



**Projet : GEDUBAT** - Innovations techniques et variétales pour une Gestion Durable des BioAgresseurs Telluriques dans les systèmes maraîchers sous abris

**Site : GRAB - Marguerittes**

Localisation : 30320 MARGUERITTES  
(43.863416, 4.436841)



Localisation du système (▲)  
(autres sites du projet △)

## Système DEPHY : T2 Plantes sensibles limitées

Contact : **Hélène VEDIE** ([helene.vedie@grab.fr](mailto:helene.vedie@grab.fr))

### Cultiver des espèces de légumes peu sensibles aux nématodes en période à risque

**Site :** producteur à Marguerittes (30)

**Durée de l'essai :** 2012 – 2017

**Situation de production :** culture en sol sous abri plastique

**Espèces :** légumes feuilles – Courgette

**Conduite :** Agriculture Biologique

**Circuit commercial :** long

**Dispositif expérimental :** 1 tunnel de 480 m<sup>2</sup>, sans répétition

**Système de référence :** pas de système de référence sur le site, mais un autre système GEDUBAT avec plus de cultures sensibles, qui permet la comparaison de l'évolution des indicateurs. Le système étant en AB, l'IFT est naturellement bas, et n'est pas comparé aux références de l'agriculture conventionnelle.

**Type de sol :** sol limono argilo sableux calcaire

### Origine du système

Le système s'inscrit dans la continuité du projet « PraBioTel », qui visait à proposer des pratiques améliorantes pour la **gestion des bioagresseurs telluriques en cultures légumières**. Des enquêtes et essais préliminaires conduits au GRAB ont permis de sélectionner des espèces commerciales peu sensibles aux nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.), à introduire dans les rotations pour diminuer la multiplication de ces bioagresseurs.

Le système étudié repose sur l'utilisation des **espèces peu sensibles** sur le créneau à risque vis-à-vis des nématodes, au printemps et en été, tout en gardant la possibilité de cultiver des espèces plus sensibles comme la salade sur le créneau automne-hiver, lorsque les nématodes sont moins actifs. Cette **stratégie « d'évitement »** permet de réduire le risque lié à la rotation de cultures, et de minimiser le recours à des solutions curatives telles que la **solarisation**.

L'apport annuel de **matière organique**, la pratique des **engrais verts** et la **réduction de l'utilisation de la solarisation** qui sont mis en œuvre dans le système ont pour objectif l'**amélioration de l'activité biologique globale du sol**, comme levier complémentaire de gestion durable des bioagresseurs telluriques.

### Stratégie globale

**Efficiences**  
☆☆☆☆☆

**Substitution**  
☆☆☆☆☆

**Reconception**  
★★★★★

### Mots clés

Diversification – Apport de matière organique – Engrais verts – Nématodes à galles – Solarisation

*Efficiences : amélioration de l'efficacité des traitements*

*Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif*

*Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires*

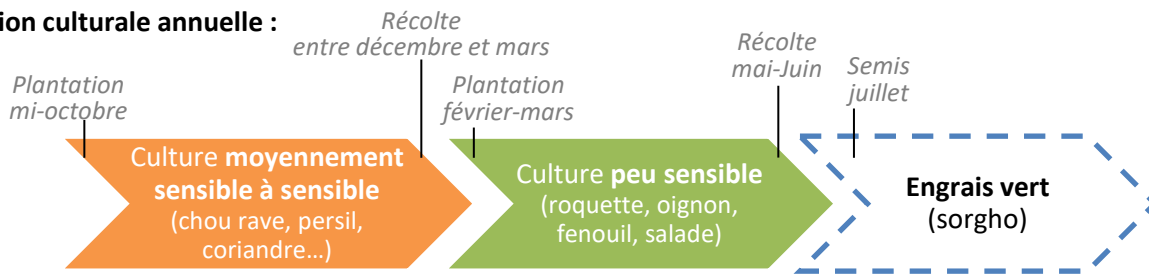


### Le mot du pilote de l'expérimentation

« Dans ce système, l'accent est mis sur la **stratégie d'évitement** visant à remplacer des cultures sensibles par des **cultures peu hôtes des nématodes à galles**, qui permettent d'avoir une production tout en **régulant** les populations de pathogènes. Il s'agit donc d'une modification majeure du système de culture qui ne pourra être utilisée que sur des exploitations **suffisamment diversifiées**, ce qui est le cas d'un grand nombre d'exploitations en **AB** » *H. VEDIE*

## Caractéristiques du système

### