



FsoV

JEUDI 8 JANVIER 2015








**INTERACTION ENTRE STIMULATEURS DE DÉFENSE
DES PLANTES ET GÉNOTYPES DE BLÉ TENDRE DANS
LA LUTTE CONTRE LA SEPTORIOSE**

C. MAUMENE, A. SIAH, M. ORS, G. COULEAUD, B. RANDOUX,
P. RIGOLLE, S. SELIM, P. HALAMA, Ph. REIGNAULT

Arvalis-Institut du Végétal (Coordinateur : Claude MAUMENE)
ISA Lille
ULCO
Lasalle-Beauvais
GIE CLUB 5




LES STIMULATEURS DE DÉFENSE DES PLANTES (SDP) : DES
INDUCTEURS DE RÉSISTANCE CONTRE LA SEPTORIOSE DU BLÉ ?

- o *Mycosphaerella graminicola*
- o Ascomycète hémibiotrophe
- o Jusqu'à 40% de pertes de rendement
- o Pas de cultivar totalement résistant
- o Souches résistantes aux fongicides
- o Durabilité et efficacité de la lutte compromises
- o Plan Ecophyto





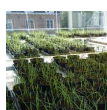
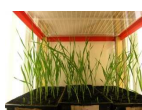
- o SDP : moyens de lutte innovant et alternatifs/complémentaires ?





OBJECTIFS DU PROJET « SDP-SEPTO » :

- **SDP** : agissent sur la physiologie de la plante
Impact du génotype ?
Interactions **SDP-cultivar** ?
- **Criblage** initial de 14 SDP potentiels au laboratoire et en serre
Mesure de l'**efficacité** : conditions contrôlées, serre, champ
Etude du **mode d'action** au laboratoire



MATERIELS ET METHODES :

- 1 souche (T01193) de *M. graminicola* (résistante aux triazoles et strobilurines) **au laboratoire**
- 3 cultivars de blé (*Triticum aestivum*) **au laboratoire et au champ**
- 14 SDPs testés (FSOV1 à FSOV14)

ALTIGO (7)
PREMIO (5.5)
ALIXAN (4)



NOM	CARACTERISTIQUES	D4	CHAMP
FSOVX	Origine	x L/ha ou kg/ha	T1 : D4 + 0.7-0.8 L/ha Cherokee® (35-40% dose recommandée)





MATERIELS ET METHODES : SDP UTILISÉS

PRODUIT	NOM COMMERCIAL/PRINCIPE ACTIF	DOSE PRÉCONISÉE
FSOV1	Acibenzolar-S-Methyl (Bion®)	0,06 Kg/ha
FSOV2	Nutri-phile® Excel	3 L/ha
o FSOV2Bis	LBG01F34®/Etonan®	2 L/ha
FSOV3	SDP de synthèse	1 L/ha
FSOV3Bis	SDP de synthèse	1 L/ha
o FSOV4	Iodus® 2 Céréales	0,5 L/ha
o FSOV6	SDP de synthèse	1 L/ha
o FSOV7	Nectar®	5 L/ha
o FSOV8	Extrait de microorganismes	6,75 L/ha
o FSOV8Bis	Extraits de microorganismes	3,75 L/ha
o FSOV9	Acides organiques	3 L/ha
o FSOV10	Polysaccharide de paroi	15 L/ha



MATERIELS ET METHODES : ESSAIS AU CHAMP

o 3 campagnes d'essais :

- 2011 (7 : FSOV1, FSOV2, FSOV6, FSOV7, FSOV8, FSOV 8Bis et FSOV10) ;
 - 2012 (10 : FSOV2, FSOV2Bis, FSOV7, FSOV8, FSOV8Bis, FSOV9, FSOV10, FSOV12, FSOV4+FSOV2 et FSOV4+FSOV10) ;

- 2013 (6 : FSOV2, FSOV2Bis, FSOV7, FSOV8, FSOV10 et FSOV4+FSOV2Bis) ;

+ 2011 : FSOV7

+ 2012 & 2013 : FSOV2bis

Testés sur une 30aine de cultivars sur les sites de :

- Florimond Desprez (Cappelle-en-Pévèle) ;

- Limagrain (Verneuil l'Etang) ;

- RAGT (Prémesques) ;

- Syngenta (Orgerus).

o Répétitions sur les sites de :

- Florimond Desprez (Cappelle-en-Pévèle) ;

- Limagrain (Verneuil l'Etang) ;

- RAGT (Prémesques) ;

- Syngenta (Orgerus).

o Références fongicides (sauf 2011 : pas de T2) :

