



## Concombre - Laitue

### Evaluation des acariens prédateurs contre les nématodes à galle

2025

Claire GOILLON, Louane CARRUOLO, APREL – Alexandra Candeille, CETA Durance Alpilles  
Essai rattaché au projet Melomites : Elaboration d'une méthode de protection biologique innovante avec des acariens prédateurs contre les nématodes à galle *Meloidogyne* en maraîchage

Action A958



#### Résumé

Le projet Melomites (2025-2027) vise à proposer une stratégie de protection non chimique, efficace et viable pour lutter contre les nématodes à galle. Les acariens prédateurs proposés par l'entreprise EVA sont introduits dans plusieurs parcelles contaminées pour tester leur efficacité dans des conditions pédoclimatiques différentes. Des essais complémentaires en laboratoire sont menés avec INRAE et EVA pour préciser la compatibilité de l'acarien avec les pratiques et sa dynamique de développement dans les sols.

L'APREL mène chaque année 2 essais en production : un essai sur une parcelle de concombre de 2025 à 2027 et un autre sur des cultures différentes.

Ce rapport rend compte des résultats sur concombre et salade sur un site conduit en agriculture conventionnelle et contaminé par les nématodes à galle *Meloidogyne arenaria* + *M.incognita*.

Les lâchers d'acariens ont été réalisés à 3 ou 4 reprises au cours de la culture selon les modalités. Les résultats d'analyses de sol et d'indices de galles racinaires sont comparés à un témoin sans lâcher. Dans les conditions de cet essai, on n'observe pas de différence permettant de valider l'efficacité des acariens.

**Mots-clés :** nématodes, protection biologique, prédation, auxiliaire

Réalisé avec le soutien financier de :

RÉGION  
SUD



PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR

FranceAgriMer  
ÉTABLISSEMENT NATIONAL  
DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER

Avec  
la contribution  
nancière du compte  
félicitation spéciale  
développement  
agricole et rural  
CASDAR

MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ALIMENTATION  
L'APREL  
Provence

#### 1- Contexte et objectif de l'essai

Les nématodes à galles phytoparasites du genre *Meloidogyne* sont d'importants ravageurs du sol en cultures maraîchères car la plupart des espèces y sont sensibles. Le projet MELOMITES piloté par l'APREL ambitionne de proposer une solution de protection biologique en cours de culture en utilisant un acarien prédateur d'œufs et de larves de nématodes. Les actions menées visent à mesurer l'efficacité de prédation de l'acarien, évaluer sa complémentarité avec d'autres solutions, et proposer une stratégie durable permettant de réduire les pertes de rendement liées aux nématodes.

Les acariens prédateurs proposés par l'entreprise EVA sont introduits dans plusieurs parcelles contaminées pour tester leur efficacité dans des systèmes de culture variés et dans différentes conditions pédoclimatiques.

L'APREL réalise ces essais dans plusieurs parcelles sur la durée du projet :

- Une parcelle où le suivi sera réalisé pendant 3 ans sur concombre et salade en culture conventionnelle (parcelle principale)
- Une parcelle où le suivi est réalisé à l'échelle d'une saison sur d'autres cultures que le concombre. En 2025, un essai sur tomate a été conduit et fait l'objet d'un 2<sup>e</sup> rapport.

Ce compte-rendu fait le bilan de l'essai conduit sur la parcelle principale avec un concombre d'avril à août et de la salade d'octobre à janvier.

## 2- Facteurs et modalités étudiés

Les modalités qui sont comparées dans cet essai sont :

Tableau 1 : Modalités dans l'essai

Modalités sur concombre	Sur concombre	Sur salade
Témoin	Aucune intervention contre nématodes	Aucune intervention
Melomites 3	3 lâchers d'acariens prédateurs	1 lâcher à la plantation
Melomites 4	4 lâchers d'acariens prédateurs	

### Mise en œuvre des modalités Melomites

La planification des lâchers d'acariens prédateurs est définie selon les recommandations d'EVA pour les cultures et ajustée selon les contraintes de terrain

- Sur concombre

	Recommandation initiale (EVA)	Planning réellement effectué
1 <sup>r</sup> lâcher (melo 4)	2 semaines avant plantation	2 semaines avant plantation (24 mars)
2 <sup>e</sup> lâcher	3 semaines après plantation	2 semaines après plantation (23 avril)
3 <sup>e</sup> lâcher	6 semaines après le dernier lâcher	6 semaines après le dernier lâcher (3 juin)
4 <sup>e</sup> lâcher	5 semaines après le dernier lâcher	5 semaines après le dernier lâcher (8 juillet)

Dose : 100 individus/plante

Les lâchers sont réalisés dans les trous de plantation avec l'épandeur mis à disposition par EVA ou avec une petite cuillère de 5mL. Ils sont expédiés le lundi, réceptionnés le mardi et lâchés au maximum 2j après réception.

