



LUTTE CONTRE LES NEMATODES A GALLES : ESSAI COMBINAISON DE MOYENS DE LUTTE Deuxième Année

Hélène VEDIE - Sophie DESCAMPS (stagiaire)

1 - CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les travaux menés par le GRAB depuis plusieurs années ont montré l'intérêt potentiel de plusieurs techniques de lutte contre les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp) en maraîchage biologique : tourteaux végétaux de neem (Nématorg®) et de ricin, engrais verts de *tagetes minuta* et *tagetes patula*

Par ailleurs, la désinfection vapeur est pratiquée pour certaines cultures touchées par les nématodes à galles, pour un coût souvent prohibitif et une efficacité aléatoire, qu'il conviendrait d'estimer plus précisément.

Cet essai a pour objectif :

- de vérifier l'efficacité des tourteaux, en particulier le mélange Nématorg®+ricin, des tagetes et de la désinfection vapeur.
- d'associer ces différentes techniques
- d'étudier l'effet cumulatif de ces techniques sur une même parcelle, sur plusieurs années et sur différentes espèces cultivées.

L'essai a débuté en mars 2003 avec une culture de melons (voir compte-rendu L 03 LR 01). Le suivi s'est poursuivi pendant l'hiver avec une culture de salades, puis, au printemps 2004, sur une culture de potimarrons.

2 - MATERIEL ET METHODES

2.1 CONDITIONS DE CULTURE

Site : Exploitation de M. Menoury à Mauguio (34). Culture sous tunnel froid 8 m.

Sol : sol brun-rouge de texture limono-argilo-sableuse. Profond, basique (pH de l'ordre de 7,8), charge en cailloux, galets et graviers, moyenne (plus élevée dans le tunnel 8 que dans le 9).

Précédent : Melons, variété Lunastar, plants greffés arrachés le 24 juin 2003
Engrais verts de tagetes ou sorgho pendant l'été 2003 selon plan d'essai

Cultures : Culture d'automne 2003 : salade : feuille de chêne et batavia blondes,.
culture de printemps 2004 : potimarron variété Uchiki kuri (Voltz)
Engrais verts de tagetes ou sorgho pendant l'été 2004 selon plan d'essai

Planning : Salade : Plantation le 4 novembre 2003 - Récolte le 22 janvier 2004

Potimarron : Plantation le 30 mars 2004 - Récolte le 24 juin

2.2 PROTOCOLE

Dispositif : Essai sur « grandes » parcelles (8x20m), 8 modalités, pas de répétition.

Modalités : **Effet des tourteaux** : comparaison 3N+3R = tourteau de neem (Nématorg®), 3t/ha + Ricin, 3t/ha à 1 témoin engrais organique (Florina 4-5-9 de La Méditerranéenne).

Fertilisation en NPK équivalente entre les différentes modalités.

Effet de la désinfection vapeur* : comparaison de $\frac{1}{2}$ tunnels désinfectés ou non.

Effet des tagetes en interculture estivale : comparaison de *T. minuta* (8 kg/ha) et *T. patula* (8 kg/ha) origine GSN à un témoin sorgho fourrager (50 kg/ha).

* la désinfection vapeur est réalisée avec une plaque de 8 X 1,5 m posée pendant 10 min. La pression vapeur sortie chaudière est de 3,5 bars.

La combinaison des différentes techniques sur les 8 parcelles élémentaires est présentée ci-dessous (voir plan d'essai en dernière page) :

PARCELLE	TRAITEMENT*				
	NR	P	M	S	V
1	X			X	
2				X	X
3	X		X		X
4			X		
5		X			
6	X	X			X
7	X			X	X
8				X	

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : t. patula - M : t. minuta - V : désinfection vapeur

Planning :

	2003	2004
Epannage tourteaux (3N +3R) et engrais	11 mars	10 février
Plantation culture de printemps	melon : 19 mars	potimarron : 30 mars
Engrais verts : semis-broyage	2 juillet - 12 septembre	22 juillet - 24 septembre
Désinfection vapeur	24 octobre après engrais verts	15 juillet avant engrais verts
Plantation salades	5 novembre	fin octobre

Mesures/ Observations :

