

Evaluation de différents systèmes pour la maîtrise des
nématodes à galles en maraîchage sous abri

Programme Ecophyto-Dephy 2012-2018 **GEDUBAT**

Hélène VEDIE

Objectifs :

Depuis plusieurs années, les travaux du GRAB sont orientés vers la mise en œuvre et la combinaison de différentes techniques culturales visant à diminuer l'impact des nématodes à galles sur les cultures maraîchères sous abris : recherche et intégration de cultures moins sensibles dans les rotations, évaluation de l'effet à court et moyen termes de différentes plantes de coupure, effets de la solarisation... Dans ce contexte, nous avons implanté en été 2012 un essai de comparaison de « systèmes » pour gérer les nématodes à galles de façon intégrée dans le cadre du programme Gedubat.

Le projet GEDUBAT (GEstion Durable des BioAgresseurs Telluriques), coordonné par le Ctifl, fait partie du programme DEPHY Expé, co-financé par l'Onema dans le cadre du plan Ecophyto. Il vise à tester, sur 6 ans, des techniques alternatives permettant la réduction des pathogènes telluriques sur les cultures afin de pouvoir diminuer les traitements.

Caractéristiques des systèmes mis en place :

Les stratégies mises en place visent toutes à maîtriser les problèmes telluriques en utilisant des leviers complémentaires :

- **Système 1** : On vise une rentabilité maximale et la meilleure adéquation possible avec le système commercial : de ce fait, les cultures de ventes principales sont cultivées en priorité. La prise de risque nématodes liée aux successions culturales est moyenne : les cultures d'été sont plutôt sensibles, et on s'efforce de faire une rupture sur le créneau d'automne. Pour réguler les populations de nématodes, la solarisation est privilégiée comme traitement d'été, avec une fréquence d'environ 2 ans sur 3. Ce système est proche de la référence producteur.

- **Système 2** : On vise à diminuer la prise de risque nématodes liée aux successions culturales : les plantes hôtes sont limitées, et plutôt positionnées en automne, période moins favorable à la multiplication des nématodes. De ce fait, le recours à la solarisation est limité (1 an sur 2 maximum), et remplacé par des engrais verts d'été, de préférence non hôtes, voire nématicides.

- **Système 3** : Ce système est le même que le système 1, mais on arrache les racines des plantes sensibles (été) de façon à limiter l'inoculum.

Code	T3 Nord (système 1)	T3 Sud (système 3)	T2 (système 2)
Système et contraintes	Été sensible- automne régulé; AB	Été sensible- automne régulé; arrachage des racines AB	Plantes sensibles limitées - AB
Objectifs visés	Freiner les pathogènes et baisse de l'inoculum	Freiner les pathogènes et baisse de l'inoculum	Diversification pour augmenter l'activité biologique + plantes non hôtes pour freiner le pathogène
Prise de risque			
Pathogènes/ Ravageurs	Nématodes	Nématodes	Nématodes
Augmenter l'activité biologique du sol			Engrais verts
Freiner le développement de l'inoculum tellurique	Solarisation Plantes non-hôtes	Solarisation Plantes non-hôtes Arrachage racines culture été	Diversification été Plantes non-hôtes Solarisation

Tableau 1 : Stratégies agronomiques et pratiques mises en œuvre dans chacun des systèmes sur le site du GRAB

1- MATERIEL ET METHODES

1.1 Dispositif expérimental :

Site : Le dispositif expérimental est situé chez un maraîcher en AB à Marguerittes (30), dans deux tunnels (T2 et T3) sur lesquels les problèmes de nématodes à galles sont importants et récurrents depuis plusieurs années.

Dispositif : essai « système » à 3 modalités, sans répétitions. Les modalités sont positionnées dans les tunnels en fonction de l'état d'infestation initial : système 1 plus risqué, dans le tunnel le moins infesté. Le système 3 (arrachage des racines) est placé dans le demi tunnel plus infesté. Le système 2 moins risqué dans le tunnel le plus infesté..

Parcelle	MODALITE	Descriptif
T 3 Nord	Système 1	Été sensible- automne régulé; solarisation privilégiée
T 3 Sud	Système 3	Été sensible- automne régulé; solarisation privilégiée + arrachage des racines
T 2	Système 2	Plantes sensibles limitées - solarisation raisonnée

Surface de l'essai : 960 m² (2 tunnels de 8 x 50 m).