A titre indicatif, pour le premier lâcher, l'application à l'épandeur a pris 50 min pour 680 plants. A la cuillère, cela a pris 15 min pour le même nombre de plants mais est beaucoup plus fatigant (position accroupie). Le perfectionnement de l'épandeur est une voie d'amélioration pour développer la technique.

Un arrosage d'1h au goutte à goutte est réalisé après le 1<sup>r</sup> lâcher avant plantation pour la modalité (Melomites 4) pour apporter une humidité minimum à l'acarien et lui permettre de survivre.

- Sur salade

Le lâcher est effectué par épandage à la volée juste avant plantation. Pour éviter la mortalité des acariens, une courte aspersion est réalisée après plantation de la moitié du tunnel (1h après le lâcher). Les conditions sèches au moment de la plantation de salade peuvent être préjudiciable si elles durent plus longtemps.

## 3- Matériel et méthodes

### 3.1 - Matériel végétal

Les plants sont fournis par le pépiniériste du producteur (Ets Barra plants) à Eyguières.

Les acariens sont fournis par la société EVA selon les besoins de l'essai

### 3.2 - Site d'implantation, parcelle

L'essai est mis en place sur une exploitation en agriculture conventionnelle à Eygalières (13) historiquement concerné par les nématodes à galle (*Meloidogyne incognita* + *M. arenaria*) sur la culture de concombre.

Le sol est de type calcaire avec une texture sablo-argileuse. Il se caractérise aussi par un taux de Matière organique moyen (2.6%) et un pH élevé comme dans toute la région (pH eau de 8.3)

### 3.3 - Dispositif expérimental

L'essai est positionné dans un bloc de tunnels en rotation concombre/salade.

Le dispositif est mis en place dans 2 tunnels avec 2 répétitions pour tenir compte de l'hétérogénéité de contamination (le tunnel 1 est plus touché que le tunnel 2)

- Surface d'un tunnel : 686 m<sup>2</sup> (98m\*7m)
- Surface de chaque modalité : 210 m<sup>2</sup>
- Nombre de plants : 340 plants par modalité (6 rangées de 57 plants doubles bras)

