



Intérêt des cultures intermédiaires dans la gestion des nématodes en cultures sous abri

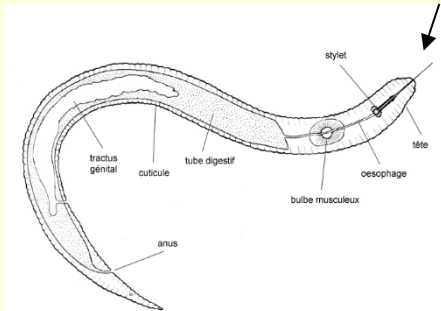
Yannie TROTTIN (Ctifl) - Claire GOILLON (APREL)

Avec la participation de C. Djian-Caporalino (INRA) et H. Védie (GRAB)

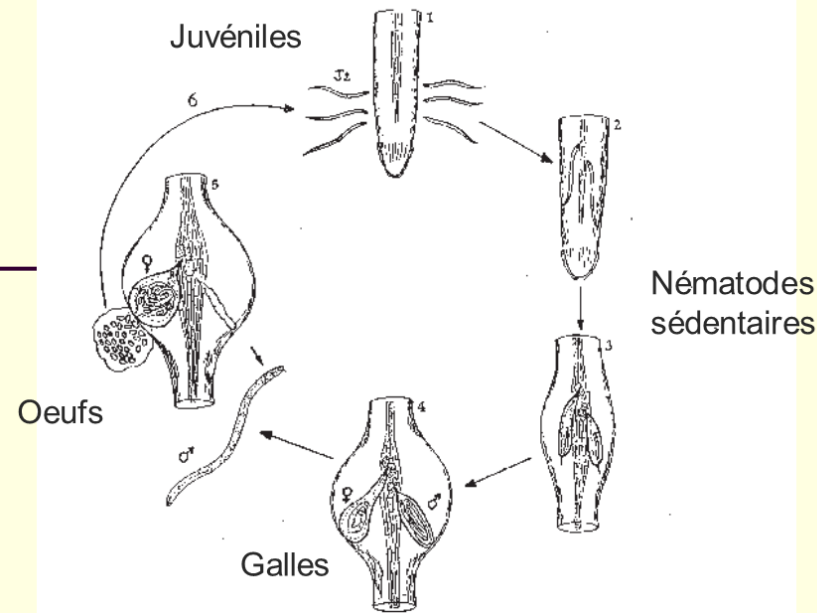
Les nématodes

Nématodes phytoparasites :
vers microscopiques, filiformes

Stylet



Nématode phytoparasite – Ephytia INRA



Nématodes sédentaires

Figure 4 : Cycle de développement de *Meloidogyne* spp. (Neischer, 1970).
1 : pénétration des juvéniles de deuxième stade.
2 : sédentarisation des juvéniles au niveau de sites de nutrition.
3 : début de maturation des juvéniles en adultes.
4 : différenciation sexuelle des juvéniles.
5 & 6 : libération des mâles et éclosion des oeufs produits par les femelles.

Nématodes à galles : *Meloidogyne* spp.

- Plusieurs espèces en cultures maraîchères :
 - *M. arenaria*, *M. incognita* (les plus répandus dans le Sud de la France)
 - *M. javanica*
 - *M. hapla* (Nord de la France mais présent aussi dans le Sud)
- Durée du cycle dépendant de la température

	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
<i>M. javanica</i>							
<i>M. arenaria</i> , <i>M. incognita</i>			≈ 60 j		24 j		
<i>M. hapla</i> (reproduction sexuée)			≈ 65 j				

Les nématodes à galle



- Climat chaud favorable pour la multiplication (sous abri)
- Succession de cultures maraîchères sensibles
- Rotations peu diversifiées

- **Sur salade :**

- Dégâts limités par les T° froides
- Créneaux d'automne sensibles
- Perte d'homogénéité => perte économique directe

- **Sur cultures d'été :**

- Créneau sensible avec T° favorable au nématode
- Perte de rendement et dépérissement sur cucurbitacées et solanacées malgré le greffage



40% des exploitations maraîchères en sol du SE concernées (Enquête INRA 2010 + actualisation CETA 2015)

