

6. Outils de gestion - Stratégies alternatives : Quelles perspectives grâce au biocontrôle ?

Résultats des expérimentations menées au laboratoire et en champs sur l'utilisation de stratégies de biocontrôle (éliciteurs et souches antagonistes)

Présenté UPJV, Fytofend et Arvalis.

Outils de gestion : stratégies alternatives

Biocontrôle : quelles perspectives ?

Introduction sur le Biocontrôle

Olivier Van
Wuytswinkel



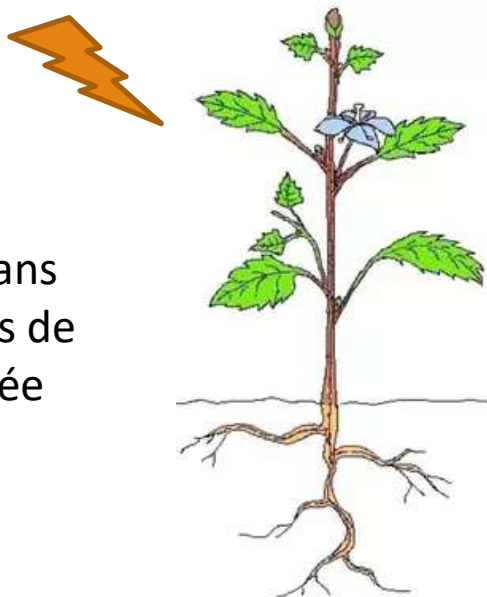
Biocontrôle = méthodes de protection des végétaux utilisant des mécanismes naturels

Agents stimulant les mécanismes naturels de défense de la plante

Quels sont ces agents?

- Des macroorganismes (insectes)
- Des médiateurs chimiques (phéromones)
- Des microorganismes (bactéries, fungi)
- Des substances naturelles (végétales, animales, minérales, microbiennes)

Impliqués dans des stratégies de lutte intégrée



Stratégie

En milieu contrôlé (serre – Robot de phénotypage)



Tests en champs

Présentation des résultats

Présentation en trois parties

Thème
Microorganisme antagoniste
Verticillium isaacii
Eliciteurs de défense des plantes
COS-OGA (Fytosave/Fytosol)
Essais « Biocontrôle » au champs

Intervenant
Julie MOYSE (doctorante Ugent)