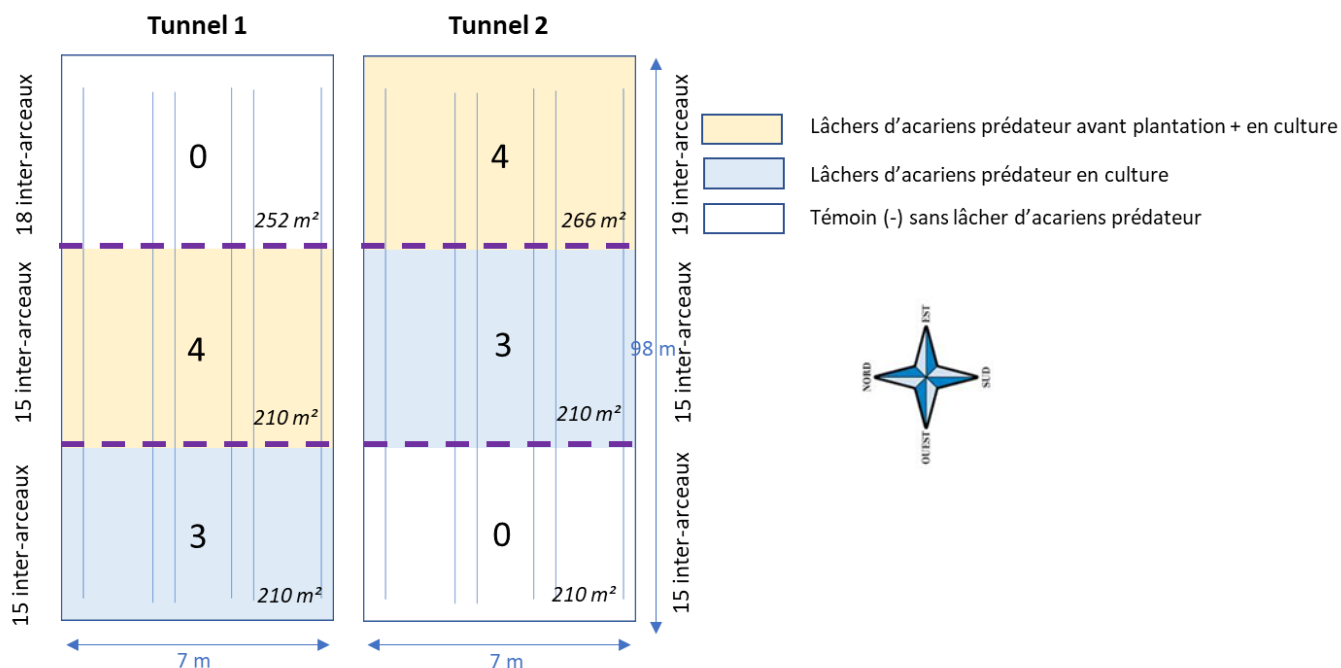


Figure 1 : Dispositif de l'essai à Eygalières sur culture de concombre

### 3.4 - Données culturales

Tableau 2 : Dates-clés de la culture

	Concombre	Couvert végétal	Salade
<b>Plantation</b>	10/04/25	28/08/25 (semis)	29/10/25
<b>Densité</b>	0.6 plant/m <sup>2</sup> conduits sur 2 bras soit 1.25 pl/m <sup>2</sup>	Environ 25 kg/ha	14/m <sup>2</sup>
<b>Variété</b>	Diapason greffé sur RS841	Daikiri = mélange moutarde blanche, moutarde brune, radis fourrager, roquette	Batavia
<b>Paillage</b>	Sur rang	-	intégral
<b>Traitements nématocides</b>	-	-	-
<b>Récolte</b>	Du 27/05 au 25/08	-	28/01//2026
<b>Arrachage</b>	25/08/2025	18/09/25	28/01/2026
<b>Durée de culture</b>	19 semaines	3 semaines	13 semaines (91j)

**Fertilisation** : apport d'engrais minéraux complets NPK au goutte à goutte en même temps que l'irrigation.

**Irrigation** : 1 ligne de goutte à goutte par rang de concombre. Dans le tunnel 1, le rang de bordure est équipé de 2 lignes de goutte à goutte pour compenser une zone plus asséchante.

### 3.5 - Observations et mesures

#### ➤ Suivi climatique

Un enregistreur automatique de température et d'hygrométrie ambiante (hobo) est positionné au cœur de l'essai (rang B) au pied des plantes.

Deux sondes tensiométriques Weenat sont positionnées entre 2 pieds de concombre à 15 et 25 cm de profondeur pour suivre l'humidité et la température du sol.

#### ➤ Suivi agronomique

Analyse de sol : Les caractéristiques physico-chimiques du sol sont déterminées par une analyse en laboratoire (AUREA) sur un échantillon de sol prélevé avant la plantation.

Les dépérissements ou pertes de plants liés aux nématodes sont comptabilisés.

Le rendement n'est pas évalué.

#### ➤ Suivi des nématodes

Indices de galle : La notation des IGR est réalisée selon l'échelle de Zeck de 0 à 10 sur le précédent cultural (salade) et le concombre en fin de culture. Un effectif de 32 racines est observé (8 par rangée)

Quantification dans le sol : la quantification des différentes espèces de nématodes est confiée au laboratoire ELISOL. Un prélèvement de sol à la gouge sur 15 points (30 cm de profondeur) est réalisé en début de culture, milieu et fin de culture pour suivre l'évolution. Seules les larves J2 de *Meloidogynes* sont quantifiées.

#### ➤ Suivi des acariens

Plusieurs prélèvements de sol sont réalisés et envoyés à EVA pour suivi des acariens

- A la plantation pour identifier la diversité d'acariens et autres macro-organismes naturels du sol
- 15j après la plantation de concombre avant le 1<sup>er</sup> lâcher
- Après 2 lâchers pour identifier la persistance des acariens prédateurs EVA introduits

## 4- Résultats

### 4.1 Conditions climatiques

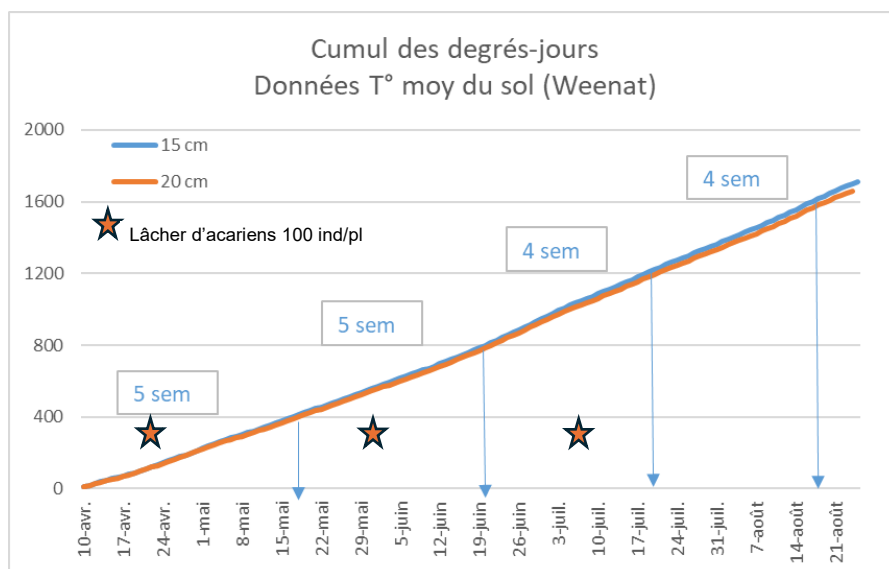
Le défaut de programmation de l'enregistreur hobo n'a pas permis de récupérer les données de température et d'hygrométrie sous abri. La sonde tensiométrique Weenat a cependant relevé les températures de sol à 15 et 20 cm (Annexe)