Rechercher l'équilibre d'un système



Projet GEDUBAT :
stratégies et leviers



**Augmenter l'activité
biologique du sol**

Matière organique

*Diversification
des cultures*

Engrais verts

Irrigation

*Cultures intermédiaires
Biofumigation*

Biocontrôle

SDP

Retrait racines

Plantes pièges

Solarisation

Greffage

**Freiner l'inoculum
tellurique**

*Résistance
génétique*

**Stimuler la
plante cultivée**



Les cultures intermédiaires



➤ Critères de choix

- Disponibilité des semences
- Adaptation de la croissance aux périodes d'inter-cultures (été ou automne-hiver)
 - ⇒ germination et développement rapide, concurrence avec les adventices...
- Biomasse élevée
- Effet structurant sur le sol
- Incompatibilité avec les ravageurs et maladies des cultures maraîchères
- **Effet assainissant** et action sur les bioagresseurs telluriques
 - ⇒ *Principe de biofumigation : effet « 3 en 1 »*
- Mise en culture de plante(s) ou engrais vert en interculture
- Broyage à un stade optimal et enfouissement avec libération de substances toxiques dans le sol (biofumigation au sens strict)
- Décomposition des résidus végétaux
 - ⇒ **Modification de la réceptivité des sols aux bioagresseurs**



➤ Travaux réalisés *(liste non exhaustive)*

Cultures intermédiaires	Objectifs	Organismes, projets
Crotalaires	Action sur les nématodes au champ	GRAB (2001 à 2004)
<i>Tagetes minuta</i> et <i>T. patula</i>		APREL (2001-2003), GRAB (2002, 2003 à 2007)
Radis fourrager		APREL, GRAB (2002, 2005, 2011, 2012)
Ricin, Sesame, Mucuna pruriens		GRAB (2002-2005)
Moutarde brune, blanche, jaune	Comportement agronomique au champ Biofumigation Action sur les nématodes	APREL, GRAB, Ctifl, Prabiotel (2009-2012)
Sorgho fourrager	Comportement agronomique au champ Etude de variétés Teneur en dhurrine Action sur les nématodes	APREL, Ctifl, GRAB Casdar cultures intermédiaires Geves (2012 à 2015) GeDuBat, GeDuNem
Piment résistant	Action sur les nématodes au champ	GeDuNem (2012 -2016)
Différentes espèces	Action sur les nématodes en conditions contrôlées	INRA Sophia 2015
Millet perlé	Comportement agronomique au champ	APREL, CTIFL, GRAB
Sarrasin		Prabiotel (2009-2012), Ctifl
Orge, seigle, triticales, vesce		APREL, GRAB
Nyger, Moha, Fenugrec		APREL (2009, 2011), GRAB

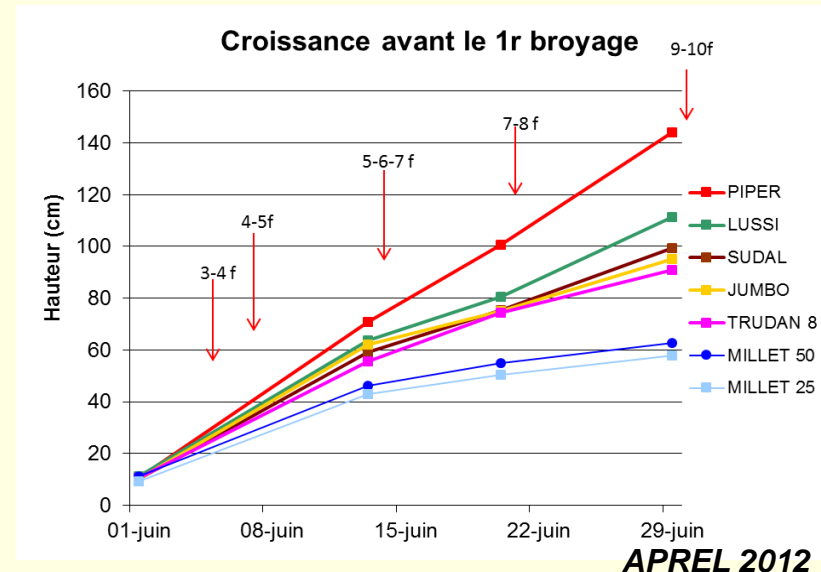
Principaux résultats

➤ Comportement agronomique des variétés de Sorgho

Les variétés :

