



*Métaprogramme SMaCH (Sustainable management of crop health)
Action PRESUME (Plant RESistance SUstainable ManagEment)*

Projet GEDUNEM 02/2012 - 02/2016

Innovations techniques et variétales pour
une **G**Estion **D**Uurable & intégrée
des **N**EMatodes à galles
dans les systèmes maraîchers sous abris



07/2011



09/2012



Alénya Roussillon



Association Provençale
de Recherche et
d'Expérimentation Légumière



Producteurs
maraîchers
Sud France



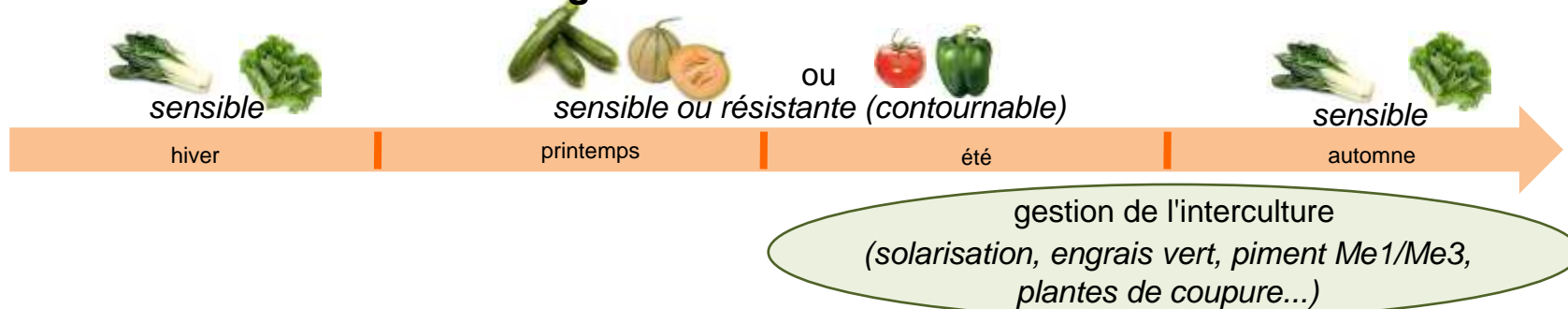
Rencontres du GIS PIClég, 23 & 24 novembre 2015, Paris

Objectifs



Co-construire avec les acteurs et évaluer sur 4 ans des prototypes de systèmes de culture maraîchers sous abri

préserver la durabilité des résistances aux nématodes à galles & augmenter l'efficacité du contrôle



Evaluer ces nouveaux systèmes de culture des points de vue de la durabilité :

- . **Nématologique** (impact sur la cible = nématodes à galles)
- . **Ecologique** (impact sur la diversité des nématodes du sol),
- . **Agronomique** (impact sur productivité, autres bioagresseurs, maintien de la fertilité),
- . **Socio-économique** (viabilité des systèmes de culture et acceptation par les producteurs).

12 Partenaires Recherche Expérimentation Développement Profession agricole



4 sites expérimentaux



INRA Alénia-Roussillon (66), GRAB-producteur (30), APREL-producteur (13), APREL/Chambre d’agriculture Var-producteur (83)



Rencontres du GIS PIClég, 23 & 24 novembre 2015, Paris

■ Principe de construction des systèmes de culture

Diminuer l'inoculum par des techniques alternatives

3 déclinaisons adaptées aux différentes contraintes des exploitations de la zone d'étude :

- **S1** = engrais vert (EV) sorgho biofumigant
(riche en dhurrine, précurseur d'HCN, pour effet biofumigation)
- **S2** = engrais vert (EV) piment résistant *Me1/Me3* (innovation)
(plante-piège)
- **S3** = solarisation + plante de coupure
(solarisation en été 1 an/2 et culture de plantes mauvais-hôtes en hiver)



Indicateurs analysés

Indicateurs pathologiques	Indicateurs agronomiques	Indicateurs écologiques et environnementaux	Indicateurs sociaux-économiques
<p>Nématodes : IS (sol), IG (racines), PR (virulents)</p> <p>Autres pathogènes: INR + CFU</p>	<p>Taux d'azote et MO du sol</p> <p>MF & MS des EV</p> <p>HCN (sorgho)</p> <p>Occupation du sol par racines</p>	<p>Nématofaune totale (NTS)</p> <p>Niveau d'utilisation des ressources (amendements, engrais)</p> <p>Nombre de passages d'outils de travaux de sol</p>	<p>Acceptabilité des systèmes par enquête</p>





S3

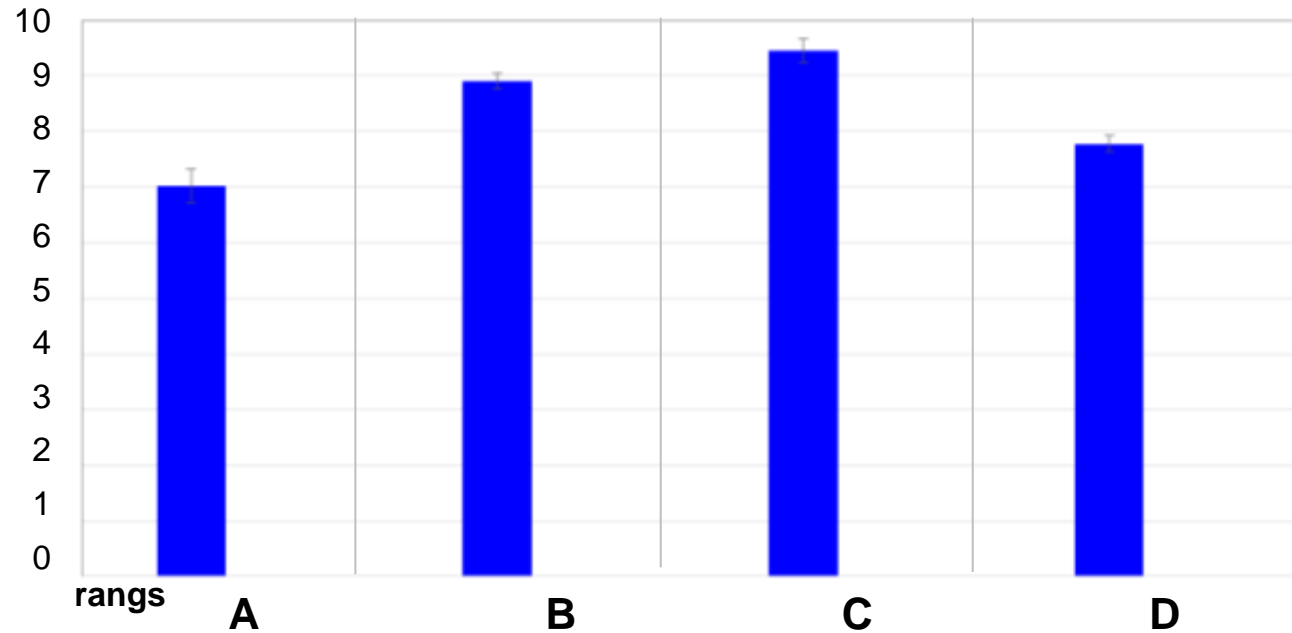
Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes à galles