- Haute : Cherokee® à T1 et Viverda® à T2

- Intermédiaire : Cherokee® à T1 et ½ Viverda® à T2

- Basse : ½ Cherokee® à T1 et ½ Viverda® à T2





EFFICACITÉ DE PROTECTION DES SDP EN CONDITIONS DE LABORATOIRE

- Comportement des cultivars vis-à-vis de T01193 conformes en conditions non-traitées à leurs niveaux de résistance
- Aucune efficacité à D4
- Efficacité à D1 de FSOV2, FSOV7, FSOV8, FSOV8Bis, FSOV9 et FSOV10
- Phytotoxicité et effet biocide de FSOV9
- Effet dose pour les différents SDP, moindre efficacité pour FSOV8 & FSOV8Bis
- Pourcentage de réduction des symptômes après traitement avec Opus®, FSOV2, FSOV7, FSOV8 et FSOV10 à D1, D2 et D3.

	Alixan			Premio			Altigo		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Opus®	99	93	7	99	86	13	99	99	20
FSOV2	79	63	2	73	67	9	15	38	10
FSOV7	96	94	8	96	93	34	97	95	25
FSOV8	0	18	0	27	3	12	39	14	0
FSOV10	70	20	0	88	40	6	44	38	12



EFFICACITÉ DE PROTECTION DES SDP AU CHAMP (1/2)

- Pression septoriose significative en 2013
- Test des efficacités & des interactions SDP/cultivar
- Niveaux de signification statistique des effets variété, SDP et de leur interaction sur le contrôle de la septoriose. ***, **, * : significatif à P = 0,001, 0,01 et 0,05, respectivement. - : non significatif.

	Effet variété	Effet traitement	Effet variété x traitement
AUDPC F1	***	***	***
AUDPC F2	**	***	-
AUDPC F3	**	***	-
F1 09 juillet	***	***	***
F1 04 juillet	***	***	**
F1 25 juin	**	*	-
F2 09 juillet	**	***	-
F2 04 juillet	**	***	*
F2 25 juin	*	***	-
F2 10 juin	*	***	-
F3 25 juin	-	*	-
F3 10 juin	**	**	*
F3 28 mai	-	-	-





CARACTERISATION DES INTERACTIONS SDP-CULTIVAR AU CHAMP (2/2)

- Variation de l'AUDPC sur les différents étages foliaires et du rendement (Rdt) en % par rapport à la référence basse (en gras et grisés les réductions significatives à P = 0,05 et en gras les augmentations significatives à P = 0,05).

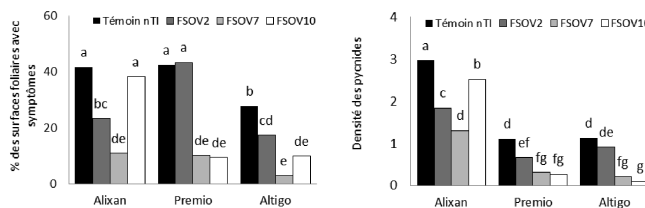
		FSOV2	FSOV2Bis	FSOV7	FSOV8	FSOV10	FSOV2Bis + FSOV4
Alixan	F1	-11	+8	-2	+2	-30	+44
	F2	-10	-3	+2	+5	-31	+18
	F3	-25	-28	-17	+4	-34	-8
	Rdt	+1,5	+1,1	-0,8	+0,9	+2,0	-1,1
Premio	F1	-25	-22	-9	-2	-36	+67
	F2	-23	-12	-36	-8	-39	-8
	F3	0	+1	-23	-5	-25	-9
	Rdt	+1,9	+1,5	+1,2	-0,1	+0,8	+0,6
Altigo	F1	-47	-34	-49	-34	-71	-4
	F2	-27	-28	-35	-18	-46	-16
	F3	-21	-18	-24	-20	-34	-15
	Rdt	+1,0	+1,7	+1,8	+1,6	+2,3	+0,5

- Réponses les plus fortes avec Altigo
- Efficacité la plus régulière avec FSOV10 (Altigo et Alixan)
- Pas d'effet sur le rendement