- Herbe du Soudan (*Sudan grass*) = Piper
- Sorghos fourragers hybrides (*Sorghum x Sudan grass*) ou (*Sudan grass x Sudan grass*) ou (*Sudan grass x Sorghum bicolor*)
- Sorghos grain (*Sorghum bicolor*)

- Densités de semis : +/- 50 kg/ha
- Croissance rapide : 3 à 6 cm/j
- Hauteur des plantes : 1 m en 4-5 sem
- Capacité de repousse :
Piper > hybrides > sorghos grains



Matière fraîche importante, variable selon les conditions de culture

Culture de 1 mois : **35 T/ha**

Culture de 2 mois : **30 à 45 T/ha**

Culture de + de 3 mois avec plusieurs coupes : **40 à 65 T/ha.**

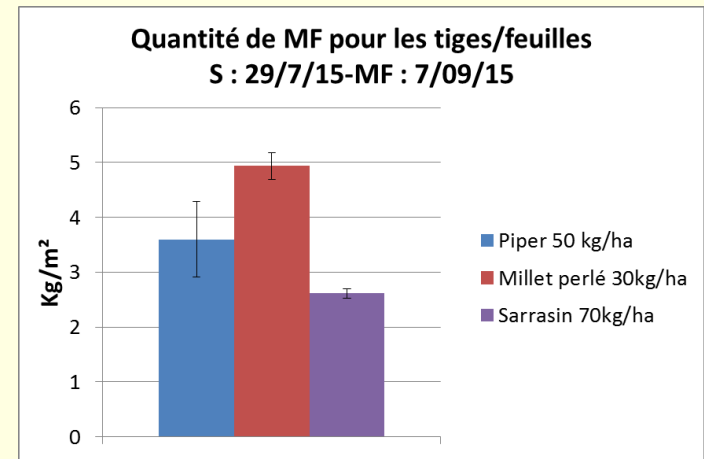
➤ Comportement agronomique d'autres espèces

Les espèces : essai *Ctifi 2015*

- Herbe du Soudan (*Sudan grass*) = Piper
- Millet perlé = Nutrifeed
- Sarrasin = La Harpe



- Densités de semis : selon les recommandations des fournisseurs +/- 50 kg/ha (30 à 70 kg/ha)
- Durée de culture : 40 jours (29/7 au 7/9)
 - Croissance rapide : 3 à 6 cm/j
 - Hauteur des plantes : 1,00 à 1,35 m



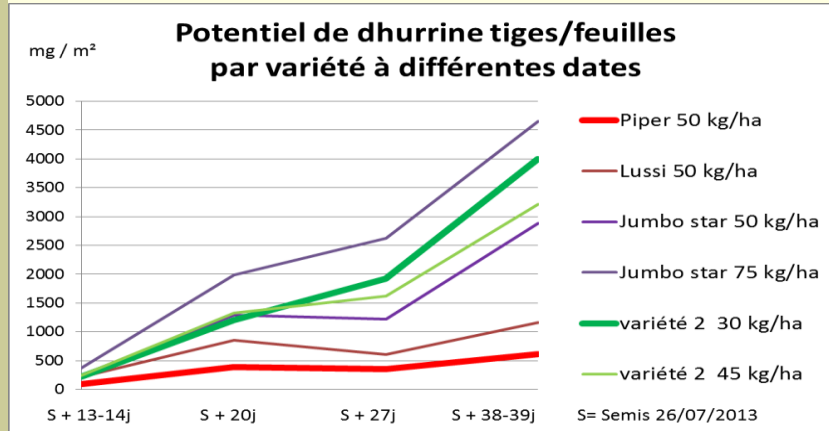
Matière fraîche, variable selon les espèces

En 40 jours : **25 T/ha** (sarrasin), **35 T/ha** (Piper), près de **50 T/ha** (Millet perlé)

