



HAL
open science

Les avancées pour une meilleure gestion des principaux bioagresseurs du tournesol.

Celia Seassau, Jean-Noel Aubertot, Philippe Debaeke, Gregory Dechamp-Guillaume, Emmanuelle Mestries, Stephane Munos

► To cite this version:

Celia Seassau, Jean-Noel Aubertot, Philippe Debaeke, Gregory Dechamp-Guillaume, Emmanuelle Mestries, et al.. Les avancées pour une meilleure gestion des principaux bioagresseurs du tournesol.. Journées d'Echanges Tournesol, Jun 2016, Toulouse, France. hal-02741769

HAL Id: hal-02741769

<https://hal.inrae.fr/hal-02741769>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les avancées pour une meilleure gestion des principaux bioagresseurs du tournesol....

Célia Seassau (INP-Purpan), Jean-Noël Aubertot (Inra, AGIR), Philippe Debaeke (Inra, AGIR), Grégory Dechamp-Guillaume (INP-ENSAT), Emmanuelle Mestries (Terres Inovia) & Stéphane Muños (Inra, LIPM)

Un complexe parasitaire large...



Orobanche



Verticillium



Sclérotinia



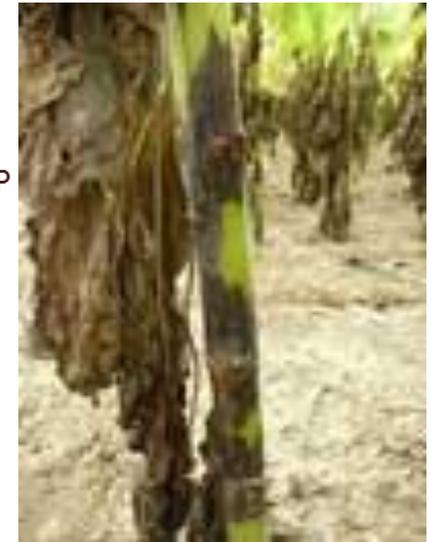
Mildiou



Phomopsis



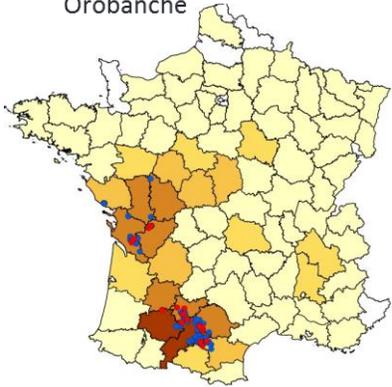
Phoma et DP



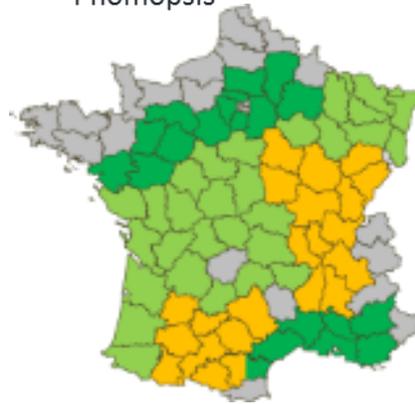
... réparti différemment sur le territoire



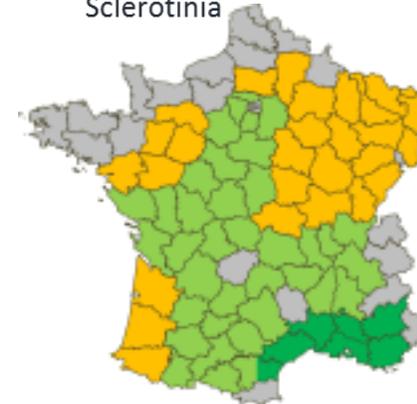
Orobanche



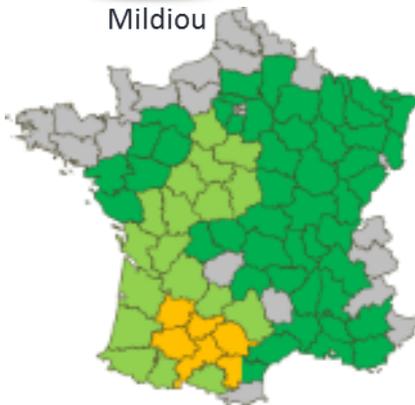
Phomopsis



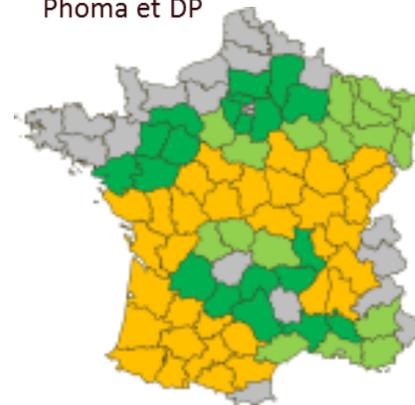
Sclérotinia



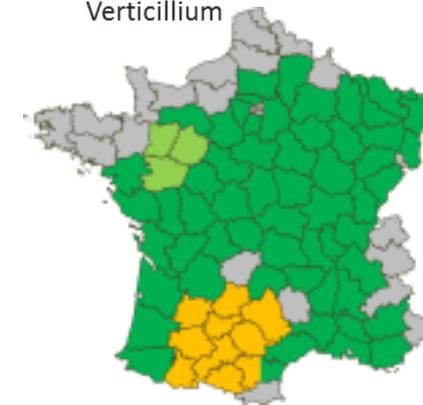
Mildiou



Phoma et DP



Verticillium



Répartition et fréquence

- Peu fréquente
- Moyennement fréquente
- Fréquente
- Très fréquente
- Département avec moins de 200 ha de tournesol en 2014 (Agreste, Nov 2014)

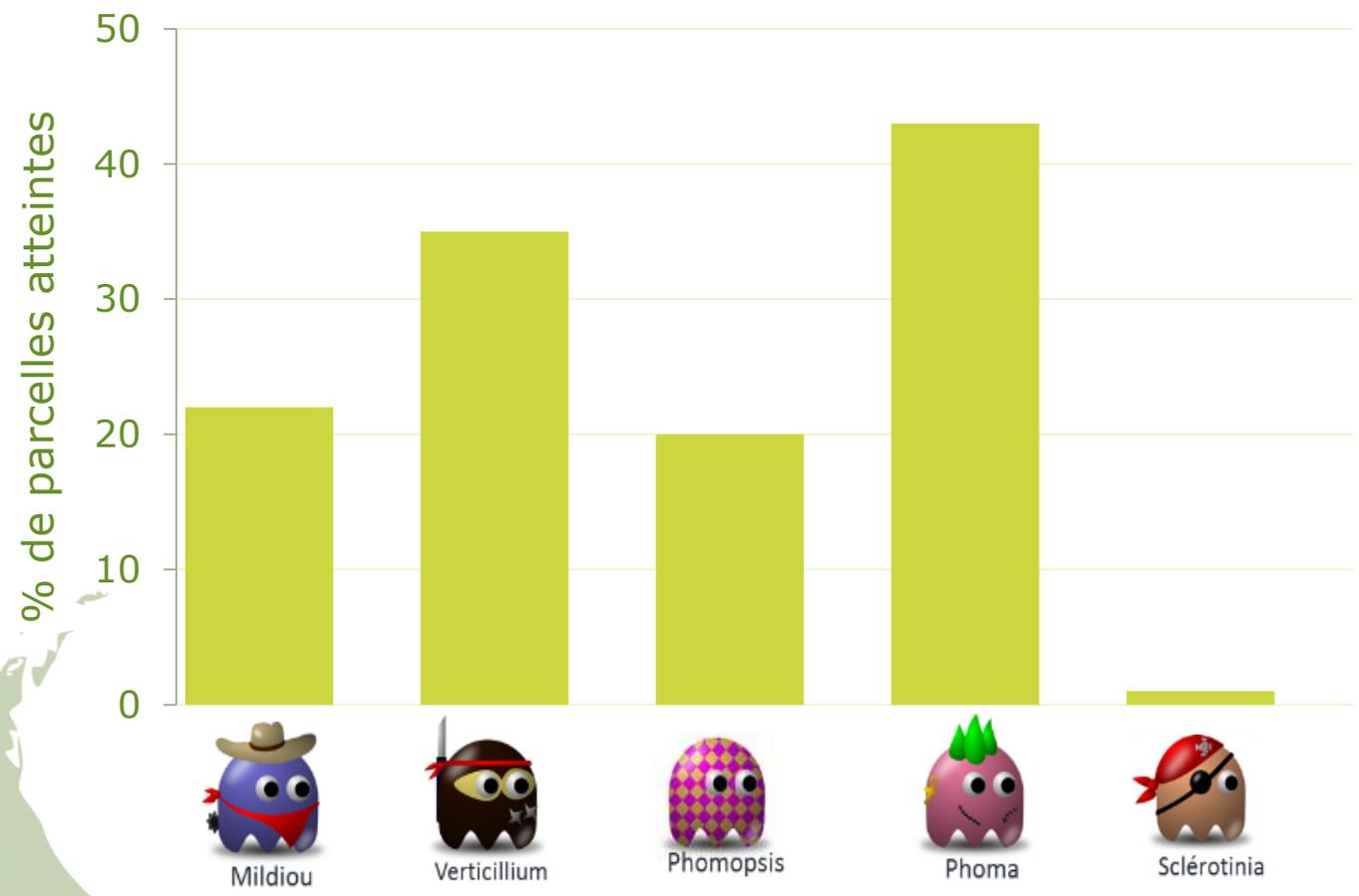
Question !

