

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84 et Agribio 13



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : H. VEDIE (helene.vedie@grab.fr) et C. BOUVIER d'YVOIRE (conseilmaraichage13-84@bio-provence.org)

Site N°1 : Le Thor Site EXPE

Agriculture Biologique
Culture en sol
Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

Maraîchage diversifié
Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit long

Type de sol : Limon Argileux calcaire
Matière organique : 2,5 %
pH : 8,6

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 40 ha en maraîchage dont 5 ha sous abris. Elle est en AB depuis 2000. Les problèmes de culture liés à la présence de nématodes à galles sont observés sur 30 à 40% de la surface sous abris. D'après le producteur, leur présence remonte à 5-6 ans, en lien avec une augmentation importante de la surface sous abri, et à la rotation axée sur une alternance entre salade et cucurbitacées. Les principales cultures touchées sont : laitue, melon et aubergine.

Le mode de gestion de l'exploitation jusqu'au démarrage de GONEM repose principalement sur le greffage, le biocontrôle et la culture de mâche en 1^{ère} rotation d'automne.

Nématodes

Niveau de pression

★★★★★

Espèces identifiées (INRAE) :

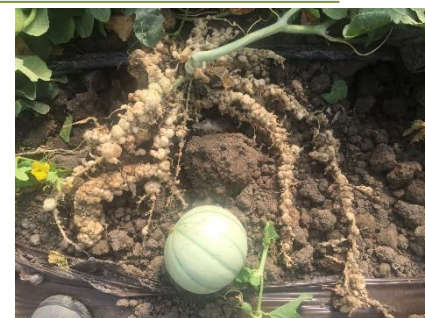
Meloidogyne *incognita* et M. *arenaria*

Quantification dans le sol en 2018 (INRAE) :

8000 à 10000 larves/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

9-10/10 sur l'échelle de Zeck sur melon



Galles sur melon – site 1

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018					2019					2020					2021																				
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt					
			Mel					Sol°		Mâch	Laitue					Aubergine/KNVF					Laitue	Mâch	Melon				Mâche	Laitue				Melon			

Système GONEM

2018					2019					2020					2021																								
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt									
			Mel					Sol°		Mâch	Laitue					Concombre					Fraise						2 S 3 sem	Mâche				Laitue				Melon			

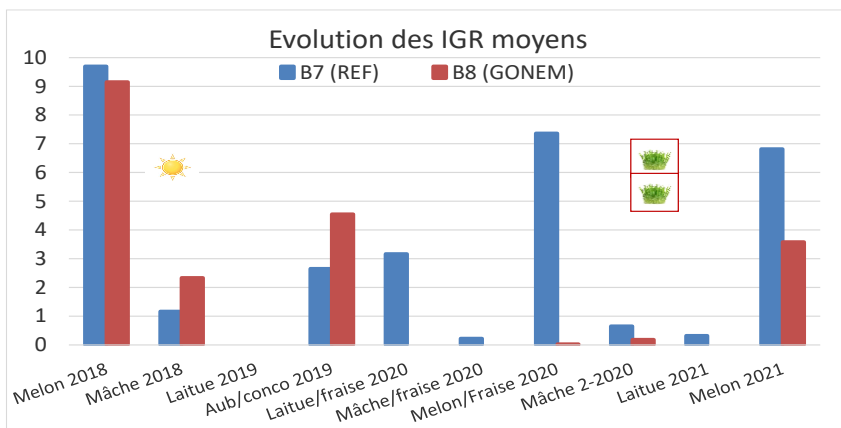
Leviers choisis

- Cultures moins sensibles
- Solarisation
- Couverts assainissants l'été

Pour éviter la succession de cultures sensibles pendant 1 an, la fraise a été insérée dans la rotation comme plante de coupure.

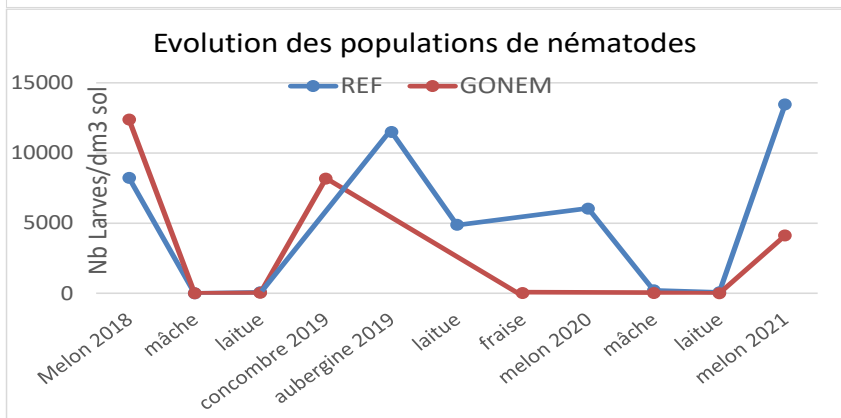
Le créneau pour introduire des pratiques assainissantes est l'été, après les cultures de cucurbitacées : une solarisation a été réalisée en année 1 pour diminuer le niveau d'infestation, deux sorghos de 3 semaines ont été introduits pour piéger les nématodes en 2020.

Principaux résultats



La solarisation initiale réalisée dans les 2 systèmes a permis de diminuer les populations de nématodes mais elles remontent assez rapidement et les IGR atteignent 2,7 sur aubergine greffée et 4,5 sur concombre l'été suivant.

Les Indices de Galle ont diminué sur les 2 systèmes, mais la baisse est particulièrement nette sur le système GONEM après la culture de fraise en 2020.



Les populations de nématodes à galles dans le sol suivent la même évolution que les symptômes racinaires et sont quasi nulles sur le système GONEM à partir de la culture de fraise.

Sur le système REF, on constate que les populations sont importantes en fin de cultures de cucurbitacées, mais également en fin de culture de solanacées, même greffées (aubergines 2019 sur KNVFFr) avec un IGR moyen. L'impact sur la salade suivante est important avec à la fois un IGR et des populations de nématodes élevés.

Avancées scientifiques

Cet essai nous a permis de mettre en évidence l'efficacité d'une culture de fraise pour réduire l'inoculum de nématodes des espèces *M. incognita* et *M. arenaria*, bien que cette culture soit sensible à *M. hapla* dans la bibliographie. Nous avons également mesuré le risque des cultures greffées sur KNVF qui montrent peu de symptômes mais engendrent une augmentation de l'inoculum. L'effet du sorgho court n'a pu être mis en évidence dans l'essai, car il était positionné après une fraise à fort effet nettoyant : il doit être confirmé par des observations complémentaires.

Bilan du Producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Culture peu sensible de fraise	😊	Véritable plante de coupure, efficace contre nématodes (<i>M. incognita</i> et <i>M. arenaria</i>) qui permet de faire ensuite toute culture	Culture exigeante en main d'œuvre Produit fragile
Solarisation	😐	Diminution des populations de nématodes et des symptômes Efficace pour gérer l'enherbement	Effet de durée limitée. Importance de la mise en œuvre (mise en place souvent trop tardive sur l'exploitation. Impact sur la faune du sol.
Double sorgho piège 3 semaines	😊	Levier très efficace qui permet de faire une salade en 1 ^{ère} rotation sans perte. Mise en œuvre simple, rapide, peu coûteuse	Trouver le temps de débarrasser les cultures rapidement pour pouvoir faire le double sorgho
Système global	😊	Système efficace qui ne modifie pas le système de culture	

Point de vue du producteur

Le système testé correspond bien à mon système de culture. Combiner la fraise en rotation, le sorgho systématique après cucurbitacées, la culture de mâche après des cultures d'été infestées et le biocontrôle en rattrapage est l'itinéraire que j'ai dorénavant adopté sur mon exploitation. Les échanges au sein du groupe GONEM m'ont également ouvert sur d'autres pistes : privilégier le greffage de l'aubergine sur *S. Torvum*, pratique aujourd'hui devenue systématique, introduire l'oignon comme culture non hôte, et mieux gérer les adventices.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84 et Agribio 13



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contact : H. VEDIE (helene.vedie@grab.fr)

Site N°2 : Lambesc Site EXPE

Agriculture Biologique

Culture en sol

Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

Maraîchage diversifié

Période de culture : toute l'année

Commercialisation : 10 % en vente directe, 20% magasins spécialisés et 70% en circuit long

Type de sol : Sableux calcaire

Matière organique : 3,5 à 4%

pH : 8,3

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 7,2 ha en maraîchage dont 1,2 sous abris. Elle est en maraîchage AB depuis 1990. Les problèmes de culture liés à la présence de nématodes à galles sont observés sur 75% de la surface sous abris. D'après le producteur, leur présence remonte à 20 ans, en lien avec une contamination du matériel sur une parcelle extérieure et l'intensification des rotations sous abri. Les principales cultures touchées sont : concombre, blette, laitue, chicorée et épinard.

