Séminaire de lancement de l'APR 2014 « Résistance et pesticides », programme Pesticides

15 octobre 2015, Paris

BIOCOU : Lutte biologique contre la maladie du court-noué de la vigne : impact de l'intégration de techniques culturales impliquant des jachères en inter-culture et l'utilisation d'un porte-greffe résistant, sur les populations de nématodes ; compréhension du mode d'action des plantes couvre-sol à effet nématicide

Coordination : Olivier Lemaire, INRA Colmar

Christophe Bertsch Université Haute-Alsace

Daniel Esmenjaud INRA

Coralie Laveau Vitinnov

Axel Marchal université de Bordeaux

Crédits photos:
CIRAD (Lesueur Jannoyer), INRA (Génard, Lemaire, Maitre, Meuret, UMR SAVE, Walker), SD-LAV/Martinique

Liberté • Égalité • Fraternité République Française – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

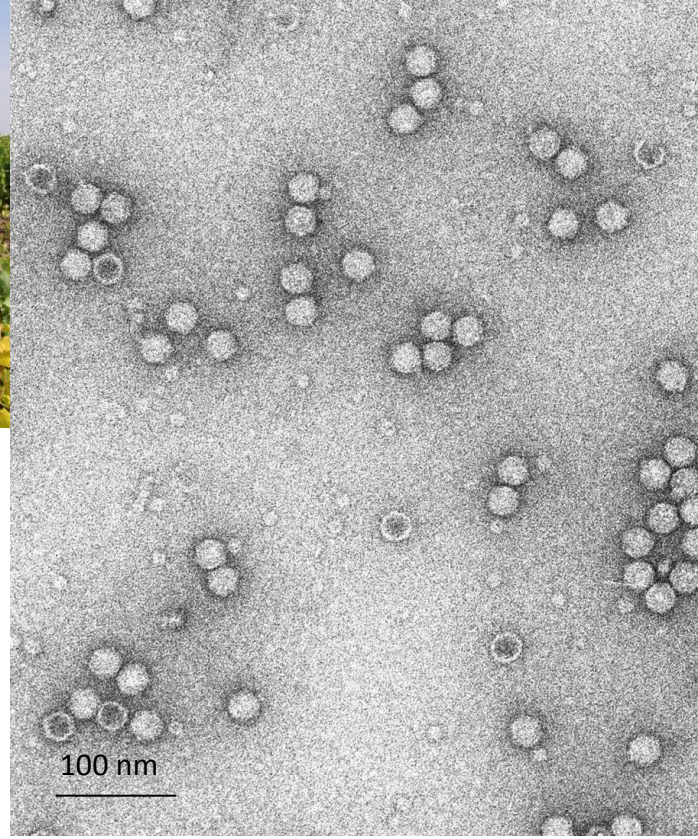
PESTICIDES

Liberté • Égalité • Fraternité République Française – Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt

ÉCOPHYTO – Réduire et améliorer l'utilisation des phytos

ONEMA – Office national de l'eau et des milieux aquatiques

INRA Science & Impact

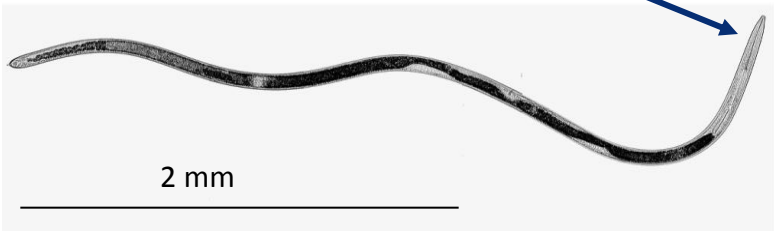


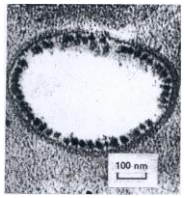
Vigne : pertes estimées à 350-850 M €/an (France)