Géraldine VAN AUBEL



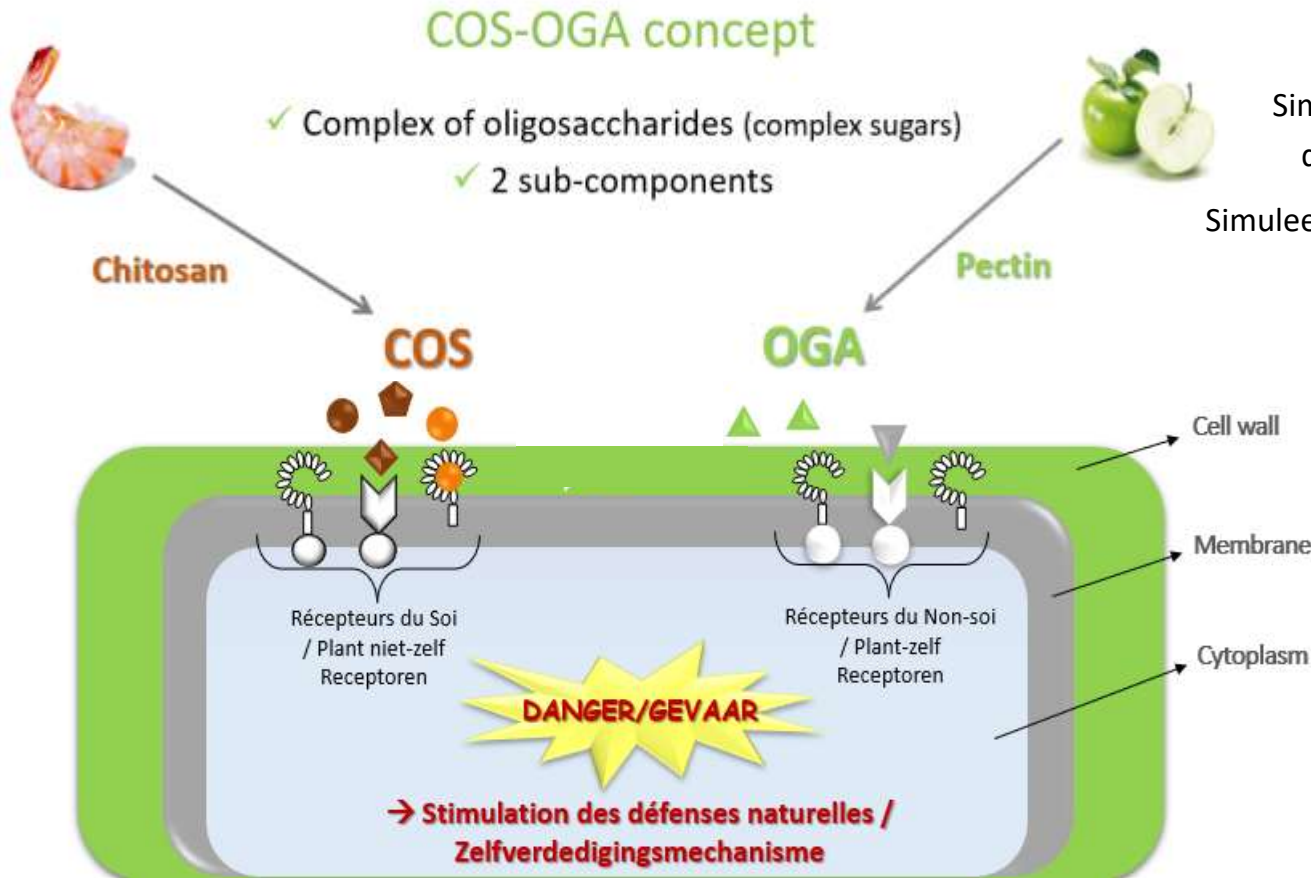
Benoît NORMAND



Combiner éliciteurs et variétés tolérantes pour contrôler la verticilliose

Géraldine VAN AUBEL

Mime la présence de **pathogènes**
Simuleert de aanwezigheid van **pathogenen**



Simule la **dégradation** de la **paroi végétale**
Simuleert de **wandafbraak** van planten

Boller & Felix, 2009
Ann. Rev. Plant Biol.

Combiner éliciteurs et variétés tolérantes pour contrôler la verticilliose

COS-OGA® Key points

- **Breveté et enregistré comme PPP**
- **Pas de résidu/LMR**
- **Pas de risque de résistance**
- **Résistant aux UV et au lessivage**
- **Pas de phytotoxicité**
- **Stable à température ambiante**
- **Autorisé en BIO et compatible avec IPM**
- **Gepatenteerde en geregistreerd als GBM (10347P/B)**
- **Geen residu, geen MRL**
- **Geen risico op resistentieopbouw**
- **Niet beïnvloed door UV en regenvastheid**
- **Geen fytotoxiciteit**
- **Stabiel bij kamertemperatuur**
- **Toegelaten in OF en belangrijk instrument voor IPM**



Efficace contre les oïdiums sur vigne, légumes et ornementales

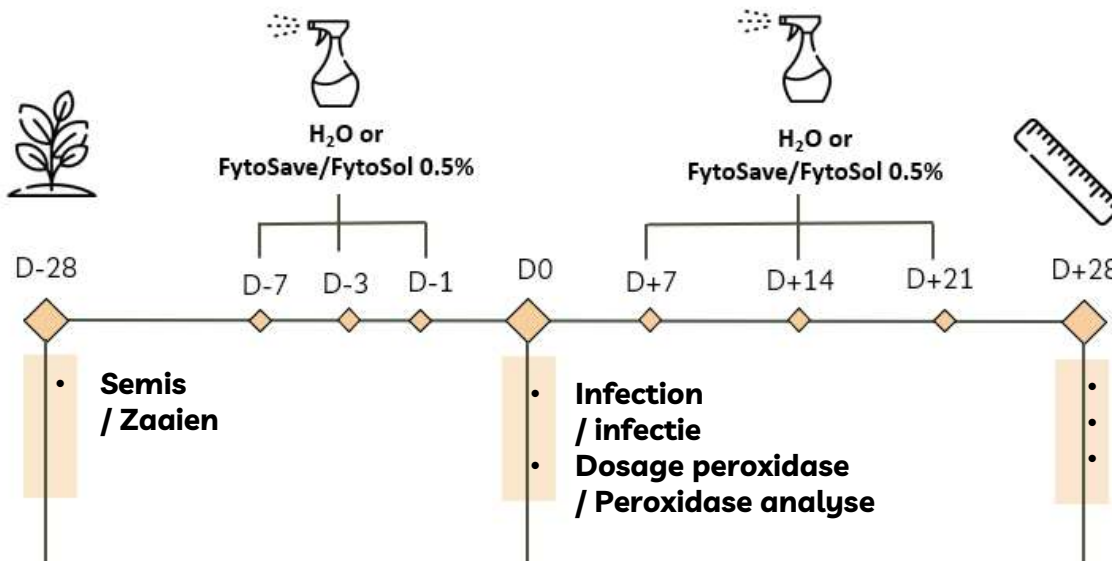


Efficace contre le mildiou de la pomme de terre

Combiner éliciteurs et variétés tolérantes pour contrôler la verticilliose

COS-OGA est-il capable de stimuler la défense chez le lin ?
COS-OGA est-il efficace contre *Verticillium dahliae* (Vd)?