- Arrachage des salades (22/01/2004) : Notation de l'indice de galle sur les racines avec une note de 1 à 10 selon l'échelle de Zeck (16 plants par parcelle). Dénombrement de la population de *Meloidogyne* (réalisé par l'IRD)
- En cours de culture de potimarron : estimation de la vigueur, suivi du développement
- Récolte du potimarron : mesure du rendement (pesée sur 32 m² au centre de chaque parcelle élémentaire)
- Arrachage du potimarron (5 juillet) : Notation de l'indice de galle sur les racines avec une note de 1 à 10 (15 plants par parcelle). Dénombrement de la population de *Meloidogyne* (réalisé par l'IRD)
- Suivi de l'implantation et du développement des engrais verts

3 - RESULTATS - DISCUSSION

3.1 INDICES DE GALLE SUR SALADES : JANVIER 2004

Parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8
IG	3,1	4,0	3,9	4,2	2,0	2,4	3,6	3,7
Traitement*	NR+S	S+V	NR+M+V	M	P	NR+P+V	NR+S+V	S

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

Les indices de galle sont en général moins élevés sur racines de salades que sur celles des culture de printemps, car les conditions climatiques (température du sol) sont beaucoup moins favorables au développement des nématodes. Les attaques sur salades sont cependant loin d'être négligeables sur ce site infesté, même si elles ne se traduisent pas nettement par une perte de production pour l'agriculteur.

Les différences d'indices de galle entre les parcelles sont assez semblables entre les 3 dates où cet indice a été mesuré sur l'essai : en janvier 2003 avant implantation de l'essai sur laitue (parcelles 1 à 4)

et chou rave (parcelles 5 à 8), en juin sur melons et en janvier 2004 sur salades, comme le figure le graphique n°2 page 5. L'épandage de tourteaux de neem et de ricin au printemps, puis les différents engrais verts et la désinfection vapeur n'ont donc pas modifié de façon nette l'infestation sur les différentes parcelles. Seule la parcelle 6 semble relativement moins infestée en janvier 2004. Cette parcelle ayant reçu le traitement « tourteaux + tagetes patula (mais très peu développées) puis désinfection vapeur ».

→ L'infestation est assez importante et homogène - il y a un léger gradient du sud vers le nord, les parcelles 1 et 5 en particulier semblent moins infestées.

3.2 RESULTATS SUR LA CULTURE DE POTIMARRON

● Vigueur

Parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8
Vigueur (1 à 5)	4	2	4	3,2	4	5	2,8	1
Traitement*	NR+S	S+V	NR+M+V	M	P	NR+P+V	NR+S+V	S

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

De très nettes différences de vigueur sont apparues en végétation, correspondant très nettement aux parcelles expérimentales. Une note, de 1 à 5, a été attribuée le 4 juin après 2 mois de culture, avec l'échelle suivante :

1 : plantes peu développées, inter-rang (IR) vide

2-3 : plantes couvrent l'IR mais H = 50 cm et feuillage vert-jaunâtre

5 : plantes couvrent le sol, H = 80/100 cm et feuillage très vert

● Rendement

Parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8	MOY
rendement potimarrons (kg/m²)	4,7	1,3	3,3	2,0	2,2	2,1	2,3	1,4	2,4
<i>pour mémoire rdt melons 2003</i>	<i>2,7</i>	<i>2,3</i>	<i>2,1</i>	<i>1,8</i>	<i>2,1</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>	<i>1,6</i>	<i>2,0</i>
Traitement*	NR+S	S+V	NR+M+V	M	P	NR+P+V	NR+S+V	S	

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

Les rendements, qui variaient assez peu en 2003 pour le melon, accusent de très fortes différences en 2004 : il semblerait que les traitements commencent à avoir un effet.

→ Les parcelles 1 et 3 donnent de très bons résultats alors que les rendements des parcelles 2 et 8 sont particulièrement faibles,

→ Les rendements confirment pour la plupart des parcelles les différences observées pour la vigueur, sauf pour la parcelle 6, très vigoureuse mais au rendement décevant, et la parcelle 5, au rendement un peu faible. Un excès de vigueur peut en effet limiter la nouaison.