Maladie du court-noué

impasse technique et réglementaire

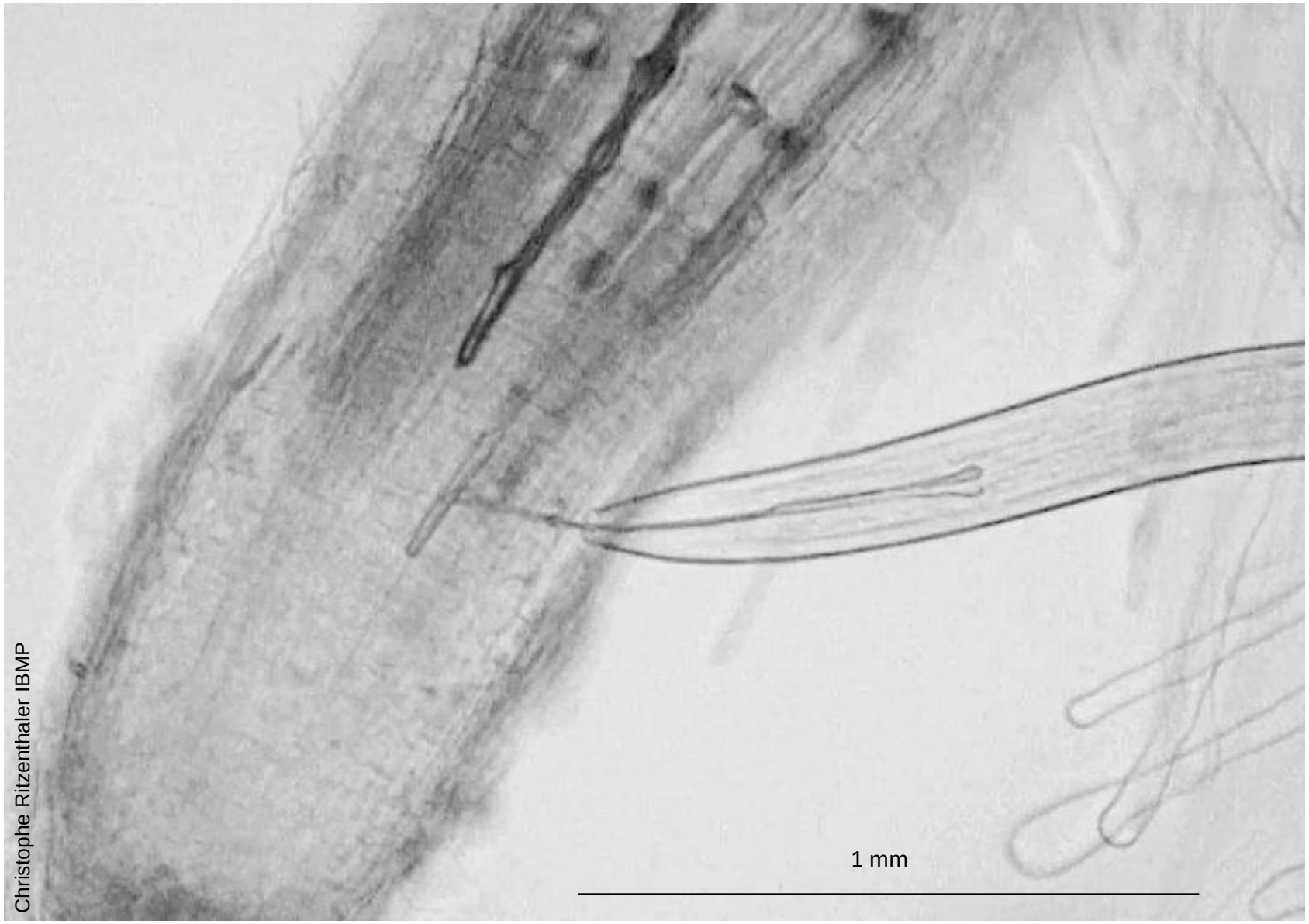
Virus responsables de la maladie : GFLV-ArMV





Xiphinema index :
Nématode vecteur du GFLV – distribution mondiale

MALADIE DU COURT-NOUE



Xiphinema index : nématode vecteur du GFLV s'alimentant au niveau d'un méristème racinaire

MALADIE DU COURT-NOUE

2/3 vignoble français touché

- Certification
- Préconisation IFV : dévitalisation + repos du sol 8-12 ans avant replantation
- Résistance partielle au vecteur : *Nemadex AB*