Le mode de gestion de l'exploitation jusqu'au démarrage de GONEM repose principalement sur le greffage, des rotations longues, la diversification des cultures, le décalage des plantations, l'arrachage des racines, l'apport régulier de matière organique (fumier) et les engrais verts d'été.

Nématodes

Niveau de pression ★★☆☆☆

Espèces identifiées (INRAE) :

Meloidogyne *incognita* et M. *arenaria*

Quantification dans le sol en 2018 (INRAE) :

500 larves/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

2,5-3/10 sur l'échelle de Zeck sur courgette



Culture de courgette – site 2

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018					2019					2020					2021																								
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt									

Système GONEM

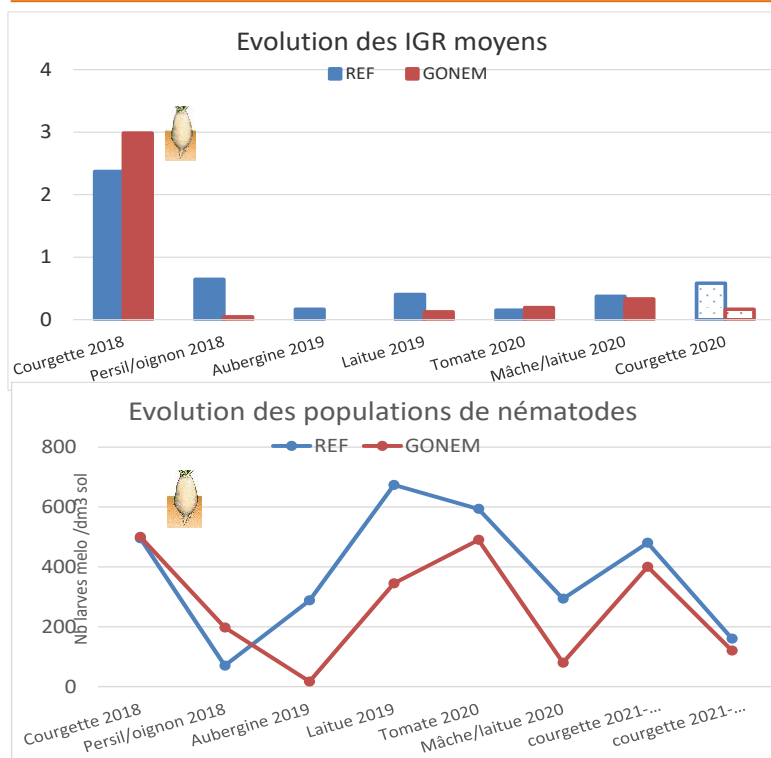
2018					2019					2020					2021																								
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt									

Leviers choisis

- Cultures peu sensibles automne
- Couverture des passe-pieds
- Alternance porte-greffe
- Couvert assainissant l'été

Un engrais vert de radis fourrager a été implanté le 1^{er} été sur les 2 systèmes. La cébette a été introduite comme culture non hôte à l'automne, suivie d'une aubergine greffée sur *Solanum torvum*. Les 2 systèmes sont peu différents à partir de l'automne 2019. Une bâche tissée a été installée dans les inter-rangs des cultures d'été 2019 et 2020 pour limiter le développement des adventices potentiellement hôtes des nématodes à galles.

Principaux résultats



Les indices de galle moyens sont globalement faibles sur ce site peu contaminé. Ils sont inférieurs sur le système GONEM pour les cultures de cébette, d'aubergine greffée puis de laitue en 2019, mais similaires sur les cultures suivantes qui ont été les mêmes sur les 2 systèmes. La forte dégradation des systèmes racinaires de la courgette révélatrice finale rend la mesure difficilement exploitable.

Les populations de nématodes à galles dans le sol sont faibles, du même ordre de grandeur sur les 2 systèmes. La distinction des systèmes à partir de l'automne 2018 se traduit par des populations plus faibles sur le système GONEM. La culture d'aubergine greffée sur *S. torvum* limite la multiplication de façon efficace, avec un effet visible sur les populations en fin de culture de salade 2019. Les différences s'amenuisent lorsque les pratiques culturales deviennent semblables à partir de l'été 2020.

Avancées scientifiques

Cet essai a permis de mettre en évidence l'efficacité d'une culture de cébette et du porte-greffe *S. torvum* pour réduire l'inoculum de nématodes. L'effet du radis fourrager dit « résistant », remis en question car il présentait des galles et des pontes de nématodes, et de la bâche tissée dans les inter-rangs sont difficilement mesurables. L'absence de distinction des systèmes à partir de 2020, et l'inversion des cultures d'automne se traduisent par des niveaux de contamination finaux semblables.

Bilan du Producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Culture peu sensible automne (cébette)	😊	Diversification Plante de coupure, efficace contre nématodes	Marché limité donc surface dédiée restreinte. Exigeant en main d'œuvre mais résultat économique correct
Couverture des passe-pieds en été (bâche tissée)	😐	Mise en place rapide Efficace pour gérer l'enherbement	Limite le rapport au sol Rend les ré apports de fumure complexes et toute intervention mécanique impossible.
Alternance porte-greffe (<i>S.torvum</i> pour aubergine)	😊	Plantes qui tiennent dans la durée : pas de verticilliose et très bonne qualité des fruits en comparaison du KNVF	Perte de précocité sur le début de production (le mieux rémunéré).
Interculture radis fourrager	😞	Pousse rapidement et produit beaucoup de biomasse	EV peu développé dans l'essai (problème de semis). Pas de résistance à Meloidogyne. Risques de repousses avec cette espèce
Système global	😊	Convient parfaitement au système de culture de l'exploitation	

Point de vue du producteur

La présence de nématodes sur l'exploitation oblige à mettre en œuvre des solutions qui vont dans le sens d'une amélioration agronomique : rotation, engrais verts, apports de matière organique. Je vais continuer à planter les cultures sensibles le plus tard possible à l'automne, utiliser le porte-greffe *S. torvum* pour l'aubergine et privilégier les cultures non hôtes après des cultures d'été très touchées comme le concombre. Les échanges au sein du groupe GONEM m'ont également conforté pour pratiquer le sorgho court en engrais vert piège d'été.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contact : C.GOILLON (goillon@aprel.fr), S.FERRERA (sara.ferrera@vaucuse.chambagri.fr) et A.DIDIER-LAURENT (armelle.didier-laurent@vaucuse.chambagri.fr)

Site N°3 : Pernes les fontaines

Agriculture Conventiennelle

Culture en sol

Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

MELON / POIVRON

Période de culture : mars-octobre

Commercialisation en circuit long

Type de sol : Limono-sableux

Matière organique : 2,5 %

pH : 8,1

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive environ 5 ha en maraîchage sous abri et 20 ha de plein champ. Les nématodes sont apparus sur l'exploitation il y a une quinzaine d'années suite à l'arrêt des désinfections chimiques des sols. Localisés tout d'abord dans certaines parcelles de melon sur les rangs de bordure, ils se sont étendus aujourd'hui à la plupart des parcelles. L'impact sur les cultures est minimisé depuis la mise en place des sorghos de 3 semaines en interculture après les melons.

Nématodes

Niveau de pression

★☆☆☆☆

Espèces identifiées (Vegepolys 2018-2019) :

Meloidogyne arenaria et *M.incognita*

Quantification dans le sol en 2018 (INRAE):

13000 à 15000 larves J1/dm3 de sol

IGR observés en 2018 :

1,72 /10 sur l'échelle de Zeck sur poivron



Couvert d'avoine

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D

Système GONEM

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D

Principaux leviers choisis

- Couverts assainissants

Le sorgho est déjà utilisé sur l'exploitation après les cultures de melon, en plusieurs semis (cycles courts de 3 semaines) avec de bons résultats. Cette technique n'est pas adaptée au poivron qui est arraché fin octobre. La modalité Gonem intègre l'installation d'un couvert assainissant en hiver (avoine rude). Cependant des difficultés de préparation de sol et d'accès à l'eau en novembre-décembre n'ont pas permis de renouveler les semis chaque année. Il n'y a donc pas de distinction suffisante entre les deux modalités sur ce site.