● Indices de galle (IG)

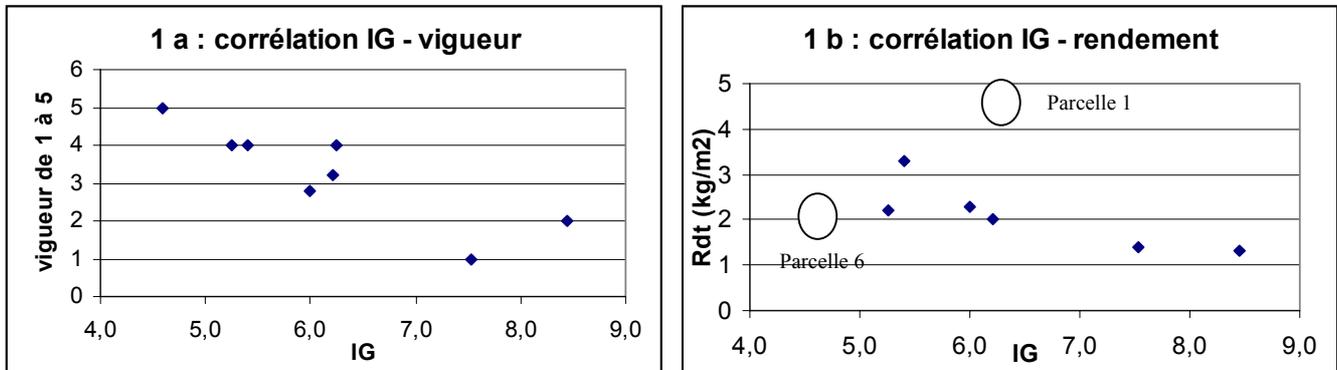
Parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8
IG potimarrons(1 à 10)	6,3	8,4	5,4	6,2	5,3	4,6	6	7,5
<i>pour mémoire IG melons 2003</i>	<i>7,6</i>	<i>8,9</i>	<i>9,5</i>	<i>9,2</i>	<i>8,3</i>	<i>9,5</i>	<i>9,8</i>	<i>9,2</i>
Traitement*	NR+S	S+V	NR+M+V	M	P	NR+P+V	NR+S+V	S

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

→ L'attaque des nématodes a été beaucoup moins importante en 2004, du fait d'un printemps relativement frais (par rapport à la canicule de 2003) qui a limité le développement des nématodes, et sans doute du fait d'une moindre sensibilité du potimarron par rapport au melon greffé. On observe des

différences nettes d'infestation entre les parcelles alors qu'elles étaient masquées par une trop forte attaque en 2003.

→ La corrélation de l'indice de galle est bonne avec la vigueur, et l'est un peu moins avec le rendement. En effet, sur la parcelle 6, le rendement est faible alors que l'IG est faible et sur la parcelle 1, le rendement est très élevé pour un IG moyen (voir graphiques 1 a et 1 b). Il est donc probable que les différences observées soient bien dues à des attaques d'intensités différentes des nématodes plutôt qu'à des différences de fertilisation, bien que cette hypothèse ne soit pas à rejeter totalement.



Graphique 1 : corrélation entre l'indice de galle et la vigueur (1 a) ou le rendement (1 b) - Potimarrons

→ Si on classe les indices de galles observés sur racines de potimarron, on obtient les tendances suivantes :

Traitement*	NR+P+V	P	NR+M+V	NR+S+V	M	NR+S	S	S+V
IG potimarrons(1 à 10)	4,6	5,3	5,4	6	6,2	6,3	7,5	8,4
Parcelle	6	5	3	7	4	1	8	2

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

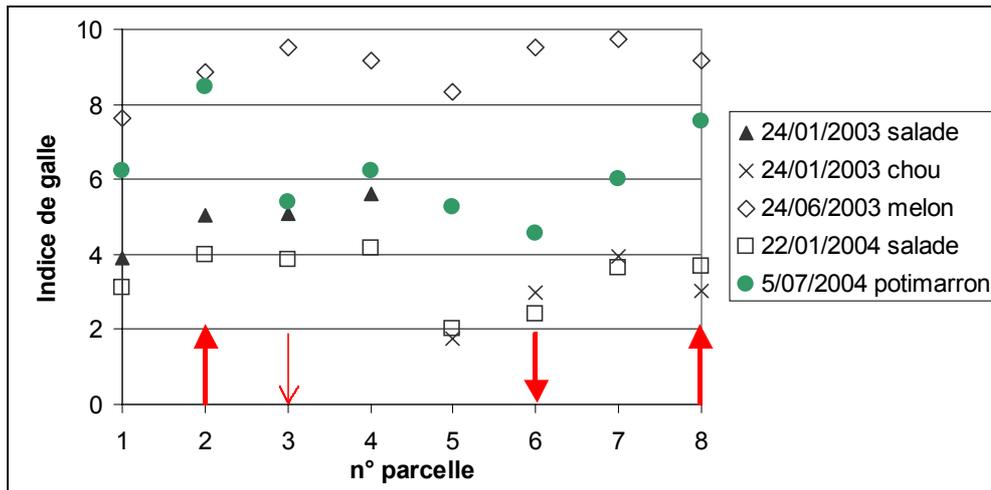
- les parcelles aux IG les plus faibles (partie gauche du tableau) correspondent assez bien au traitement NR, tourteaux de neem et ricin,
- les parcelles aux IG les plus élevés (partie droite du tableau) correspondent assez bien au traitement sorgho,
- les parcelles traitées à la vapeur se trouvent plutôt aux IG les plus faibles, sauf pour la parcelle S+V. Ces parcelles sont 3 fois sur 4 celles qui ont aussi reçu des tourteaux.