Nématicides et Désinfectants de sol interdits

- Arrêt aldicarbe (Off. J. Eur. Union L76:21-23, 2003)
- Arrêt 1,3-dichloropropene (Off. J. Eur. Union L249:11-13, 2007) …

Porte-greffe sans le gène de résistance Nemadex AB

Une maladie complexe, une forte diversité des symptômes, des populations virales très diversifiées, un problème phytosanitaire majeur dans certains vignobles

Sain | GFLV court-noué | Feuille en forme d'éventail (fanleaf) | Panachure | Sain | GFLV (80% de pertes)

Objectifs et enjeux (1/2)

- Certaines plantes couvre-sol, notamment de la famille des fabacées, ont un effet antagoniste efficace vis-à-vis de *Xiphinema index*

- Utilisées en jachère inter-culture, elles pourraient réduire très efficacement le potentiel infectieux du sol sur un pas de temps d'environ deux à trois années
- Objectif de diminuer la durée de mise au repos du sol en inter-culture et réduction des pertes économiques associées

- Cette étude s'intègre tout à fait dans le cadre du plan Ecophyto 2018, fixant un objectif de réduction des intrants issus de la chimie de synthèse et dans cet APR ; combinaison de biopesticide et de la résistance génétique
- Projet qui répond aux demandes de la profession viticole, notamment la viticulture biologique, puisqu'il met en avant l'efficacité d'une méthode basée sur des jachères bionématicides

Nom commun	Nom scientifique	Famille	% nématodes restants en pots
Vigne	***Vitis vinifera***	**Vitaceae**	**> 1000**
Sarrasin	*Fagopyrum esculentum*	Polygonaceae	**594**
Phacélie	*Phacelia tanacetifolia*	Hydrophullaceae	**314**
Chanvre	*Cannabis sativa*	Cannabaceae	**233**
Sorgho	*Sorghum vulgare*	Poaceae	**208**
Carvi	*Carum carvi*	Apiaceae	**172**
Tournesol	*Helianthus anuus*	Astéraceae	**142**
Rhue	*Ruta graveolens*	Rutaceae	**139**
Orge	*Hordeum vulgare*	Poaceae	**131**
Trèfle incarnat	*Trifolium incarnatum*	Fabaceae	122
Fétuque rouge	*Festuca rubra*	Poaceae	116
Cameline	camelina sativa	Brassicaceae	115
Zinnia	*Zinnia elegans*	Astéraceae	104
Cosmos	*Cosmos bipinnatus*	Astéraceae	100
Crotalaire	*Crotalaria spectabilis*	Fabaceae	98
Poireau	*Allium porrum*	Alliceae	98
Navet	*Brassica napus*	Brassicaceae	85
Seigle	*Secale cereale*	Poaceae	**84**
Triticale	*Triticosecale*	Poaceae	**78**
Melilot blanc	*Melilotus albus*	Fabaceae	73
Tagètes	*Tagetes patula*	Astéraceae	72
Navette	*Brassica rapa*	Brassicaceae	71
Nyger	*Guizotia abyssinica*	Asteraceae	67
Tagètes	*Tagetes minuta*	Astéraceae	65
Vesce velue	*Vicia villosa*	Fabaceae	**61**
Avoine	*Avena sativa*	Poaceae	**59**
Luzerne	*Medicago hybride*	Fabaceae	**56**
Sainfoin	*Onobrychis viciifolia*	Fabaceae	**55**
Trèfle violet	*Trifolium pratense*	Fabaceae	**54**
Lupin Blanc	*Lupinus albus*	Fabaceae	51
Lotier corniculé	*Lotus corniculatus*	Fabaceae	**33**

Objectifs et enjeux (2/2)

- Hypothèse : activité nématicide des plantes couvre-sol liée à une exsudation de composés chimiques dans le sol

- Les triterpénoïdes sont des molécules candidates : les saponines ont une activité nématicide (*X. index* et *X. diversicaudatum*) dans le sol à 150 µg/g de sol ; ex du gypsophile