Principaux résultats



Sur le poivron en 2018, l'observation des galles sur les racines est très faible (IGR moyen <2) et homogène dans les deux modalités. Les galles sont très petites. Malgré une légère baisse des IGR en 2019 et 2020, les IGR observés en fin de suivi sont plus élevés que la 1^{re} année. Un changement de variété en 2021 peut expliquer cette évolution.

Dans la parcelle GONEM, après le couvert d'avoine réalisé en hiver, on observe une moindre contamination qui perdure sur les cultures suivantes. Les données sont cependant insuffisantes pour attribuer un effet de l'avoine.

Malgré des IGR très faibles sur poivron en 2018, on constate un dénombrement important de larves de nématodes dans le sol cette année-là. Les évolutions suivent les tendances des observations d'IGR mais les variations sont très importantes d'une année sur l'autre (de 2000 à 14000 nématodes/dm³). Ceci est d'autant plus surprenant que la parcelle est en monoculture.

L'effet de l'avoine sur les quantités de nématodes dans le sol entre 2018 et 2019 n'est pas visible.

Avancées scientifiques

Les contraintes techniques apparues sur ce site ne nous permettent pas d'obtenir les résultats espérés. Les observations confirment que le poivron est une culture « tolérante » aux nématodes à galles, qui est peu affectée au niveau racinaire mais qui permet toutefois une multiplication des nématodes dans le sol. L'effet de l'avoine en hiver peut être une piste intéressante et doit être approfondi. Les résultats soulèvent des interrogations sur les facteurs à l'origine des variations importantes dans cette parcelle en monoculture : variété ? température ? vie microbienne ?

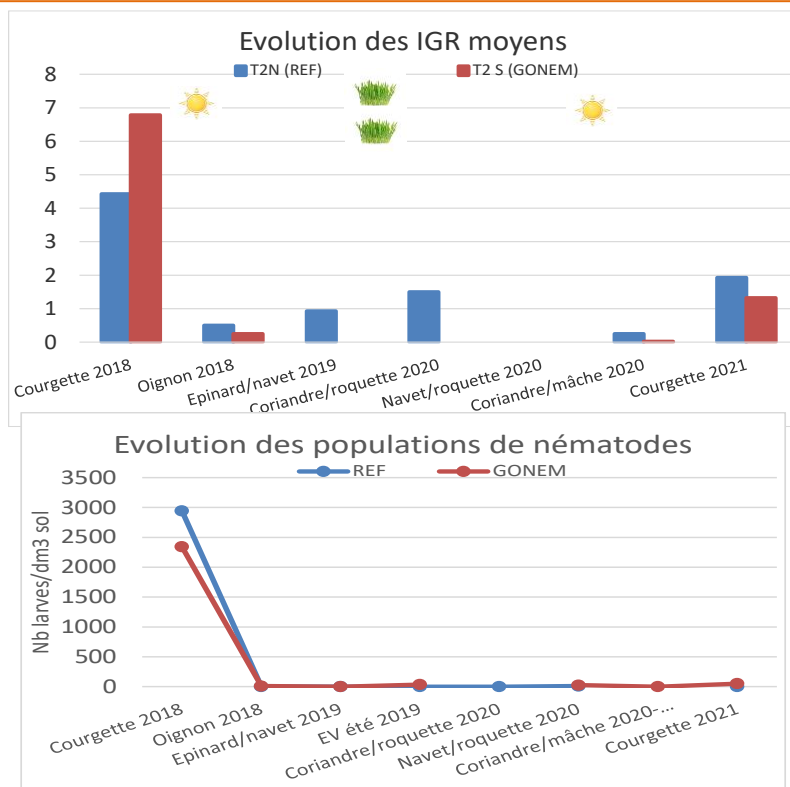
Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Couverts assainissants d'hiver	😊	Technique qui nécessite peu de main d'œuvre et adaptée aux cultures longues d'été. Permet d'éviter de laisser le sol nu en hiver quand on ne produit pas de salades.	Selon la nature des sols, la préparation du semis à l'automne est compliquée. A partir de décembre, le canal d'irrigation étant à sec, il faut se dépêcher de réaliser le semis pour pouvoir arroser (contraintes propres à l'exploitation)
Système global	😊	La pratique d'un couvert végétal derrière une culture sensible est généralisée à l'exploitation. Il y a un effet évident sur la qualité du sol et on parvient à contenir les nématodes	La préparation des sols est dépendante de la date d'arrachage de la culture, du climat sur cette période et du temps disponible pour semer rapidement le couvert

Point de vue du producteur

La recherche de solutions contre les nématodes est un vrai besoin au regard de l'impact que ces pathogènes peuvent avoir sur les cultures maraîchères. Il est difficile d'imaginer s'en débarrasser mais l'intégration des couverts de sorgho courts après le melon a vraiment permis de vivre avec. C'est pourquoi l'idée de développer les couverts en hiver correspond bien à mon système. Je pense généraliser les couverts d'avoine sur mon exploitation car cette technique montre aussi un bénéfice évident sur la qualité des sols.

Principaux résultats



Les Indices de galle, initialement plus élevés sur le système GONEM ont nettement diminué sur les 2 systèmes après la solarisation et la culture d'espèces peu sensibles. Sur le système GONEM, les IGR moyens sont quasiment nuls entre 2018 et 2020 sur navet, roquette et mâche. Ces 2 successions culturales ont été efficaces pour diminuer l'infestation, qui s'avère légèrement inférieure sur GONEM sur la culture de courgette révélatrice finale.

Les populations de nématodes à galles dans le sol suivent la même évolution que les symptômes racinaires et sont quasi nulles sur les 2 systèmes suivis dès la première culture réalisée après la courgette 2018. Les populations sont quasi nulles sur la courgette révélatrice finale alors que les IGR étaient de 1,3 et 1,9 sur les 2 systèmes.

Avancées scientifiques

Cet essai montre l'efficacité de la solarisation et de la culture de plantes peu sensibles implantées tard à l'automne (cébette, roquette, mâche) ou tôt au printemps (navet) pour diminuer l'impact des nématodes à galles sur les cultures et réduire les populations en 3 ans. L'effet de 2 EV pièges n'a pas pu être bien évalué car les couverts comportaient beaucoup d'adventices, et que les cultures suivantes étaient assez peu sensibles. De même il est difficile de conclure sur l'intérêt potentiel d'une biofumigation (roquette) associée à la solarisation.

Bilan du Producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Cultures moins sensibles	😊	Véritables plantes de coupure avec peu de risques de pertes et peu de symptômes de nématodes	Choix d'espèces limité : mâche, cébette, coriandre, roquette. Les espèces sont non hôtes et/ou poussent hors période nématodes (navet)
Engrais vert piège 3 semaines	😊	Apport de MO : effet EV	Apport de MO faible Contrainte calendrier serré (dates précises)
Biofumigation roquette	😊	Mise en œuvre simple, rapide, peu coûteuse, sans implantation de couvert spécifique (repousses). Maîtrise adventices et nématodes (effet solarisation ?). Accélération et amplification de la minéralisation de la biomasse : économie d'engrais	Utilisation de plastique Effet négatif sur la vie du sol
Système global	😊	Système efficace qui ne modifie pas le système de culture	Système de culture peu diversifié

Point de vue du producteur

Le système testé correspond bien à mon système de culture et mon marché. Je suis satisfait des rendements obtenus et des chiffres d'affaires associés. Les résultats me conviennent et je continuerai un système basé sur les cultures non hôtes, et la solarisation. Je ne pense pas adopter la biofumigation qui n'a pas donné de résultats probants, et je continuerai les engrais verts, en testant éventuellement la gestion en EV « piège » pour mieux évaluer son effet.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : C.GOILLON (goillon@aprel.fr) et A.COSTE (ceta.stmartin@gmail.com)

Site N°5 : Entressen Site ELARGI

Agriculture Biologique

Culture en sol

Serre Verre non chauffée

Principales rotations :

CONCOMBRE/COURGETTE/TOMATE
/CEBETTE

Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit court et long

Type de sol : Sableux

Matière organique : 3,4 %

pH : 8,1

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 1,5 ha en maraîchage AB sous abri. La serre verre, historiquement cultivée en hors-sol, a été cultivée ensuite avec courgette et salade puis convertie en AB en 2003 sur un système plus diversifié. Les nématodes sont apparus assez rapidement sur l'ensemble de la parcelle. Les problèmes en culture sont importants en été, liés aussi à d'autres bioagresseurs telluriques comme *Fusarium* sp. et *Agrobacterium*.

La gestion des nématodes se fait avec l'intégration du sorgho en interculture et depuis peu la solarisation. Le sorgho a été adapté pour le piégeage sur 3 semaines et est renouvelé autant que possible.