Selon-vous, quelle était la principale maladie observée dans le Sud-Ouest en 2015 ?

- 1) Le mildiou
- 2) Le phoma
- 3) Le sclérotinia
- 4) Le phomopsis
- 5) Le verticillium



Maladies les plus présentes dans le Sud-Ouest en 2015



453 parcelles BSV Aquitaine - Midi-Pyrénées 2015

Nb de parcelles touchées par l'Orobanche en France

2011	2013	2015
49	151	221

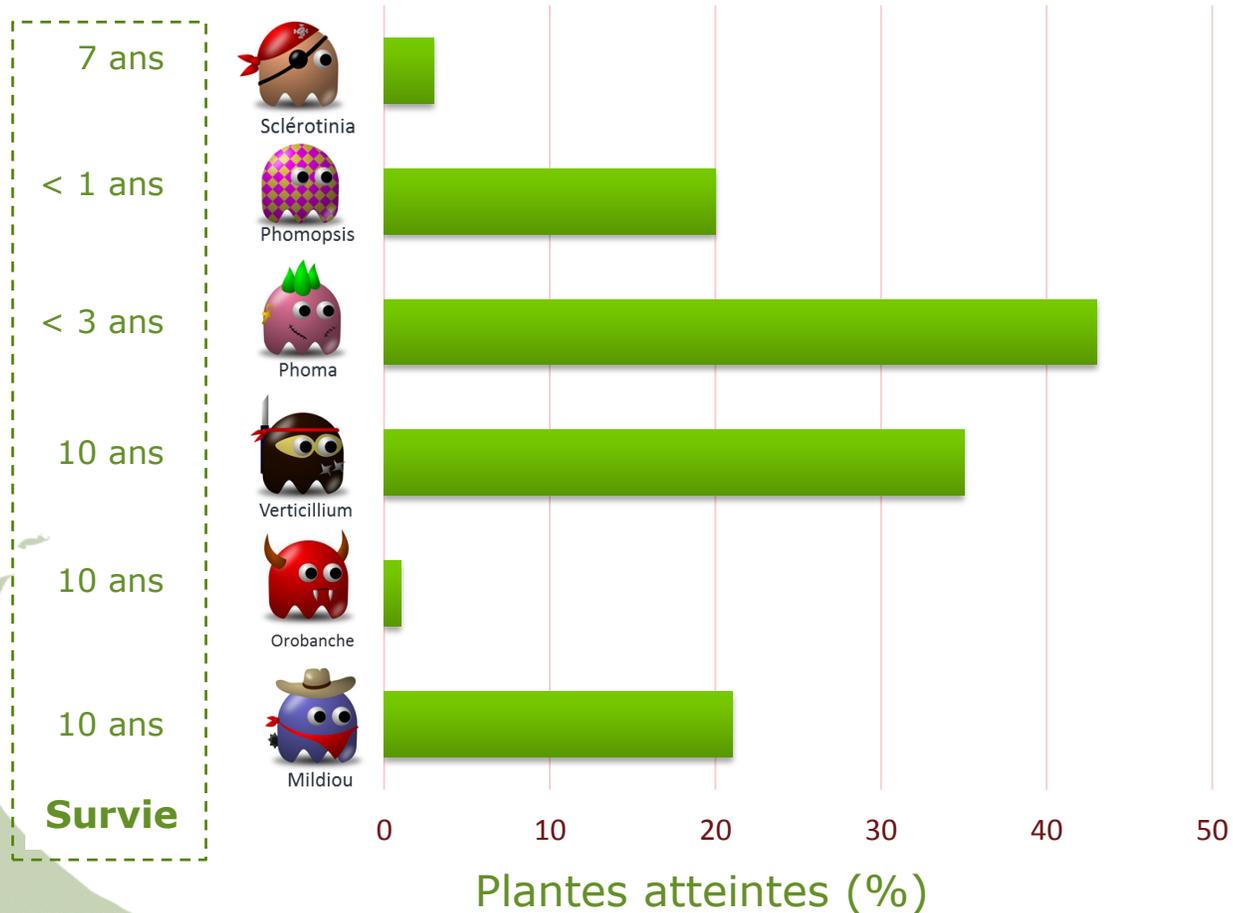


Orobanche

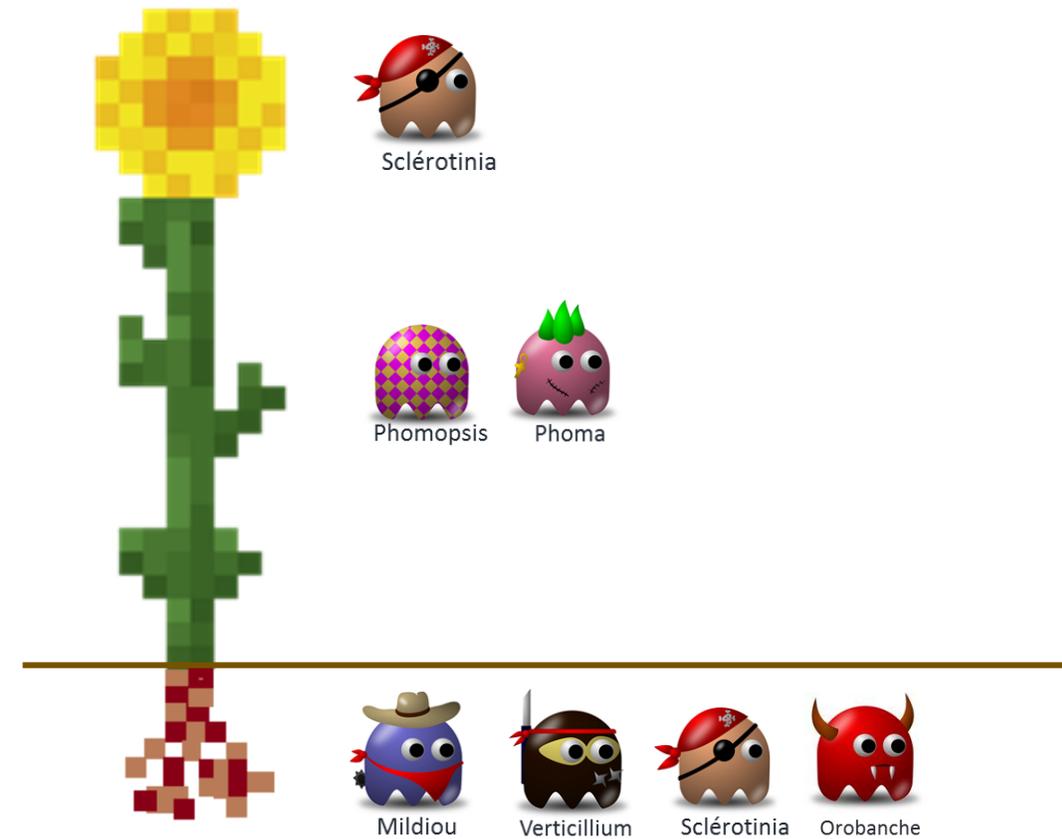
(Données Terres Inovia)

La notion de profil de dégâts...