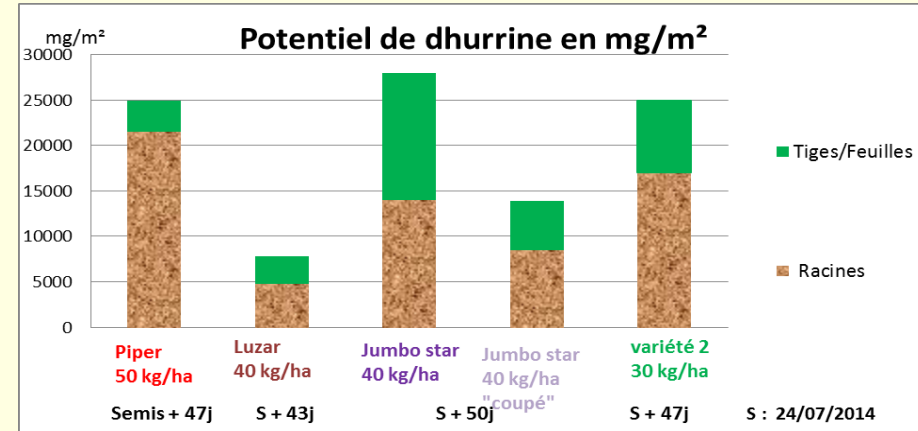
➤ Potentiel biofumigation

Dhurrine = glucoside → HCN (acide cyanhydrique)

Potentiel calculé à partir de la teneur en dhurrine et de la quantité de MS/m²



Essai Ctifl, 2013



Essai Ctifl, 2014

- Teneurs en dhurrine variable selon les variétés
- Teneur en dhurrine dans les feuilles > dans les tiges
- Teneurs en dhurrine fortes dans les racines, même pour Piper (sauf pour Luzar)
- Réduction de dhurrine avec la croissance du sorgho mais augmentation du potentiel d'apport de dhurrine // quantité de MS
- Adaptations techniques pour rendre HCN efficace dans le sol

Objectif : étude de l'effet assainissant dans le sol

Effet assainissant

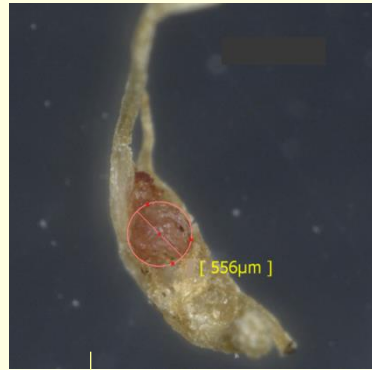
Sorghos = Plantes non-hôtes, mauvais-hôtes, ou multiplicatrices de *Meloidogyne*?

➤ Observation des pontes de nématodes sur les racines

tomate St Pierre



sorgho Piper

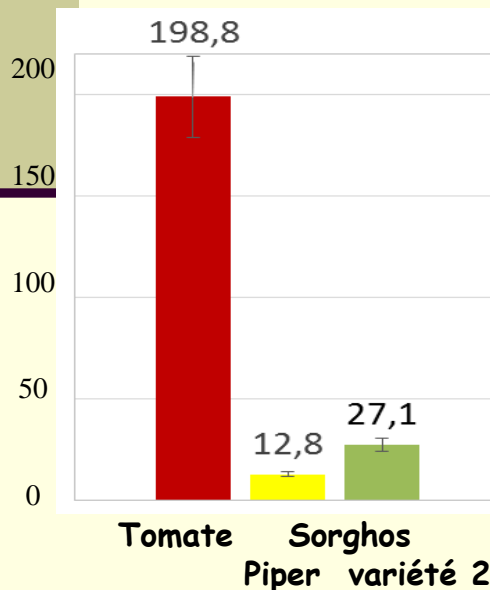


sorgho variété 2

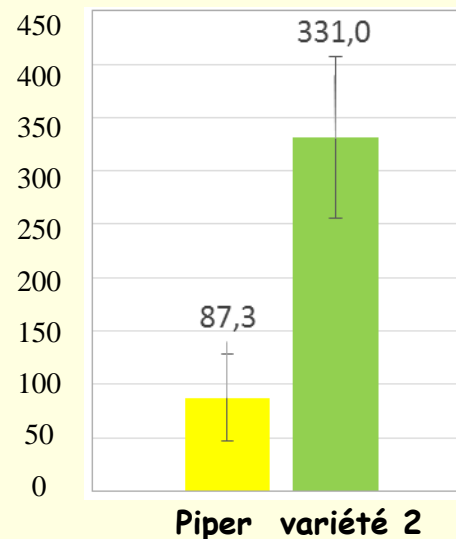


Sorghos
=
mauvais hôtes :

Nbre moyen de pontes/plant
(inoculation 400 larves *M. incognita*/plant)



Nbre moyen de pontes/plant
(inoculation 6000 larves *M. incognita*/plant)



➤ **10 x moins de pontes avec les sorghos qu'avec les tomates sensibles et pontes 2x plus petites**

➤ **Des différences selon les variétés de sorgho**

➤ **Effet encore plus marqué avec de très fortes infestations de nématodes**

Effet assainissant

Sorghos = Plantes-pièges vis-à-vis de *Meloidogyne* ?