Nématodes

Niveau de pression

★★★★☆

Espèces identifiées (Vegepolys) :

Meloidogyne incognita (2018)
+ *M.arenaria* + *M.hapla* (2020)

Quantification dans le sol en 2018 (ELISOL):

2000 larves J1/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

7/10 sur l'échelle de Zeck sur concombre



Dégâts sur concombre

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018					2019					2020					2021																		
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt			
		Concb greffé			Sorgho		Cébette										F	Tomate greffée			Coriandre								F+B	Courgette			

Système GONEM

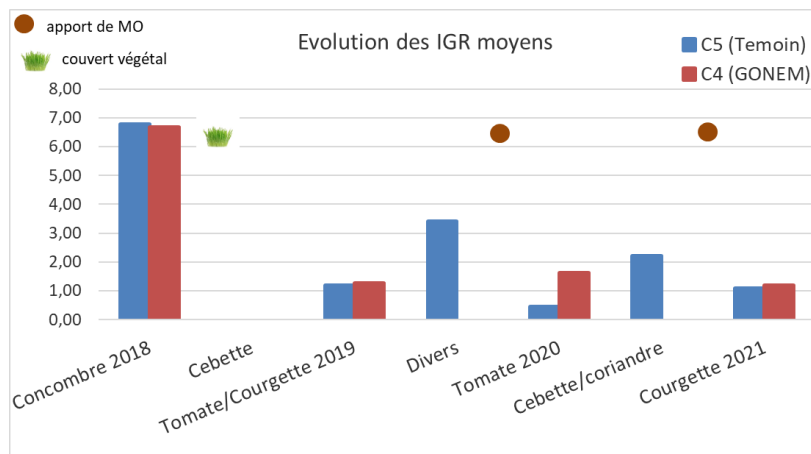
2018					2019					2020					2021																									
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt										
		Concb greffé					RR		Cébette								Tomate greffée			Mâche				F	Tomate greffée			Cébette								F	Courgette			

Leviers choisis

- Couvert assainissant l'été
- Cultures moins sensibles d'hiver
- Apport de MO de masse

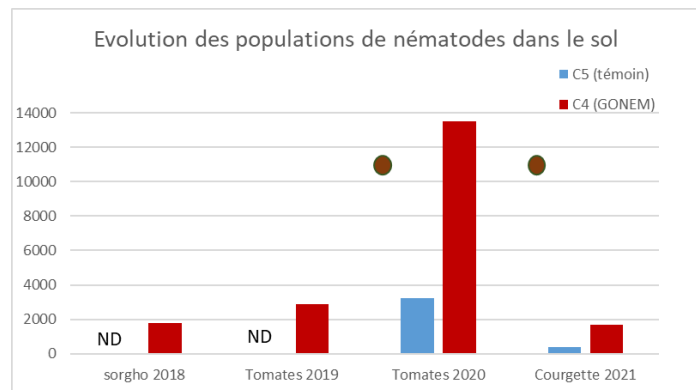
Le sorgho, déjà utilisé sur l'exploitation est adapté pour une action de piégeage (durée 3 semaines) dans les 2 modalités en 2018. Dans la parcelle GONEM, le choix d'espèces moins sensibles en été (tomate greffée) et en hiver (mâche, cébette) est privilégié. Des apports de fumier composté (30 T/ha) au printemps sont initiés en 2020 dans les 2 systèmes.

Principaux résultats



La contamination est très élevée sur concombre en 2018 et comparable dans les 2 modalités avec des pertes de plantes. Ces niveaux d'IGR ne sont plus atteints par la suite. Que ce soit sur tomate ou courgette, les IGR moyens ne dépassent pas 2, ce qui correspond à de faibles infestations.

Les niveaux de galle plus élevés en hiver dans la modalité référence correspondent à des espèces plus sensibles que la cébette : pack choï, céleri, coriandre et betterave



Malgré des IGR très élevés sur concombre en 2018, la quantification dans le sol est moyenne (2000 larves/dm³). Les populations sont assez stables au cours du suivi si ce n'est des teneurs mesurées 6 fois plus importantes après la tomate 2020 dans la parcelle GONEM. La différence observée pourrait s'expliquer par la variété de porte-greffe : alors que Protector a été utilisé en 2019, en 2020 le greffage s'est fait avec Equifort dans la modalité GONEM et Fortamino dans le témoin. Cette année-là, 3 espèces de nématodes ont aussi été identifiées alors que *Meloidogyne incognita* seul était présent au démarrage du suivi.

Avancées scientifiques

Dans ce suivi, les indicateurs de terrain et de laboratoire sont parfois contradictoires : certaines cultures expriment plus de galles qu'elles ne multiplient les nématodes dans le sol (et inversement). L'évolution des 2 systèmes est positive avec une réduction des contaminations observées, malgré des cultures multiplicatrices en hiver dans le système témoin et une culture de tomate (2020) fortement génératrice de nématodes dans le sol. L'effet variétal des porte-greffes est sans doute mal connu ainsi que la sensibilité des cultures aux différentes espèces de nématodes du sol.

Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Couverts assainissants	😊	Efficacité sur adventices et bioagresseurs telluriques, entretien du sol. Technique qui nécessite peu de main d'oeuvre	Nécessite des parcelles disponibles en été, parfois incompatibles avec la production
Cultures moins sensibles	😊	Effet barrière sur les nématodes, permet de produire sur les parcelles contaminées.	La tomate greffée n'est pas suffisamment résistante aux nématodes
Apport de matière organique de masse	😊	Avantage attendu sur la fertilité du sol. Peut-être pratiqué sur un délai court	Nécessité d'investir dans un équipement adapté.
Système global	😊	Pendant 3 ans, la situation critique de 2018 ne s'est plus rencontrée.	Situation toujours à risque (potentiel de nématodes dans le sol) et encore beaucoup de questions techniques

Point de vue du producteur

Avec les nombreuses rotations, le sol est devenu fragile, les nématodes comme les champignons telluriques affectent nos cultures. Le suivi GONEM a permis de mieux évaluer les contaminations et de réfléchir aux techniques culturales à mettre en œuvre. Certains leviers utilisés sont récents mais les résultats vont dans le bon sens. Même si nous ne sommes pas encore sereins à chaque plantation, sur le long terme, on devrait y arriver.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : C.GOILLON (goillon@aprel.fr) et JL.DELMAS (cetadurancealpilles@orange.fr)

Site N°6 : St Rémy de Provence - Site ELARGI

Agriculture Conventuelle

Culture en sol

Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

TOMATE/SALADE

Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit long

Type de sol :

Limon sableux calcaire

Matière organique : 3,1 %

pH : 7,9

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 2,5 ha en maraîchage sous abri depuis 30 ans avec du poivron par le passé puis de la tomate en rotation avec la salade. Les nématodes sont apparus sur l'exploitation sur tomate greffée il y a une vingtaine d'années dans une parcelle puis se sont rapidement généralisés. Les problèmes en culture sont modérés : le greffage sur la tomate permet de limiter le développement des nématodes et les blocages de plantes en salade sont mineurs. La gestion des nématodes s'est fait avec des désinfections de sol à base de Bromure de méthyle puis de Dichloropropène. Actuellement, le produit Velum Prime (fluopyram) est utilisé en culture d'été.

Nématodes

Niveau de pression

★☆☆☆☆

Espèces identifiées (Vegepolys) : *Meloidogyne incognita* (2018) + *M.arenaria* (2019) + *M.hapla* (2020)

Quantification dans le sol en 2018 (ELISOL):

2000 – 3500 larves J1/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

1,8 /10 sur l'échelle de Zeck sur tomate



Galles sur tomate greffée

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D

Système GONEM

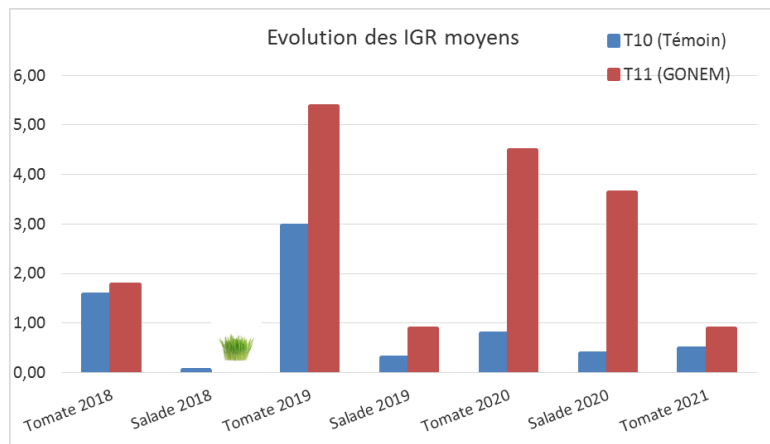
2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D

