

## Aubergine- Salade



# MAITRISE DES BIOAGRESSEURS TELLURIQUES PAR L'UTILISATION DE PRATIQUES AMELIORANTES 2010



CLERC Henri, INVENIO Ste Livrade

Collaboration : Dominique BLANCARD, INRA de Bordeaux, Xavier CANAL, EPLA E. Restat

## I - But de l'essai

Dans cet essai, mis en place dans le cadre du programme national PraBioTel, nous cherchons à évaluer l'influence de différentes pratiques culturales sur l'évolution de la « santé » du sol, et plus particulièrement sur l'incidence de plusieurs bioagresseurs telluriques dans le cadre de rotations aubergine - salade sous abri.

## II - Matériel et Méthode

### Historique du dispositif

**Année 1 : 2009** - Démarrage du dispositif expérimental en station intégrant 4 pratiques alternatives différentes et donnant lieu aux modalités suivantes :

- M1 : Apport de matière organique (tourteau de neem sur la base de 6t/ha) tous les ans (tunnel 1)
- M2 : Introduction de plantes non hôtes dans la rotation tous les 2 ans (tunnel 2)
- M3 : Biofumigation avec moutarde (tunnel 3) (2009) (annexe 1)
- M4 : Solarisation tous les 2 ans (tunnel 4) (2009) (annexe 2)

L'essai est mis en place dans 4 tunnels de 8 m x 54 m de long, soit 432 m<sup>2</sup> du l'EPL E. Restat de Ste Livrade, avec une seule parcelle par modalité, et selon le calendrier cultural synthétisé dans le tableau 1.

**Année 2 : 2010** - trois tunnels sont en aubergine et le tunnel de la modalité 2 a vu se succéder 2 cultures : oignons blancs d'hiver et courgette de fin d'été.

Tableau 1 : Synoptique des quatre modalités expérimentées et calendrier des rotations des cultures

		HISTORIQUE				CAS DAR PraBioTel													
Tunnel	Année	2007		2008		2009				2010				2011					
Modalité	Tunnel	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Tourteau de Neem	A				EV		TN	A	S	TN	A	S	TN	A	S	TN	A	S
2	Plantes non hôtes	A				EV			A	S	O	Cg	S		A	S			
3	Biodésinfection					A			M + BD	S		A	S		M + BD	S			
4	Solarisation					A			So	S		A	S		S	So	S		

A = Aubergine, EV = engrais verts, TN = apports de tourteaux de neem, O = oignons blancs, S = salade, M+BD = moutarde brune + biodésinfection, So = solarisation, Cg = courgette

### Suivis et notations réalisés

- ❖ Observations visuelles à l'arrachage, après lavage, de 200 systèmes racinaires (SR) par parcelle et sur chaque cycle de culture (soit 1 plante sur 4 observée), attribution d'un indice de nécrose racinaire (INR) (de 0 = sain à 10 = entièrement nécrosé) et d'un indice de galles (ING) (échelle de Zech de 0 = sain à 10 = totalement infesté).
- ❖ Prélèvements racinaires et observation à la loupe binoculaire des bioagresseurs présents sur 20 systèmes racinaires par culture, attribution d'un indice de présence de signes (IPS), et confirmation par isolements microbiologiques (INRA Bordeaux)



*Colletotrichum coccodes*



*Rhizoctonia solani*



Nématodes à galles

Figures : Nature des signes observés sur les racines des porte-greffes : microsclérotés (*C. coccodes*), Mycélium brun (*R. solani*), galles (*Meloidogyne* spp.)

- ❖ Autres notations phytosanitaires :
  - Sur salade : évaluation et notation de la sévérité des pourritures basales ou « fonds » (0 = sain, 5 = fortement pourri) ; évaluation de l'incidence des bioagresseurs en cause (fréquence de *Botrytis cinerea*, *R. solani*, *Sclerotinia* spp.), fréquence des plantes exprimant des symptômes de Big Vein ou de Taches orangées
  - Sur aubergine : fréquence des plantes attaquées par *Phytophthora parasitica*, *S. sclerotiorum*...
  - Sur autres cultures : modalités d'observation à adapter en fonction des problématiques rencontrées
- ❖ Evaluation des rendements :
  - Sur salade : fréquence de plantes récoltables et grammage sur 6 microparcelles de 60 plantes (positionnement identique par rapport au travail du sol et aux asperseurs d'un tunnel à l'autre)
  - Sur aubergine : poids total récolté par parcelle (nombre de caisses multiplié par un poids moyen par caisse)