Dans le sol les données de température sont importantes pour estimer le développement des nématodes par un calcul du nombre de cycles effectués. Le calcul des degrés-jour est effectué en prenant en compte une température seuil de 10°C et un cycle accompli en 400 degrés-jours pour *Meloidogyne incognita* (Degré-jour =  $[(T^{\circ} \text{ min} + T^{\circ} \text{ max})/2 - 10]$ )

Dans la parcelle de concombre, à 15 cm, les températures moyennes évoluent de 17 à 25.5°C. Les différences entre 15 et 20 cm sont infimes.

Sur la base des relevés de température moyenne à 15 cm de profondeur du sol (courbe bleue), le 1<sup>er</sup> cycle de nématodes serait accompli au bout de 5 semaines le 17 mai. 4 cycles de nématodes ont pu se réaliser dans la culture.

Figure 4 : Calcul des cumuls de degrés-jours issus des relevés de température dans le sol à 15 et 20 cm (Weenat)



Les relevés des 2 sondes tensiométriques implantées dans la culture à 15 cm et 20 cm montrent une humidité du sol qui est toujours en confort pendant la culture. Le sol ne s'assèche qu'à partir du 25 août, date à laquelle se font les dernières récoltes. Ces données permettent de dire que les acariens ne se sont jamais trouvés en situation sèche pénalisante pour leur activité.

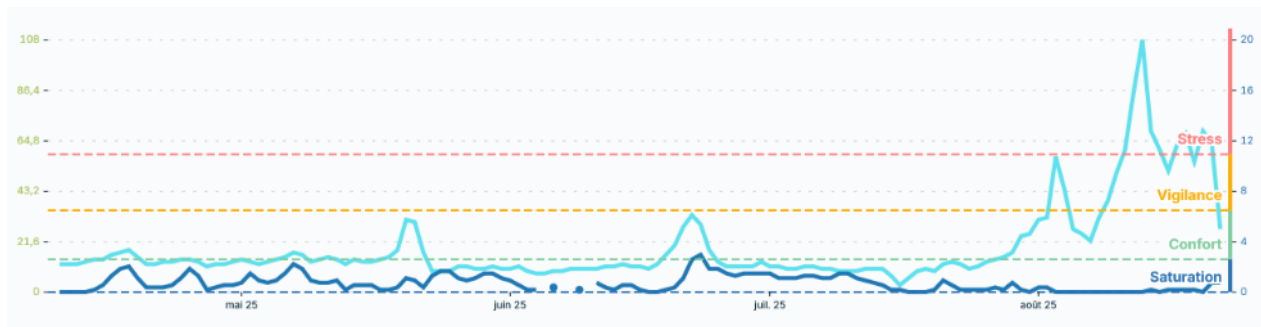


Figure 5 : Evolution du potentiel hydrique mesurée en cbar par la sonde Weenat à 15 cm (bleu clair) et 20 cm de profondeur (bleu foncé)

## 4.2 Suivi agronomique

Le printemps chaud et des épisodes de chaleur précoces dès le mois de mai ont permis une bonne précocité de la culture. La récolte débute le 27 mai, soit 49j après la plantation (6.5 semaines). Le rendement précoce mi-juin atteint environ 8 pièces/m<sup>2</sup> (9 kg/m<sup>2</sup>) et au 15/08 en fin de culture ce sont 21 pièces/m<sup>2</sup> qui ont été récoltés (27.5 kg/m<sup>2</sup>).

Avec la stratégie de protection du producteur, la culture n'a pas présenté de problème sanitaire majeur. Des acariens tetranyques ont été observés très tôt et de l'oïdium est apparu début juin. L'oïdium s'est développé de manière significative et a nécessité des applications de fongicides.

Un couvert végétal de 3 semaines (mélange de crucifères) a été implanté en interculture entre le concombre et le salade.

## 4.3 – Suivi des nématodes

Dans cette parcelle, les espèces présentes selon des analyses historiques sont *M. incognita* et *M. arenaria*, Il n'y a pas eu de dépérissement ou affaiblissement de plantes lié aux nématodes.