Printemps

■ T-25

Indice de galles (IG)



rangs

A

B

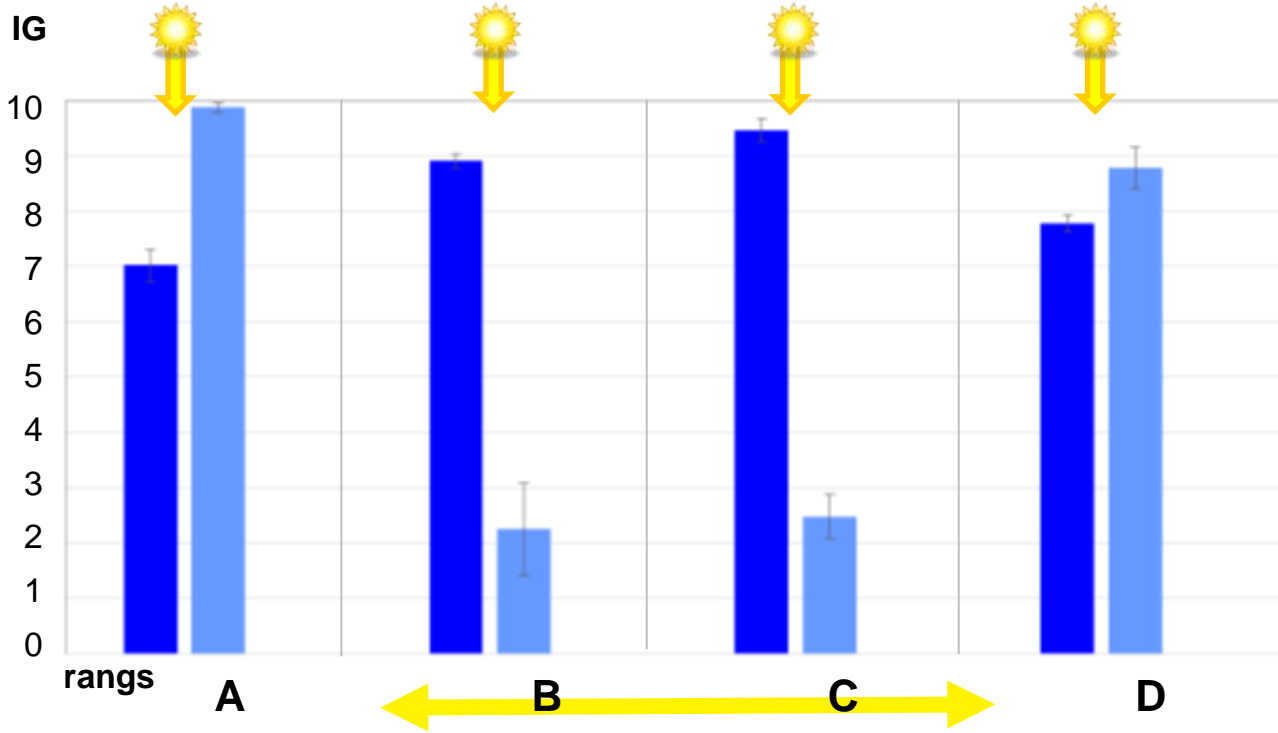
C

D



S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes à galles



- T-25 *Printemps*
- Solarisation *Eté*
- T0 *Printemps*

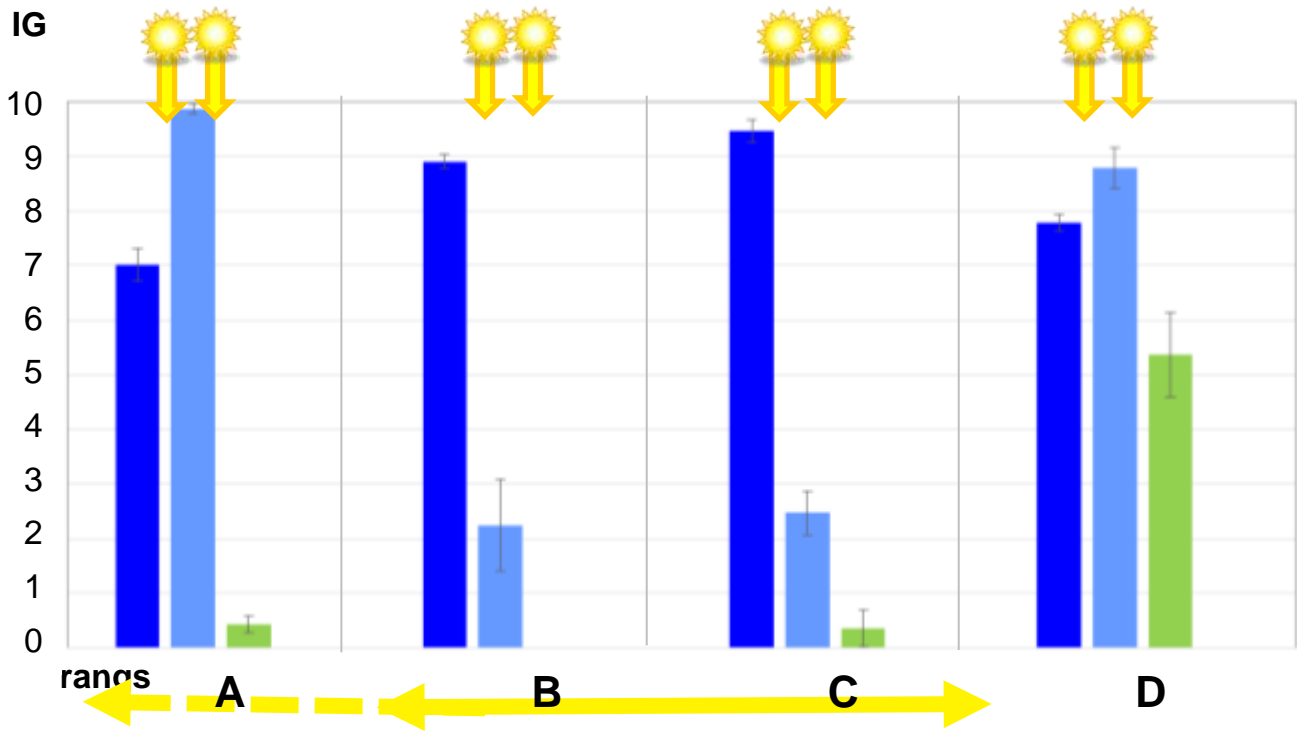
~ solarisation efficace sur rangs centraux





S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes à galles



- T-25 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T0 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T9 *Hiver*