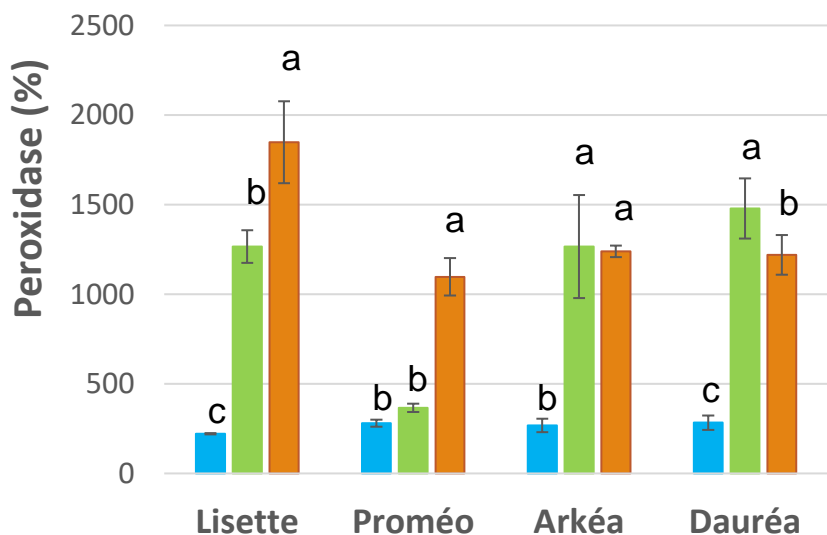
Kan de COS-OGA het zelfverdedigingsmechanisme in vlas versterken?
Is COS-OGA effectief tegen *Verticillium dahliae* (Vd)?



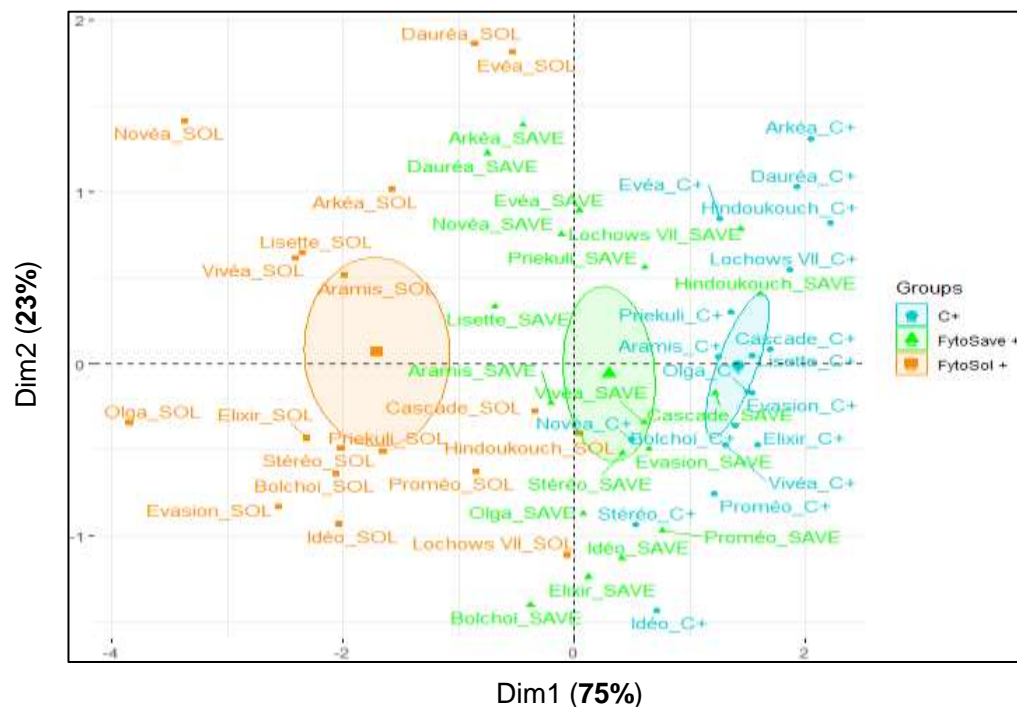
Biocontrôle

Essais en laboratoire – Réponse à l'élicitation de différentes variétés

- Dosage de la peroxydase (marqueur d'élicitation)
- Toutes les variétés semblent répondre au COS-OGA → FytoSol > FytoSave
- ACP sépare clairement les traitements
→ Forte réponse au COS-OGA