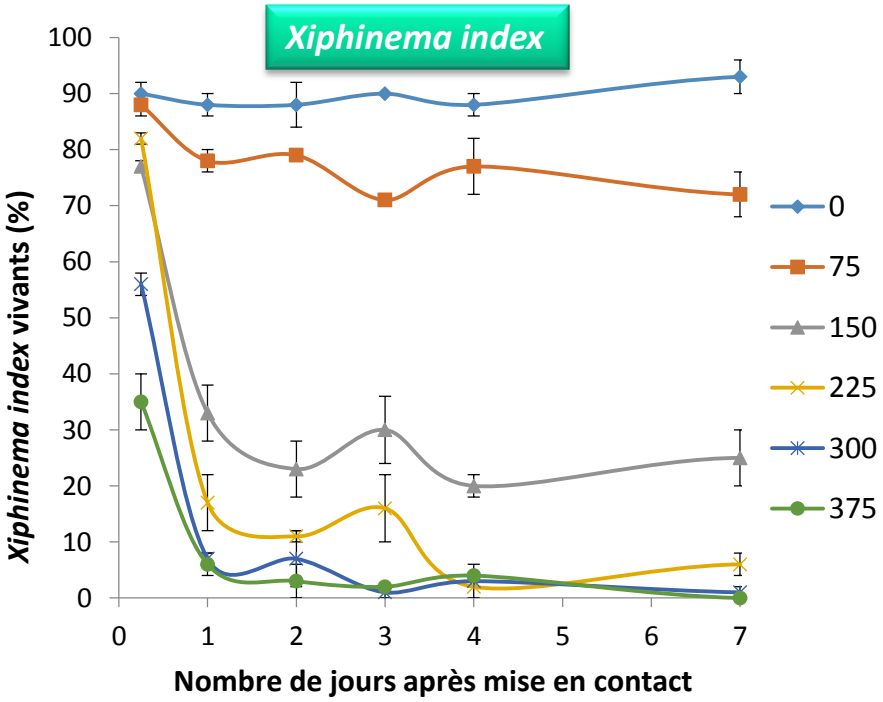
- D'autres molécules seront également recherchées dans les exsudats (*Fabacées*)

- Etude de leurs propriétés biologiques (nématicides et impact sur l'environnement)

- Objectif finalisé : mise en évidence éventuelle de nouveaux bionématicides pour diminuer le potentiel infectieux des sols des parcelles « court-noué »

- Intégration de 2 approches de lutte contre le court-noué : combinaison plantes couvre-sol + porte-greffe résistant *Némadex AB*