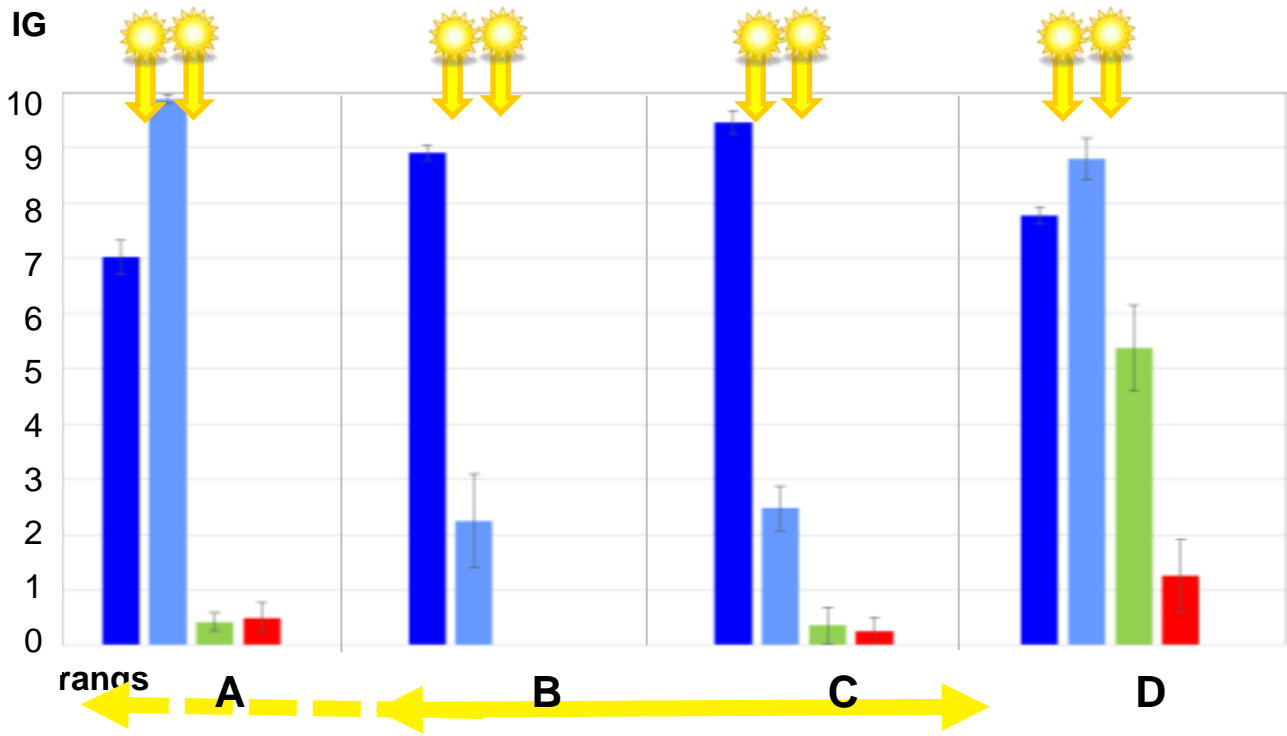
~ solarisations efficaces sur rangs centraux + A





S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes & sur la durabilité des R



- T-25 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T0 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T9 *Hiver*
- T16 *Me3-DLL* *Été*

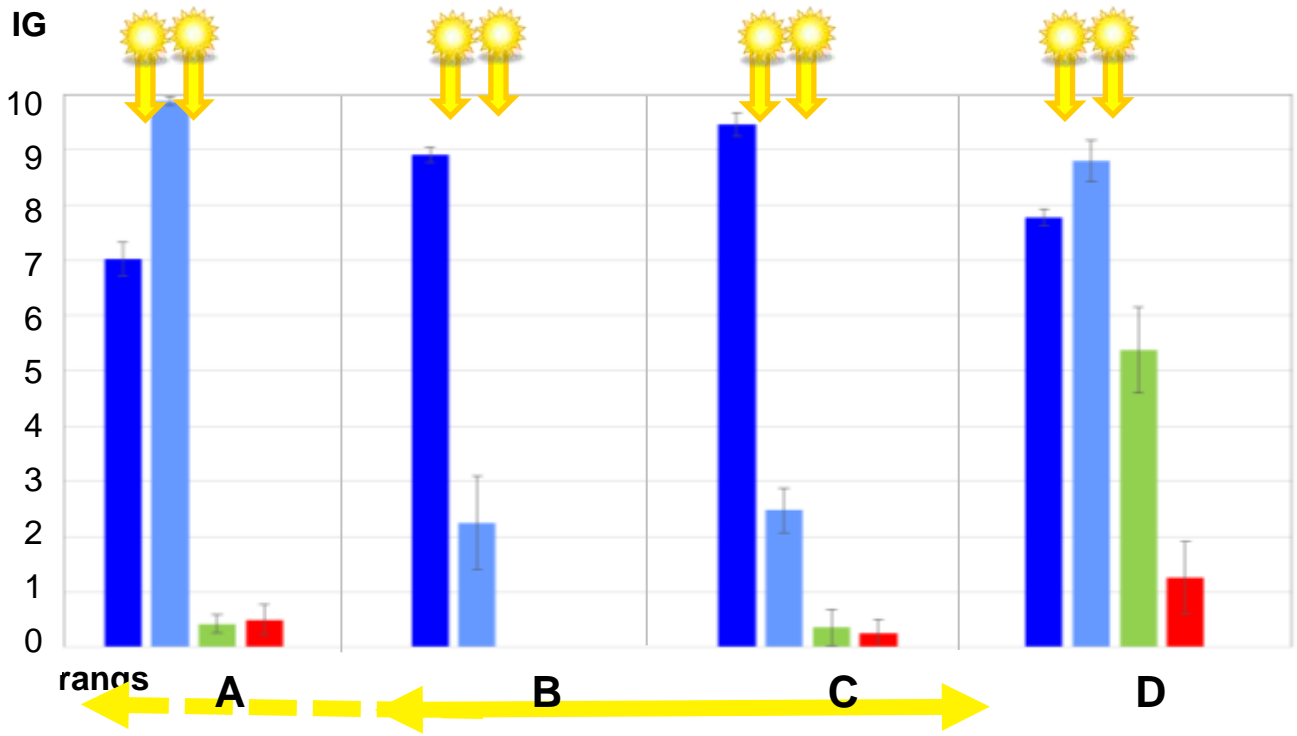
~ solarisations efficaces sur rangs centraux + A





S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes & sur la durabilité des R



- T-25 Printemps
- Solarisation Eté
- T0 Printemps
- Solarisation Eté
- T9 Hiver
- T16 Me3-DLL Eté
- T19 coupure Hiver

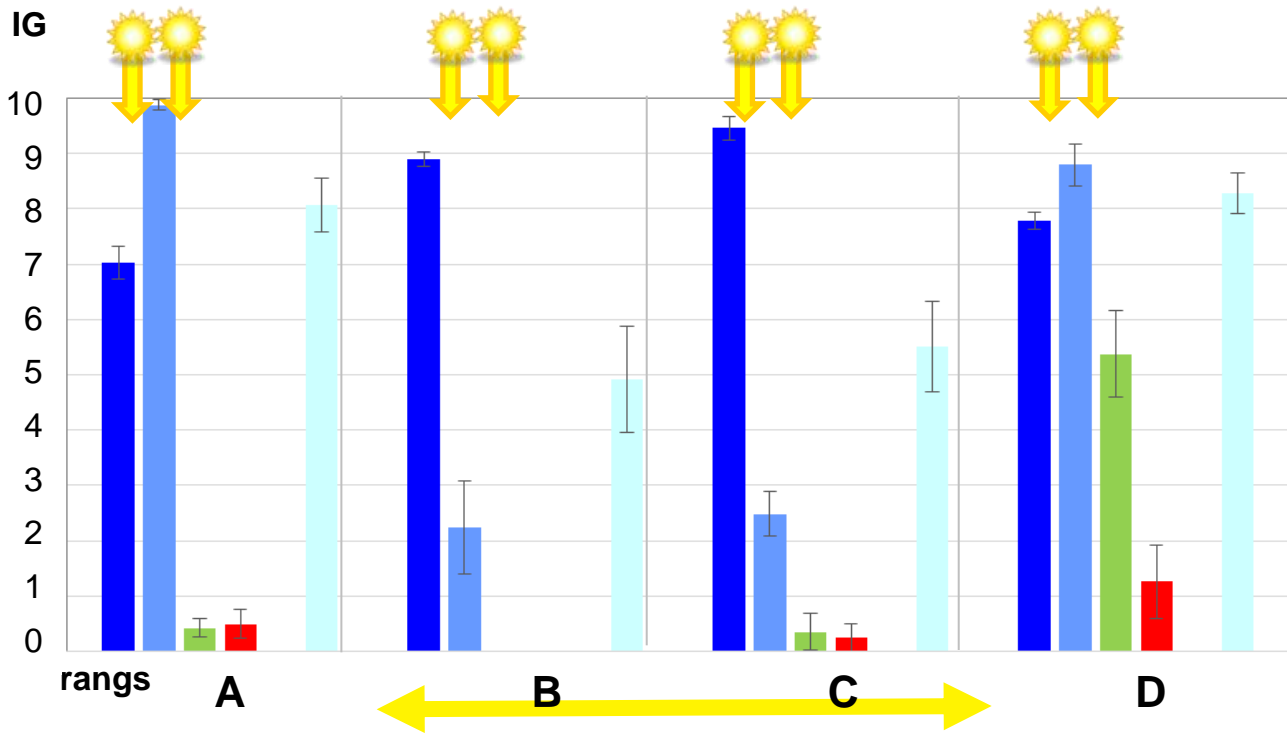
~ solarisations efficaces sur rangs centraux + A