30 mai

1.2 Conditions de culture

Cultures d'automne/hiver 2012/2013 :

Systèmes 1 et 3, T3 : Mâche, variétés Trophy et Gala : Plantation : 20 et 25/09/2012 – Récoltes : 29/10 et 10/11/2013

Système 2, T 2 : Roquette, variété Soria : Plantation 1-15-30/10/2013. Récoltes : plusieurs coupes du 10/11 au 10/05/2014

Cultures de printemps-été 2013 :

Systèmes 1 et 3, T3 : Persil, variété Géant d'Italie. Plantation : 27/02/2014 – Récoltes : plusieurs coupes du 10/11 au 10/06/2014

Système 2, T 2 : Roquette, maintenue

Traitements d'été 2013

Systèmes 1 et 3, T3 : Solarisation du 24/07 au 10/10

Système 2, T 2 : Roquette conservée sur ½ tunnel Ouest. Semis sorgho hybride variété Karim sur ½ tunnel Est : semis 5/07 – broyages 10/08 et 28/08 et enfouissement mi septembre

Cultures d'automne/hiver 2013/2014 :

Systèmes 1 et 3, T3 : Mâche, variétés Trophy et Gala : Plantation : 19 et 29/10/2013 – Récolte : jusque fin décembre

Système 2, T 2 : chou rave, variété Terek : Plantation 3/10/2013. Récolte : jusque fin janvier 2014

Les cultures se sont globalement bien développées. Au niveau sanitaire, les problèmes rencontrés ont été quelques pucerons sur roquette- les plants touchés ont été éliminés - et chou rave, un peu de mildiou sur persil, et d'oïdium sur mâche.



26 juillet



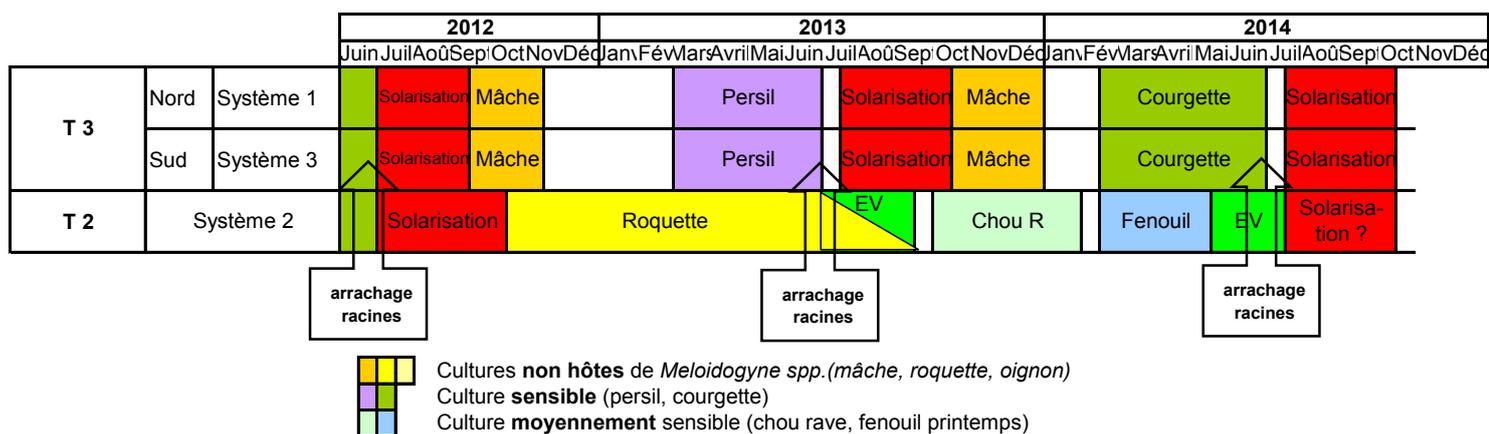


Figure 1 : calendrier de réalisation 2012-2013 et prévisions 2014

1.3 Mesures et observations :

Mesures des infestations de *Meloidogyne spp.* :

- Cartographie de l'infestation dans les 2 tunnels : à la fin de chaque culture, observation des racines sur 4 rangs (rangs de la culture de courgette) tous les 2 arceaux (4m), soit 28 à 56 plantes par système. Une note de 0 (pas de galles) à 10 (racines couvertes de galles, plant dépérissant) est attribuée à chaque système racinaire selon l'échelle de Zeck (1971). Cette cartographie permet de disposer à la fois de la répartition des dégâts dans l'espace et de l'évolution du degré d'infestation dans le temps.
- Dénombrement des populations larvaires dans le sol à la fin des cultures d'été.