Gypsophila paniculata



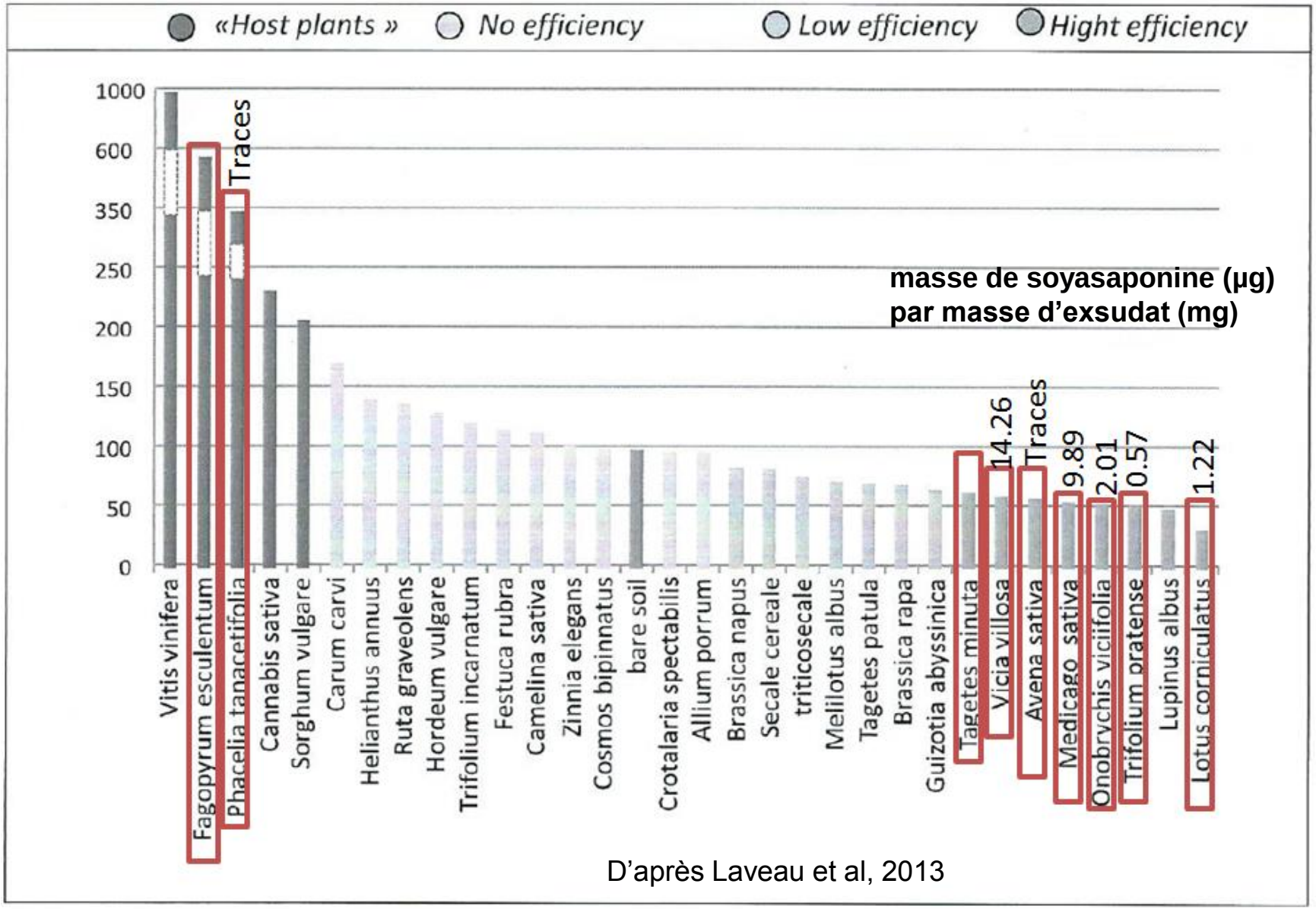
Travaux prévus (1/2)

- **Action 1 :** choix des plantes antagonistes
- les plantes choisies sont : la phacélie (*Phacelia tanacetifolia*), le lotier corniculé (*Lotus corniculatus*), la vesce velue (*Vicia villosa*), le trèfle violet (*Trifolium pratense*), la luzerne (*Medicago spp.*), le lupin blanc (*Lupinus albus*), l'avoine (*Avena sativa*), le sarrasin (*Fagopyrum esculentum*), le sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) et la gypsophile (*Gypsophila paniculata*)

- **Action 2 :** Récolte des exsudats par trempage des racines ; les solutions obtenues seront ensuite lyophilisées. Un protocole de purification *bio-guidé* sera développé par l'ISVV (Axel Marchal)
- Plusieurs techniques chromatographiques (chromatographie de partage centrifuge, chromatographie liquide haute performance…) seront mises en œuvre afin de fractionner les exsudats, pour tester ensuite leur propriétés biologiques sur les nématodes en élevage
- Analyse qualitative et quantitative de la composition des exsudats des différentes espèces candidates par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) à transformée de Fourier

Différentes espèces de fabacées potentiellement efficaces contre le court-noué au vignoble

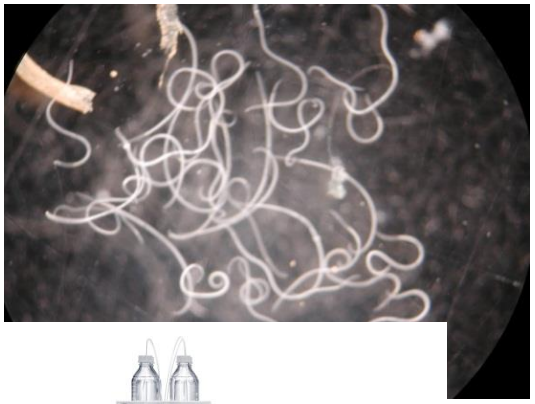
Travaux prévus (1/2)