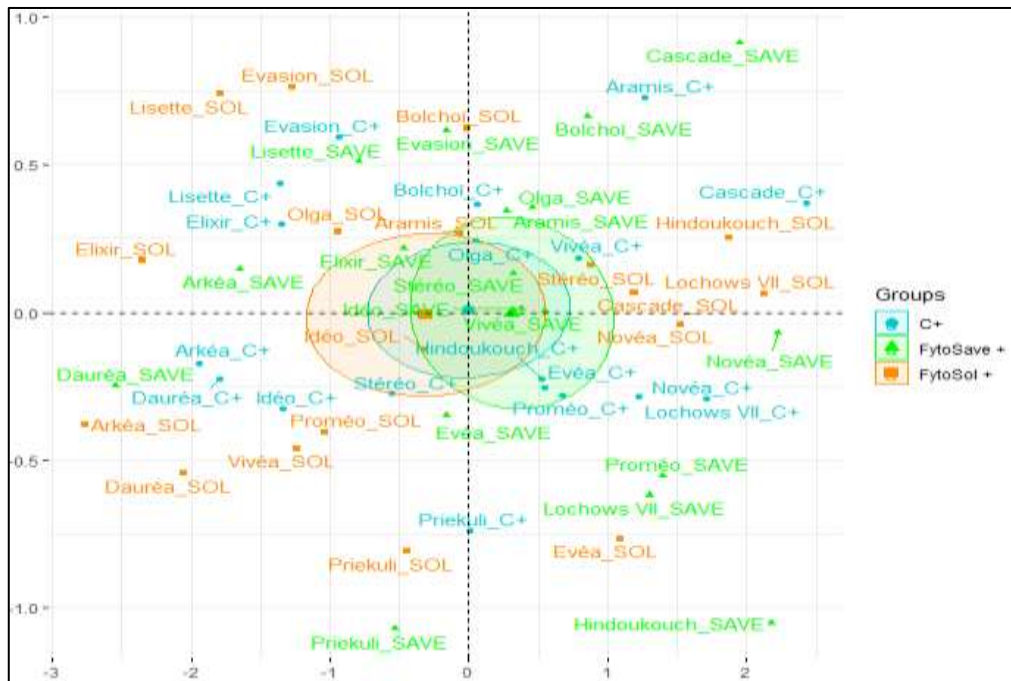


■ Control (H2O) ■ FytoSave 0,5% ■ FytoSol 0,5%



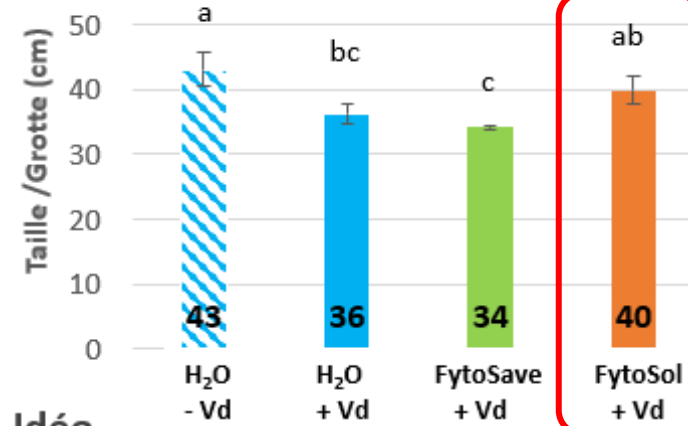
Essais en laboratoire – FytoSave et FytoSol contre la verticilliose

- Faible effet du COS-OGA contre le Vd sauf pour 4 combinaisons :
→ Évéea/FytoSol – Proméo/FytoSave – Arkéa/FytoSave – Idéo/FytoSave
- ACP ne sépare plus les traitements avec les variables poids sec et taille

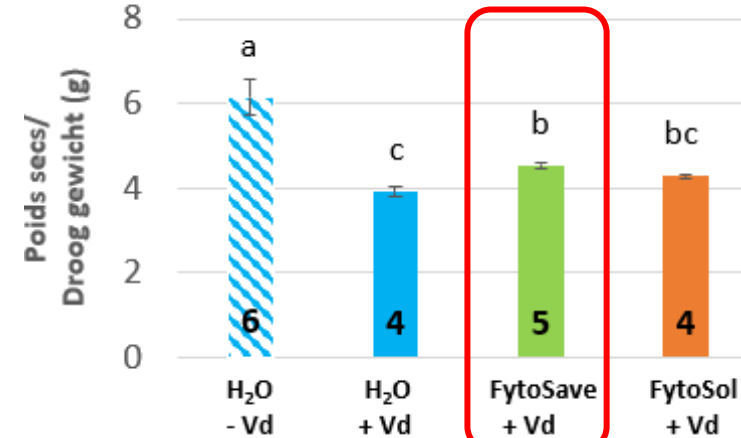


Dim1 (89%)

Évéea



Idéo



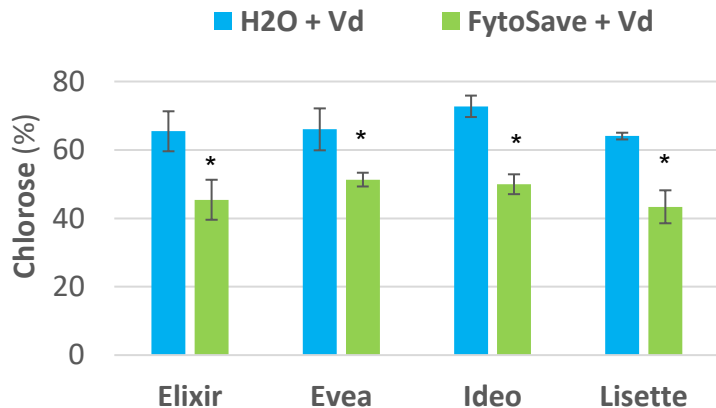
Essais en laboratoire – Autres effets observés