Autres mesures :

Dénombrements des populations de nématodes phytoparasites du sol au niveau du genre à la fin de chaque culture d'été

Mesures lors des traitements d'été :

Suivi de la température du sol pendant la solarisation à 15 et 25 cm de profondeur ; Mesure de la production de biomasse des engrais verts (non réalisé en 2013 à cause d'un broyage précoce)

Bilan technico - économique sur les deux tunnels de l'essai.

Enregistrement des rendements commerciaux - Estimation de la rentabilité (chiffre d'affaire – charges brutes) et du coût des techniques mises en œuvre (EV ; solarisation).

2- RESULTATS - DISCUSSION :

2.1 Evolution des dégâts racinaires :

• Cartographies des indices de galles :

Les cartographies réalisées (figures 2 et 3) montrent que les stratégies mises en œuvre en 2013 ont été très efficaces pour limiter les dégâts de nématodes à galles : la mâche, la roquette et le sorgho sont totalement indemnes de galles de nématodes. Seul le persil montre quelques galles sur quelques plants localisés sur les rangs de bordure de tunnel. Les cultures non-hôtes choisies, mâche et roquette à l'automne ont donc confirmé leur statut de plante de coupure (voir compte-rendus du GRAB 2009 et 2011). A l'automne 2013, les niveaux d'infestations restent très bas dans les 2 tunnels, que ce soit la mâche dans le T3 (systèmes 1 et 3) ou le chou rave dans le T2 (système 2), qui montre toutefois quelques rares galles.

Figure 2 : Cartographies des Indices de Galles IG) - Eté 2013 sur roquette et persil :