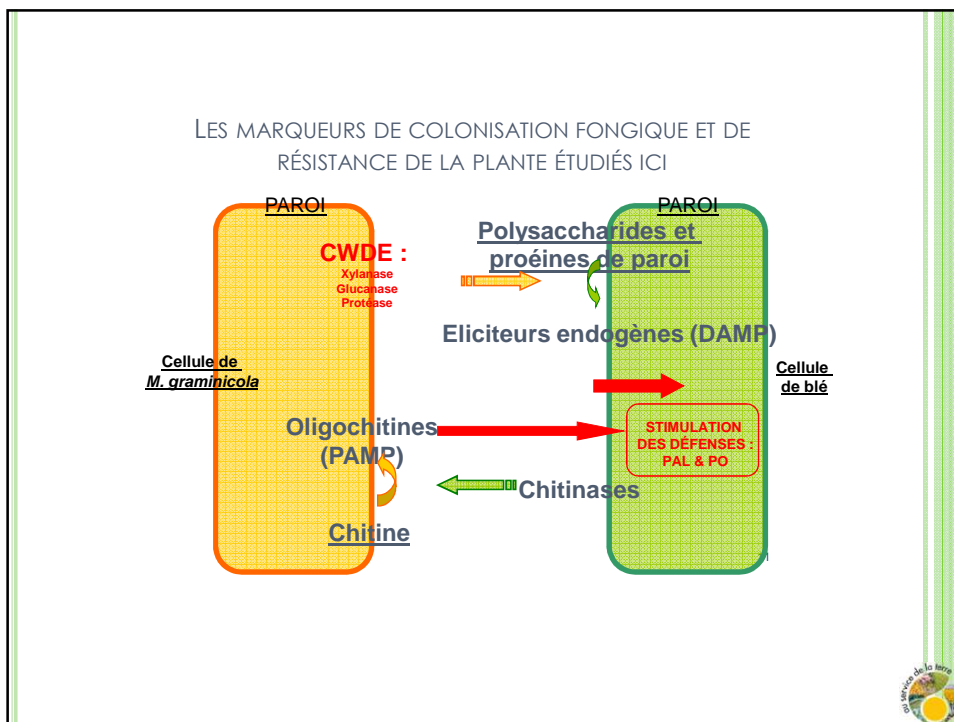
EFFICACITÉ DE PROTECTION DES SDP SOUS SERRE

- Sélection de FSOV2, 7 & 10 utilisés à la dose D3
- Efficacité de protection en serre de FSOV2, FSOV7 et FSOV10 sur les symptômes et la sporulation à 21 jpi sur les trois cultivars.



- Confirmation d'interactions SDP/cultivar (Ex : FSOV7/FSOV10)
- Même tendance d'effets sur les symptômes et la sporulation pour les 3 SDP





L'EFFICACITÉ DE PROTECTION EST LIÉE À LA COLONISATION

- Effet de FSOV2, FSOV7 et FSOV10 sur le processus infectieux du champignon sur les trois cultivars.

SG : spores germées;
SGP : spores germées et pénétrantes ;
CC : cavités stomatiques colonisées;
CCP : cavités stomatiques colonisées avec pycnides;

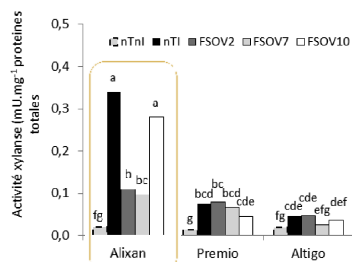
		% SG		% SGP		% CC		% CCP	
		nTI	abc	nTI	abc	nTI	abc	nTI	abc
Alixan	nTI	69	abc	53	abc	79	ab	19	abc
	FSOV2	72	ab	35	cd	77	ab	12	abc
	FSOV7	73	a	33	cd	55	bcd	13	abc
	FSOV10	59	abc	41	abcd	76	abc	25	a
Premio	nTI	71	ab	55	a	72	abc	24	ab
	FSOV2	58	abc	44	abc	68	abc	13	abc
	FSOV7	66	abc	44	abc	31	ef	4	c
	FSOV10	53	c	38	bcd	33	def	7	bc
Altigo	nTI	73	a	39	abcd	73	abc	5	c
	FSOV2	68	abc	53	ab	53	cd	4	c
	FSOV7	70	abc	33	cd	28	f	4	c
	FSOV10	55	bc	25	d	40	def	3	c

- Aucun effet direct sur le champignon sauf pour FSOV10
- Même tendance d'effets sur les symptômes et la sporulation pour les 3 SDP
- Corrélation entre % de colonisation et protection uniquement !



L'EFFICACITÉ DE PROTECTION EST LIÉE À LA RÉDUCTION DES ACTIVITÉS CWDE FONGIQUES

- Effet de FSOV2, FSOV7 et FSOV10 sur l'activité xylanase à 21 jpi sur les trois cultivars. nTnl, témoin non traité non inoculé. nTi, témoin non traité inoculé.