➤ Réduction du nombre de larves infestantes dans le sol

Racines de tomates cultivées 6 semaines dans 1 kg de sol provenant de **6 semaines de cultures de sorgho** inoculé avec 6000 larves de *M. incognita* (4 répétitions)



Après variété 2 :
nombreuses galles et pontes sur
tomate (3113 pontes en
moyenne)

Après Piper:
5 x moins de galles et pontes
(626 pontes en moyenne)

Sorghos

=

Plantes pièges, mais :

➤ Piégeage différent
selon les variétés

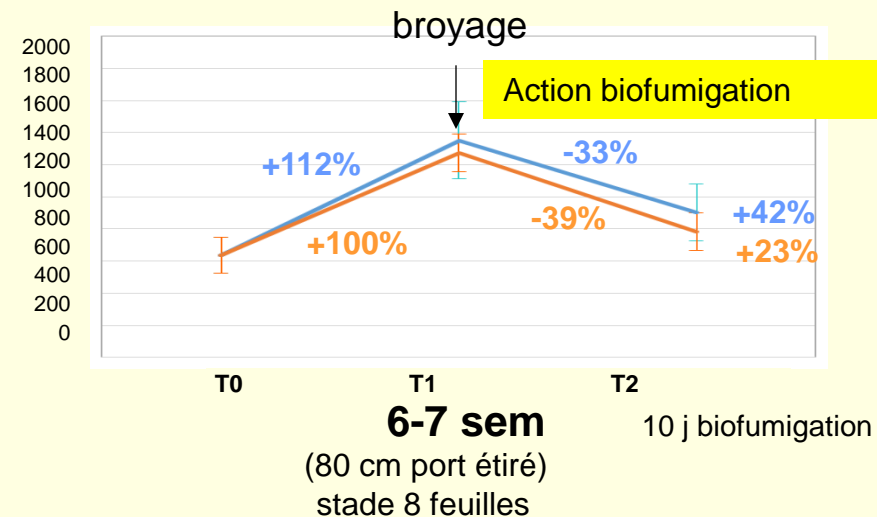
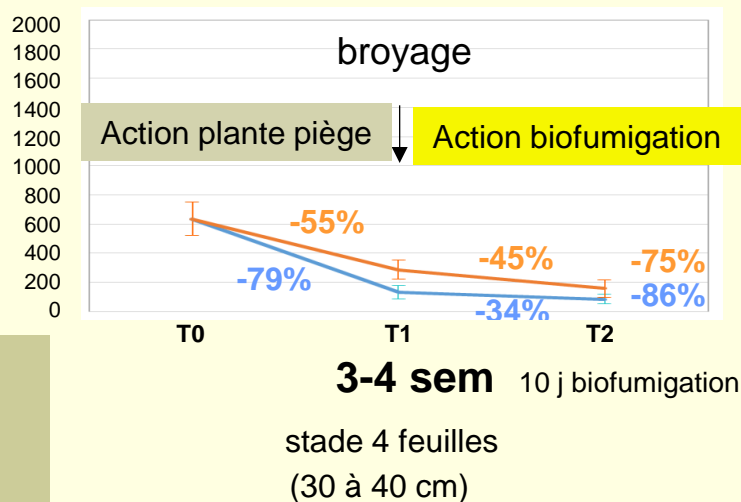
➤ Enfouissement avant
6 semaines (**avant la
fin du cycle des
nématodes**)

Effet assainissant

Efficacité globale (piégeage + biofumigation) : Diminution du potentiel infectieux selon durée de culture des sorghos

Exemple en sol argileux

Nb moyen de nématodes par kg de sol (pontes/plant de tomate)



- Réduction intéressante du nombre de nématodes dans le sol avec les 2 sorghos **s'ils sont enfouis au stade 4 feuilles**
- A 4 semaines : variété 2 globalement **aussi efficace** que sorgho Piper. Effet biofumigation plus important mais moins de piégeage que Piper