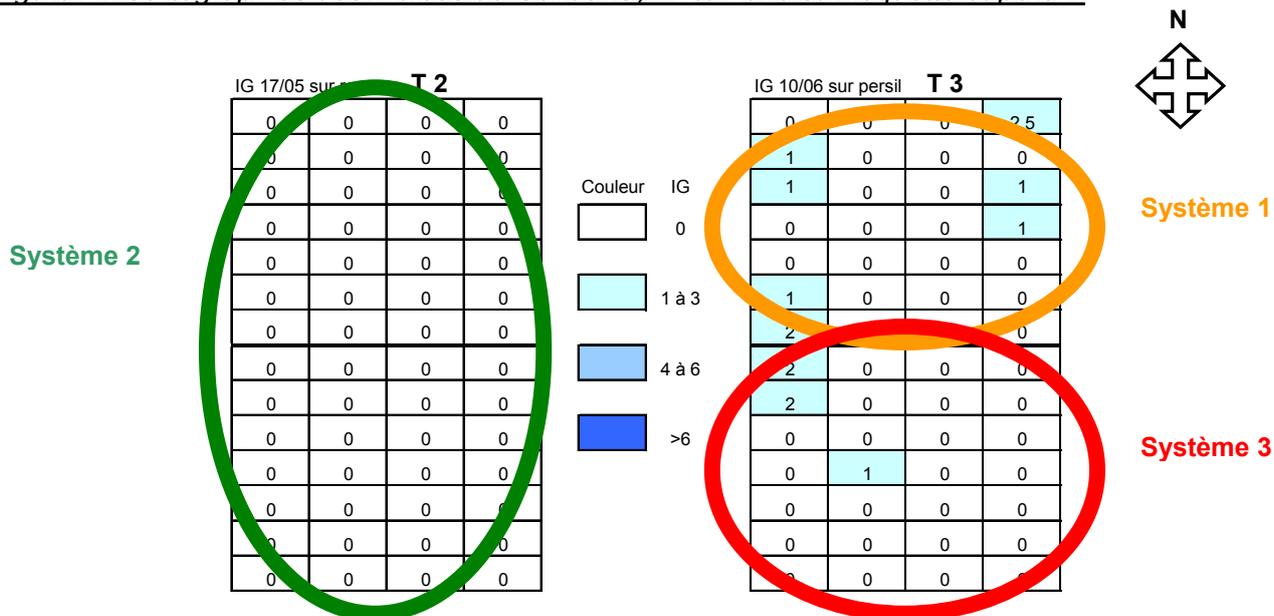
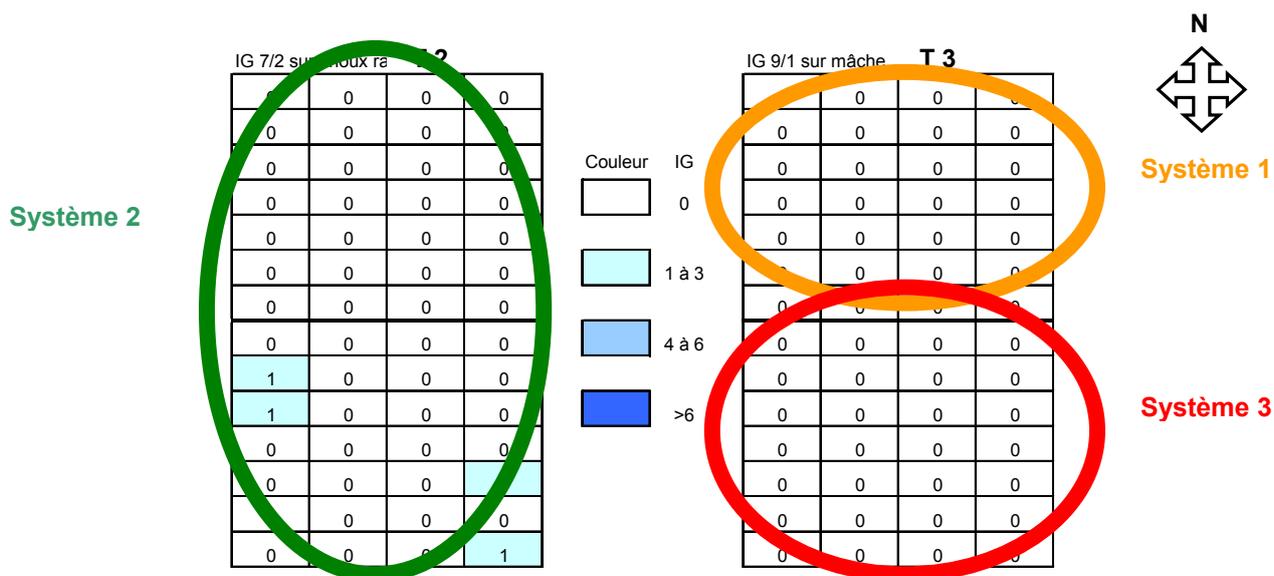


Figure 3 : Cartographies des Indices de Galles – Automne 2013/ Hiver 2014 sur chou rave et mâche :



• **Evolution de l'incidence des attaques et de l'IG par classes :**

L'incidence des attaques, représentation synthétique des cartographies, a nettement diminué sur tous les systèmes expérimentés : de 70 à 80 % de plantes touchées au départ, on n'a jamais eu plus de 25% de plantes touchées par la suite, ces plantes ayant toutes des indices inférieurs à 4 (figure 4). La solarisation réalisée sur tous les systèmes en été 2012 a sûrement permis de diminuer le potentiel infectieux des parcelles, et on n'assiste pas jusqu'à présent à une remontée forte des populations. La solarisation réalisée en 2013 dans le tunnel 3 (systèmes 1 et 3), a quant à elle sûrement eu un impact limité sur la réduction des populations de nématodes dans le sol car le nombre d'heures de solarisation où la température a dépassé 40°C n'a été que de 102 heures à 15 cm de profondeur et 5 heures à 25 cm (tableau 2).