- ↘ taille, ↘ poids sec et ↗ de la chlorose = **symptômes peu spécifiques**
- **Influence d'autres facteurs** sur les symptômes → cas de l'oïdium
- **FytoSave protège contre l'oïdium**

Scoring	Foliar area affected
0	< 5%
1	5 - 25%
2	25% - 50%
3	50 - 75%
4	75 - 100%

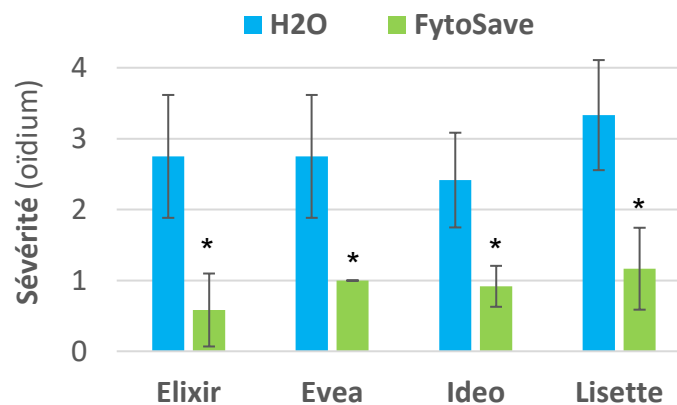
Chlorose après infection par *V. dahliae*

Chlorose na infectie met *V. dahliae*



Score de sévérité de l'oïdium

Aantasting van echte meeldauw



H₂O



FytoSave

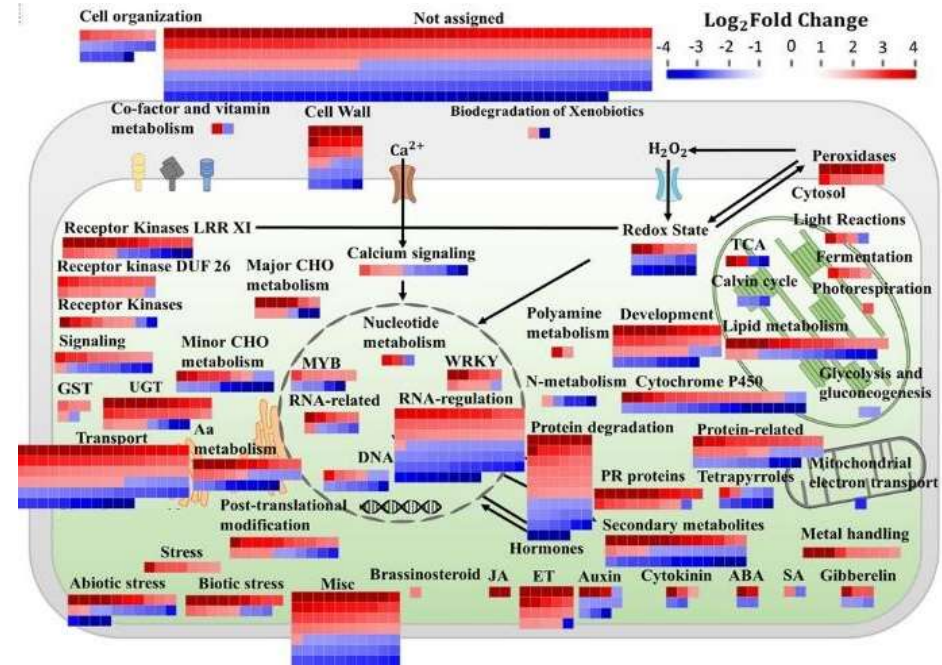
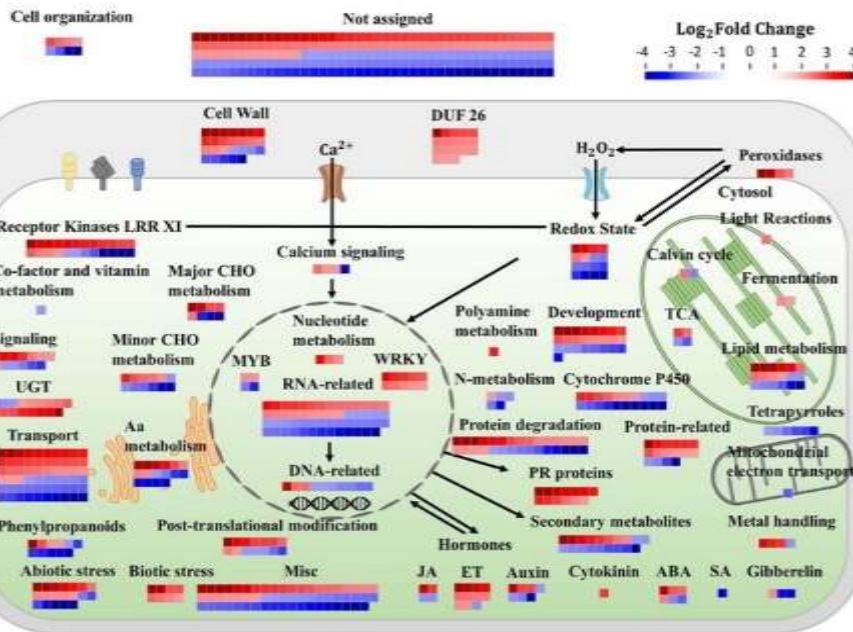