Leviers choisis

- Biocontrôle
- Couvert assainissant d'hiver

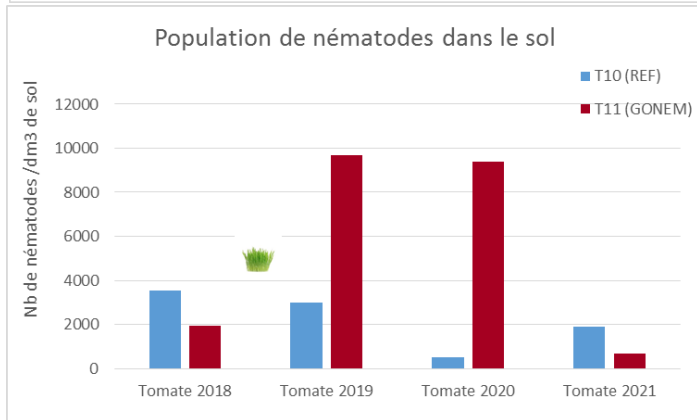
La rotation des cultures est restée identique dans les deux systèmes avec une alternance tomate/salade (impératifs commerciaux). L'introduction de couverts assainissants n'est possible qu'en supprimant des surfaces de production et ne peut être rendu systématique. L'avoine a été introduite en 1^{re} année. Le levier principal est plutôt la substitution du traitement chimique par du biocontrôle en cours de culture. Les produits de biocontrôle utilisés successivement dans la modalité GONEM sont des mycorhizes, de l'extrait d'ail (Nemguard®) et un champignon entomopathogène (BioAct Prime®)

Principaux résultats



La contamination sur tomate en 2018 est faible, dans les 2 tunnels.

Les applications de Velum Prime dans la modalité témoin permettent de maintenir les IGR <1, sauf en 2019 où la pression semble plus forte. Dans la modalité GONEM, les niveaux de contamination ont rapidement augmenté malgré les solutions alternatives (avoine et biocontrôle). L'IGR de 3,5 en salade en 2020 est particulièrement inquiétant. Le retour du traitement chimique en dernière année parvient à rétablir la situation.



La quantification des nématodes dans ce site révèle des niveaux assez élevés au démarrage du suivi : 2000 à 4000 larves/dm³. Les niveaux de population dans le sol sont en rapport avec les IGR observés sur tomate : l'arrêt du traitement chimique dans la modalité GONEM en 2019 et 2020 génère une augmentation des nématodes dans le sol (5 fois plus).

L'application de biocontrôle dans ce tunnel n'a pas permis de réduire les populations de nématodes dans le sol. En 2021, l'association Velum Prime + Bioact Prime sur tomate rétablit les populations à un niveau inférieur au témoin.

Avancées scientifiques

Le suivi met en évidence la fragilité de ce système vis-à-vis des nématodes à galle. La protection des cultures est fortement dépendante des interventions chimiques, sans lesquelles les nématodes se développent rapidement. La variation observée dès la première année laisse penser que la vie du sol n'est pas suffisamment présente pour contrecarrer le développement des nématodes à galle. La spécialisation des cultures a certainement sélectionné des souches de nématodes plus virulentes qui contournent le gène de résistance du porte-greffe tomate. Dans ce contexte, le biocontrôle appliqué ne permet pas de contrôler le développement des nématodes.

Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Biocontrôle	😊	Application généralement facile, compatible avec les cultures	Aucun effet visible sur les cultures (IGR) ni sur les populations dans le sol. Coût souvent élevé.
Couvert assainissant d'hiver	😊	Bonne germination. Entretien du sol en hiver avec un seul couvert.	Impose de réduire les surfaces de production en salade (manque à gagner). Peut être compliqué à semer si les conditions sont pluvieuses en automne.
Système global	😊	Pas de perturbation importante du système de culture	Aucun résultat d'efficacité sur les nématodes.

Point de vue du producteur

Les observations montrent que la contamination de mes parcelles en nématodes est élevée même si mes pratiques actuelles (greffage et applications de fluopyram) me permettent de ne pas en subir les conséquences. Cela représente un risque considérable si la seule matière active disponible venait à disparaître. Malgré la volonté de réduire l'utilisation des traitements chimiques, les résultats obtenus pour l'instant ne me permettent pas de l'envisager et il faudra sans doute à terme aller plus loin dans la réflexion sur la durabilité du système de culture.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84 et Agribio 13



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural

RÉGION
SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : H. VEDIE (helene.vedie@grab.fr) et C. BOUVIER d'YVOIRE (conseilmaraichage13-84@bio-provence.org)

Site N°7 : Aureille Site ELARGI

Agriculture Biologique
Culture en sol
Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

Maraîchage diversifié
Période de culture : toute l'année

Commercialisation : 85% circuit
long, 15% magasins

Type de sol : Limon Argileux calcaire
avec 50% de galets

Matière organique : 4,5 %
pH : 8,3

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 2,5 ha en maraîchage dont 1,8 sous abris. Elle est en AB depuis 2009. Les problèmes de culture liés à la présence de nématodes à galles sont observés sur 60% de la surface sous abris. D'après le producteur, leur présence est antérieure à son installation en 2005 et découle probablement de la culture exclusive de tomates et salades par l'exploitant précédent. Les principales cultures touchées sont : laitue, melon, courgette, céleri.

Le mode de gestion habituel de l'exploitation repose principalement sur le décalage des plantations (laitue 15 novembre au plus tôt), le greffage et la réduction progressive de cultures très sensibles (melon).

Nématodes

Niveau de pression



Espèces identifiées (INRAE) :

Meloidogyne arenaria

Quantification dans le sol en 2018 (ELISOL) :

1200 à 6900 larves/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

3,6 à 7/10 sur l'échelle de Zeck sur courgette



Aubergine greffée sur *Solanum torvum* – site 7

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D
			Courgette				Solarisation			Mâche				Laitue		Aubergine/STT3										Laitue		Basilic						Mâche													Courgette

Système GONEM

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D
			Courgette				2 sorgho	Cébette									Aubergine/STT3									Laitue		Chou rave						sor	Cébette												Courgette

Leviers choisis

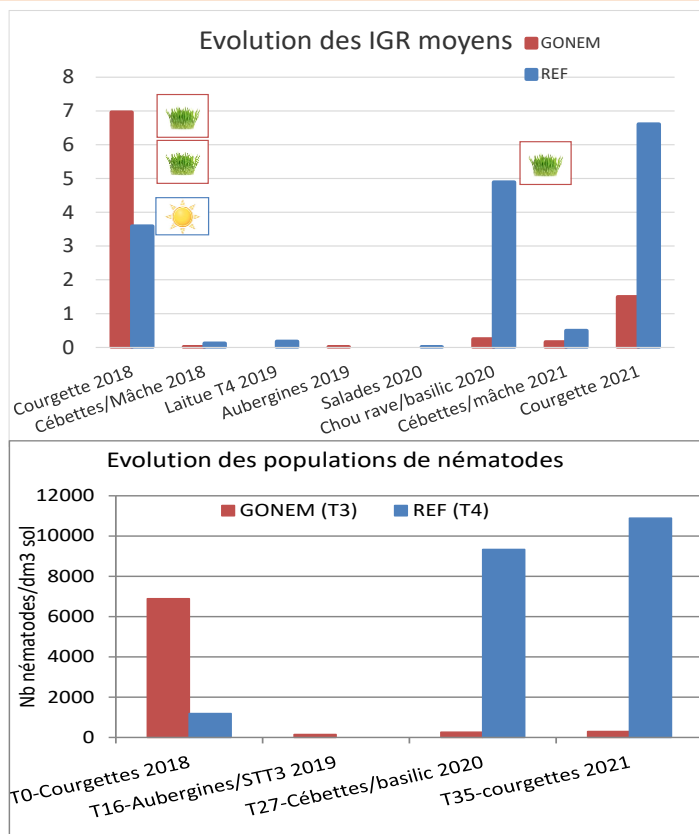
- Couvert assainissant l'été
- Greffage aubergine sur STT3
- Cultures non hôtes

Dans ce système, l'été est le créneau pour introduire des pratiques assainissantes, après les cultures de cucurbitacées : le sorgho piège de 3 semaines a été réalisé en 2018 et 2020.

Une culture non hôte de cébette a été cultivée sur le système GONEM, et s'intègre dans le système de culture très diversifié.