« Essais systèmes »

- **GEDUBAT**, projet CASDAR piloté par le Ctifl
- **GEDUNEM**, projet SMACH, piloté par l'INRA de Sophia Antipolis

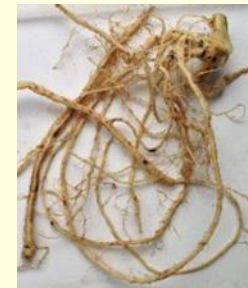
- ❑ Evaluer différentes rotations sur la réduction des nématodes
- ❑ Intégrer des combinaisons de méthodes
- ❑ Suivi sur le long terme
- ❑ Observation des cultures ET du fonctionnement du sol (analyses)

Observation des cultures => perte de rendement

Observation des racines => IGR échelle de 0 à 10

Analyses de sol => évolution des populations

IGR 1



IGR 9

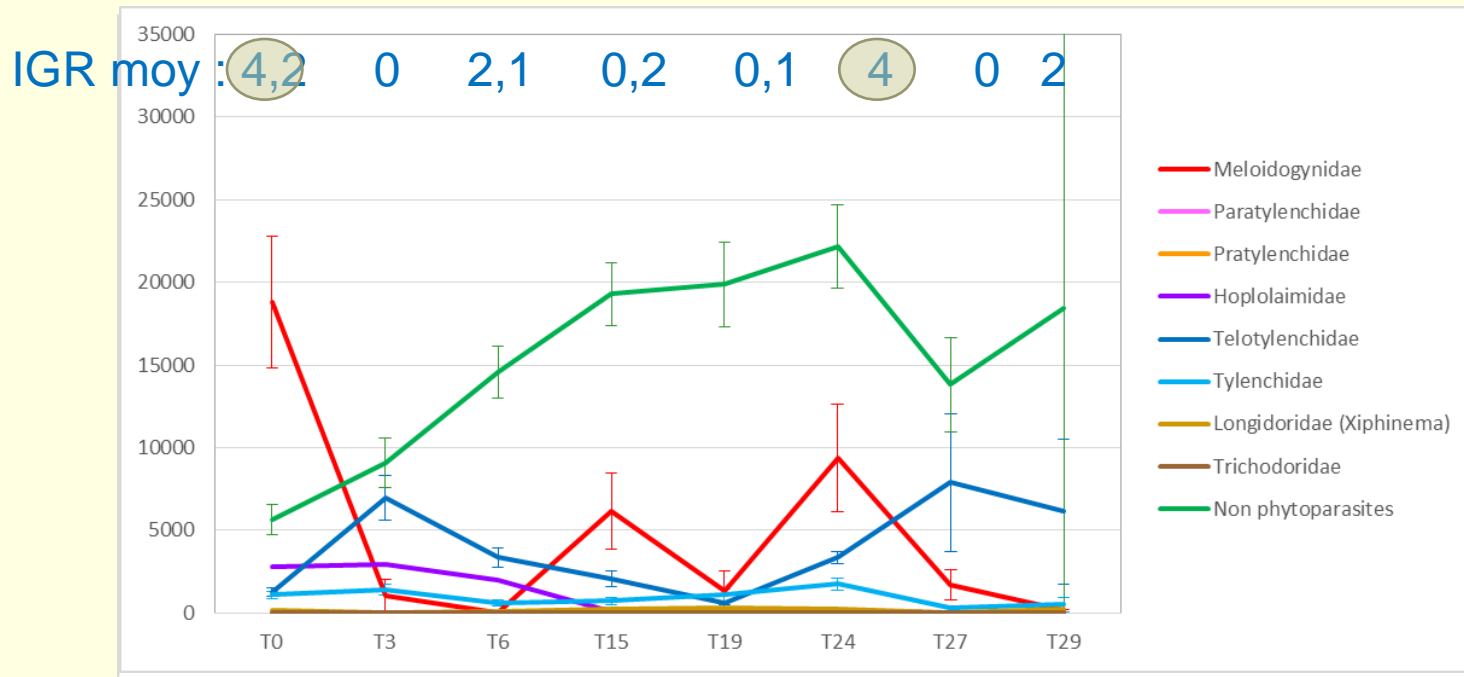


Galles sur racines de melon, INRA sophia Antipolis

Systeme combinant resistance genetique + rotations + engrais vert

Essai Gedunem, APREL

Suivi des populations de nématodes dans le sol (nb/dm³ de sol), analyses IRD, INRA