Le producteur n'a pas appliqué de nématicide chimique ni sur salade, ni sur concombre, contrairement à sa pratique habituelle (2 applications de Velum Prime en concombre)

L'étude de l'effet des acariens sur les nématodes se base sur :

- le suivi des indices de galles sur les cultures sensibles mises en place autour de cette technique
- l'évolution du nombre de larves de *Meloidogynes* dans le sol (analyses quantitative réalisées par le laboratoire ELISOL).
- L'évolution du nombre total de *Meloidogynes* dans le sol (analyses réalisées par l'INRAE)
- Le niveau de présence des acariens dans le sol

### ➤ Suivi des indices de galle

Les notations des IGR sont réalisées sur la culture précédente (salade) où sera implantée le concombre de l'essai. Un total de 48 plants (16 plants/modalité) est noté le 13 décembre 2024 qui permet de confirmer une contamination de la parcelle à 100% des plants. L'IGR est faible du fait de la période hivernale mais certains plants présentent des IGR de 4. Les IGR moyens sont donc de 1.9 pour le témoin, 1.9 pour la modalité à 2 lâchers et 2.3 pour la modalité à 4 lâchers

Le concombre est ensuite observé en fin de culture le 25 août 2025 et la salade suivante le 28 janvier 2026 sur les mêmes emplacements.

Poteau	T1				T2			
	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4
44	1	2	2		4	2		3
40								
36	4	1	1	1	4	3		2
32								
30	4	1	1	1	4	3		2
26								
22	1	1	2	1	2	0	1	1
18								
14								
10	1	1	2	1	1	2	1	2
6								
2	3	2	2	3	3	2	1	4

3 - 4 Lâcher d'acariens

Poteau	T1				T2			
	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4
44	3	2	2	3	6	3	4	1
40	6	8	5	4	8	3	4	2
36	7	7	7	6	5	4	5	1
32	6	3	2	3	5	5	1	3
30	6	5	3	4	6	4	5	2
26	5	5	3	4	6	4	4	1
22	6	3	7	6	7	2	1	1
18	7	4	7	4	5	4	2	1
14	4	7	4	4	2	3	3	2
10	7	6	5	8	1	3	3	2
6	5	6	6	5	1	3	2	3
2	5	6	6	7	5	4	9	4

1 Lâcher d'acariens

Poteau	T1				T2			
	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4	rang 1	rang 2	rang 3	rang 4
44	2	1	1	1	2	2	2	1
40	2	2	1	1	3	1	2	1
36	0	2	1	0	2	1	1	1
32	1	3	0	1	3	2	1	1
30	0	1	3	1	1	2	1	1
26	1	3	2	1	2	3	1	2
22	1	2	1	3	3	3	2	3
18	1	2	1	1	2	4	1	3
14	1	2	1	1	2	3	2	2
10	2	1	2	1	1	3	3	1
6	4	2	2	1	1	2	2	2
2	2	3	4	1	1	2	3	2

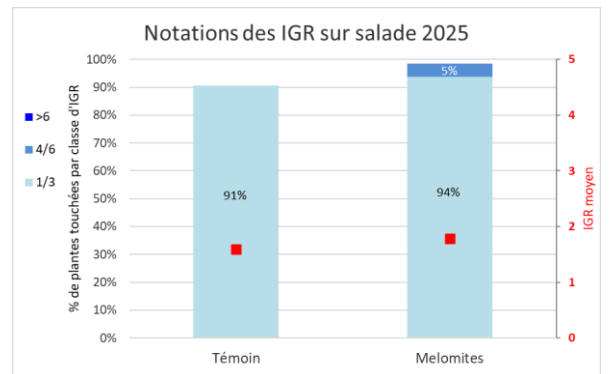
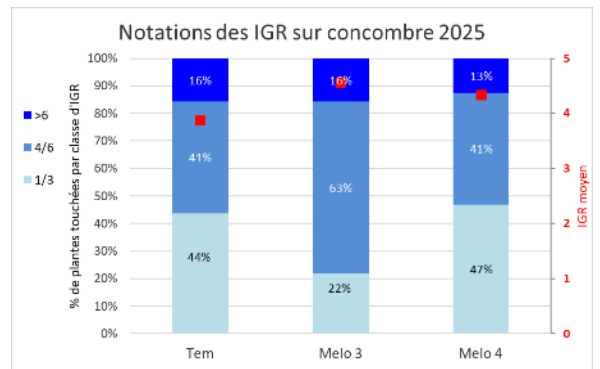
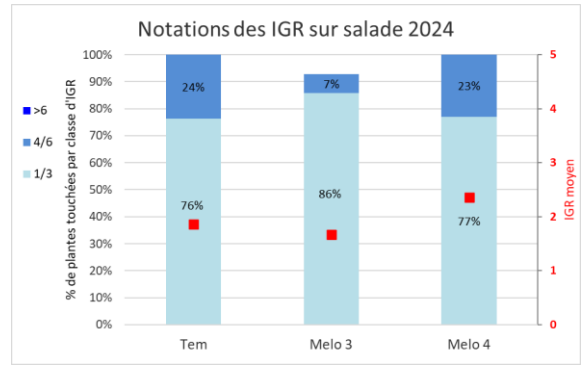