A l'échelle de la parcelle



Origine des contaminations



... de complexe parasitaire



Orobanche



Mildiou



Verticillium



Phoma



Phomopsis



Phoma



Verticillium



Phomopsis

Méthodes de lutte et de contrôle de ces bioagresseurs

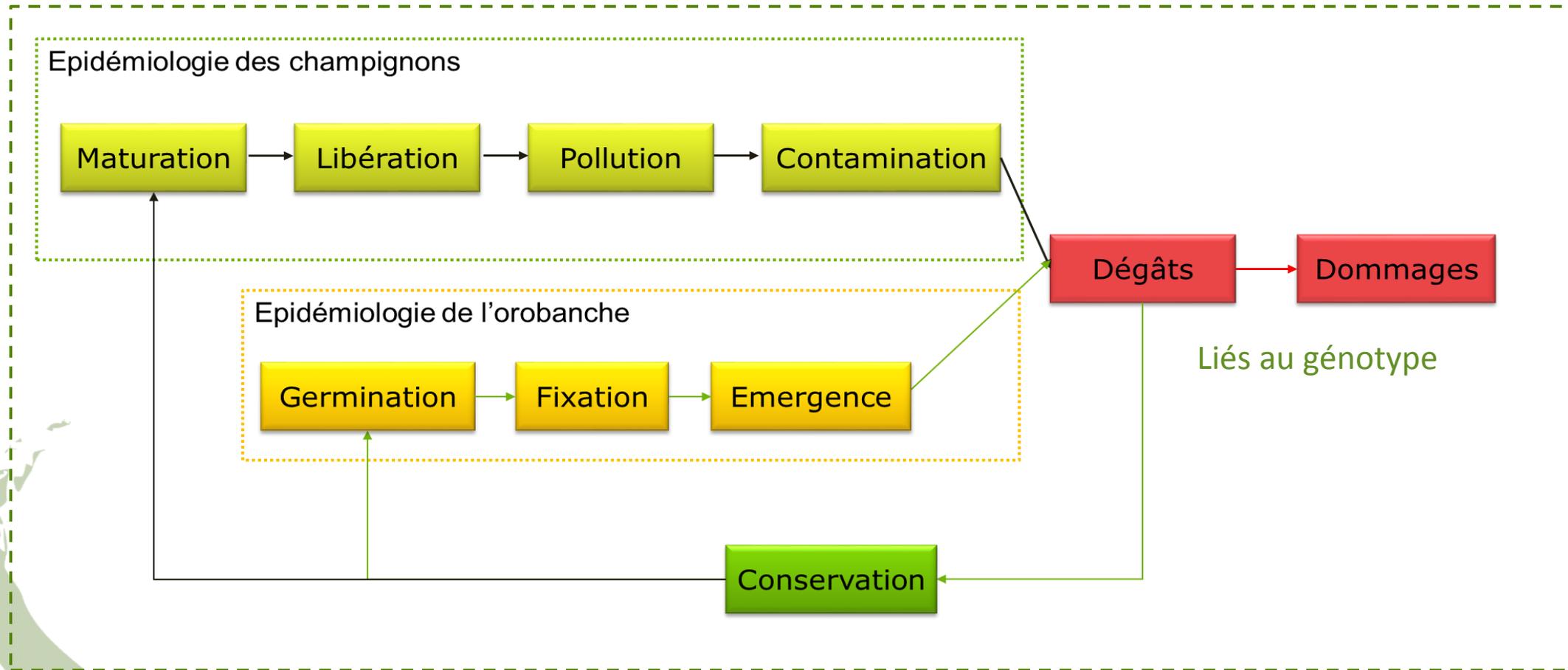


Contrôle génétique	+++	+++	+++	+++	+	++
Lutte chimique	++/+++	++	-	+++	++	-
Lutte physique	-	-	+	-	-	-
Lutte biologique	-	-	-	-	-	+
Contrôle cultural	+	++	+	++	++	++

(+) efficacité de la méthode
 (-) pas de méthode de lutte.

Cycle des bioagresseurs

Environnement : pression parasitaire, sol, climat, assolement local
Système de culture : rotation, conduite culturale, choix variétal



Les axes de recherche explorés pour mieux gérer les bioagresseurs

Maitriser les contaminations artificielles pour comprendre la relation hôte-pathogène

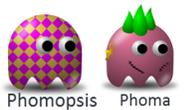
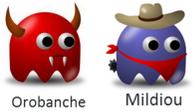
Identifier, évaluer la diversité des races et décrypter le génome des bioagresseurs

Comprendre le déterminisme génétique de la résistance du tournesol (QTL et gènes exprimés)

Modéliser la production d'inoculum primaire pour une meilleure prévision du risque

Evaluer l'effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du pathogène pour améliorer le conseil sur la culture

Prendre en compte les interactions entre l'environnement x SDC x conduite x variété x bioagresseurs à l'échelle spatiale et temporelle à travers des outils d'aide à la décision (modèles)

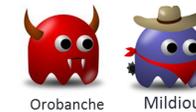


Les axes de recherche explorés pour mieux gérer les bioagresseurs

Maitriser les contaminations artificielles pour comprendre la relation hôte-pathogène

Identifier, évaluer la diversité des races, et décrypter le génome des bioagresseurs

Comprendre le déterminisme génétique de la résistance du tournesol (QTL et gènes exprimés)



Modéliser la production d'inoculum primaire pour une meilleure prévision du risque

Evaluer l'effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du pathogène pour améliorer le conseil sur la culture

Prendre en compte les interactions entre l'environnement x SDC x conduite x variété x bioagresseurs à l'échelle spatiale et temporelle à travers des outils d'aide à la décision (modèles)



Diversité des races de l'*Orobanche cumana*



Orobanche



Lignée 2603

Lignée 2603
+ *O. cumana*

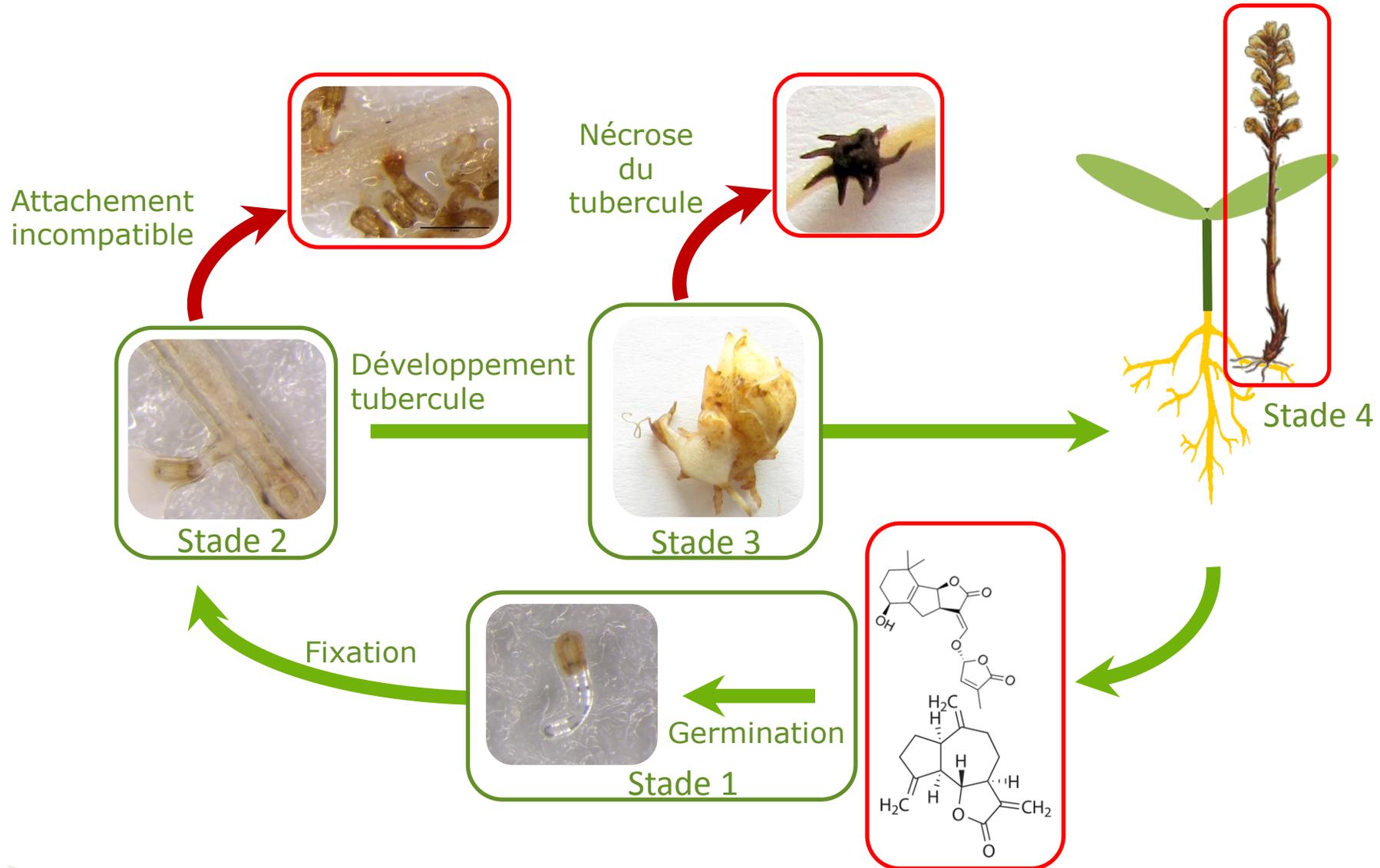
Réduction de la taille, retard de floraison,
faible production de graines

Différentes races et gènes de résistance de l'orobanche

	Races	Gène de résistance
Gènes de résistance	A	Or1
	B	Or2
	C	Or3
	D	Or4
	E	Or5
QTLs : résistance + durable	F	Or6, QTLs
	G	Or7 ?, QTLs ?