S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes & sur la durabilité des R



- T-25  Printemps
-  Solarisation Eté
- T0  Printemps
-  Solarisation Eté
- T9  Hiver
- T16  Me3-DLL Eté
- T19  coupure Hiver
- T23  Printemps

~ solarisations efficaces sur rangs centraux

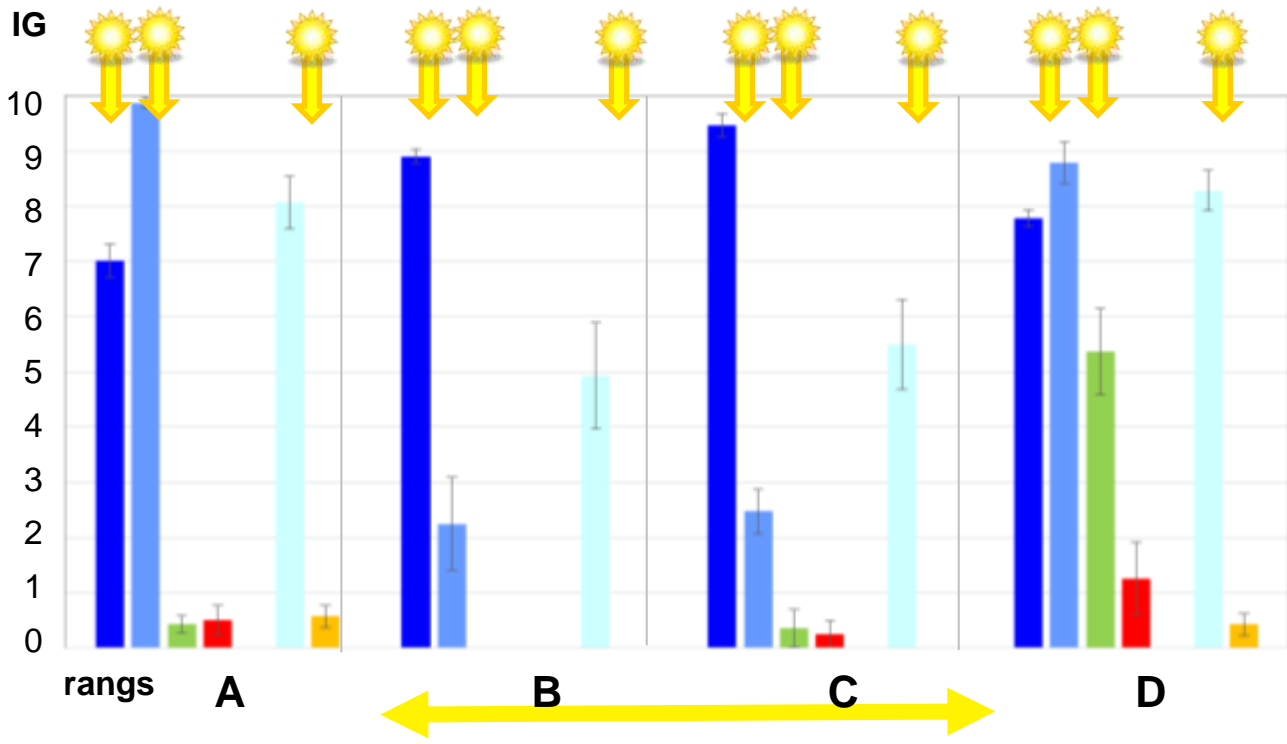
~ réduction de près de 50% des dégâts sur courgettes / T-25 et / rangs de bordure





S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes & sur la durabilité des R



- T-25 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T0 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T9 *Hiver*
- T16 *Me3-DLL* *Été*
- T19 *coupure* *Hiver*
- T23 *Printemps*
- Solarisation *Été*
- T29 *coupure* *Hiver*

~ solarisations efficaces sur rangs centraux

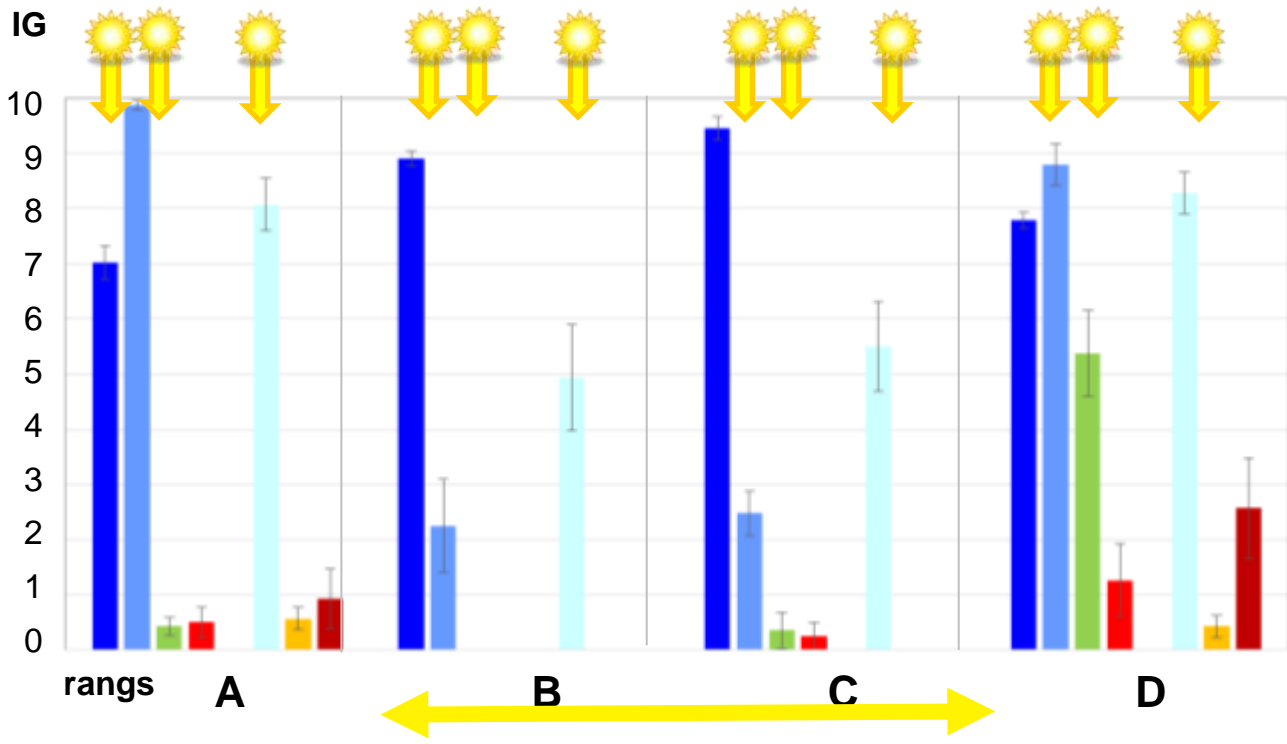
~ réduction de près de 50% des dégâts sur courgettes / T-25 et / rangs de bordure