Suite aux EV : réduction > 95% des *Meloidogyne* dans le sol

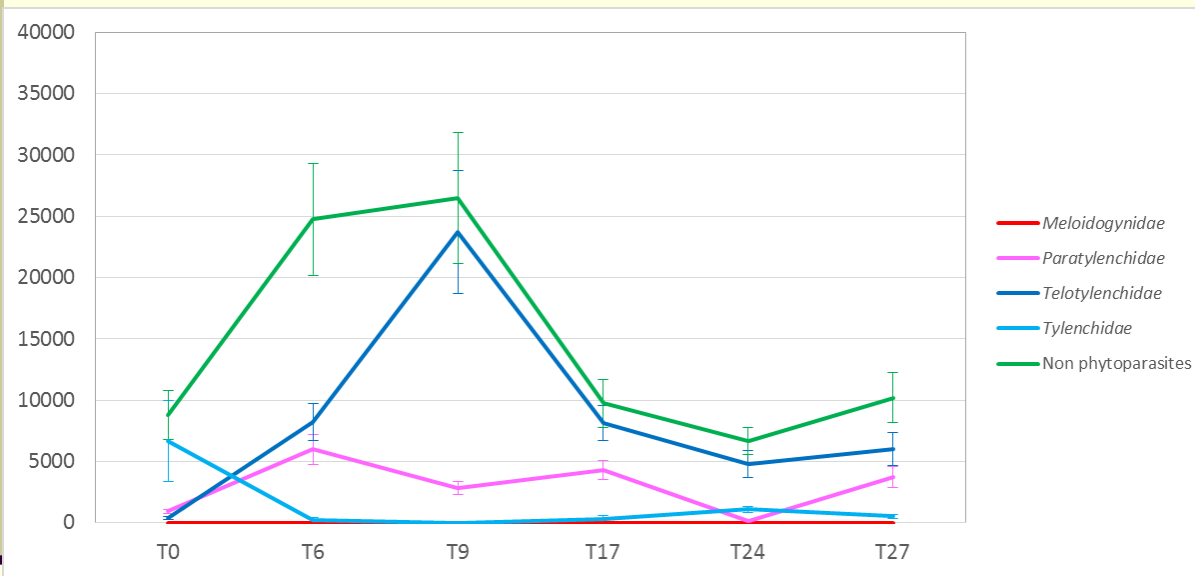
Fort pouvoir de colonisation du sol par *Meloidogyne* sur culture sensible

Diversité = frein au développement

Systeme sans Meloidogyne

Essai Gedunem, INRA Alénya

Suivi des populations de nématodes dans le sol (nb/dm³ de sol), analyses IRD, INRA



Me3-DLL

Sans Meloidogyne, d'autres nématodes phytoparasites peuvent coloniser le sol

- **Paratylenchus** sur salade => dégâts
- **Telotylenchidae** sur sorgho et salade

Bilan – Conclusion

- **Intérêt réel du sorgho :**
 - Agronomique : rustique, croissance rapide, effets sur le sol...
 - Effet assainissant : effet plante piège / effet biofumigant
- Résultats à approfondir : choix variétal, succession de sorghos, intérêt d'autres cultures intermédiaires...
- **Importance des analyses** en laboratoire : mieux connaître la nature (ex espèce de nématode) et la dynamique des bioagresseurs telluriques pour adapter les techniques (**partenariat R&D !**)
- **Finalité** : anticiper, apprendre à vivre avec l'inoculum et intégrer les cultures intermédiaires dans un ensemble de leviers et dans une succession de cultures

Remerciements

- C. Djian-Caporalino, A. Fazari, N. Marteau (INRA Sophia Antipolis)
- H.Védie (GRAB)
- T. Mateille (IRD)
- Equipes de l'INRA d'Alénya et l'INRA de Montfavet
- C. Ade, V. Baffert, JM. Leyre, T. Sargentini, C. Aubert, G. Chalot (Ctifl)
- Les producteurs qui collaborent aux expérimentations
- Les sociétés partenaires pour la fourniture de semences

Merci de votre attention !