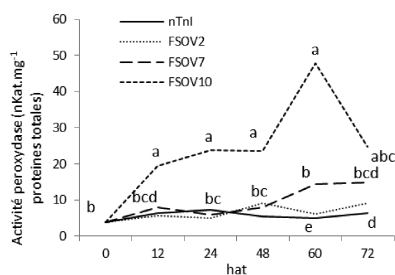


- Production forte chez Alixan
- Réduction d'activité avec Alixan
- Même tendance pour les activités glucanase et protéase



ABSENCE DE CORRÉLATION ENTRE LES ACTIVITÉS PÉROXYDASE (PO) ET PHÉNYLALANINE AMONIA-LYASE (PAL) ET L'EFFICACITÉ DE PROTECTION

- Elicitation de l'activité peroxydase chez les trois cultivars après traitement avec FSOV2, FSOV7 et FSOV10 en conditions non inoculées. nTnl, témoin non traité non inoculé.



- Seuls FSOV7 et 10 induit la PO
- Pas de corrélation avec l'efficacité de protection
- Même résultats pour Altigo et Premio et l'activité PAL





ABSENCE DE RELATION ENTRE LE NIVEAU D'INDUCTION DES DIX GÈNES DE DÉFENSE ÉTUDIÉS ET L'EFFICACITÉ DE PROTECTION (1/2)

- Effet cultivar sur l'expression relative des dix gènes de défense étudiés en conditions non traitées non inoculées.

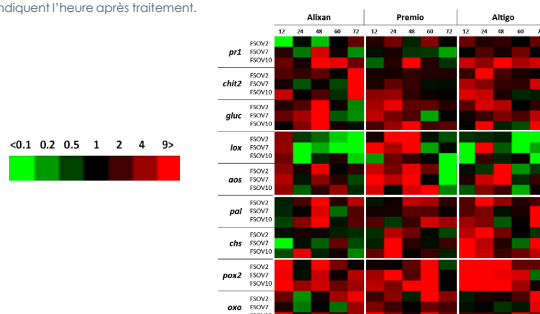
	Alixan	Premio	Altigo
<i>pr1</i>	1 ^b	10.9^a	9.1^a
<i>chit2</i>	1.0 ^b	2.1^a	1.4 ^b
<i>gluc</i>	1.0 ^b	9.9^a	10.8^a
<i>lox</i>	1.0 ^b	1.5^a	1.2 ^{ab}
<i>aos</i>	1.0 ^b	3.6^a	4.5^a
<i>pal</i>	1.0 ^b	2.7^a	1.4 ^b
<i>chs</i>	1.0 ^a	0.6^b	0.6^b
<i>pox2</i>	1.0 ^b	2.1^a	0.8 ^b
<i>oxo</i>	1.0 ^b	5.1^a	1.5 ^b

- Premio et dans une moindre mesure Altigo présentent des niveaux d'expression plus élevés comparativement à Alixan
- Les différences de niveau d'expression entre Premio et Altigo varient en fonction du gène considéré.



ABSENCE DE RELATION ENTRE LE NIVEAU D'INDUCTION DES DIX GÈNES DE DÉFENSE ÉTUDIÉS ET L'EFFICACITÉ DE PROTECTION (2/2)

- Expression relative des dix gènes de défense étudiés sur Alixan, Premio et Altigo après traitement avec FSOV2, FSOV7 et FSOV10 en conditions non inoculées. Les chiffres indiquent l'heure après traitement.



- Tous les produits induisent l'expression des gènes étudiés sur les trois cultivars
- Le niveau d'expression et le moment de l'induction, dépendent du SDP et du cultivar
- Les profils d'expression des gènes *pox2* et *pal* ne semblent pas suivre les profils d'activité enzymatique PO et PAL
- Aucune liaison entre profil d'expression des gènes et l'efficacité de protection





CONCLUSIONS

- **Première étude de SDP** sur le pathosystème Blé-*M. graminicola*
- Six SDP sur 14 présentent des **efficacités significatives** et dose-dépendantes
- Seuls les SDP **associés à un traitement fongicide** ont apporté un complément d'efficacité (le plus souvent non significatif)
- **Interactions SDP-cultivar significatives** pour FSOV2 et FSOV10 **en serre** et pour FSOV2, FSOV2Bis, FSOV7 et FSOV8 **au champ** (étage foliaire F1).
- Efficacité fortement **corrélée à certains paramètres du développement** du champignon (colonisation du mésophile, production de CWDE).
- Efficacité **pas associée à l'élicitation des activités et à l'expression des gènes testés**
-
- L'utilisation des SDP ne peut être envisagée au champ que dans le cadre d'une insertion dans un programme conventionnel.
- Importance du choix variétal dans l'utilisation des SDP pour lutter contre la septoriose du blé, mais également pour évaluer l'activité de nouveaux candidats.