## **Modalités culturales et calendrier**

### **Culture d'aubergine**

Les tunnels où ont été expérimentées les modalités tourteau de neem (1), biodésinfection (3) et solarisation (4) ont été en culture d'aubergine en 2010

- Variété Monarca (Rz) greffée sur Maxifort (Drs) ( + micro-essai dans T1 de 4 x 15 plantes d'un nouveau porte greffe STT3 de la société Vilmorin)
- Plantation le 7/04/2010, densité 1.1 pl/m<sup>2</sup>, conduite sur 2 bras
- Fertilisation à partir d'un extrait à l'eau et fertilisation en fonction des reliquats. Végéthumus 2.5 t/ha sauf sur la modalité 1 (tourteau de neem - 6 t/ha). Complémentation au goutte à goutte avec 12-9-34 à partir du 15/07/2010 sur la base de 70 kg/semaine/ha soit 8 U d'N
- Protection biologique intégrée : *Amblyseius. swirskii* (1/pl), *Macrolophus. caliginosus* (1.1/m<sup>2</sup>), *Neoseiulus. californicus* (1/5pl)
- Protection chimique complémentaire : Plenum (2), Floramite (2), Suprême (1)
- Début récolte le 27/05, fin le 15/10/2010

### **Plantes non-hôtes**

#### **Le tunnel avec des plantes non hôtes :**

Il a été choisi de conduire 2 cultures sur ce tunnel en 2010 : une culture d'oignons blancs sur les mois d'hiver et une culture de courgette en fin d'été.

## Oignon blanc

- Variété Premier
- Plantation mini mottes (3 plants/motte) sur paillage 28 trous/m<sup>2</sup> le 19/01/2010 : densité réelle 23 mottes/m<sup>2</sup>
- Fertilisation : 20 unités de reliquats NO<sub>3</sub>, 375 kg/ha de 16-6-20. Reliquats sol le 11 mars 27 U d'NO<sub>3</sub>.
- Début récolte le 20 avril 2010. Rendement moyen estimé : 240 t brut/ha
- La récolte de l'oignon n'a été que partiellement réalisée car le prix moyen de vente assez bon pour la période (6 €/la botte) ne couvrait pas les frais de la main d'oeuvre de récolte. Cette culture reste une culture de niche à entreprendre avec des chantiers bien mécanisés ou bien, elle est à envisager comme culture conduite comme engrais verts et donc enfouie.

## Courgette

- Variété Mirza (Clause)
- Plantation le 29/07/2010, densité 1.17 pl/m<sup>2</sup>, motte plaque de 96
- Fertilisation 400 kg/ha de 12-11-18 + 100 kg d'ammonitrate en cours de culture soit 82 U d'N, 44 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 72 de K<sub>2</sub>O
- Traitement oidium : Ortiva (18/08), Thiovit (3/09 et 17/09) et Karathane 3D (1/10) et pucerons Teppeki (3/09).
- Récolte du 28/08 au 21/10/2010 : Rendement moyen 25.6 t/ha.

## III - Résultats / Discussion

### ***Efficacité de 3 méthodes « alternatives » sur les bioagresseurs telluriques parasites de l'aubergine greffée***

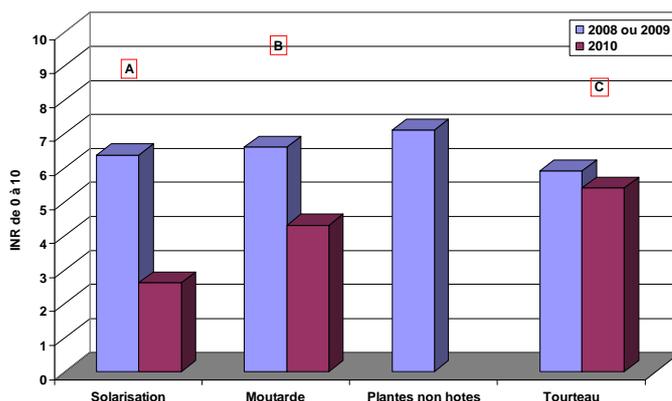
#### **Sur l'indice de nécroses racinaires (INR)**

Sur le graphique 1, nous pouvons dégager les tendances suivantes :

- La solarisation apparaît comme la méthode la plus efficace pour réduire les niveaux de nécroses racinaires (INR) sur les porte-greffes d'aubergine. L'INR moyen en 2010 sur les porte-greffes dans le tunnel solarisé est relativement faible, de l'ordre de 2. Notons qu'il était 3 fois plus élevé en 2009, aux alentours de 6.
- La culture d'une moutarde brune, suivie d'une biofumigation, est moins efficace que la solarisation. Elle permet tout de même de réduire d'une façon significative les INR observés sur les porte-greffes au moment de l'arrachage. La réduction est approximativement de l'ordre de 30 %.
- L'apport tous les ans de tourteau de neem, à raison de 6 t/ha, ne permet pas de réduire de façon notable les INR des porte-greffes.