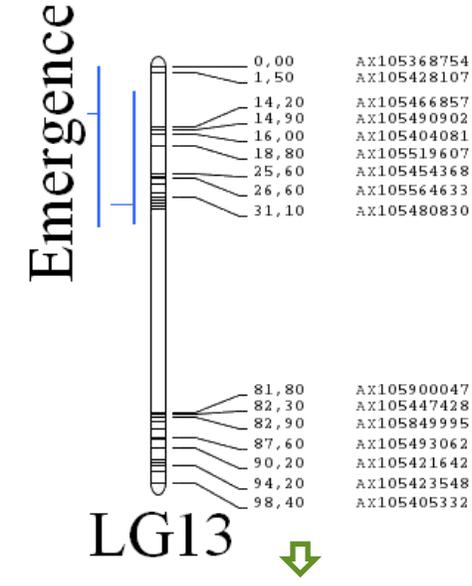
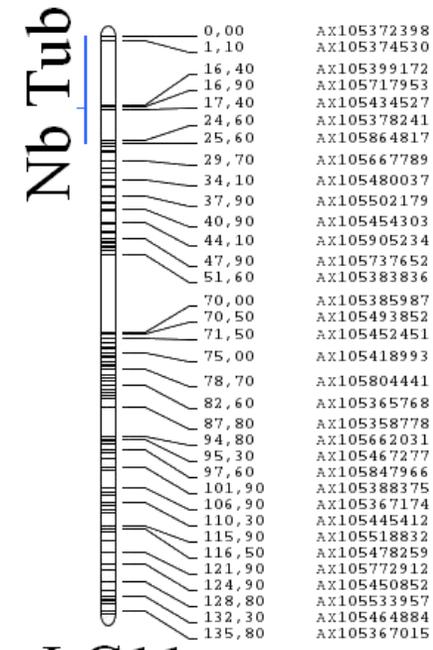
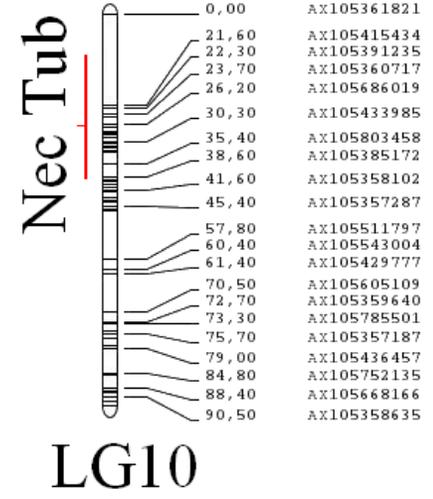
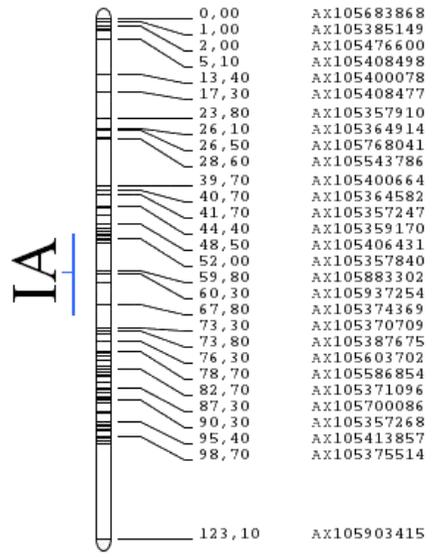
Recherche de QTL pour une résistance quantitative plus durable pour éviter le contournement des résistances spécifiques

Cycle de l'*O. cumana*



Plusieurs QTLs impliqués dans la résistance à *O. cumana*

Carte génétique du Tournesol - 101 RILs : HA89 (sensible) x LR1 (± résistant)



LG15



LG10



LG11



LG13



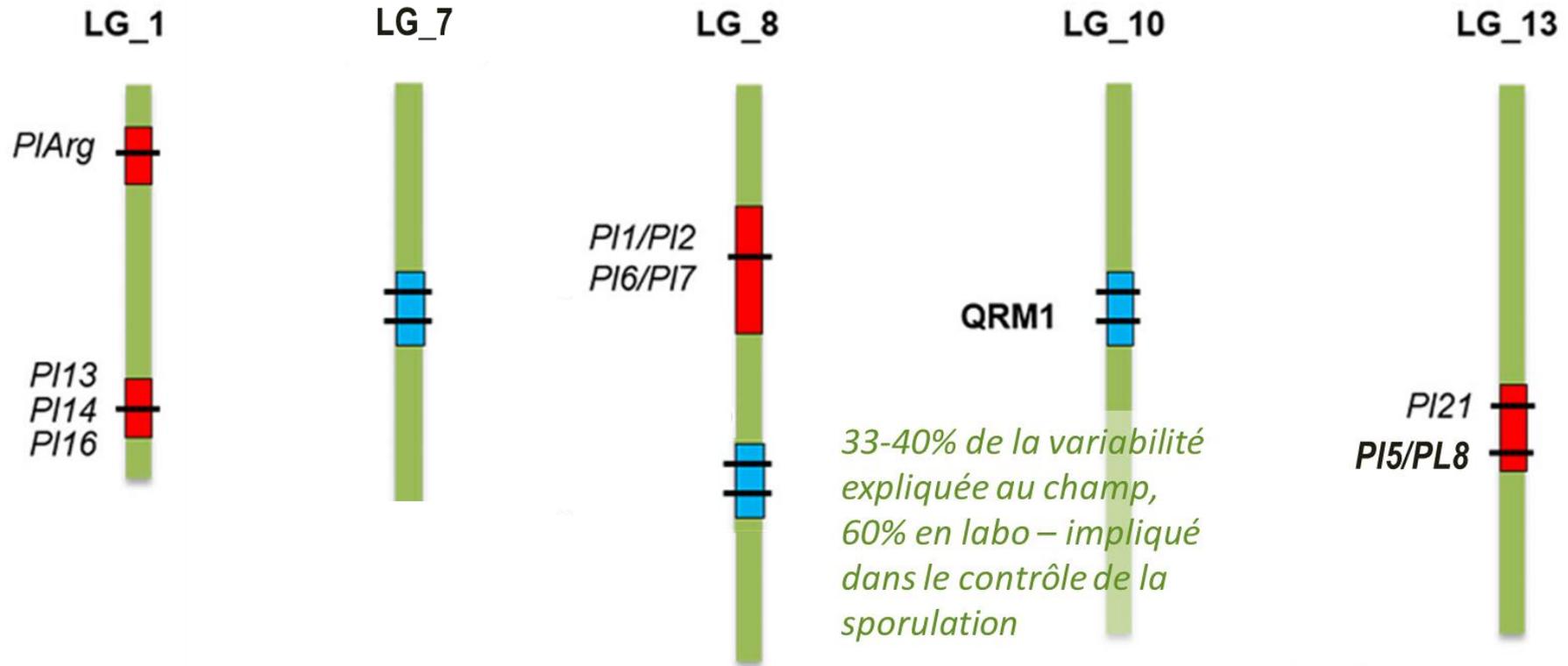
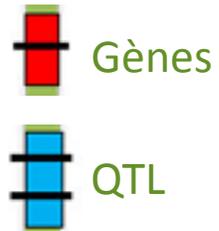
Cartographie de gènes de résistance et QTL impliqués dans la résistance quantitative au mildiou



Mildiou

RACE 710

279 lignées recombinantes : XRQ x PSC8



Vincourt et al., 2012

Les axes de recherche explorés pour mieux gérer les bioagresseurs

Maitriser les contaminations artificielles pour comprendre la relation hôte-pathogène

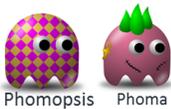
Identifier, évaluer la diversité des races et décrypter le génome des bioagresseurs

Comprendre le déterminisme génétique de la résistance du tournesol (QTL et gènes exprimés)

Modéliser la production d'inoculum primaire pour une meilleure prévision du risque

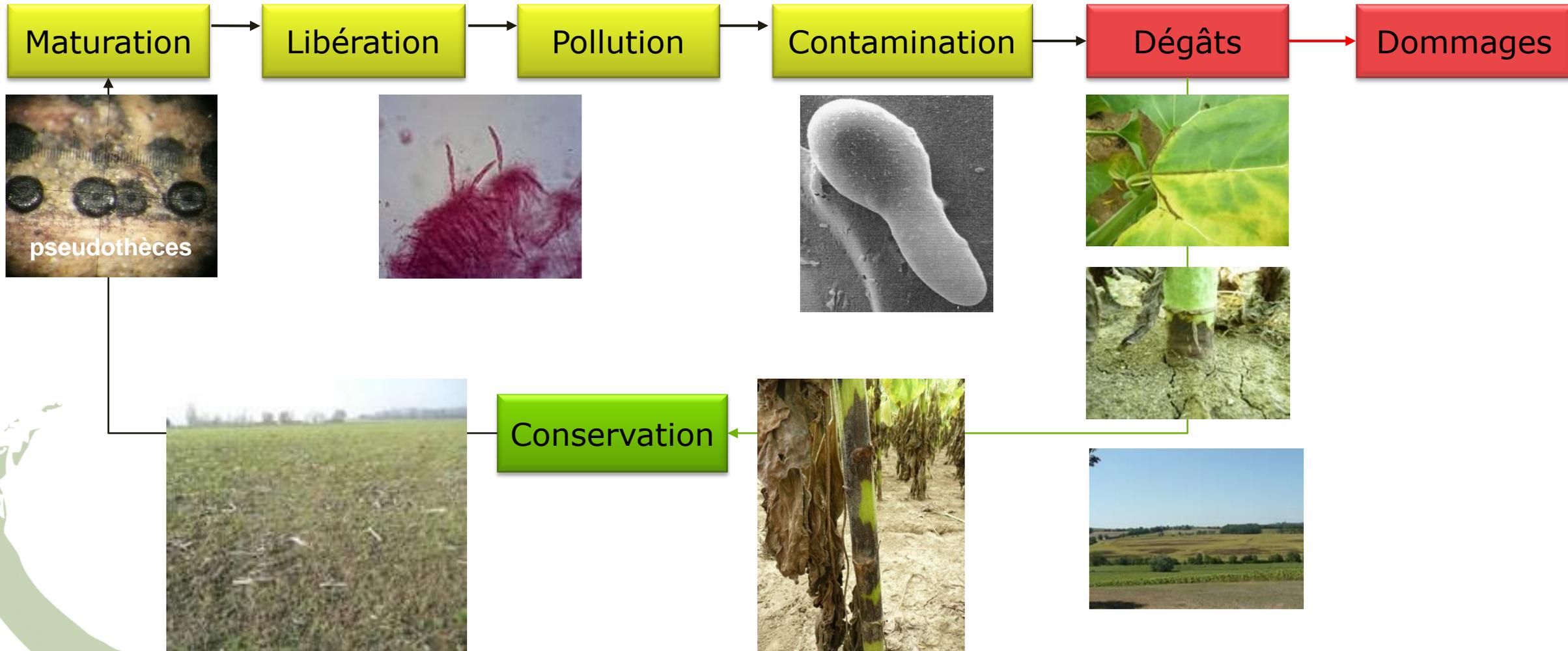
Evaluer l'effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du pathogène pour améliorer le conseil sur la culture