Essais en laboratoire – Réponse transcriptomique à *Verticillium*

- Analyse RNAseq de l'effet de *Verticillium* sur Elixir (variété tolérante)
- Trois pulvérisations préventives de FytoSave amplifient la réponse!

3X H₂O
+ *V. dahliae* infection
7 days post infection

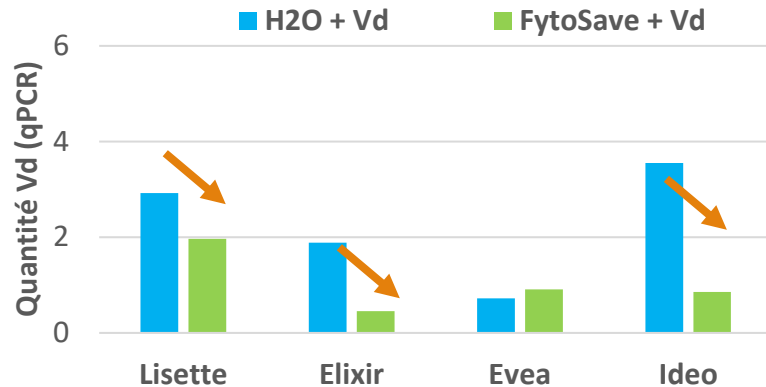
3X FytoSave
+ *V. dahliae* infection
7 days post infection



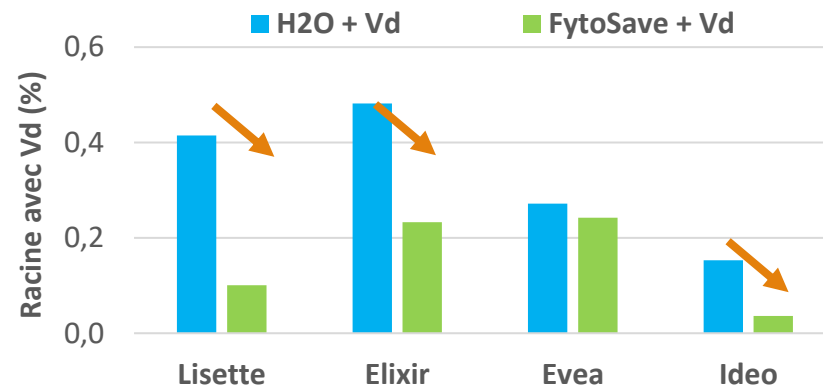
Essais en laboratoire – Détection moléculaire (tige) et analyse d’image (racine)

- Collecte de la base des tiges → **Quantification de Vd par qPCR** avec amorces spécifiques (Bilodeau, 2012)
- Collecte des racines → **Quantification de Vd à la surface des racines** par analyse d’image

Quantité de *Verticillium* (Vd) dans les tiges
Hoeveelheid *Verticillium* (Vd) in de stengels



Colonisation à la surface des racines par *Verticillium* (Vd)
Kolonisatie op het worteloppervlak door *Verticillium*



Elixir



Essais au champs : quelles solutions?

Benoît NORMAND
ARVALIS



Les spécialités testées : 10 Biocontrôles et 2 « classiques »

Applications :