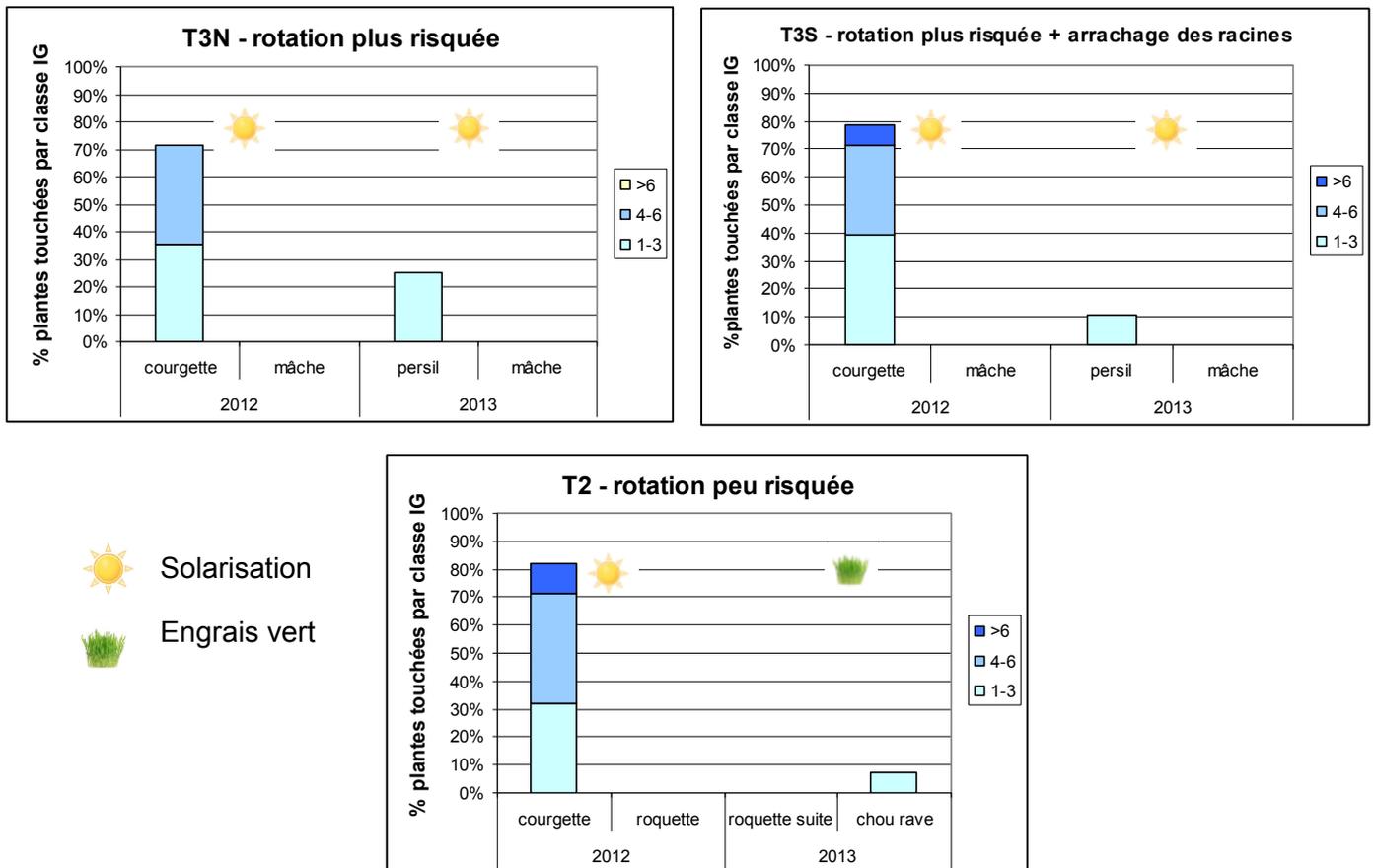


Figure 4 : évolution de l'incidence des attaques, répartition des plantes touchées par classe d'IG

	Engrais vert (T2)		Solarisation (T3)	
	15 cm	25 cm	15 cm	25 cm
T° moyenne 26/07 - 10/08	24,9	24,8	36,1	35,8
T° moyenne 26/07 - 10/09	Problème sondes		36,4	36,1
Nb H > 40°C			102	5