Prendre en compte les interactions entre l'environnement x SDC x conduite x variété x bioagresseurs à l'échelle spatiale et temporelle à travers des outils d'aide à la décision (modèles)

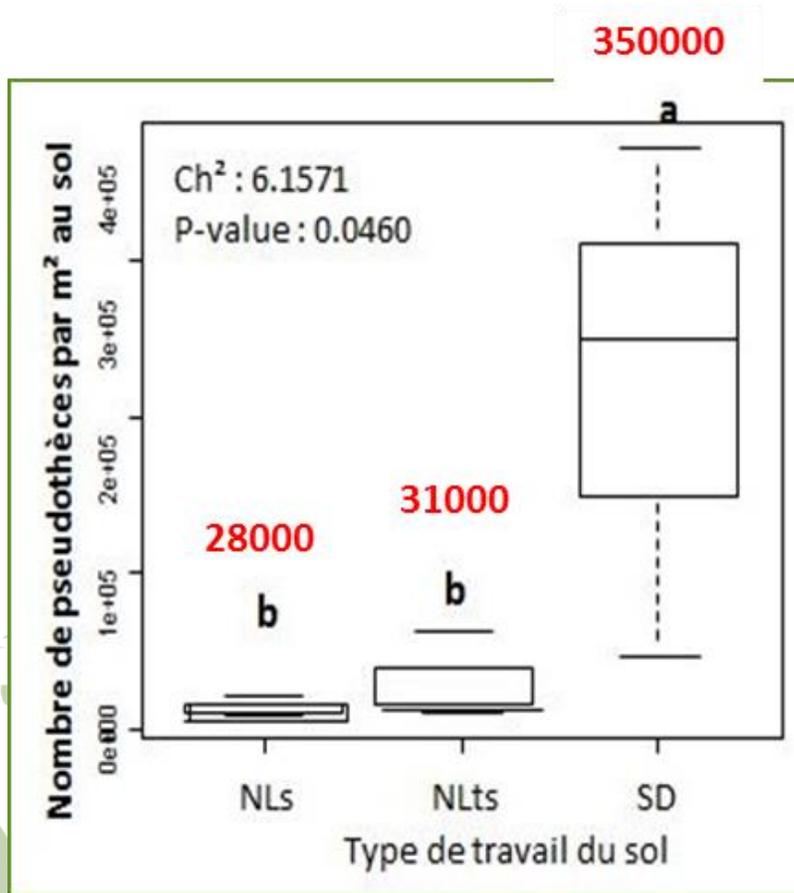




Exemple du Phoma



Quantification des pseudothèces de phoma en fonction du travail du sol



En moyenne, 60000 pseudothèces /m²

Non labour (NLS et NLts) : pas de différence sur le nombre de pseudothèces/m²

Semis direct : potentiel d'inoculum le + élevé, une + grande variabilité
 -> conseil de broyage des résidus le plus fin possible conforté

NLS : non labour superficiel (5 à 15 cm)
 NLts : non labour très superficiel (<5 cm)
 SD : semis direct

Descorps et al., 2012
 Remidi, 2013

Question !

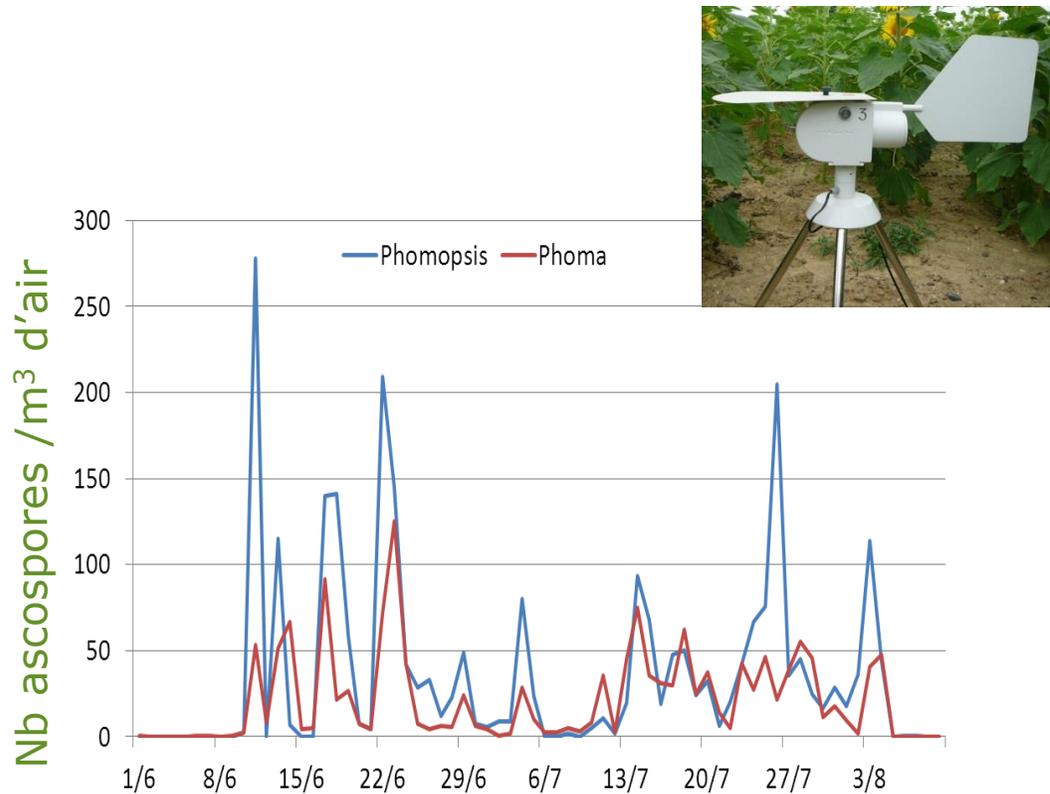
Selon vous, combien le phoma est-il capable de produire d'ascospores par m² de surface au sol ?

- 1) 100
- 2) 100000
- 3) 10 millions
- 4) 1 milliard



Modélisation de la dynamique d'émission d'ascospores de phoma

Emissions de spores comparées
Phoma-Phomopsis - Auzeville, 2011



ASPHODEL

Prévision des émissions de spores de phomopsis en fonction du climat



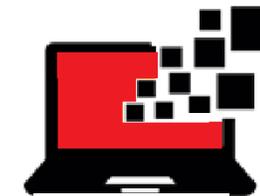
Phomopsis

Décalage d'une semaine des prévisions des émissions de spores de phoma



Phoma

Améliorer le paramétrage d'ASPHODEL



SimMat

Explorer SimMat
Prédit la maturation des pseudothèces et les projections des ascospores du phoma du colza

Les axes de recherche explorés pour mieux gérer les bioagresseurs

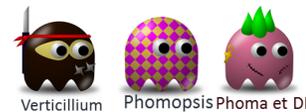
Maitriser les contaminations artificielles pour comprendre la relation hôte-pathogène

Identifier, évaluer la diversité des races et décrypter le génome des bioagresseurs

Comprendre le déterminisme génétique de la résistance du tournesol (QTL et gènes exprimés)

Modéliser la production d'inoculum primaire pour une meilleure prévision du risque

Evaluer l'effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du pathogène pour améliorer le conseil sur la culture