A: au semis

B : à partir du stade BBCH 12-14

C, D, E et F : tous les 7/10 jours

Volume de bouillie : 200 à 300L/ha

Modalités	Formulation	Dose application / intervention	Substances actives	Applications	Type d'application	ARVALIS	INAGRO	Année
Témoin Non Traité	/	/	/	/	/	X	X	Toutes
BCP_1*	SC	2 l/ha	Bacillus subtilis QST 713	B C D E F	Foliaire	X	X	2019
BCP_2 = FytoSave*	SL	2.5 L/ha	COS-OGA	B C D E F	Foliaire	X	X	2019/ 2020
BCP_3 = FytoSol*		2,5 l/ha	COS-OGA	B C D E	Foliaire	X	X	2019/ 2020 (BE)
BCP_4*	WP	0,75 kg/ha	Cerevisane	B C D E F	Foliaire	X	X	2019/ 2020
Pictor Pro* (FR) ou C* (BE)	WG	0.5 kg/ha	Boscalid 50 %	B D	Foliaire	X	X	2019
BCP_5 = K* (BE) ou HELIOSOUFRE S (FR)	WG / SC	2.5 Kg/ha ou 3L/ha	Soufre	B D F	Foliaire	X	X	2020/ 2021
FL1801*	EC	0,5 l/ha	SDHI + triazole	D	Foliaire	X	X	2020
BCP_6 *	GR	20kg/ha	Extrait d'ail	A	Au sol		X	2021
BCP_7 *	SC	3l/ha	Extrait d'ail	C D E F	Foliaire	X		2021
BCP_8*	SL	4l/ha	Phosphonate de potassium	B D F	Foliaire		X	2021
BCP_9 = OPTIPLANT	?	1.5l/ha	Extrait microbien + Oligo-éléments	B D F	Foliaire	X	X	2021/2022
BCP_10 = INTEGRAL PRO	FS	0.013l/q	Bacillus amyloliquefaciens	A	TS	X	X	2021/2022
BCP_10 + BCP_9	FS + ?			A B C D	TS + Foliaire	X	X	2022
BCP_10 + BCP_2	FS + SL			A B C D	TS + Foliaire	X	X	2022

Essais réalisés sur 2 types de variétés :

- « tolérantes » = EVEA (2019-2021), IDEO (2022)
- « sensible » = LISETTE (2019-2022)

*: pas encore autorisé dans la culture du lin



Les spécialités testées : 10 Biocontrôles et 2 « classiques »

Quels enseignements?

Effets observés de certaines spécialités

	Hauteurs		Intensité verticilliose		% Fibres totales	
	Var sensible	Var tolérante	Var sensible	Var tolérante	Var sensible	Var tolérante
2019	+ BCP_2 = FytoSave + BCP_3 = Fytosol + Pictor Pro	~ BCP_1 ~ BCP_3 ~ BCP_4 ~ FL1801	~ BCP_1	~ BCP_1 ~ BCP_3 = Fytosol ~ BCP_4		
2020	~ BCP_2 = FytoSave					
2021			~ BCP_1	~ BCP_1		~ BCP_5 = HELIOSOUFRE S
			~ BCP_9	~ BCP_9		~ BCP_10 = INTEGRAL PRO
2022			~ BCP_10 + BCP_9	~ BCP_9 + BCP_2		

- Effets parfois positifs pour certaines spécialités sur la hauteur, surtout en conditions stressantes (2019/2020)
- Effets sur la verticilliose mis en évidence mais seulement en tendance (pas significatifs)
- Mauvaise corrélation entre symptômes en végétation et symptôme en cours de rouissage

Les spécialités testées : étude de l'intérêt d'une souche antagoniste *V. IsAACii*

Effet sur la maladie en végétation et en cours de rouissage

2021 : 2 essais (INAGRO et LINEA)

2022 : 3 essais (INAGRO, LINEA et ARVALIS)

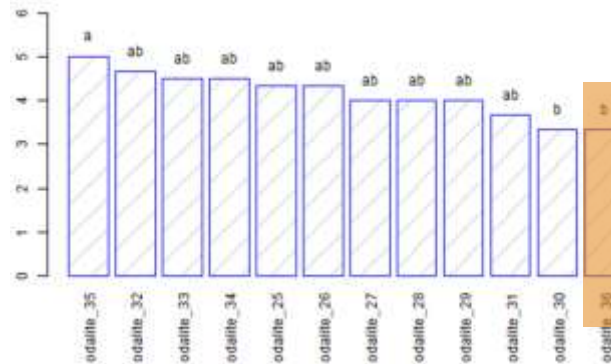
Résultats 2021 (INAGRO) – en %

		22/07/2021	30/07/2021	11/08/2021
% of swath with Verticillium		before pulling	just after pulling	during retting
Bolchoi	Untreated	3,0	24,4	48,8
	Vt305	2,0	29,4	46,9
Ideo	Untreated	1,4	34,3	25,7
	Vt305	1,3	32,9	24,3
Lisette	Untreated	32,1	72,1	54,3
	Vt305	22,1	78,6	54,3
WPB Pauline	Untreated	10,7	38,6	44,3
	Vt305	14,3	42,1	41,4



Pas d'effets significatifs sur la verticilliose

Résultats 2021 (LINEA) – Echelle 0-6



Effet positif de Vt305 sur la variété WPB PAULINE

Résultats 2022 (ARVALIS) – Echelle 0-10

	Avant arrachage		Pendant rouissage	
	moy ajust	GH_5pct	moy ajust	GH_5pct
LISETTE	6.8	a...	7.4	ab
ELIXIR	5.1	.b..	7.3	ab
WPB PAULINE	4.6	.b..	7.5	a.
VIVEA	3.9	.bc.	7.6	a.
BOLCHOI	2.9	..cd	6.5	.b
IDEO	2.2	...d	6.8	ab



Pas d'effets de Vt305 – Uniquement un effet variétal... mais...