On aurait donc une tendance à la diminution de l'infestation avec les tourteaux (et/ou vapeur ?) et une augmentation avec le sorgho... Pour les tagetes il est difficile de voir une tendance quelconque pour le moment, d'autant que les tagetes patula n'ont quasiment pas poussé en 2003.

L'évolution des indices de galle depuis le début de l'essai permet de juger de tendances pour chaque traitement (graphique 2) :

- les parcelles 2 (S+V) et 8 (S) montrent une nette augmentation de l'indice de galle.
- les modalités NR + V, associées à P (parcelle 6) ou M (parcelle 3) assurent une diminution nette de l'indice de galle.

Les suivis sur les prochaines cultures permettront de valider ces tendances afin de conclure - ou non - sur un éventuel effet nématocide du mélange de tourteaux et/ou vapeur, et sur l'éventuel effet dépressif d'un engrais vert de sorgho, par rapport à des tagetes ou sol nu (les tagetes patula n'avaient pratiquement pas poussé pendant l'été 2003, s'apparentant à un sol nu).



Graphique n°2 : évolution de l'indice de galle entre janvier 2003 et juillet 2004

3.3 DENOMBREMENT DES NEMATODES

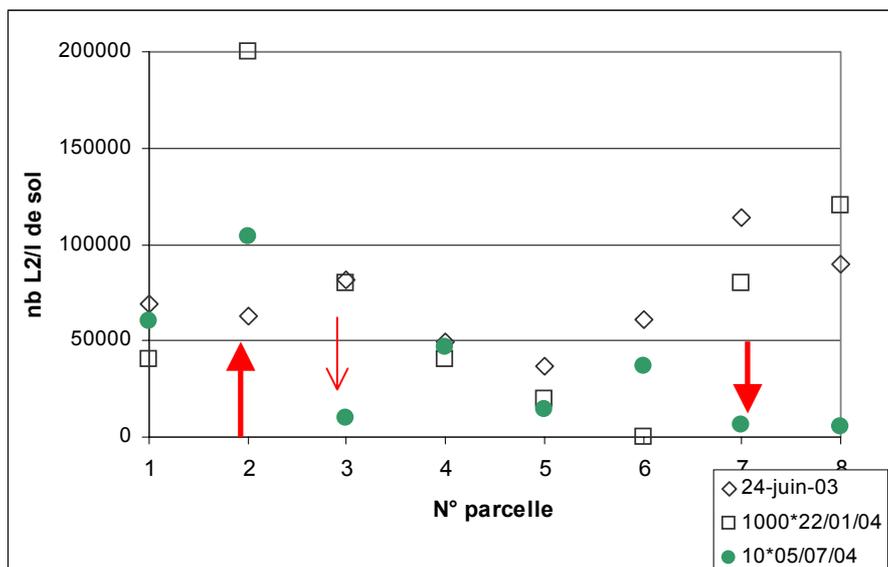
Nb de larves L2 de *meloïdogyne* / litre de sol

Date / culture	Parcelle	1	2	3	4	5	6	7	8
	Traitement *	NR+S	S+V	NR+M+V	M	P	NR+P+V	NR+S+V	S
24 juin 03/melon		69 050	62 650	81 450	49 120	36 400	61 150	114 000	89 850
22 janv 04/salade		40	200	80	40	20	0	80	120
5 juil 04/potimarron		6 000	10 400	1 000	4 640	1 400	3 720	600	560

* NR : 3 t/ha neem + 3 t/ha ricin - S : sorgho - P : patula = quasi sol nu - M : minuta - V : vapeur

Les analyses nématologiques confirment la présence peu importante de nématodes en fin de culture de salades, le nombre de nématodes étant de l'ordre de 1000 fois moins qu'en fin de culture de melons. En fin de culture de potimarrons, la population a de nouveau augmenté, mais reste environ 10 fois moins élevée qu'en fin de culture de melons en 2003.