Tableau 2 : températures du sol à 15 et 25 cm –été 2013

• **Evolution de l'Indice de Galles moyen :**

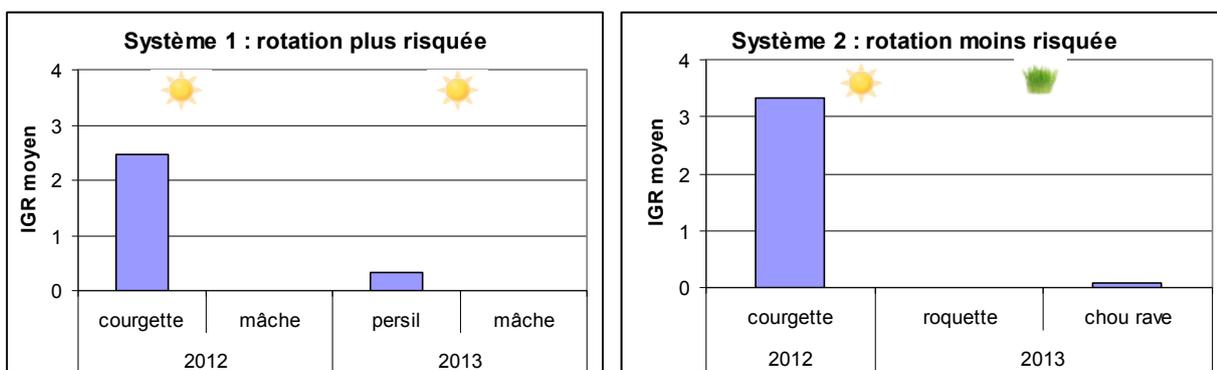


Figure 5 : évolution de IIG moyen sur les systèmes 1 et 2. Les résultats du système 3, équivalents à ceux du système 1, ne sont pas représentés

En 2012, nous avons décidé de positionner le système de culture le plus risqué (systèmes 1 et 3) dans le tunnel le moins infesté avec un IGR moyen de 2,5, alors que le système de culture le moins risqué avait au départ un IGR moyen de 3,3. En 2013, il s'avère que l'IGR moyen est légèrement plus faible pour le système 2 (figure 5), mais les cultures réalisées étaient également moins sensibles. Le suivi dans le temps permettra de voir comment évolue la situation dans ce système 2, notamment pour des cultures plus sensibles.

2.2 Evolution des populations de nématodes dans le sol :

• Nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) :

A la fin de chaque culture d'été, les nématodes du genre *Meloidogyne* sont dénombrés dans le sol, et l'espèce déterminée sur des femelles dans les racines. En 2013 toutefois, nous n'avons pu déterminer d'espèce dans le tunnel 2 car ni la roquette ni le sorgho ne présentait de galles racinaires. Les résultats figurent dans le tableau 3.

En 2013, les populations de larves présentes dans le sol sont quasiment nulles, même à la fin de la culture de persil où quelques galles avaient pourtant été observées.

En 2012, une seule espèce de nématodes, *Meloidogyne arenaria*, avait été identifiée dans le T3 sur courgette. En 2013, 3 espèces sont retrouvées : *M. hapla*, *M. incognita*, *M. arenaria* sur persil. La raison pour laquelle les espèces de nématodes sont différentes n'a pas été déterminée : s'agit-il d'un effet culture (des espèces différentes de plantes favorisant des espèces différentes de nématodes ?) ou d'une conséquence de l'échantillonnage (localisation différenciée des espèces de nématodes dans le tunnel) ? Il sera donc intéressant de renouveler ces déterminations sur d'autres cultures dans la suite de l'essai.

			ETE 2012		ETE 2013		
			NB (larves/100g)	Espèce	NB (larves/100g)	Espèce	
			COURGETTE		PERSIL		
T 3	Nord	Système 1	2		0		M.a, M.i, M.h
	Sud	Système 3	144	M. a	0,02		
			COURGETTE		Sorgho (E)	Roquette (O)	
T 2	Système 2		332	M.a, M.i	0	2	pas fait

Tableau 3 : dénombrement des larves de *Meloidogyne spp.* dans le sol (nb/100g) et détermination des espèces sur racines

• Autres nématodes phytophages :

En 2012, il n'y avait quasiment que des *Meloidogyne spp.* sur courgette, mais en 2013 quelques autres nématodes phytophages sont présents, notamment sur persil (T3) et roquette (T2 ouest). A la fin du sorgho (T2 est), on ne retrouve quasiment pas de nématodes (tableau 4).

Il sera intéressant de voir si des équilibres différents entre les différents genres de nématodes se mettent en place sur les différents systèmes. Pour le moment, les niveaux sont très faibles avec moins de 4 larves pour 100 grammes de sol.