Fig 6 : Cartographie et répartition des IGR sur la succession culturale salade (13/12/24), concombre (25/08/25) et salade (28/01/26)

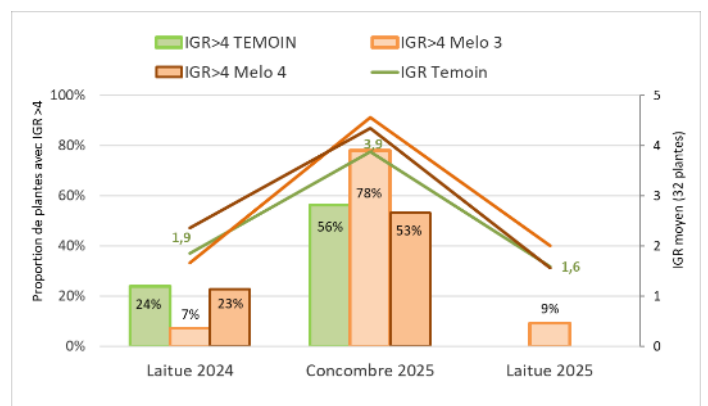
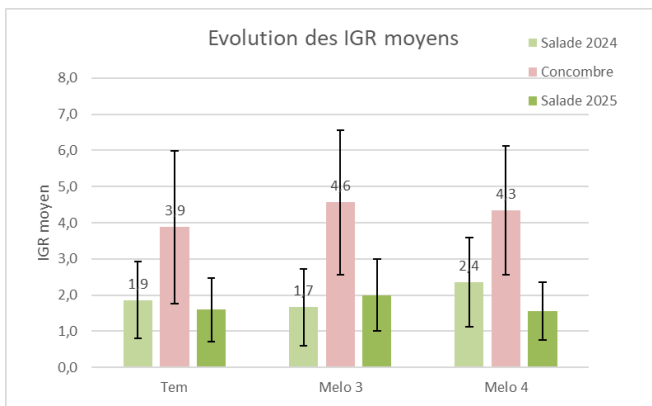


Fig 7 : Représentation de l'évolution des IGR moyens observés sur la parcelle d'essai

Tableau 3 : IGR moyens observés sur concombre dans chaque modalité

	Tunnel 1	Tunnel 2	Moyenne	Ecart type
<b>Temoin</b>	4.6	3.1	<b>3.9</b>	2.1
<b>Melomites 3</b>	5.7	3.4	<b>4.6</b>	2.0
<b>Melomites 4</b>	4.9	3.7	<b>4.3</b>	1.8

La culture de concombre est particulièrement touchée avec des IGR allant jusqu'à 9/10 et plus de la moitié des plants touchés. L'écart-type des notations d'IGR est élevé, ce qui est courant pour ces notations qui peuvent fortement varier d'un plant à l'autre. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les modalités ni en concombre (p value = 0.2172), ni en salade.

### ➤ Suivi des quantités de nématodes dans le sol

Trois prélèvements ont été effectués en cours de culture pour suivre l'évolution des nématodes : 15j après plantation (23 avril), juste avant le 2<sup>e</sup> lâcher (3 juin) et en fin de culture (26 août).

Tableau 5 : Quantification des larves de *Meloidogynes* et des nématodes libres présent dans le sol en cours de culture (analyses ELISOL)

		Degrés jours cumulés*	Meloidogynes (nb/dm <sup>3</sup> )			Nématodes libres (nb/dm <sup>3</sup> )		
			Témoin	Melo 3	Melo 4	Témoin	Melo 3	Melo 4
<b>23 avril 2025</b>	15j après P°	132	0	0	74	666	1185	1444
<b>3 juin 2025</b>	Avant 2 <sup>e</sup> lâcher	592	29	0	18	1814	2851	1259
<b>26 août 2025</b>	Fin de culture	1720	4889	4407	5111	963	926	1333

\*données issues des relevés d'une sonde tensiométrique Weenat positionnée à 25 cm de profondeur dans le sol