L'évolution des populations de larves de *meloïdogyne* est figurée dans le graphique 3, où l'on a multiplié par 1000 le nombre de L2 sur salade (22/1/2004) et par 10 le nombre sur potimarron (5/7/2004) pour une meilleure lisibilité.



Graphique 3 : évolution du nombre de larves L2 de *meloïdogyne* entre juin 2003 et juillet 2004

Le dénombrement du nombre de larves de *meloidogyne* à la fin des cultures de salades en janvier et de potimarrons en juin 2004 :

- confirme la dégradation de l'état de la parcelle 2, où il y a augmentation du nombre relatif de larves en fin de culture de salade en janvier et de potimarron en juillet,
- confirme l'amélioration relative de la parcelle 3
- par contre, les résultats ne sont pas cohérents avec l'amélioration de la parcelle 6 et la dégradation de la parcelle 8 observées sur les racines (IG). Les analyses nématologiques montrent aussi une amélioration progressive et nette de la parcelle 7 (NR+S+V), qui n'est pas franchement évidente ni sur la vigueur, ni sur le rendement, ni sur l'IG...

→ Les populations de nématodes sont fortement hétérogènes entre les parcelles. Elles correspondent assez peu aux valeurs d'indices de galle.

Une analyse nématologique donne le nombre de nématodes à un instant donné, alors que l'indice de galle reflète l'intensité de l'infestation au moment du pic de présence des nématodes. L'analyse nématologique doit donc être renouvelée régulièrement afin d'observer la dynamique d'évolution de la population de nématodes.

3.4 DESINFECTION A LA VAPEUR

Elle a été réalisée sur la moitié de chaque tunnel le 15 juillet, **avant** le semis des engrais verts, alors qu'elle avait été réalisée après en 2003. L'effet herbicide de la vapeur s'est révélé particulièrement efficace sur le développement des engrais verts semés 1 semaine après (voir ci-dessous). L'effet de cette désinfection sera donc :

- direct sur la diminution éventuelle du nombre de larves de *meloidogyne* (larves susceptibles d'être touchées par la vapeur plus nombreuses en fin de culture en juillet, qu'après engrais verts comme cela avait été le cas en 2003),
- indirect grâce à l'effet positif de la vapeur sur le développement des engrais verts nématicides et une limitation de la pousse des adventices hôtes des nématodes (amarante, morelle...).

3.5 INTERCULTURE ESTIVALE D'ENGRAIS VERTS NEMATICIDES

Les engrais verts ont été semés le 15 juillet. Contrairement à ce qu'il s'était produit en 2003, les 2 types de tagetes se sont bien développés, avec des différences entre les parcelles désinfectées ou non (voir tableau ci-dessous). Sur les parcelles non désinfectées, des interventions de désherbage importantes ont été réalisées, notamment sur les tagetes *patula* dont le développement est assez lent. Le sorgho s'est très bien développé, sa croissance rapide ayant permis d'étouffer les adventices. Les engrais verts ont été broyés le 24 septembre, puis enfouis après séchage.

Tagete <i>Minuta</i>		Tagete <i>Patula</i>		Sorgho
Parcelle désinfectée à la vapeur	Parcelle non désinfectée	Parcelle désinfectée à la vapeur	Parcelle non désinfectée	
Très homogène - Dense Pas d'adventices H > 1m	Hétérogène H = 30-50 cm Adventices *	Homogène, dense H = 50 cm	Assez homogène Moyennement dense H = 30-40 cm Adventices *	Très bon développement. Peu d'adventices

* les adventices ont été arrachées, mais présence d'amarante et morelle avec galles (plantes hôtes), pourpier

Observation des engrais verts après 2 mois d'interculture

4- CONCLUSIONS - DISCUSSION

La combinaison de moyens de lutte contre les nématodes semble commencer à donner des résultats différenciés à l'issue de cette deuxième année de traitements : certaines parcelles montrent une augmentation relative de l'infestation racinaire, qui se traduit par une baisse de la vigueur et du rendement. Il semblerait que l'interculture de sorgho accentue cette dégradation par rapport aux parcelles ayant été traitées par la vapeur, les tourteaux de neem et ricin, ou ayant porté une interculture de tagetes. Les parcelles qui au contraire montrent une amélioration semble correspondre aux parcelles ayant reçu les tourteaux (par rapport à un engrais organique) et/ou la désinfection vapeur.