S3

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes & sur la durabilité des R



- T-25 *Printemps*
- Solarisation *Eté*
- T0 *Printemps*
- Solarisation *Eté*
- T9 *Hiver*
- T16 *Me3-DLL* *Eté*
- T19 *coupure* *Hiver*
- T23 *Printemps*
- Solarisation *Eté*
- T29 *coupure* *Hiver*
- T16 *Me3-DLL* *Eté*

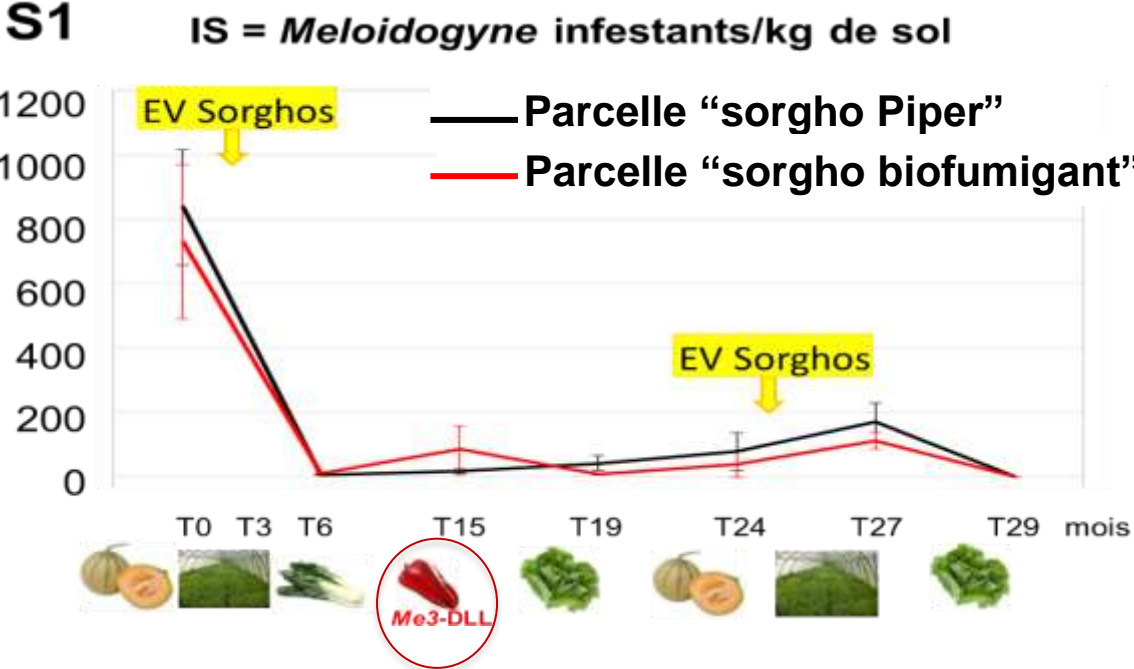
- ~ solarisations efficaces sur rangs centraux
- ~ réduction de près de 50% des dégâts sur courgettes / T-25 et / rangs de bordure
- ~ protection des résistances contournables si inoculum réduit

Publications en cours



Rencontres du GIS PIClég, 23 & 24 novembre 2015, Paris

Performance des stratégies pour le contrôle des nématodes à galles & sur la durabilité des R



- ~ Forte diminution des taux d'infestation du sol (>90%)
- ~ Réduction des dégâts sur melons sensibles
- ~ Protection des résistances contournables
- ~ Idem sur site S2 mais fluctuations importantes des IS

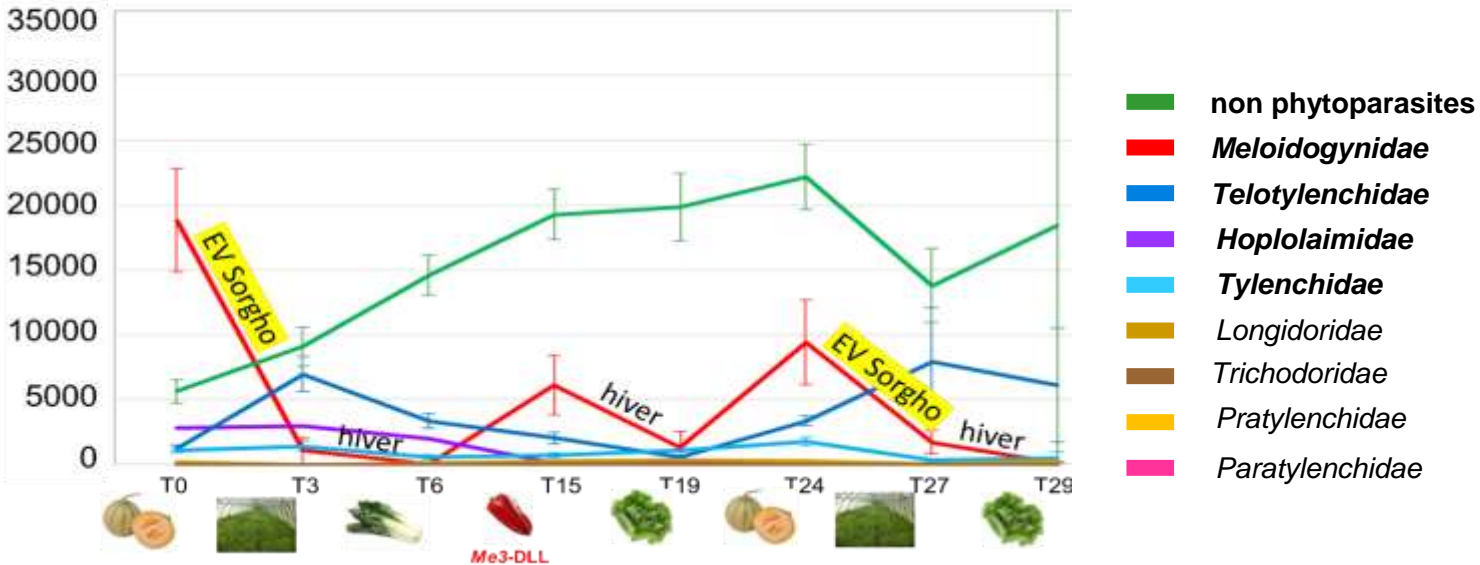
Publications en cours



Impact des stratégies sur la dynamique de la nématofaune du sol

Site S1

NTS = Nématodes /dm3 de sol



Augmentation notable des **espèces non phytoparasites** (saprophages utiles) avec le système S1

Action durable / *Meloidogyne* sur site S1 où la diversité des communautés de nématodes est importante (saprophages et autres): **écologie des sols très importante à prendre en compte**