Des taches brun-rouille sont régulièrement observées sur les racines de certaines cultures sur ce site (persil, courgette, fenouil...). Pour le moment, l'agent pathogène responsable de ces symptômes n'a pas été identifié. Une hypothèse a été émise sur des dégâts de *Paratylenchus spp.* qu'il conviendra de vérifier par la suite car ce genre n'a été détecté ni en 2012 ni en 2013.

Il pourrait également être intéressant de suivre à l'avenir les populations de nématodes libres, non phytophages, comme indicateur d'évolution de la fertilité biologique des sols sur les différents systèmes.

		Pratylenchus sp.		Helicotylenchus sp.		Tylenchorhynchus sp.			
		Eté 2012	Eté 2013	Eté 2012	Eté 2013	Eté 2012	Eté 2013		
T 3	Nord	Système 1	0	4	0	0	2	4	
	Sud	Système 3	0	2	0	2	0	0	
			Ouest	Est		Ouest	Est		
T 2		Système 2	0	2	0	1	0	4	1

	Courgette
	Persil
	Roquette
	Engrais vert Sorgho

Tableau 4 : dénombrement des larves de nématodes phytophages dans le sol (nb/100g)

2.3 Résultats technico-économiques

• Rendement commercial :

Les cultures n'ont pas subi de gros dégâts sanitaires et les ventes se sont déroulées normalement. Le rendement commercial est donc un bon indicateur du niveau de productivité des tunnels de l'exploitation.

Système	Année	Culture	Rendement commercial	unité
1 (T3)	2012	mâche	1,10	Kg/m ²
	2013	persil	19,8	Bottes/m ²
		mâche	1,05	Kg/m ²
2 (T2)	2012-2013	roquette	2,71 (5 coupes)	Kg/m ²

• Résultat économique :

En 2012-2013, les résultats économiques sont assez proches entre les systèmes 1 et 2 (figure 6). Le bénéfice pour une année culturale est de 11,9 €/m² pour le système 2 (une seule culture, la roquette) et 13,5 €/m² pour le système 1 (mâche + persil). Ces résultats sont encore à actualiser avec les données complètes du producteur pour les cultures d'automne-hiver 2013-2014.

Le prix des pratiques estivales est comparable : 0,29 €/m² pour un engrais vert de sorgho (temps passé, avec 2 broyages, et semences comprises) et 0,31 €/m² pour la solarisation (temps passé et bâche plastique comprise).

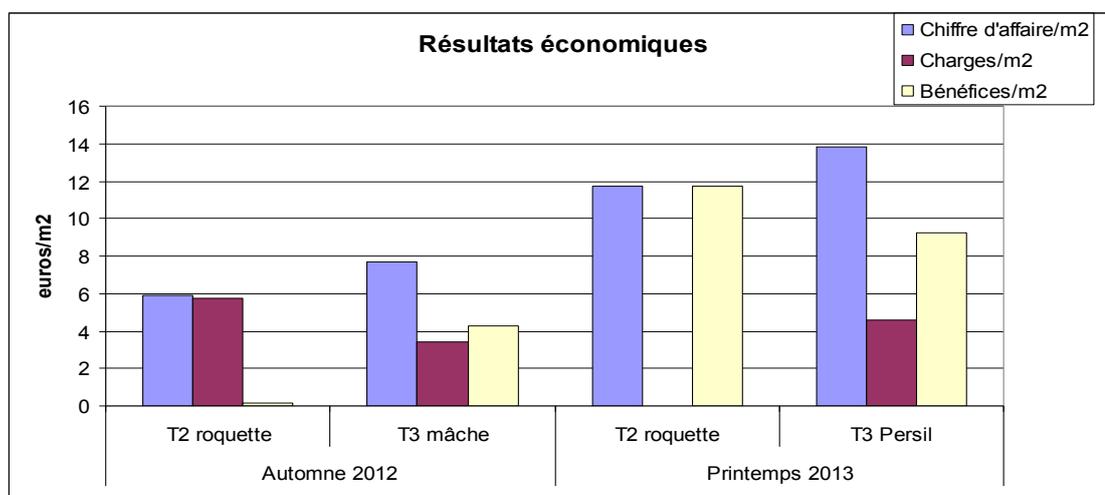


Figure 6 : résultats économiques (1 année culturale)