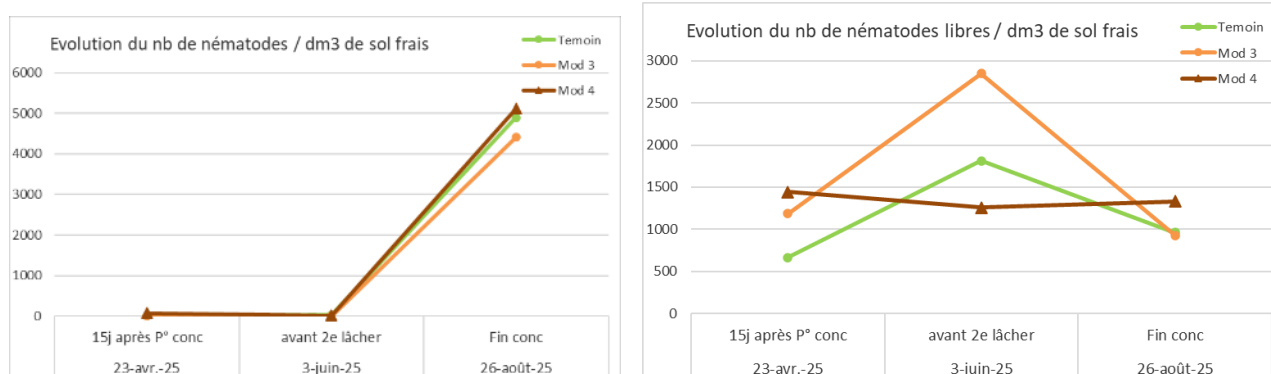


Fig 8 : Représentation de l'évolution du nombre de nématodes présents dans le sol en culture de tomate

L'augmentation des larves de nématodes dans le sol est significative entre juin et mi-août. Sur cette période, la température passe de 20°C à 25°C en moyenne dans le sol (fig en annexe), ce qui augmente la rapidité de développement des *Meloidogynes*. Les analyses sont très comparables entre les 3 modalités.

Les nématodes libres ont été quantifiés pour vérifier l'inocuité des acariens sur la nématofaune non phytoparasite. On peut constater que les effectifs de ces nématodes sont identiques entre les 3 modalités en fin de culture de concombre.

Dans cette parcelle, deux autres grandes familles de nématodes ont été détectées à chaque date : *Helicotylenchus* et *Tylenchorhynchus* avec des quantités non négligeables (tableau en annexe). Ceci conforte l'idée que les acariens n'ont pas eu de prédation excessive dans le sol.

### ➤ Suivi des acariens prédateurs dans le sol

Trois prélèvements sur un échantillon mélangé de sol ont été effectués avant les lâchers d'acariens (avant plantation, le jour de la plantation et juste avant le 1<sup>r</sup> lâcher) : aucun acarien de l'espèce introduite n'a été

détectée. Les 2 autres prélèvements en cours de culture dans les 3 modalités n'ont pas permis de détecter d'acariens prédateurs malgré les lâchers.

Ce résultat ne permet donc pas de vérifier que les acariens ont pu s'installer dans le sol pour prédateur les nématodes.

## **5- Conclusion**

Avec 41% des racines de concombre avec des IGR >4 dans la parcelle témoin, les infestations naturelles de nématodes à galle dans cette parcelle sont jugées importantes et permettent d'évaluer l'effet d'une solution nématicide.

Les plantes ayant reçu des acariens prédateurs ont exprimé autant voire plus de galles sur les racines en fin de culture que les plantes témoin, que ce soit en concombre et en salade. Ce résultat ne permet pas de mettre en évidence un effet des acariens prédateurs dans les conditions de cet essai.

L'absence de détection dans le sol des acariens lâchés pendant toute la culture soulève la question de savoir si dans ces conditions de production, les acariens ont pu s'installer ou non. Un problème d'installation pourrait expliquer l'absence de résultat sur les racines.

La sensibilité des porte-greffes de concombre aux nématodes oriente sur des stratégies avec des doses plus importantes qu'en tomate pour espérer avoir des résultats.

Plusieurs pistes doivent être travaillées pour assurer un meilleur contrôle des nématodes en concombre :

- Tester un doublement de la dose en passant de 100 à 200 ind/plant. Ceci présente toutefois l'inconvénient d'augmenter le coût de la technique.
- un lâcher à la plantation pour installer l'auxiliaire au moment où les premiers nématodes vont être stimulés par les racines de la culture, sans le mettre en difficulté sur un sol trop sec avant plantation
- des lâchers plus orientés sur les périodes les plus chaudes pour favoriser la prédation lorsque les populations sont importantes et les conditions plus favorables à la fois à l'acarien et aux nématodes

D'autres essais sont nécessaires pour consolider la stratégie de protection et évaluer ensuite précisément la rentabilité technico-économique de cette solution.