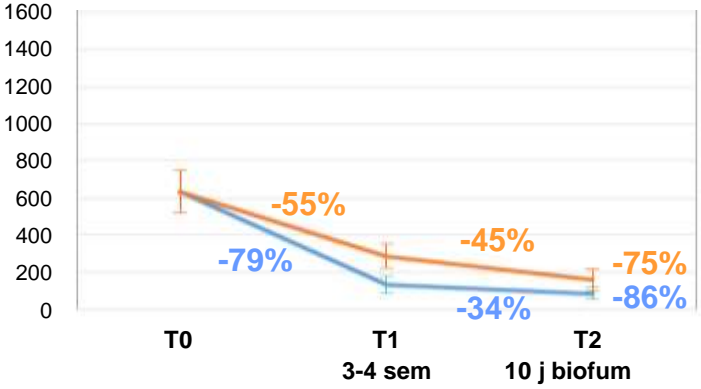
Publications en cours



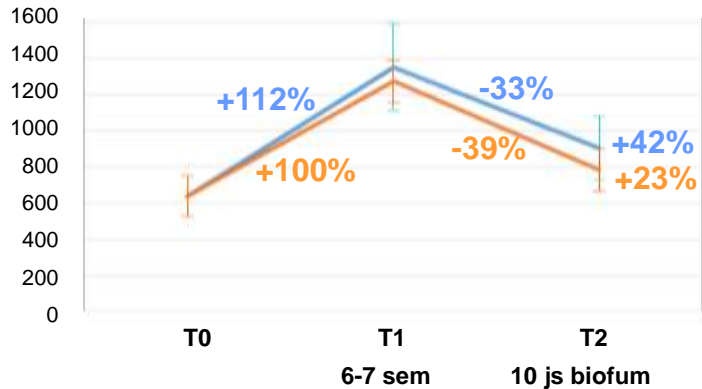
Etude des mécanismes d'action des engrais verts en conditions contrôlées

pourquoi efficacité variable des sorghos (biblio et terrain) ?

Nb moyen de nématodes par kg de sol (pontes/plant de tomate)



Enfouis stade 4 feuilles (30 à 40 cm)

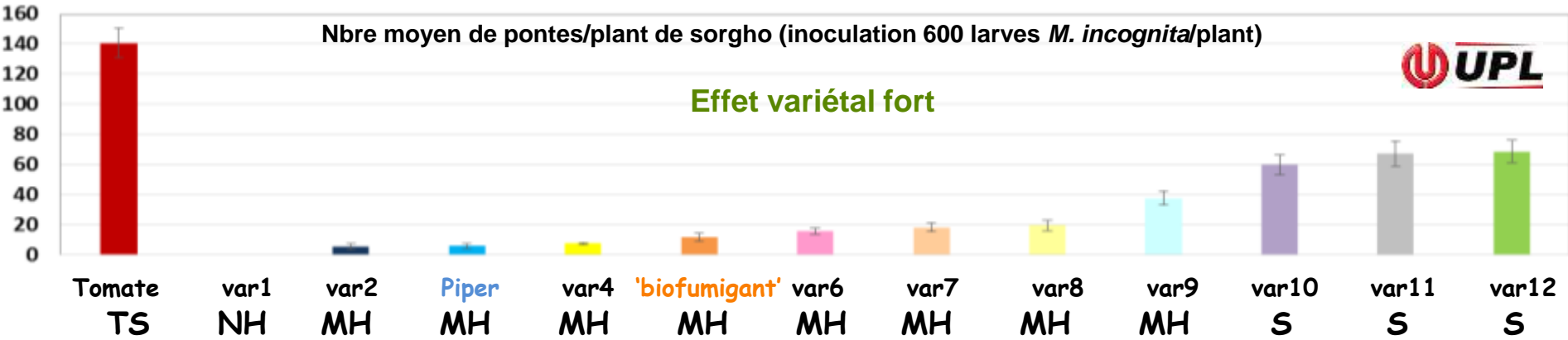


Enfouis stade 8 feuilles (80 cm) (port étiré)

Exemple en sol argileux (conditions contrôlées)

'biofumigant'
Piper

Nbre moyen de pontes/plant de sorgho (inoculation 600 larves *M. incognita*/plant)



Effet variétal fort



Conclusion : des systèmes de lutte intégrée efficaces



Protection des R contournables, → dégâts sur cultures sensibles

⇒ *des systèmes innovants à améliorer*

taux d'infestation du sol, plus durable quand la diversité des communautés de nématodes est importante (saprophages et autres)

⇒ *écologie des sols très importante à prendre en compte dans futurs projets*

Meilleure connaissance efficacité et mode d'action des EV sorghos (expérimentations en conditions contrôlées)

⇒ *amélioration de leur mode d'emploi*

De nouvelles opportunités de création variétale chez les Solanaceae:

⇒ *innovation piment R Me1Me3 en EV, bonne valeur agronomique, bon piégeage des nématodes, encore à améliorer*

Partenariat enrichissant et indispensable avec agriculteurs et stations expérimentales

⇒ *valorisation, diffusion des résultats, acceptabilité
mais des dispositifs lourds et coûteux, difficiles à gérer*

Publications en cours

■ Focus sur l'utilisation du piment résistant aux nématodes à galles en engrais vert piège

Deux gènes de résistance intéressants

Me1 et *Me3* : gènes forts et stables à haute température

⇒ Mécanisme d'action : piégeage des nématodes libres dans le sol (larves J2)

=> Culture en sol contaminé + assainissement du sol

⇒ 2 difficultés sur le plan agronomique :

- Pas de lignée à valeur commerciale
- Peu de débouchés pour les cultures de poivron

Proposition : Utiliser le piment résistant comme engrais vert

■ Contraintes agronomiques à prendre en compte



Engrais vert:

- ⇒ Disponibilité des parcelles ?
- ⇒ Modes de conduite pour optimiser le piégeage ?

Un itinéraire technique à construire

Racines
abondantes à
proximité des
larves J2

Engrais vert de 2
mois maxi, en été

Plante piège bloquant
le développement des
nématodes

- ✓ Semis en **pépinière**
- ✓ Plantation à **forte densité** (x 6 / cultures commerciales)
- ✓ Plantation sur **paillage biodégradable** (enherbement !)
- ✓ Conduite pour faciliter l'enracinement dense (irrigation...)
- ✓ **Enfouissement** au bout de 2 mois