Les spécialités testées : étude de l'intérêt d'une souche antagoniste *V. isaacii*

Effet sur le rendement sur 1 essai en 2022

Fact 1 = Vt305

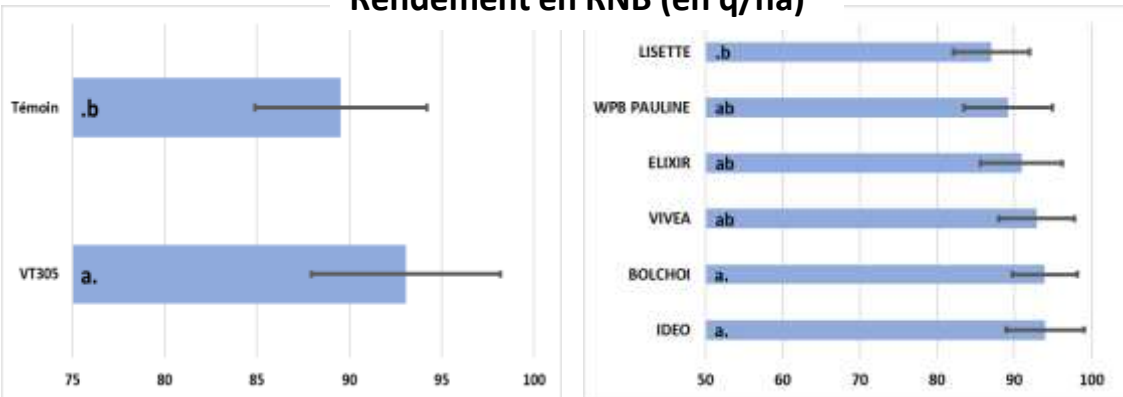
Fact 2 =

Variétés

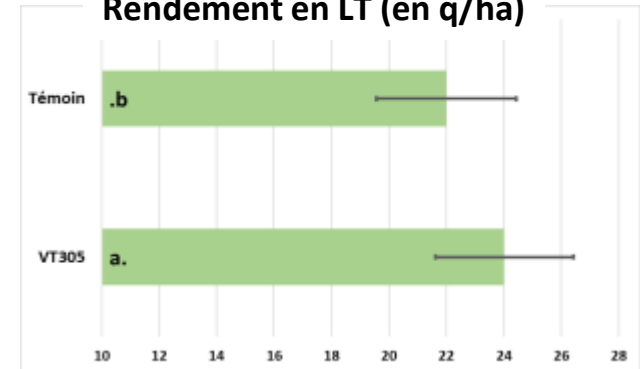
source	Df	Sum_Sq	Mean_Sq	F_value	p_value	Signif
bloc	5	73.76	14.75	0.48	0.79	NS
fact1	1	222.78	222.78	7.32	0.01	**
fact2	5	472.51	94.50	3.10	0.02	*
fact1.fact2	5	87.60	17.52	0.58	0.72	NS
Residuals	55	1674.30	30.44			

source	Df	Sum_Sq	Mean_Sq	F_value	p_value	Signif
bloc	5	13.66	2.73	0.37	0.87	NS
fact1	1	73.44	73.44	9.85	0.00	**
fact2	5	63.63	12.73	1.71	0.15	NS
fact1.fact2	5	22.52	4.50	0.60	0.70	NS
Residuals	55	409.91	7.45			

Rendement en RNB (en q/ha)



Rendement en LT (en q/ha)



- Un impact positif sur les rendements en Roui Non Battu
- Un effet variétal qui se confirme sur le poids de paille (RNB) mais pas en lin teillé
- Ecart de rendement plus marqué sur les variétés « sensibles »

	VT305	Témoin	Ecart
LISETTE	22.8	19.7	3.1
BOLCHOI	22.5	22.5	0.0
VIVEA	25.4	22.4	3.0
ELIXIR	23.4	22.3	1.1
WPB PAULINE	24.8	22.5	2.4
IDEO	25.1	22.6	2.5

Outils de gestion : stratégies alternatives

Biocontrôle : quelles perspectives ?

Conclusions transversales

FytoSave/ FytoSol (éliciteurs)

- En laboratoire → Symptômes \searrow plutôt sur variétés tolérantes
 - Quantité de *Verticillium* \searrow dans les tiges et sur les racines (FytoSave)
 - Protection contre l'oïdium (+ FytoSave)
- En champ → Symptômes \searrow en saison sèche mais pas systématique
 - Pas de données sur le rendement en fibres

Vt305 (souche antagoniste)

- En laboratoire → Symptômes \searrow sur variété sensible
 - Quantité de *Verticillium* \searrow dans les tiges
- En champ → Symptômes \searrow sur variété sensible
 - Effet + sur RNB et sur le lin teillé!

-> Effets non systématiques à approfondir avant recommandation