D'après Laveau et al, 2013

Travaux prévus (2/2)

- **Action 3 :** activité bionématicide des molécules d'intérêt identifiées dans les exsudats à tester sur *X. index* en conditions contrôlées
- Quantification des molécules d'intérêt dans les exsudats et le sol de culture des plantes à effet nématicide par LC-MS



- **Action 4 :** évaluation de l'effet de combinaisons plantes couvre-sol/*Nemadex AB* sur les populations de nématodes dans le sol
- Sur la base d'une expérimentation démarrée en 2014, combinant jachère avec une fabacée (la luzerne) à l'utilisation du porte-greffe *Nemadex AB*
- Les nématodes seront extraits des échantillons de sol par *élutriation*
- Typage des populations de nématodes éventuellement résistantes par microsatellites
- **Action 5 :** Cinétiques comparatives de recontamination par le GFLV - durabilité de la protection conférée par l'association d'une résistance au nématode et à une jachère antagoniste (Année 2 - Année 5). Exploitation du réseau national d'expérimentations de jachères associées à la replantation avec le porte-greffe *Nemadex AB*

Résultats attendus

- Compréhension du mode de fonctionnement des plantes couvre-sol à effet nématicide en testant en particulier l'hypothèse « saponine »
- Mise en évidence par l'approche non-ciblée, d'autres molécules bionématicides potentielles
- Evaluation de l'efficacité et la durabilité de ce biocontrôle des populations de nématodes par les essais de terrain pluriannuels
- Proposer aux viticulteurs une liste de plantes potentiellement efficaces contre les nématodes (livrable sous forme de guide), avec des préconisations d'utilisation
- Impact de la mise en place combinée de plantes couvre-sol et du *Nemadex AB* sur les populations de nématodes dans un sol viticole, favorisant la biodiversité au vignoble (à mesurer)
- Accompagner le protocole de déploiement du *Nemadex AB* en vignoble atteint du court-noué

Valorisations envisagées (1/2)

- Publications scientifiques et techniques
- Communications à des congrès et colloques nationaux et internationaux (ICVG 2018) + réseau INRA EMBA
- Communications à la filière vitivinicole, et valorisations techniques dans des journaux professionnels
- Communications à destination des viticulteurs d'une liste de plantes potentiellement efficaces contre les nématodes (livrable sous forme de guide)
- Le mécanisme d'action de ces espèces végétales à effet nématicide pourrait également contribuer à développer des techniques innovantes de lutte, voire de désinfection de sol, à l'aide de ces bionématicides
- Des partenaires industriels et des semenciers en lien avec la viticulture biologique pourraient bénéficier des livrables de ce projet

Valorisations envisagées (2/2)

- Si outre les saponines, d'autres molécules bioactives contre les nématodes vecteurs du court-noué sont identifiées et caractérisées biochimiquement et biologiquement, le dépôt de brevets pourra être envisagé, ainsi que le rapprochement avec des partenaires privés, spécialisés dans le biocontrôle

- En particulier les « Plantes à traire » : PAT a créé une nouvelle génération d'extraits végétaux, les *Exudactif*®. Etude de faisabilité pour l'exploitation de cette technologie. Des contacts sont prévus avec PAT

- Enfin, nous pourrons montrer l'impact de la mise en place combinée de plantes couvre-sol et du *Nemadex AB* sur les populations de nématodes dans un sol viticole

- Préconisations d'utilisation du *Nemadex AB* (en plus de celles déjà en place) et des nouveaux hybrides porte-greffes porteurs de ce gène de résistance au vecteur du court-noué ; contribution à la durabilité de cette résistance naturelle (muscadine)

Ancienne bande Luzerne | Ancienne bande sol nu

BIOCOU

Vers la gestion intégrée de la santé de la vigne vis-à-vis du court-noué, intégrant en particulier le biocontrôle

INRA
SCIENCE & IMPACT