Il faudra attendre 2011 pour connaître l'influence de l'introduction de plantes non hôtes sur l'INR des racines d'aubergine.

#### **Graphique 1 : Influence des pratiques améliorantes sur l'évolution de l'INR des porte-greffes d'aubergine**



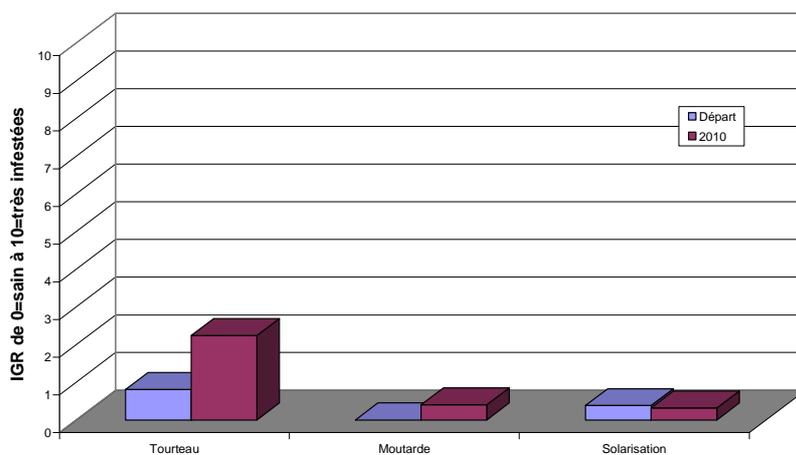
Les lettres au dessus des histogrammes traduisent les comparaisons et le classement statistique de l'efficacité des différentes pratiques améliorantes.

### Sur l'indice de galles racinaires (IGR)

Les observations réalisées au moment de l'arrachage des porte-greffes (graphique 2) permettent de ressortir les remarques suivantes :

- La pression en nématodes à galles dans les différents tunnels est assez faible en début d'expérimentation, elle n'excède pas un IGR de 2 dans le tunnel le plus infesté ;
- Cette pression nématode continue sensiblement de monter dans les tunnels où sont expérimentés le tourteau de neem et la moutarde ;
- Elle semble stabilisée dans le tunnel solarisé en 2009.

**Graphique 2 :** Influence des pratiques améliorantes sur l'IGR des porte-greffe d'aubergine

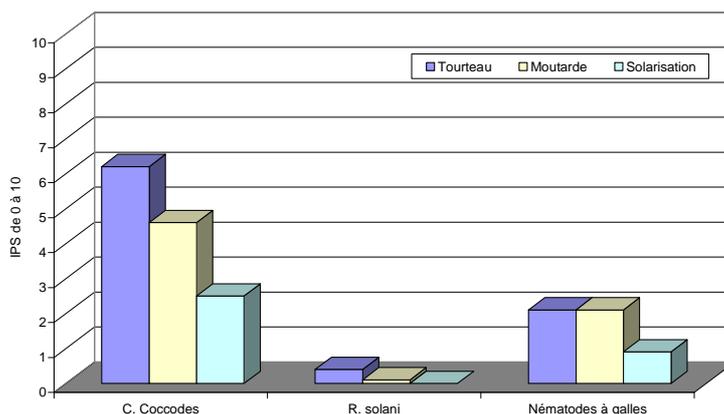


### Sur les indices de présence de signes (IPS)

Il apparaît assez évident sur le graphique 3 que *C. coccodes* est le bioagresseur majoritairement observé sur les systèmes racinaires des porte-greffes d'aubergine. Sa présence est notamment matérialisée par de nombreux micro-sclérotés bruns à noirs présents sur les racines. On les retrouve en beaucoup plus grandes quantités sur les racines des porte-greffes cultivés dans le tunnel avec apport de tourteau, comparativement aux deux autres tunnels et plus particulièrement celui ayant subi la solarisation.