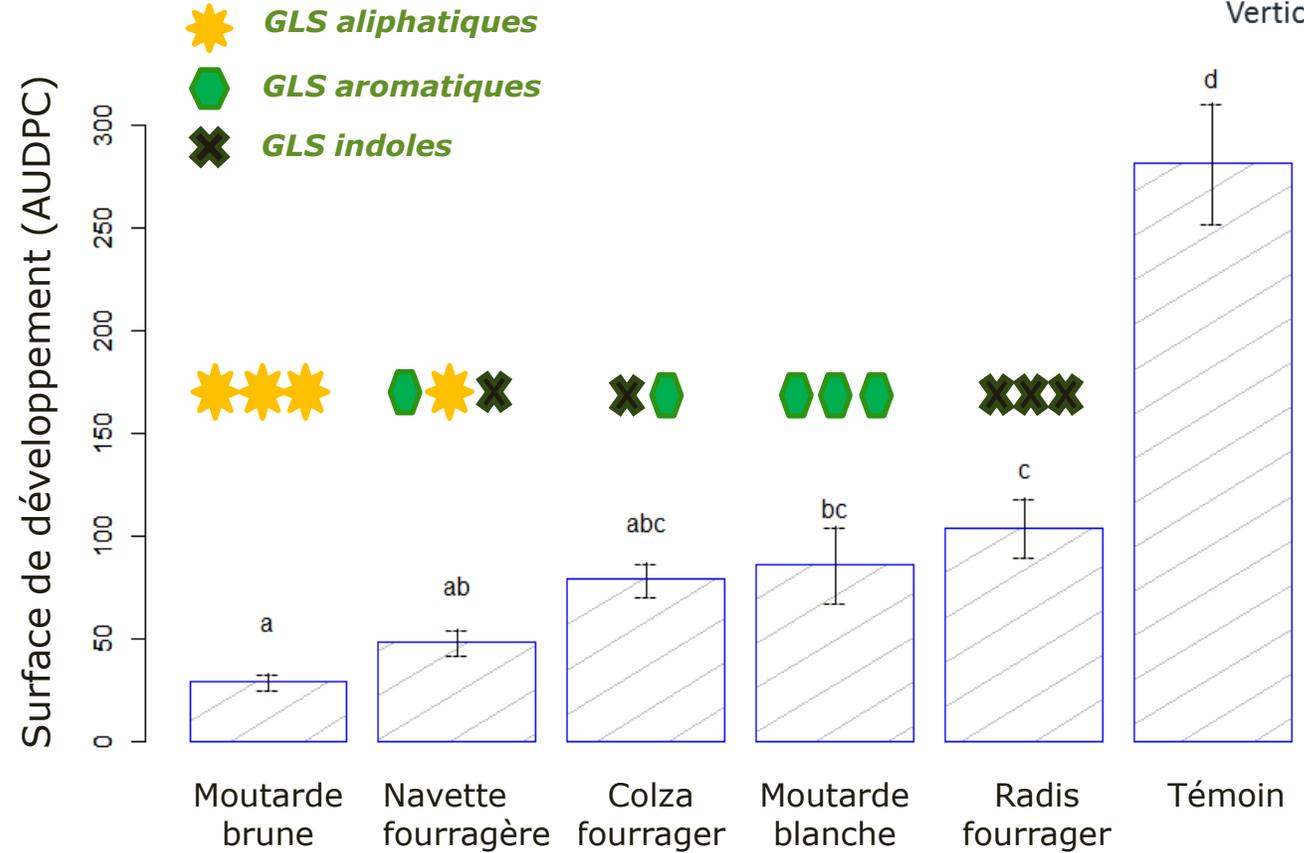
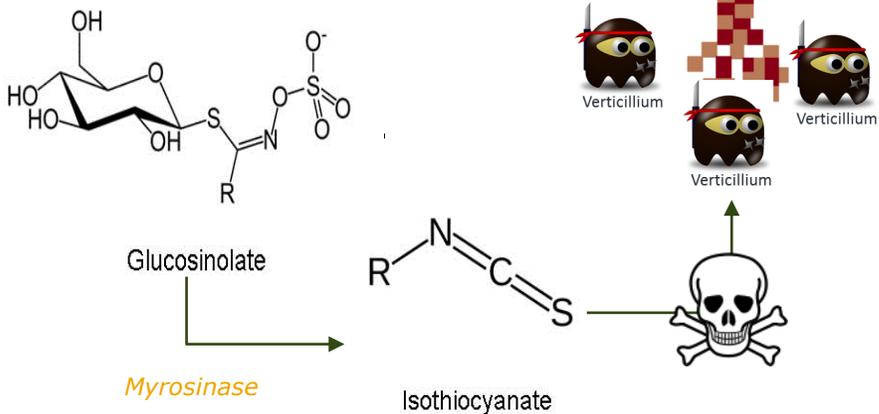
Prendre en compte les interactions entre l'environnement x SDC x conduite x variété x bioagresseurs à l'échelle spatiale et temporelle à travers des outils d'aide à la décision (modèles)



Evaluation du potentiel de biofumigation contre le verticillium



- Moutarde brune
- Moutarde blanche
- Radis fourrager
- Colza fourrager
- Navette fourragère