Le greffage de l'aubergine sur le porte-greffe *Solanum torvum* a été pratiqué en 2019 sur les 2 systèmes.

Principaux résultats



Les Indices de Galle initiaux sont très différents entre les 2 systèmes, le système GONEM ayant volontairement été mis en œuvre dans le tunnel le plus infesté.

Les pratiques réalisées dans les 2 systèmes s'accompagnent d'un faible niveau d'IGR jusqu'en 2020, où la culture de basilic atteint un IGR de 5.

A la fin de l'essai, la situation s'est inversée entre les 2 systèmes, avec une baisse très importante de l'IGR sur le système GONEM, qui passe de 7 en 2018 à 1,5 en 2020, et une hausse de 3 points dans le système REF vraisemblablement due au basilic.

Les populations de nématodes à galle dans le sol mesurées à la fin de chaque culture d'été suivent la même évolution que les symptômes racinaires.

Les différences sont marquées entre les 2 systèmes, avec une diminution très forte des nématodes du sol dans le système GONEM, et une multiplication par 10 des populations de nématodes dans le système REF, qui découle clairement de la multiplication engendrée par la culture de basilic en 2020.

Avancées scientifiques

Le système GONEM mis en œuvre dans cet essai, qui a combiné des sorghos pièges en interculture, des cultures non hôte de cébette et le greffage sur *S. torvum* pendant 3 ans s'avère particulièrement efficace pour réduire l'inoculum de nématodes et diminuer considérablement les dégâts sur la culture révélatrice sensible finale de courgette. A l'inverse sur le système REF, 2 ans de pratique défavorables aux nématodes (solarisation, mâche peu sensible, *S. torvum*) n'ont pas limité la forte multiplication des nématodes sur une culture sensible de basilic cultivé pendant 6 mois.

Bilan du Producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Culture peu sensible	😊	Plante moins sensible Rentre totalement dans le système de culture et de commercialisation	Ne réduit pas durablement le niveau d'infestation
Greffage STT3	😊	Bons rendements Pas de problème de nématodes sur la culture	Effet de durée limitée sur nématodes ? Mise en place tardive mais qui n'est pas un problème sur mon exploitation.
Double sorgho piège 3 semaines	😊	Lever très efficace. Mise en œuvre simple, rapide, peu coûteuse	Très contraignant sur le calendrier : trouver le temps de débarrasser les cultures rapidement pour pouvoir le mettre en place au bon moment
Système global	😊	Système simple qui ne modifie pas le système de culture ni le fonctionnement de l'exploitation	Difficile d'entrer le paramètre « nématodes » dans une gestion déjà complexe des successions de cultures diversifiées

Point de vue du producteur

Le système testé correspond bien à mon système de culture, dont les rotations sont guidées par la diversification. Cette expérience m'a motivé sur la pratique de couverts courts d'interculture, et le positionnement de cultures d'alliées après les cultures sensibles. Je vais également tester d'autres expériences issues du projet GONEM, comme la fraise sur les parcelles les plus infestées. Je pense que les cultures longues (expérience du basilic) sont favorables aux nématodes et je vais essayer de réduire la durée des cultures pour limiter cet impact.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : C.GOILLON (goillon@aprel.fr) et L. BASNONVILLE (ceta.soleil@orange.fr)

Site N°8 : Chateaurenard Site ELARGI

Agriculture Conventionnelle
Culture en sol
Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

MELON /SALADE/FENOUIL/ POIVRON
Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit long

Type de sol : Sableux

Matière organique : 3,9 %

pH : 8,2

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 2,5 ha en maraîchage sous abri. Les nématodes sont apparus sur l'exploitation il y a une vingtaine d'années et se sont généralisés. Les problèmes en culture sont cependant limités et concernent la moitié de la surface sous abri, surtout sur melon et salade. La gestion des nématodes s'est faite initialement avec des désinfections chimiques et depuis une dizaine d'années avec l'intégration de sorgho en interculture et la solarisation.

Nématodes

Niveau de pression

★★★★☆☆

Espèces identifiées (Vegepolys 2018-2019) :

Meloidogyne arenaria

Quantification dans le sol en 2018 (INRAE) :

2000 à 6000 larves J1/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

5/10 sur l'échelle de Zeck sur melon



Galles sur melon – site 8

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021																						
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D											
		Melon greffé					2 sorghos	Laitue						Fenouil					Sol°	Laitue						Laitue	Poivron						Laitue														Melon greffé											

Système GONEM

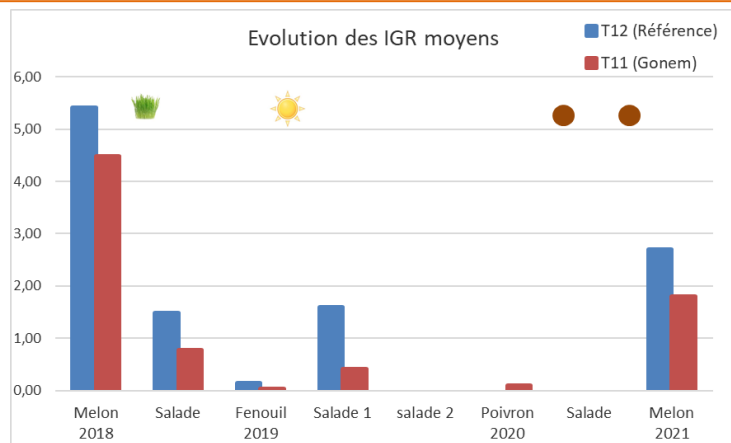
2018												2019												2020												2021																						
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D											
		Melon greffé					RR + S 3 se	Laitue						Fenouil					Fumigator	Laitue						Laitue	Poivron						Laitue														Melon greffé											

Principaux leviers choisis

- Couverts assainissant l'été
- Biofumigation
- Apport de MO de masse

Le sorgho, déjà utilisé sur l'exploitation, est adapté pour une action de piégeage dans la modalité référence (durée 3 sem). Des alternatives comme le radis fourrager sont intégrés dans le système GONEM ainsi que de la biofumigation (couvert Fumigator de 4 sem + bâche). Les cultures de poivron et de fenouil moins sensibles aux nématodes permettent une alternance avec les cultures plus sensibles. Deux apports de compost de végétaux (40 T/ha) ont été réalisés en 2020 et 2021.

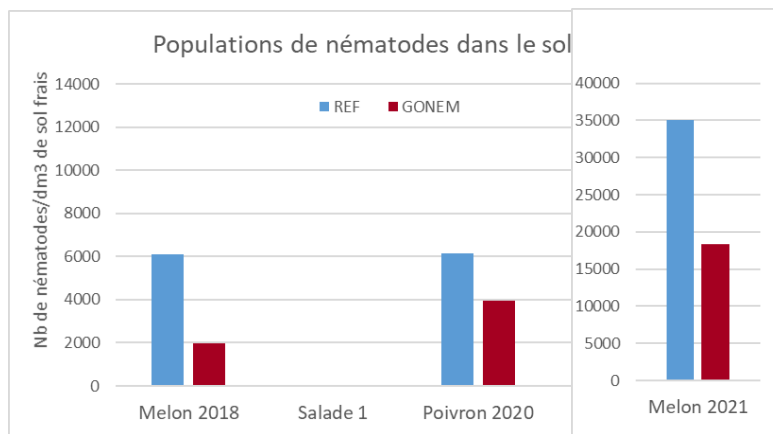
Principaux résultats



Après le melon de 2018 très contaminé, la succession de cultures moins sensibles aux nématodes (fenouil, poivron) a permis une baisse significative des IGR dans les 2 systèmes pendant au moins 2 ans.

La réduction est plus marquée dans le système GONEM après la biofumigation (IGR 0,4 sur salade) par rapport à la solarisation (IGR 1,6). La solarisation mise en place tardivement fin juillet n'a pas été optimale.

Les IGR sur melon en fin de suivi ont été globalement réduits de 50%.



Malgré des IGR proches sur melon, les quantifications de nématodes dans le sol montrent un écart important entre les 2 systèmes : les nématodes sont moins nombreux dans le tunnel GONEM.

Etonnamment sur poivron en 2020, les faibles symptômes racinaires ne sont pas corrélés aux quantités de nématodes dans le sol. Ils sont aussi élevés que sur melon en 2018, montrant que le poivron est bien une plante hôte qui permet le développement des nématodes avec peu de symptômes sur racines.

En fin de suivi les quantités de nématodes restent élevés dans le sol malgré la baisse des IGR.