Les nématodes sont moins présents, mais ils sont retrouvés tout de même dans tous les tunnels, confirmant les IGR notés à l'arrachage. *R. solani* est quasiment absent des racines des porte-greffes.

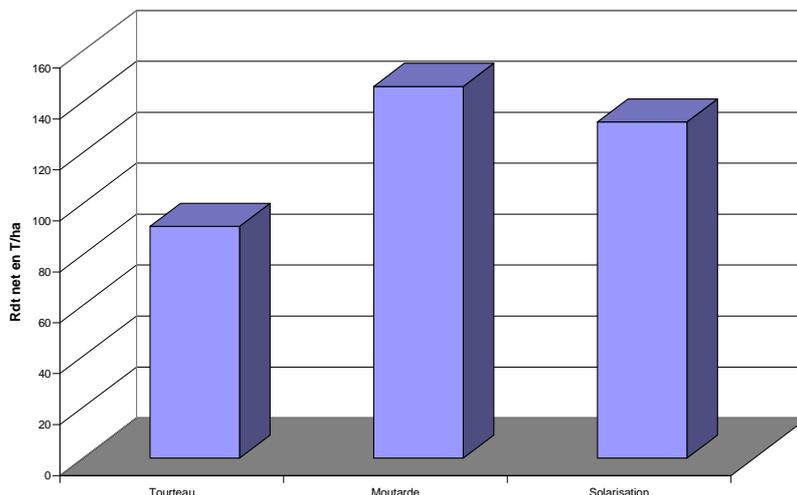
**Graphique 3 :** Niveaux de présence de signes de bioagresseurs sur les racines de porte-greffes d'aubergines cultivés à la suite de la réalisation de 3 «méthodes alternatives »



## Sur les rendements

Si l'on considère les rendements nets relevés dans les 3 tunnels, celui obtenu dans le tunnel avec apport de tourteau de neem est bien inférieur à ceux enregistrés dans les 2 autres tunnels, avec plus de 4 kg/m<sup>2</sup> de différence de rendement, soit de l'ordre de 30 % en moins. Notons que dans ce tunnel nous avons constaté un plus mauvais état physiologique des plantes en période de récolte, avec la manifestation d'une chlorose internervaire plus marquée.

**Graphique 4 :** Influence de 3 méthodes alternatives sur les rendements net (en t/ha) obtenus lors de cultures d'aubergines greffées

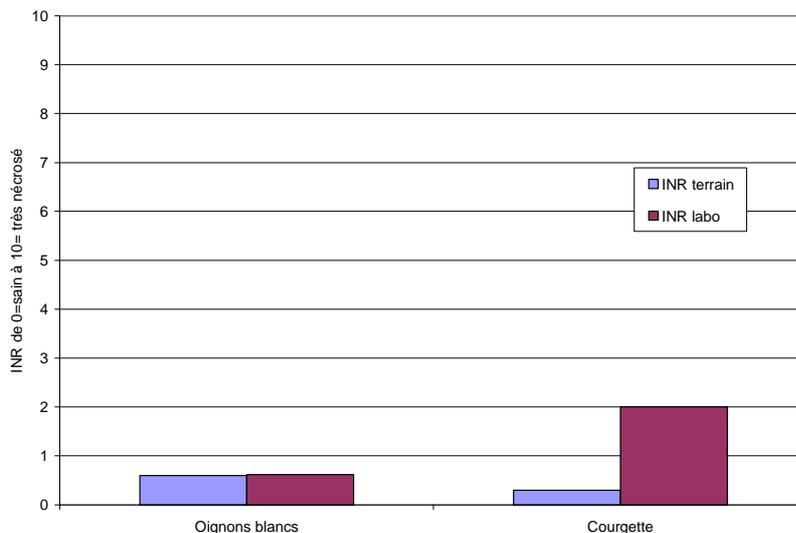


## ***Efficacité des 3 méthodes « alternatives » sur les bioagresseurs telluriques parasites d'autres cultures de la rotation***

### **Sur l'indice de nécroses racinaires (INR) noté sur les plantes non hôtes (oignon et courgette)**

Les INR relevés sur les racines des oignons cultivés sont très faibles. Ils sont légèrement plus élevés sur celles des courgettes produites. Les observations à la loupe binoculaire permettent de confirmer ces tendances

**Graphique 5:** Indices de nécrose racinaire notés sur racines d'oignons et de courgette à l'arrachage (INR terrain) et au laboratoire (INR labo)