Ces différences sont très probablement liées à des différences d'infestation par les nématodes, et non à des différences de fertilisation (effet des tourteaux et effet des engrais verts) car on a une bonne corrélation entre le rendement, la vigueur et l'indice de galle.

La poursuite de cet essai en 2005 devrait permettre d'affiner ces premières conclusions.

ANNEE DE MISE EN PLACE : 2003

ACTION : nouvelle

en cours

terminée

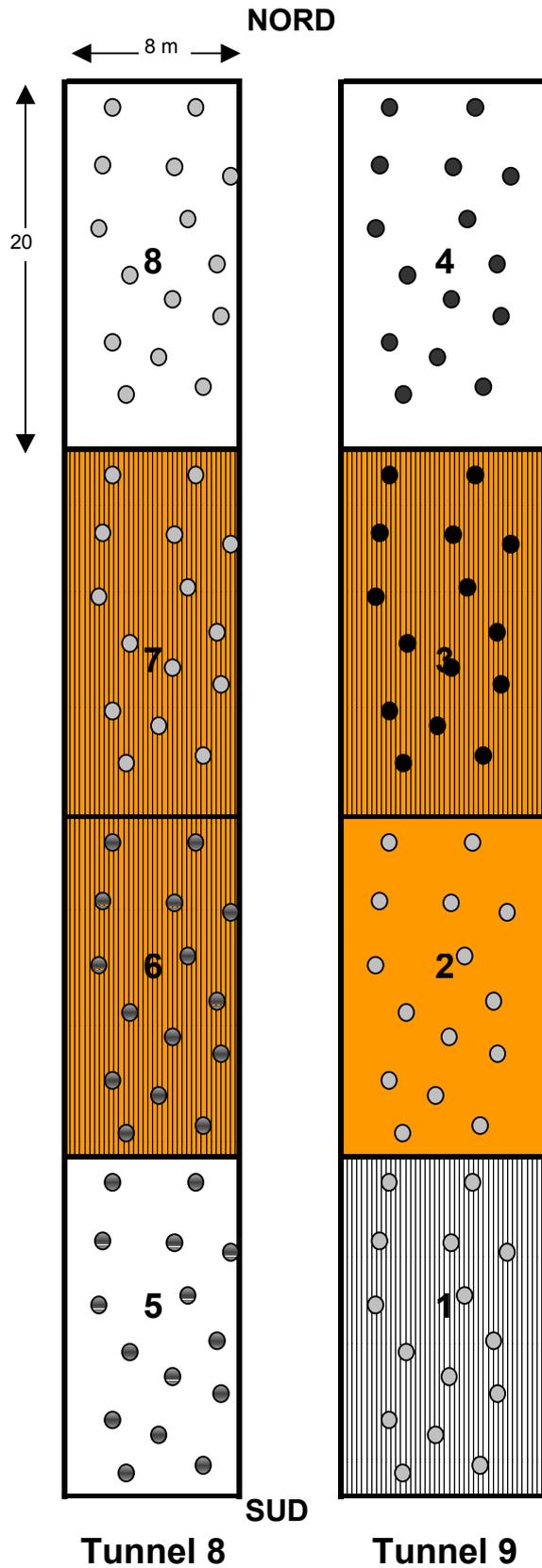
Renseignements complémentaires auprès de : H. VEDIE - GRAB Agroparc BP 1222 84911 Avignon cedex 9

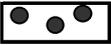
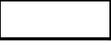
tel 04 90 84 01 70 fax 04 90 84 00 37 mail maraichage.grab@freesbee.fr

Mots clés du thésaurus Ctifl : nématodes - *Meloidogyne* - tourteaux de neem et ricin - engrais vert nématicide - désinfection vapeur

Date de création de cette fiche : novembre 2004

ESSAI NEMATODES MENOURY 2003



- | | |
|--|--|
|  Désinfection
vapeur |  T.minuta |
|  3 N + 3 R |  T.patula |
|  témoin |  Sorgho |