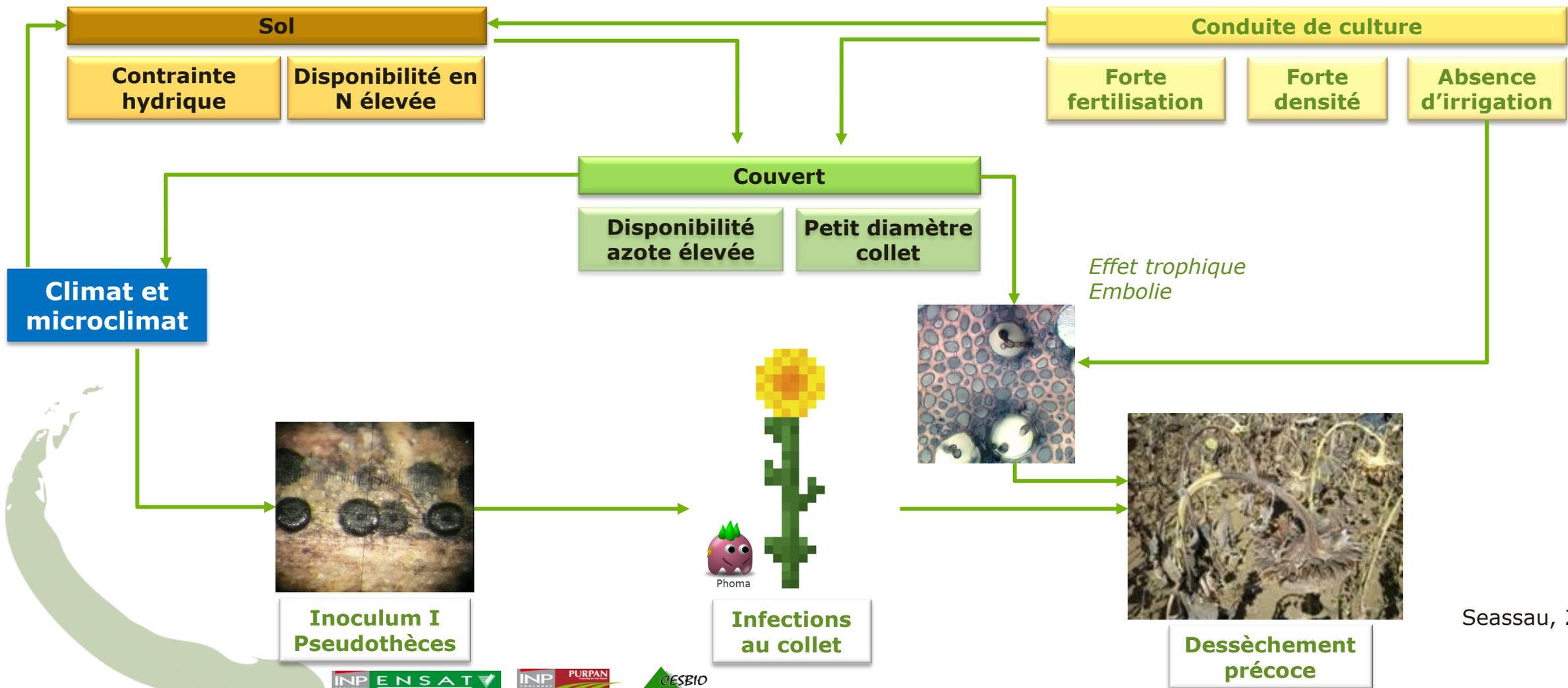


Seassau et al. 2016

Effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du dessèchement précoce

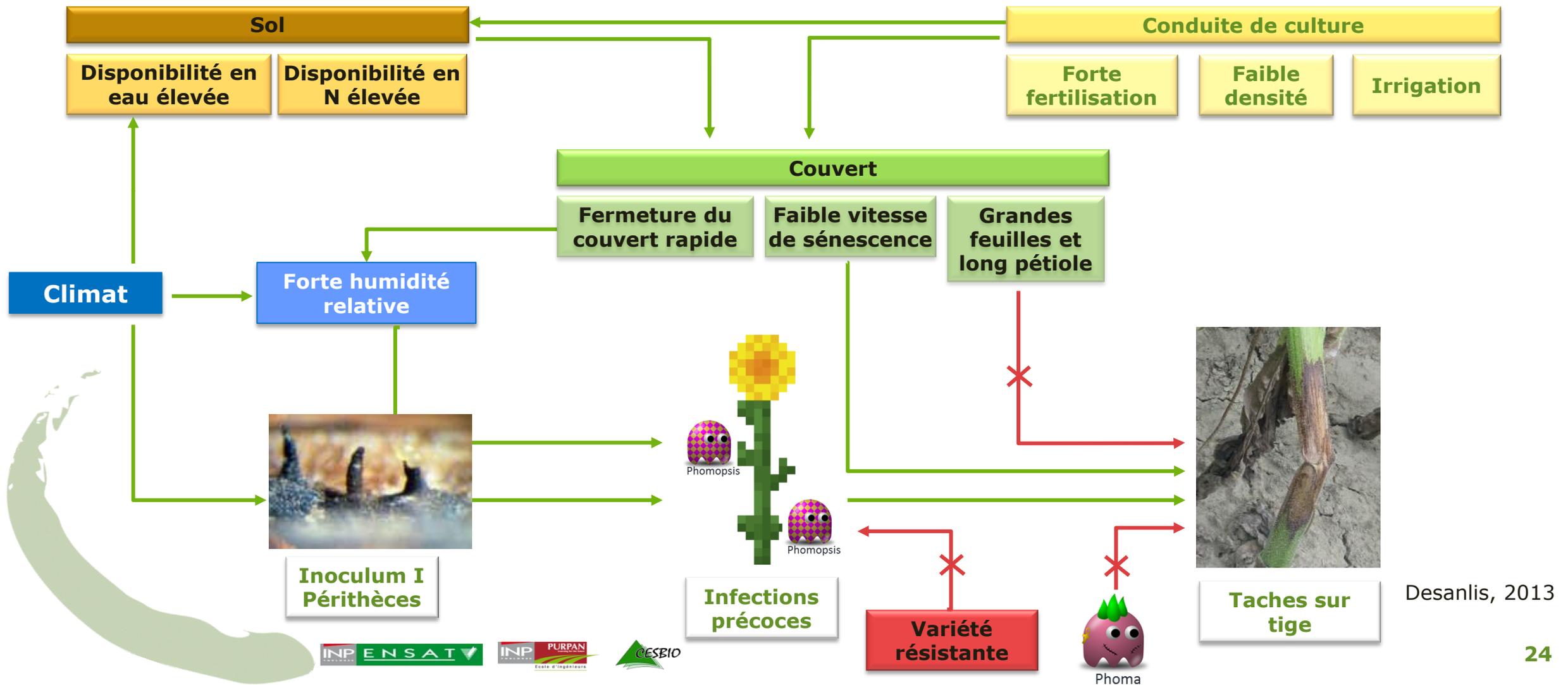


Phoma et DP





Effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du Phomopsis



Les axes de recherche explorés pour mieux gérer les bioagresseurs

Maitriser les contaminations artificielles pour comprendre la relation hôte-pathogène

Identifier, évaluer la diversité des races et décrypter le génome des bioagresseurs

Comprendre le déterminisme génétique de la résistance du tournesol (QTL et gènes exprimés)

Modéliser la production d'inoculum primaire pour une meilleure prévision du risque

Evaluer l'effet des pratiques culturales sur l'incidence et la sévérité du pathogène pour améliorer le conseil sur la culture

Prendre en compte les interactions entre l'environnement x SDC x conduite x variété x bioagresseurs à l'échelle spatiale et temporelle à travers des outils d'aide à la décision (modèles)



Comment aborder cette complexité ?

Variables d'entrée

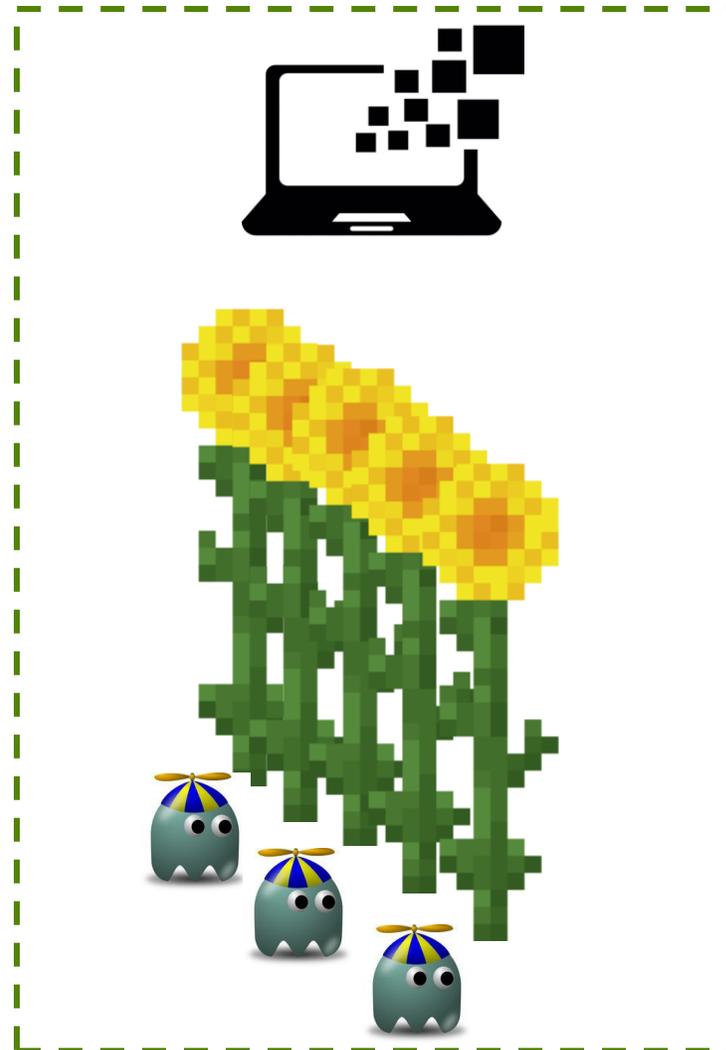
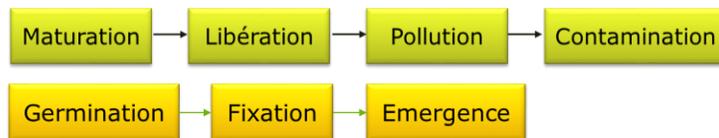
Interactions au niveau du territoire

Sol et climat

Pratiques culturales (y.c. variété)

Microclimat lié aux états du couvert

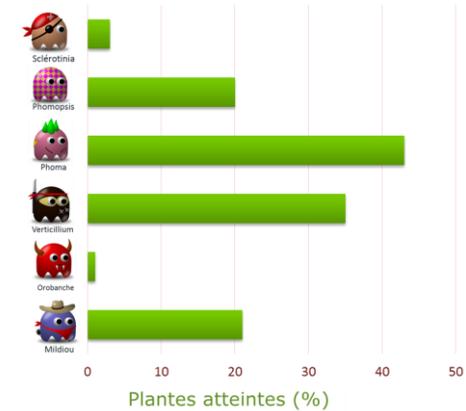
Données épidémiologiques



Variables de sortie

*A l'échelle de la parcelle
Pour 1 ou plusieurs bioagresseur(s)*

Prévision des **profils de dégâts**
(niveau d'incidence et sévérité)



Dommages (pertes de rendement et teneur en huile) engendrés par des profils de dégâts



Question !

Pensez-vous que tous les modèles sont basés sur des équations mathématiques ?

- 1) Oui
- 2) Non



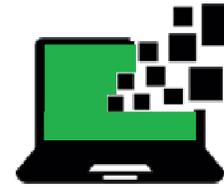
Des modèles complémentaires



Prévision des pertes de rendement engendrées par des profils de dégâts

Prévision des dynamiques épidémiologiques, des pertes de rendement et de teneur en huile

Prévision des profils de dégâts (incidence et sévérité)