Avancées scientifiques

Ce suivi montre que le poivron permet la multiplication des nématodes dans le sol sans présenter beaucoup de galles. Cette culture permet une production en sol contaminé avec l'inconvénient de masquer la pression des nématodes. De même, les résultats sur la culture de melon 2021 (après apport de MO) sont encourageants si on regarde les niveaux d'IGR par rapport à 2018. Mais le maintien des populations dans le sol révèle que le problème n'est pas réglé pour autant.

Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Couverts assainissants	😊	Efficacité sur nématodes, entretien du sol. Technique qui nécessite peu de main d'oeuvre	Rajoute un travail en saison. La succession de sorghos courts ou les densités élevées peuvent générer des coûts supérieurs
Biofumigation	😐	Diminution des populations et des symptômes de nématodes.	Importance de la mise en œuvre, enchaînement rapide des opérations. Piste à approfondir
Apport de matière organique de masse	😐	Avantage attendu sur la fertilité du sol. Semble minimiser les dégâts sur racine de melon	Nécessité d'investir dans un équipement adapté. Résultats insuffisants sur les populations dans le sol
Système global	😊	Les leviers utilisés semblent aussi efficaces que la solarisation	Encore beaucoup de questions techniques

Point de vue du producteur

Le suivi GONEM est intéressant pour évaluer les évolutions des nématodes par rapport aux différentes actions dans mon système. Il reste cependant beaucoup de questions techniques : durée des couverts, espèces, optimisation des coûts... La solarisation est une technique contraignante que je souhaite réduire sur l'exploitation. Les couverts assainissants me paraissent le plus facile à mettre en œuvre sur mon exploitation et répondent à mes contraintes.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : C.GOILLON (goillon@aprel.fr) et L. BASNONVILLE (ceta.soleil@orange.fr)

Site N°9 : Tarascon Site ELARGI

Agriculture Conventuelle
Culture en sol
Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :

MELON/SALADE

Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit long

Type de sol :

Limon sableux calcaire

Matière organique : 2 %

pH : 8,1

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 4 ha en maraîchage sous abri depuis 1987 avec une rotation melon/salade. Les nématodes sont apparus sur l'exploitation il y a une dizaine d'années mais ne concernent pas toutes les parcelles. Les problèmes en culture sont encore modérés : selon les années, on observe des blocages de plantes en salade ou en melon.

La gestion des nématodes s'est faite initialement avec des désinfections chimiques à base de Metam-sodium ou de dichloropropène. Le sorgho en interculture a été introduit dans les rotations depuis longtemps.

Nématodes

Niveau de pression

★☆☆☆☆

Espèces identifiées (Vegepolys 2018-2019) :

Meloidogyne arenaria + *Meloidogyne incognita*

Quantification dans le sol en 2018 (ELISOL) :

93 larves J1/dm3 de sol

IGR observés en 2018 :

1 /10 sur l'échelle de Zeck sur melon



Galles sur melon

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021													
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D		
		Melon					2 sorghos		Laitue					Laitue		Melon			2 sorgh		Laitue		Laitue			Melon						sorgho		Laitue		Laitue													Melon

Système GONEM

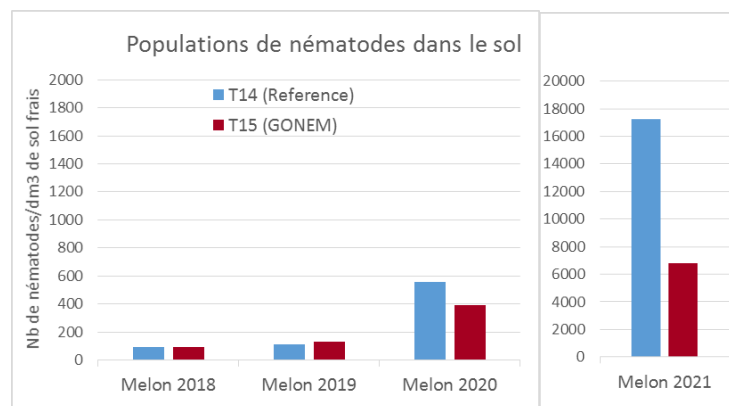
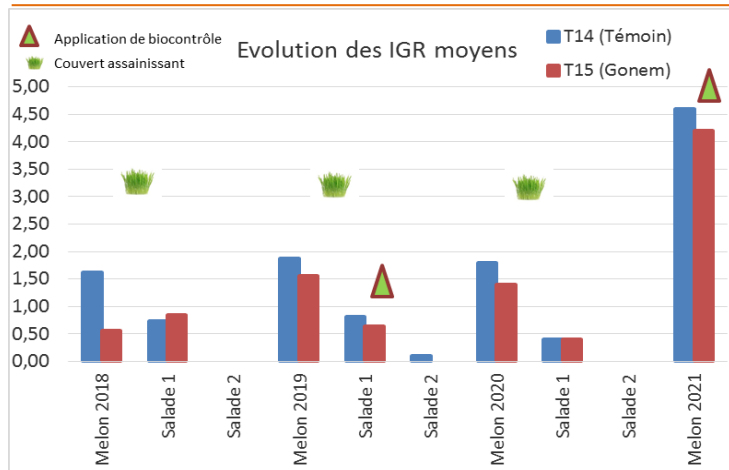
2018												2019												2020												2021													
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D		
		Melon					1/2 RR	1/2	Laitue					Laitue		Melon			Crot + sor		Laitue + N	Laitue				Melon						crotalair		Laitue		Laitue													Melon

Leviers choisis

- Couverts assainissant l'été
- Biocontrôle

La rotation des cultures est identique dans les deux systèmes avec une alternance melon/salade. Le sorgho, déjà utilisé sur l'exploitation en interculture est adapté pour une action de piégeage dans la modalité référence (durée 3 semaines). La crotalaire, à priori résistante, est testée dans le système GONEM comme une alternative au sorgho permettant de garder le couvert plus longtemps et de bénéficier des avantages d'une légumineuse. Des produits de biocontrôle ont aussi été essayés dans cette modalité (Nemguard®, Bioact Prime®, extraits de tanins)

Principaux résultats



La contamination sur melon en 2018 est faible, notamment sur la modalité GONEM.

Les intercultures de sorgho ou de crotalaire positionnées après melon ne permettent pas de réduire les dégâts de nématodes dans les deux modalités. En 2019 les couverts ne se sont pas bien développés et en 2020 il n'y a eu qu'une couverture de 3 semaines, réduisant leur effet potentiel sur ces 2 années.

En 2021, on constate une très forte augmentation des contaminations (les IGR sont multipliés par 3) confirmant l'insuffisance des méthodes mises en place.

La quantification des nématodes dans ce site révèle des niveaux très faibles (<600 larves/dm³) sur les 3 premières années mais qui augmentent un peu en 2020 et beaucoup en 2021

D'après les analyses en 2021, les nématodes sont 3 fois moins nombreux dans la modalité GONEM. L'application dans ce tunnel du biocontrôle (Bioact Prime + extraits de tanins) pourrait en être la raison mais les données sont insuffisantes pour le confirmer. Si le biocontrôle a permis de freiner la multiplication des nématodes dans le sol, l'impact sur la culture n'est pas visible sur le court terme (IGR 2021 équivalents dans les 2 systèmes)

Avancées scientifiques

Ce suivi nous interpelle sur la difficulté de prévoir les évolutions des nématodes et la fragilité de ce système. La variation observée en dernière année laisse penser que de nombreux facteurs encore non maîtrisés jouent sur le développement des nématodes : températures, variétés, irrigation... La mauvaise implantation des couverts végétaux (sorgho et crotalaire), un peu « négligés » par rapport aux cultures, ne leur permet pas d'assurer un rôle assainissant. Les techniques des couverts doivent être mieux travaillées. Le biocontrôle utilisé n'a pas non plus donné de résultats significatifs sur les cultures sensibles mais devraient être évalués sur le long terme

Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Couverts assainissants	😊	Technique facile à mettre en œuvre et bénéfique pour le sol, même sur des cycles courts. Freine les nématodes lorsqu'il est bien fait.	Le renouvellement des semis de sorghos est parfois complexe à intégrer entre les cultures de melon et de salades (manque de temps).
Biocontrôle	😐	La réduction des quantités de nématodes dans le sol peut être intéressante à long terme si elle est vérifiée. Application facile au goutte à goutte.	Aucun effet visible sur les cultures (IGR). Coût souvent élevé.
Système global	😐	Les leviers utilisés se sont intégrés facilement au système actuel	Peu de résultats sur les nématodes. Beaucoup d'incertitudes

Point de vue du producteur

Le suivi GONEM a mis en avant la fragilité de mon système de production par rapport aux nématodes. Les leviers testés n'ont pas permis de réduire le problème et la situation de 2021 m'impose d'envisager d'autres solutions. Les couverts de sorgho seront améliorés, quitte à faire une impasse partielle sur la production de melon, et je souhaite m'orienter sur des apports de matière organique de masse pour reconstituer une vie microbienne du sol.