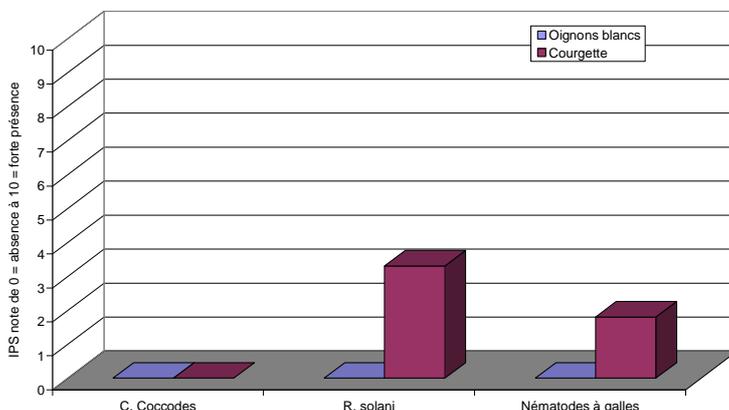


### **Sur l'indice de présence de signes (IPS) sur les plantes non hôtes (oignon et courgette)**

Sur oignons blancs, nous ne retrouvons pas les 2 champignons telluriques majeurs associés au porte-greffes d'aubergine, à savoir *C. coccodes* et *R. solani*, ni même des nématodes, et encore moins des bioagresseurs telluriques spécifiques à cette espèce appartenant aux *Alliums*.

Par contre, sur courgette, le mycélium de *R. solani* et des galles de nématodes sont aisément observés.

**Graphique 6 :** Niveaux de présence de signes de bioagresseurs sur les racines des oignons blancs et des courgettes cultivés dans la modalité « plantes non hôtes »



### ***Efficacité de 3 méthodes « alternatives » sur les bioagresseurs telluriques parasites de la salade***

Une culture de salade a été conduite pendant l'hiver 2009-2010 dans trois tunnels. La synthèse des observations réalisées sur les couronnes basales et sur les systèmes racinaires des plantes, et le bilan des cultures sont indiqués dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Bilan des observations réalisées (indices de nécroses - INR ; de galles racinaires - IGR ; note de pourritures basales) et des productions obtenues (poids moyen et de production de matière fraîche) lors des cultures de salade conduites dans les tunnels avec des pratiques améliorantes

Salade	INR	IGR Nématodes	Pourritures basales	Poids moyen brut placette	Poids moyen net placette	% de parage	Production de MF brute en t/ha	Production de MF net en t/ha
Tourteau de Neem	0.91	0.64		380	306	19.5	37.2	29.9
Moutarde + biofumigation	0.28	0	2.75	510	410	19.6	48.8	39.4
Solarisation	1.46	0.40	2.16	510	430	15.6	49.4	41.3
	0=sain 10=nécrosé	0=sain 10=totale. infesté	0 = sain, 5 =fortement pourri	En g/plante	En g/plante		t/ha	t/ha

Les INR comme les IGR relevés sur les systèmes racinaires des laitues beurre sont très faibles quelque soit la modalité testée, ces paramètres étant plus faibles dans le tunnel avec moutarde. A contrario, les niveaux de pourriture basale sur les plantes sont assez importants. Cela représente un pourcentage de parage important, supérieur à 15%. Notons qu'il est légèrement plus faible dans la modalité solarisation. Les poids moyens des salades sont corrects de l'ordre de 500 g, sauf sur la modalité tourteau de neem où les laitues d'un poids trop faible sont non commercialisables.

Soulignons que ces résultats sont difficilement comparables d'un tunnel à l'autre en raison d'un calendrier de culture différent pour chaque tunnel.

## IV - Conclusions

**Rappel 2009** : Nos premières observations sur les systèmes racinaires des porte-greffes d'aubergine cultivés dans les tunnels de l'EPL de Ste Livrade nous ont permis de constater que nous sommes bien dans une situation sanitaire délétère, avec la manifestation de dépérissements racinaires comparables à ceux observés dans bon nombre d'abris du Sud-ouest. Pour le moment, *C. coccodes* semble être le principal bioagresseur impliqué dans ces altérations racinaires. Des nématodes à galles se manifestent aussi, la ou les espèces en causes devront être identifiées.

Les techniques alternatives (ou améliorantes) prévues de tester en 2009 ont été mises en place avec plus ou moins de succès :

- la solarisation a bénéficié de conditions très favorables ;
- les résultats sont plus mitigés pour la moutarde brune, avec des productions de matière fraîche assez faibles et hétérogènes.