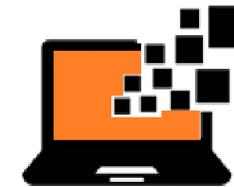
Sunflo Maladies



Phomopsis



Phoma



IPSIM



Phomopsis



Phoma

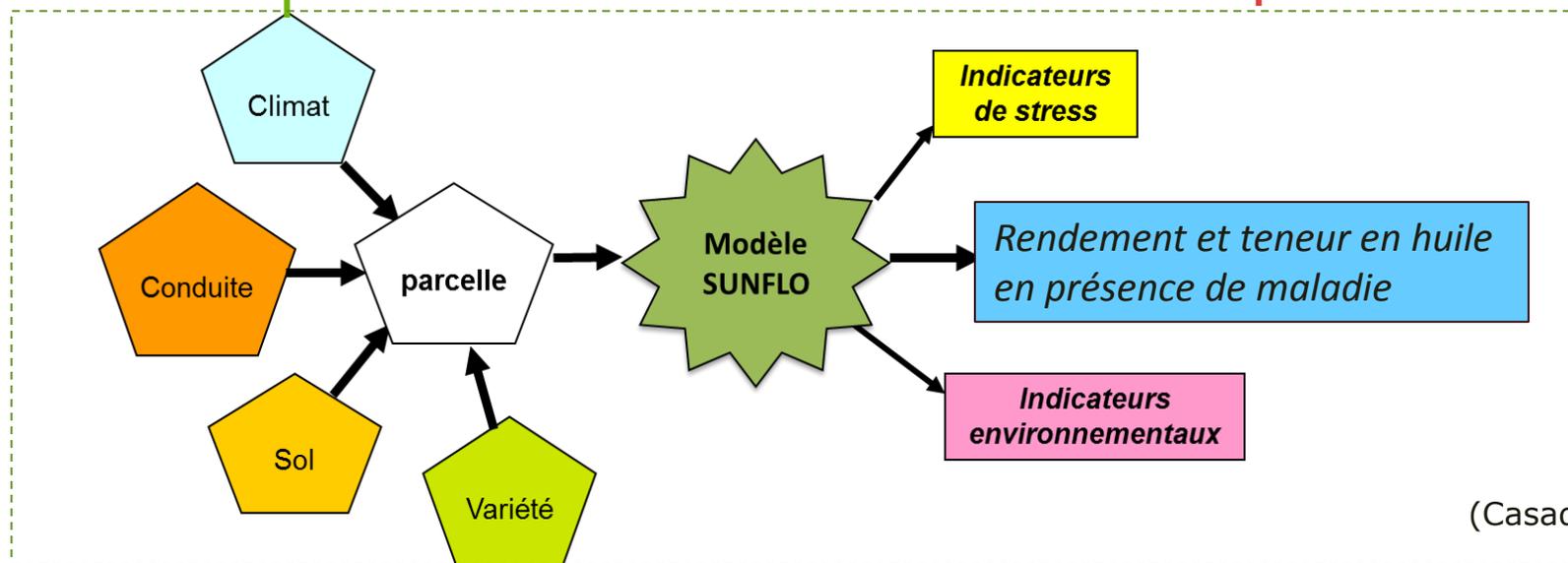
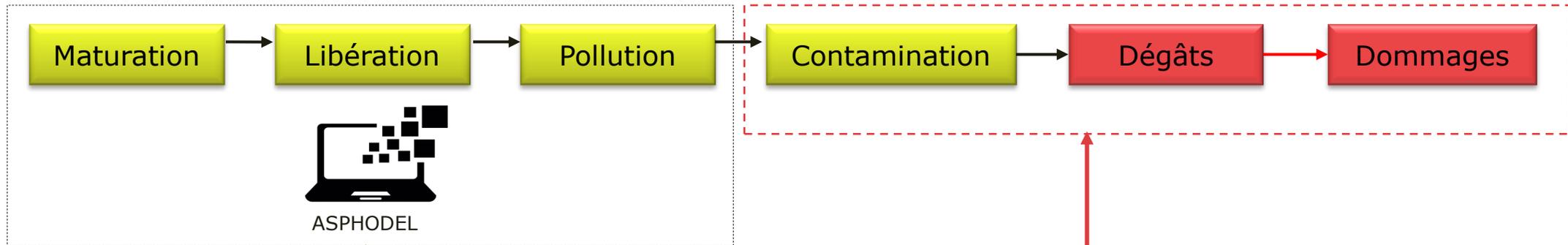


Sclérotinia



Mildiou

SUNFLO-maladies : Phomopsis



(Casadebaig et al., 2011)

IPSIM Phomopsis : première version du modèle



Incidence du Phomopsis

Pratiques culturales

- Contrôle cultural
 - Atténuation par l'état du couvert
 - Gestion de l'inoculum primaire
 - Rotation des cultures
 - Travail du sol après l'antéprécédent
 - Travail du sol après le précédent
 - Esquive (date de semis)
- Contrôle chimique
- Contrôle génétique

3 Classes : faible - moyenne - élevée

Indice foliaire à la floraison = sol x climat x conduite x variété

Interaction travail du sol x succession des cultures

Date de semis / recommandation locale

Traité / non traité

Comportement de la variété

Sol et climat

- Climat
 - Climat pour la production d'inoculum
 - Climat pour la réussite des infections
 - Climat pour le développement des symptômes

Epidémiologie de la maladie

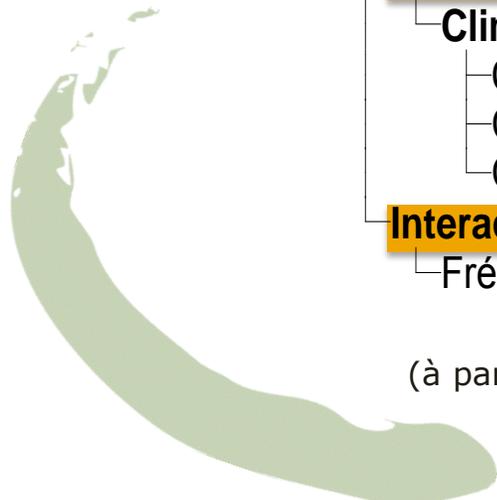


Interaction au niveau du territoire

- Fréquence du phomopsis dans la région

Allo-inoculum des parcelles voisines

(à partir de Allègre, 2015)



IPSIM Phomopsis : première version du modèle



Option	A	B
Atténuation par l'état du couvert	Défavorable	Favorable
Rotation des cultures	Retour tous les 2 ans	Retour sur plus de 2 ans
Travail du sol après l'antéprécédent	Travail superficiel	Travail superficiel
Travail du sol après le précédent	Travail superficiel	Travail superficiel
Esquive (date de semis)	Semis précoce	Semis précoce
Contrôle chimique	Non Traitement	Non Traitement
Contrôle génétique	Défavorable	Favorable
Climat pour la production d'inoculum	Défavorable	Défavorable
Climat pour la réussite des infections	Défavorable	Défavorable
Climat pour le développement des symptômes	Défavorable	Défavorable
Fréquence du phomopsis dans la région	Défavorable	Défavorable

Incidence du Phomopsis

très élevée

moyenne

Qualité prédictive de IPSIM (179 situations)

57% bien prédites, 25% avec écart d'une classe tendance à être trop sévère

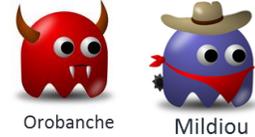
A améliorer...

(Allègre, 2015)

Perspectives

Connaissance des bioagresseurs

- Caractérisation du génome, effecteurs, marqueurs moléculaires pour l'identification des races
- Développement d'un sets d'hôtes différentiels de lignées de tournesol



Connaissance de la relation hôte-pathogène

- Méthode d'évaluation du matériel génétique (ex : résistance quantitative)
- Déterminisme génétique de la résistance (ex : clonage gènes résistance)
- Décryptage des processus physiologiques et moléculaires impliqués lors des étapes précoces de l'interaction hôte/pathogène



Impact de l'environnement et de la conduite culturale sur les bioagresseurs et indirectement sur l'expression de la résistance chez le tournesol



Perspectives

Modélisation

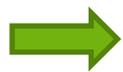
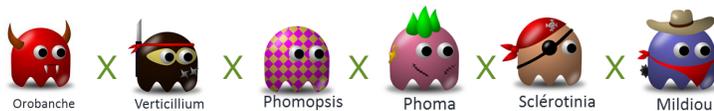
Amélioration des modèles épidémiologiques et modèles de culture intégrant les maladies



Intégration de nouveaux bioagresseurs



Intégration des interactions entre bioagresseurs



Evaluation de leurs qualités prédictives

Co-construction d'outils utiles, utilisables, utilisés



Compréhension des processus
Conception d'idéotypes
Evaluation variétale

Pour les chercheurs, ingénieurs, sélectionneurs



Conception d'itinéraires techniques
Diagnostic agronomique

Pour les ingénieurs et techniciens du développement

Conclusion

Un complexe parasitaire qui évolue en France et au niveau mondial

nouvelles races de mildiou, nouvelles espèces de phomopsis

nouveaux territoires touchés qui vont évoluer avec le changement climatique

→ importance de la surveillance du territoire, du suivi (caractérisation) des populations et du maintien des ressources génétiques côté bioagresseurs



Une variété d'approches complémentaires, interdisciplinaires, mobilisant l'expertise

→ Importance du partenariat

Une recherche tournée vers l'opérationnel : des connaissances, des méthodes, des outils pour les sélectionneurs, les évaluateurs de variétés, les acteurs du conseil et les producteurs

La résolution des problèmes parasitaires par cette approche de protection intégrée contribuera à rendre la culture plus compétitive et plus présente dans les assolements à base de cultures hiver

Remerciements

Partenariat du pôle toulousain

- DGAL
- ACTA (RMT Modélisation) et plateforme de modélisation RECORD du Centre Inra de Toulouse
- CSIC Cordoue et LBPV Université de Nantes
- SNES/GEVES
- UFS
- Chambre régionale d'agriculture Midi-Pyrénées
- DRAAF-SRAL Midi-Pyrénées et INRA Clermont-Ferrand
- Tous les agriculteurs qui nous ont accueillis sur leurs parcelles

Financeurs



Avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
«développement agricole et rural»