GESTION DES NEMATODES A GALLES EN MARAICHAGE

Evaluation de plusieurs systèmes intégrant des leviers alternatifs à la désinfection des sols

Projet GONEM (2018-2021)

Financement PEI du programme FEADER en PACA

Partenaires : GRAB, APREL, INRAE, Ctifl, CETA Durance
Alpilles, CETA du Soleil, Agribio 84



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen Agricole
pour le Développement Rural



L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

Contacts : C.GOILLON (goillon@aprel.fr) et JL.DELMAS (cetadurancealpilles@orange.fr)

Site N°10 : Eygalières Site ELARGI

Agriculture Conventuelle
Culture en sol
Abris plastiques non chauffés

Principales rotations :
CONCOMBRE/SALADE
Période de culture : toute l'année

Commercialisation en circuit long

Type de sol :
Limon sableux calcaire
Matière organique : 2,8 %
pH : 8

Le site et les nématodes

L'exploitation cultive 2,5 ha en maraîchage sous abri depuis 1985 avec une rotation tomate/salade initialement puis progressivement concombre/salade. La gestion des nématodes s'est faite par le passé avec des désinfections de sol à base de Bromure de méthyle puis de Dichloropropène. Les problèmes de nématodes sont apparus sur l'exploitation il y a une quinzaine d'années suite à l'arrêt des désinfections et concernent toutes les parcelles. Le produit Velum Prime® (fluopyram) est utilisé pour les cultures d'été. Les nématodes génèrent des blocages de plantes plus ou moins importants selon les années, aussi bien en salade ou en concombre.

Nématodes

Niveau de pression

★★☆☆☆

Espèces identifiées (Vegepolys) :

Meloidogyne incognita + *M.arenaria* (2018, 2019)

Quantification dans le sol en 2018 (INRAE) :

800 – 2500 larves J1/dm³ de sol

IGR observés en 2018 :

3,5 / 10 sur l'échelle de Zeck sur concombre



Galles sur concombre greffé

Caractéristiques des systèmes comparés

Système REFERENCE

2018												2019												2020												2021											
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D
			Concb greffé + VP				S Ju Laitue								Laitue		RR Sorgho									Laitue				Concb greffé + VP								Laitue				Concb greffé + VP					

Système GONEM

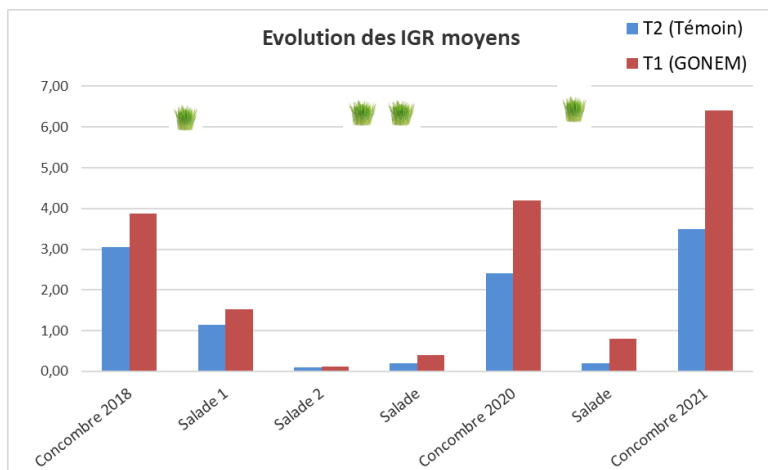
2018												2019												2020												2021																				
J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	Jn	Jt	A	S	O	N	D									
			Concb greffé + VP				RR Laitue + N								Laitue		RR Crotalaire									Laitue + N				Laitue							Concb greffé + VP		Sorgho		Laitue							Concb greffé + VP + BIO								

Leviers choisis

- Biocontrôle
- Couvert assainissant d'été

La rotation des cultures est identique dans les deux systèmes avec une alternance concombre/salade (impératifs commerciaux). Le traitement chimique a été maintenu sur culture d'été et complété par du biocontrôle (extrait d'ail) en culture de salade et en dernière culture de concombre (champignon entomopathogène). Des couverts assainissants ont été introduits à l'interculture d'automne ainsi qu'en substitution du concombre 2019 avec des alternatives au sorgho (radis fourrager, crotalaire) qui ont été positionnés dans la modalité GONEM.

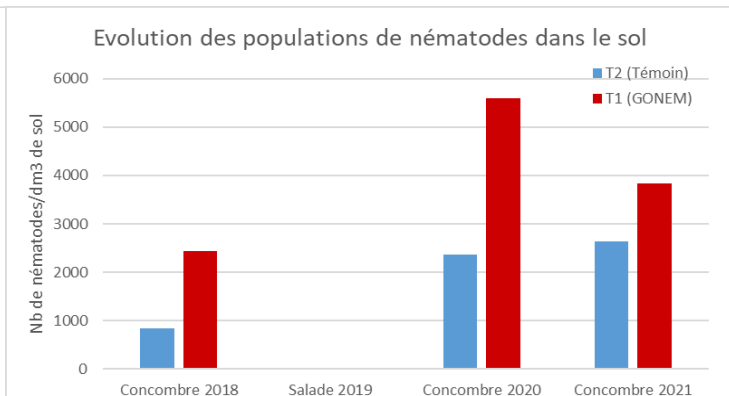
Principaux résultats



La contamination sur concombre en 2018 est moyenne (IGR de 3 à 4/10). Le tunnel GONEM est un peu plus touché notamment sur un rang de bordure.

Dans les 2 systèmes, la substitution de culture d'été en 2019 par des couverts végétaux permet de ne pas accroître le niveau de contamination en 2020 mais ne le réduit pas. Dans la modalité GONEM, le radis fourrager et la crotalaire n'ont pas été plus performants que le sorgho sur les IGR.

En fin de suivi, la tendance est plutôt à l'augmentation et l'IGR>6 malgré le traitement chimique est particulièrement inquiétant.



La quantification des nématodes dans ce site confirme les écarts observés sur les IGR entre les 2 tunnels, avec la modalité GONEM plus contaminée. Les mesures dans le temps montrent une augmentation importante des populations, surtout en 2020 après les couverts végétaux. La plantation plus tardive (juin) pourrait avoir favorisé le développement des nématodes cette année-là.

On note une réduction des populations dans le tunnel GONEM en 2021 après application de Velum Prime + Bioact Prime sur concombre.

Avancées scientifiques

Malgré une impasse de culture sensible en été et des applications de fluopyram, les contaminations sont toujours importantes sur ce site mais n'impactent pas les cultures. Les alternatives au sorgho testées pour du piégeage ou de la biodésinfection (radis fourrager, crotalaire) ne réduisent pas les populations dans le sol ni les galles sur racines. L'extrait d'ail apporté sur salade n'a pas montré d'efficacité sur une période où les nématodes sont peu actifs. Il serait par contre intéressant de vérifier la réduction des populations dans le temps après application du champignon entomopathogène (Bioact Prime) qui semble avoir tempéré en 2021 l'augmentation des effectifs dans le sol.

Bilan du producteur

LEVIERS		Avantages	Inconvénients
Biocontrôle	☹️	Application généralement facile, compatible avec les cultures.	Aucun effet visible sur les cultures (IGR). Coût souvent élevé.
Couvert assainissant	😊	Entretien du sol. Aide à freiner le développement des nématodes (vu à l'échelle de l'exploitation).	Impose de réduire les surfaces de production en été (manque à gagner). Demande un minimum de disponibilité pour les interventions. Complexité de choisir les bonnes espèces ou variétés / nématodes
Système global	☹️	Maintien des cultures principales	Efficacité insuffisante sur les nématodes, gestion encore fragile.

Point de vue du producteur

Les nématodes sont problématiques depuis très longtemps sur l'exploitation. Nous ne pensons pas nous en sortir sans les désinfections de sol mais l'augmentation des surfaces nous a permis d'intégrer des rotations avec du sorgho fourrager qui nous aide à freiner le ravageur. Le greffage (même sans résistance) et les applications de fluopyram nous permettent de ne pas avoir trop de dégâts sur les cultures mais le système est encore fragile. Nous attendons beaucoup des résultats du biocontrôle ou des couverts végétaux pour être moins dépendant des produits chimiques.