**Dans ce contexte, l'expérimentation menée en 2010** nous permet de tirer quelques enseignements préliminaires :

- la solarisation semble efficace sur *C. Coccodes* car elle a permis de baisser d'une manière notable les indices de nécroses racinaires notés sur les racines des porte-greffes d'aubergine ;
- La moutarde brune suivie d'une bio-désinfection révèle une efficacité moins nette et plus hétérogène dans la parcelle, cette situation étant peut être à relier à l'hétérogénéité de la culture de moutarde elle-même ;
- L'apport de tourteaux de Neem n'a montré aucune efficacité sur le développement des nécroses et des galles racinaires ;
- Les racines des cultures non hôtes ne sont pas infestées par *C. Coccodes*, mais sur courgette elles le sont faiblement par *R. solani* et des nématodes à galles.

## ANNEXE 1

# Moutarde + biofumigation

Tableau 1 : Récapitulatif du déroulement de la pratique en 2009

<b>Espèce</b>	Moutarde brune
<b>Variété</b>	Etamine
<b>Date semis</b>	18-mai 2009 semis à la main et enfouissement avec vibroculteur + rouleau cage
<b>Densité de semis kg/ha</b>	9
<b>Date de broyage et enfouissement</b>	01-juillet 2009
<b>Type outil</b>	Broyeur à couteaux + Cultilabour (durée 1 heure), opérations suivies d'une irrigation, puis d'un bâchage (PE spécial solarisation de 35µ d'épaisseur) restant en place 14 jours
<b>Stade BBCH de broyage</b>	63 (formation des premières siliques)
<b>Durée de la culture en j</b>	44
<b>Observations particulières</b>	Présence d'altises
<b>Matière fraîche (MF) moyenne en tonnes/ha</b>	13
<b>MF mini quantifiée en t/ha</b>	5.8
<b>MF maxi quantifiée en t/ha</b>	23.6
<b>% Matière sèche (MS)</b>	15%

### Commentaires

La moutarde brune testée (variété Etamine) dans l'ensemble des dispositifs du réseau expérimental du projet PRABIOTEL est riche en sinégrine ; elle a déjà été travaillée par l'INRA sur d'autres complexes de bioagresseurs, en particulier sur betteraves. La levée a été irrégulière en raison en particulier d'un système d'irrigation mal adapté qui a été changé par la suite. A noter la présence de verses de plantes lors des irrigations. De plus, des adventices se sont développés et au niveau des ravageurs, une intervention a été nécessaire pour limiter les attaques d'altises. Les rendements sont très hétérogènes et faibles, loin d'un objectif de 35 t/ha. L'opération de destruction et d'enfouissement a été rapide (1 heure) ce qui est souhaitable pour limiter les pertes des composés actifs. Les jours qui ont suivi le bâchage ont été très chauds. Le bâchage a duré 14 jours et aucune levée d'herbe n'est apparue sous le paillage, ni après le débâchage pendant le reste de l'été sans culture.

## ANNEXE 2

# Solarisation

Tableau 3 : Récapitulatif du déroulement de la solarisation en 2009

<b>Date mise en place</b>	30 juin 2009
<b>Date fin</b>	27 août 2009
<b>Nombre de jours de solarisation</b>	58
<b>Observations particulières</b>	sol humide à la mise en place
<b>Températures de sol à 10 cm</b>	
<b>nombre heure &gt; à 40°C</b>	530
<b>nombre heure &gt; à 45°C</b>	274
<b>Température maximale à 10 cm</b>	52.4
<b>Cumul de température à 10 cm (en °C)</b>	2685

### Commentaires

Le climat et les conditions de mise en place de la solarisation ont été très favorables à la technique cette année. En effet, l'été 2009 dans le Sud-ouest a été chaud et ensoleillé. Dans ces conditions, nous n'observons pas de levée d'herbes sous le paillage et la parcelle reste propre même après le débâchage.

---

---

Année de mise en place : 2009

---

---

**Renseignements complémentaires auprès de** : CLERC Henri, INVENIO – Domaine de Lalande – 47110 St Livrade/Lot, Tél. : 05 53 41 46 58– fax : 05 53 01 44 21 - email : [h.clerc@invenio-fl.fr](mailto:h.clerc@invenio-fl.fr)  
Mots clés : aubergine, rotations, champignons du sol, méthodes alternatives  
N° action : \* 2.01.07.55