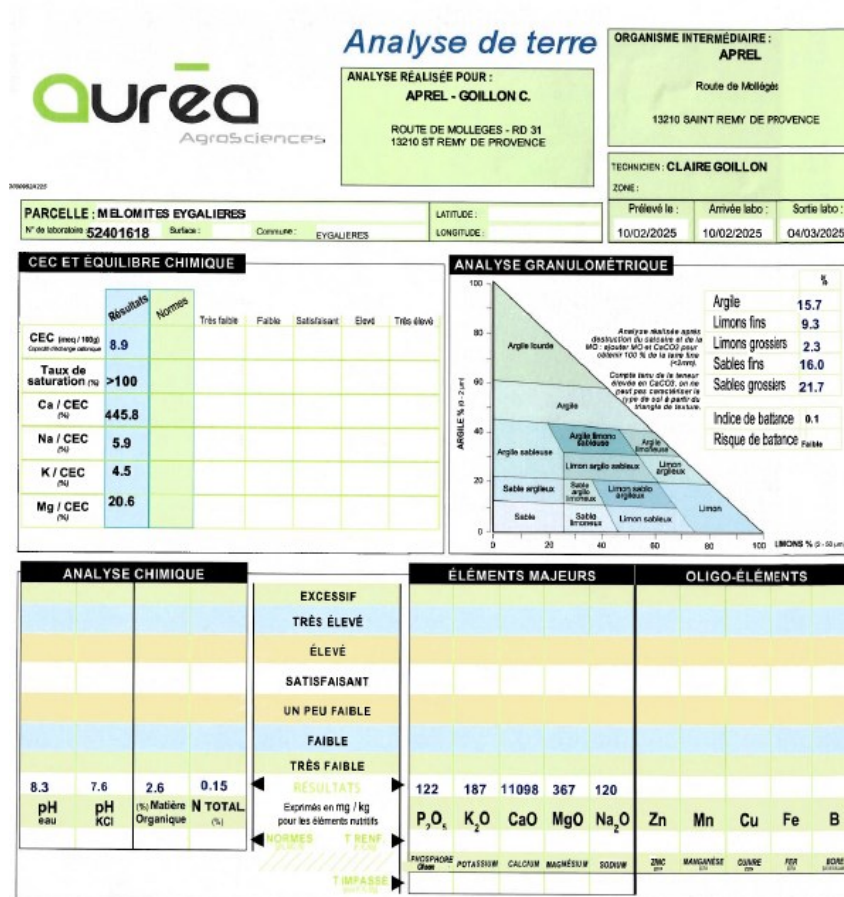
---

*Renseignements complémentaires auprès de :*

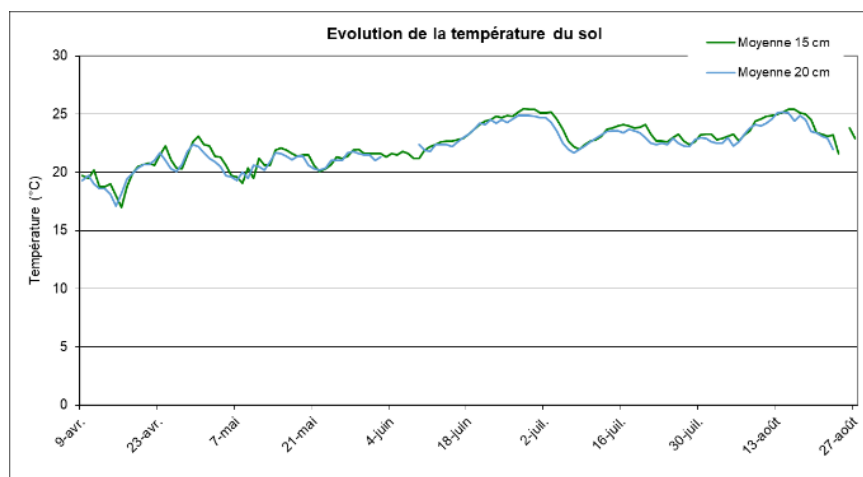
*Claire GOILLON, APREL, 13210 Saint-Rémy de Provence, tel 04 90 92 39 47, goillon@aprel.fr*

ANNEXE

- Analyse de sol



- Relevés de températures de sol (sonde Weenat)



- Compléments d'analyse des nématodes dans le sol (ELISOL)

Nombre de nématodes/dm<sup>3</sup> de sol

Date		Trichodorus			Helicotylenchus			Tylenchorhynchus		
		Temoin	Mod 3	Mod 4	Temoin	Mod 3	Mod 4	Temoin	Mod 3	Mod 4
23-avr	15j après P° conc				778	333	222	519	259	667
3-juin	avant 2e lâcher				555	333	333	1111	1740	2000
26-août	Fin conc	74	37		12000	7556	11333	2815	2963	4963

ANNEXES PHOTOGRAPHIQUES

➤ Lâcher d'acariens dans les concombres



24 mars



23 avril



3 juin

➤ Culture de salade 2025



29 octobre



29 octobre



12 décembre