Elevage

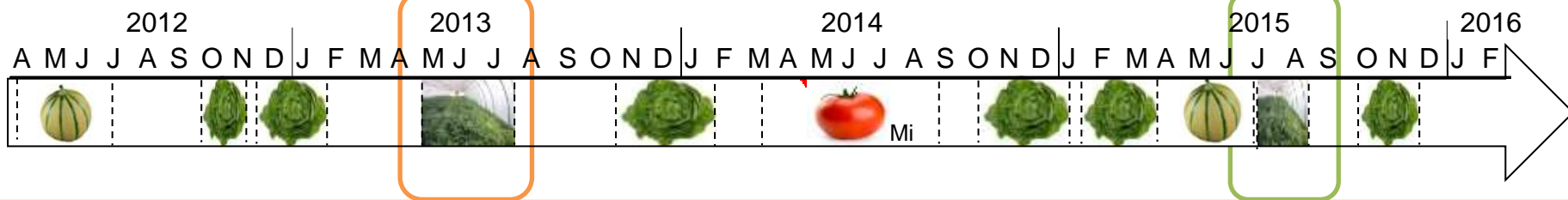


Plantation 6-8F



Arrachage
1^{er} fruits

Un itinéraire technique à construire



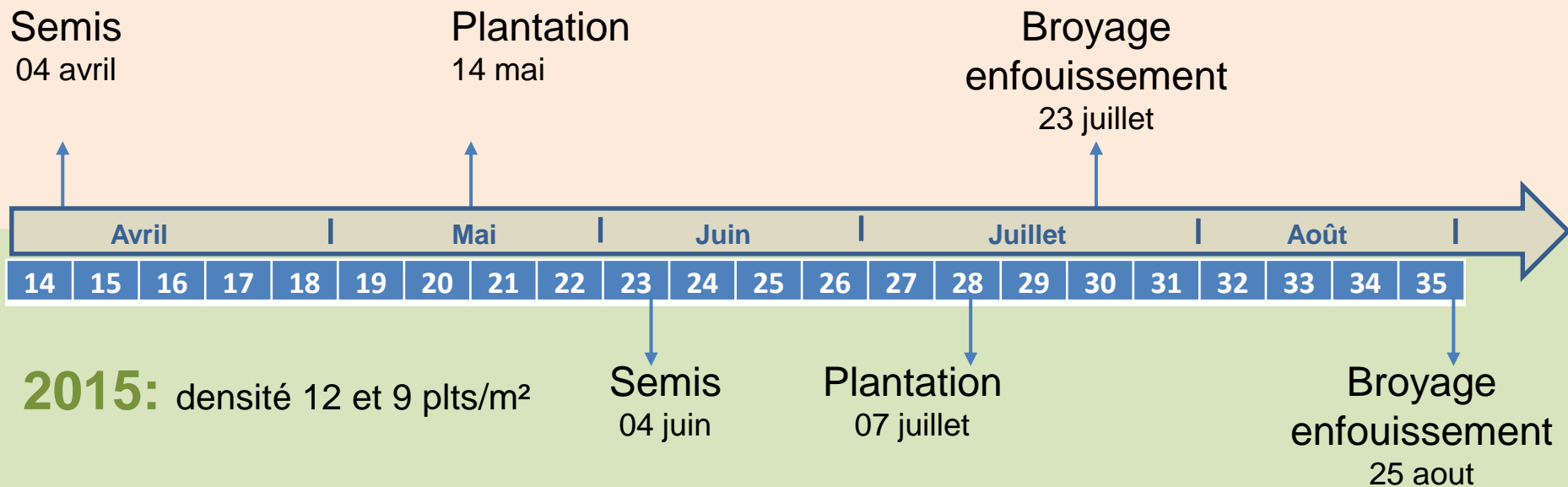
2013: densité 12 plts/m²

Condition d'élevage :

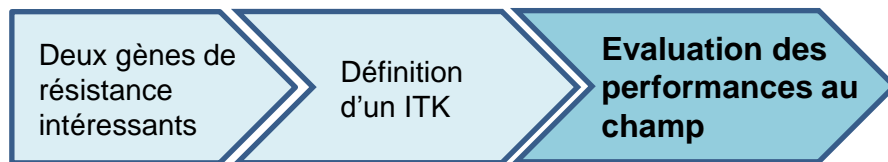
Levée t° mini 25 °C

Durée 40 jours en avril / 30 jours en juin

240 degrés jours suffisent



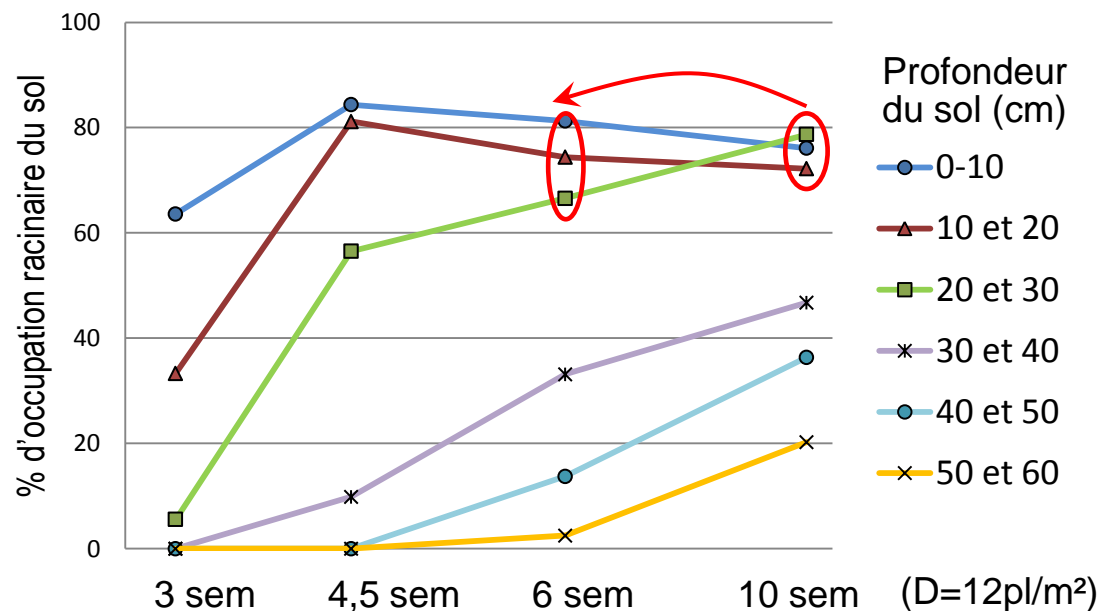
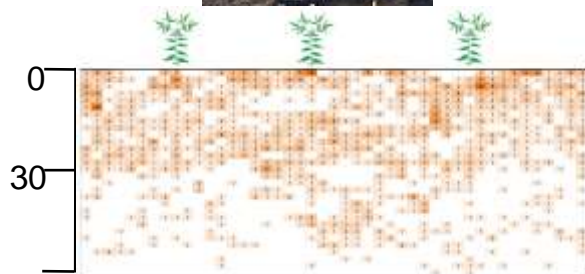
Evaluation des performances



- Validation de l'itinéraire technique pour maximiser le piégeage
 - Essai analytique sur la station expérimentale d'Alénya (collab. UE Alénya / UR Ecodéveloppement)
- Evaluation de l'effet d'assainissement du sol (ISA, Collab. CA83) : IG et IS
 - En laboratoire, en bac de culture
 - Dans le cadre de l'essai système, site de Six-Fours

Potentiel d'enracinement du piment piège suivant l'itinéraire technique (UE Alénya)

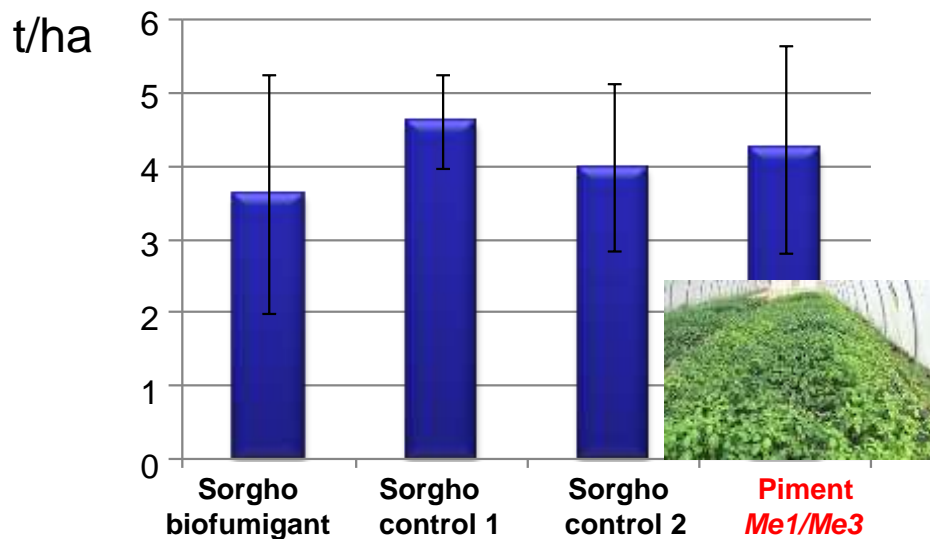
Cartographie racinaire



- 2013 et 2015 : Deux densités de cultures (9 et 12 plants/m²)
- 2013: test d'un stimulateur racinaire Osryl => pas d'effet apparent
- 2013 et 2015 : Deux périodes de culture (plantation 14 mai et 7 juillet) => deux périodes satisfaisantes, mais pb de durée d'élevage en pépinière

