0,15	0,76	x	x
CA PC 2009	0,0008	0,63	0,37	0,95	0,0004	0,6	x	x
ARVALIS 2009	0,18	0,01	x	x	x	x	0,18	0,34
CREAB 2008	0,13	0,8	x	x	x	x	x	x
CREAB 2009	0,015	0,06	x	x	x	x	0,01	0,18
INRA 2008	0,75	0,62	0,12	0,44	0,64	0,52	0,12	0,3
INRA 2009	0,59	0,1	x	x	x	x	0,87	0,12

Sans Grandval

	Pc < 0,05
	Pc < 0,10
	Pc < 0,20

Essai	BM adventice totale		BM dicotyledone		BM monocotyledone		BM adventice individuelle	
	Variété	bloc	Variété	bloc	Variété	bloc	Variété	bloc
CA PC 2008	0,26	0,73	0,24	0,04	0,12	0,62	x	x
CA PC 2009	0	0,73	0,38	0,84	0	0,73	x	x
ARVALIS 2009	0,02	0,002	x	x	x	x	0,1	0,09
CREAB 2008	0,13	0,7	x	x	x	x	x	x
CREAB 2009	0,08	0,02	x	x	x	x	0,11	0,08
INRA 2008	0,09	0,95	0,03	0,42	0,11	0,91	0,27	0,52
INRA 2009	0,08	0,11	x	x	x	x	0,77	0,11

Avec Grandval

# Regroupement des essais AB

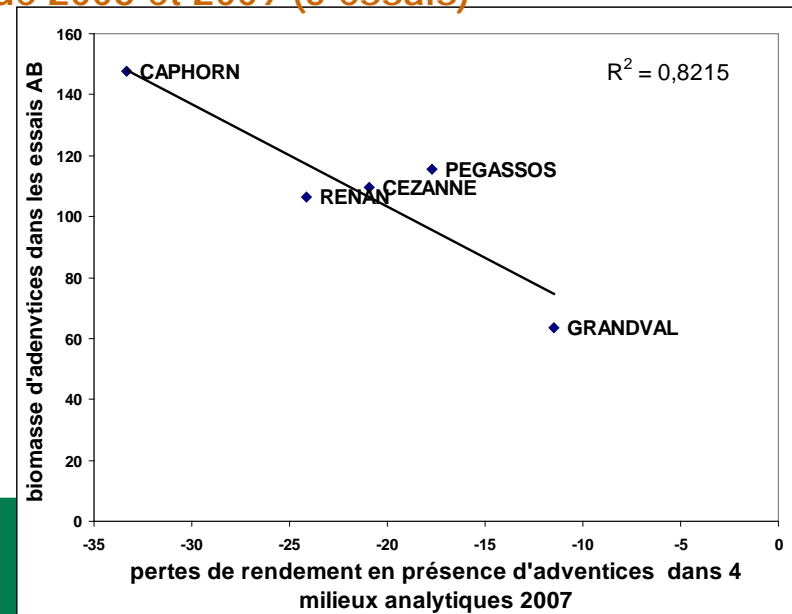
## *Classement des variétés sur les 5 essais regroupés*

	Biomasse moyenne d'adventices	GROUPES HOMOGENES NK à 5 %	
CAPHORN	148	A	
PEGASSOS	115	A	B
CEZANNE	110	A	B
RENAN	106	A	B
GRANDVAL	63		B

# Conclusion

- Malgré les hétérogénéités fortes, il est possible de mettre en évidence des différences de compétitivité
- Certaines variétés sembleraient être un peu moins concurrentes que dans les essais analytiques  
**Pegassos, Grandval** (il n'est pas la variété la plus compétitive dans toutes les situations)

Comparaison du pouvoir concurrentiel des variétés entre les essais analytiques de 2007 (4 milieux) et les essais AB de 2008 et 2009 (5 essais)



# Variables explicatives des biomasses d'adventices

Essai	adventices	nb de var.	couverture			Hauteur	Port			Herbo 1N	Stade Epiai.	BM blé	autre
			1cm	2 N	Epiai.		1cm	2N	Epiai.				
Arv09	<i>gaillet coquelicot</i>	5	-	42	-	90	61	49	-	39	0	80	vigueur levée = 43
INRA08		5	89	3	9	64	63	1	-	-	17	-	
INRA09		5	-	-	3	57	-	-	0	-	60	-	
CREAB08	<i>moutarde</i>	12	1	-	-	16	1	-	-	-	9	8	densité levée blé = 32
CREAB09	<i>moutarde, dicot</i>	9	27	3	2	17	27	1	-	6	3	-	densité levée blé = 37
ABPC08		12		22	3	15	1	-	-	-	9	8	
ABPC09		12	-	41	-	3	30	1	-	23	6	-	densité levée blé = 52

Pourcentage d'explication ( $r^2$ ) de la biomasse d'adventices par les mesures effectuées

Hauteur, qualité de la levée, couverture.....

# Conclusion Générale

- Mise en évidence de différences de compétitivité d'une variété à l'autre
- Variables les plus explicatives : hauteur, couverture du sol

## MAIS

- Peu de données (nombre d'essais, hétérogénéité des observations et mesures, type d'adventices, variétés..)
- Construction d'un modèle global difficile du fait des interactions fortes avec le milieu
- Résultats difficiles à valider en infestations naturelles

# Pour la suite....

- Poursuivre l'exploitation des données
- Poursuivre les essais
  - Plus de références
  - Approches plus globales de l'architecture du couvert
  - Modélisation dynamique de l'ensemble du couvert, à l'image de ce qui se fait avec les maladies foliaires
  - Valider les hypothèses émises avec d'autres types d'adventices
  - Améliorer la précision des essais AB

## Pour en savoir plus

- Rapport de stage de Laurent Poiret septembre 2007
- Poster colloque INRA Dinabio Montpellier mai 2008 et article Innovations Agronomiques (2009) 4, 115-12 « Des variétés rustiques concurrentes des adventices pour l'agriculture durable, en particulier l'agriculture biologique »
- Dossier désherber autrement : Combinaisons de techniques, un désherbage intégré pour durer ? Perspectives Agricoles n°361 novembre 2010 pp.23-24
- Poster au Columa 8-9 décembre 2010
- Communication à Eucarpia 1-2-3 décembre 2010
- Colloque FSOV – 13 janvier 2010