■ Production de MF et MS par l'engrais vert piment

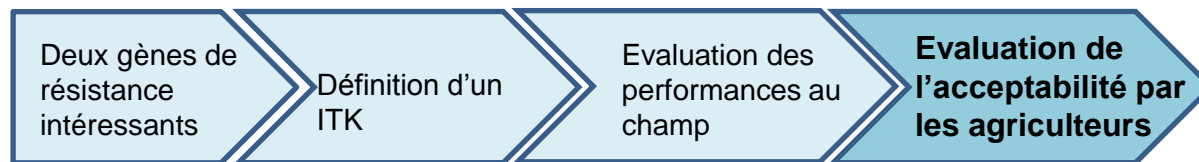
Comparaison des quantités de matière sèche enfouie
(8-10 semaines de culture)



- La matière sèche de piment enfouie est équivalente à celle des sorghos utilisés traditionnellement comme engrais vert

~ Bonne valeur agronomique des piments pyramidés comme EV

■ Acceptabilité de cette innovation par les agriculteurs



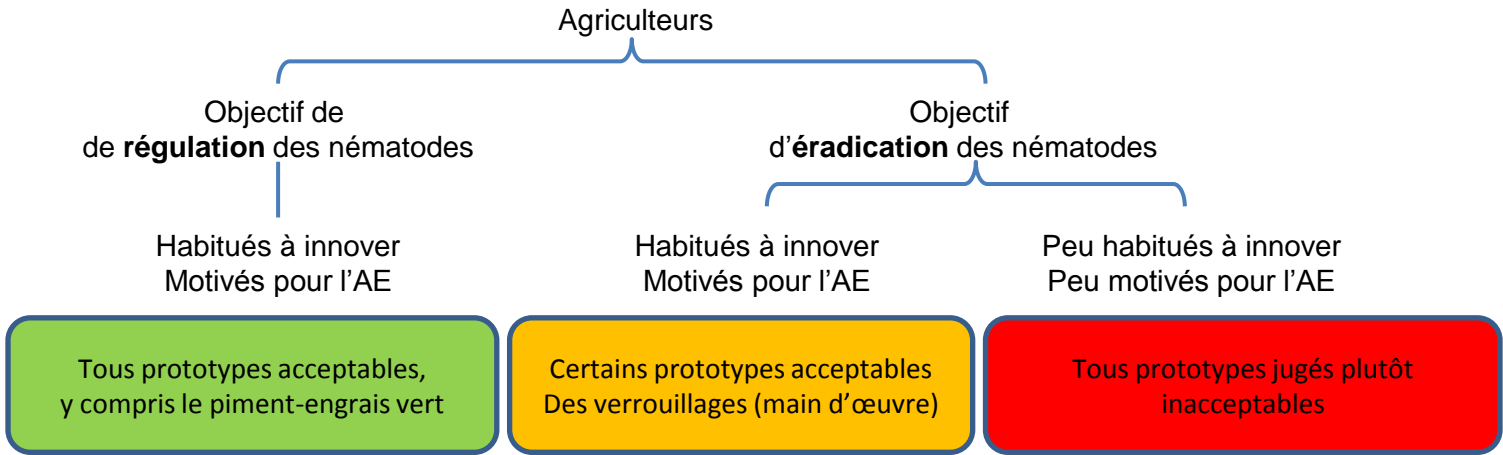
Evaluation de l'acceptabilité des prototypes



- **Acceptabilité des propositions techniques :** **Réception** (jugement a priori) + **Accommodation** (mise à l'épreuve concrète)
- **Evaluation par enquête** de 3 prototypes

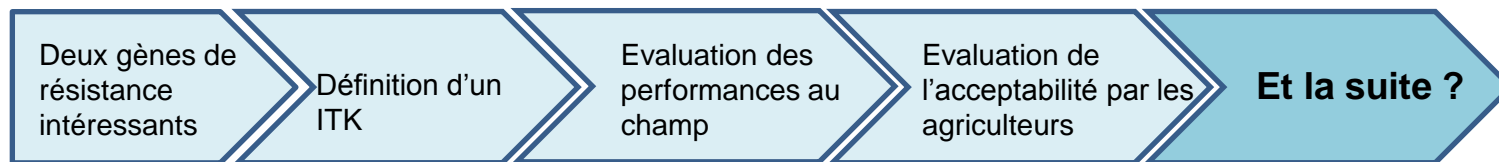
Résultats :

Réception des prototypes = f (Caractéristiques Exploitations + **Capacités d'innovation des agriculteurs**)



(Furnion 2014)





- Continuer à adapter l'ITK et à le simplifier
- Evaluer l'acceptabilité à plus grande échelle
- Evaluer (et réduire) les coûts

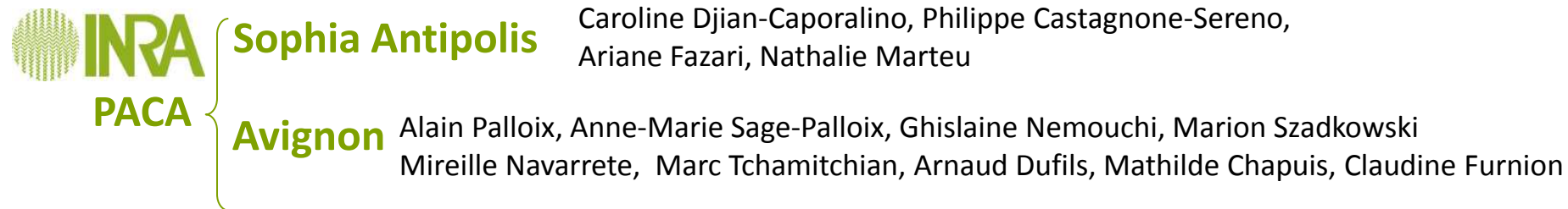
Plant /paillage biodégradable / Pose paillage / Temps plantation

Production de semences à moindre coût (lignée fixée homozygote)

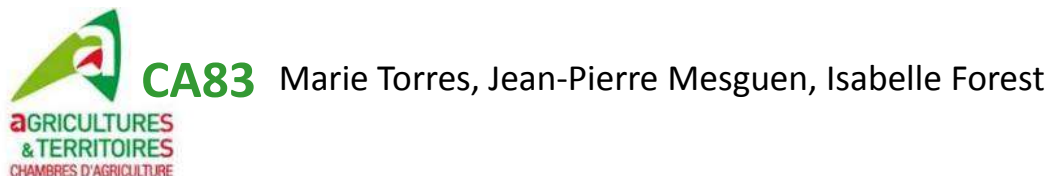
- D'autres nématodes attendent en embuscade



Partenaires GEDUNEM (*remerciements*)



Alénya Roussillon Amélie Lefevre, Laure Pares



Producteurs : Robert Priolio (**Six-Fours**),
Olivier Arnaud (**Lambesc**),
Xavier Hevin (**Marguerittes**)



Rencontres du GIS PIClég, 23 & 24 novembre 2015, Paris

■ Pour plus d'informations



Mails : caroline.caporalino@sophia.inra.fr, pca@sophia.inra.fr,
mireille.navarrete@avignon.inra.fr

Sites Web : <http://www.smach.inra.fr/>
<http://www.picleg.fr/Les-Projets-en-cours/Gedunem>



Rencontres du GIS PIClég, 23 & 24 novembre 2015, Paris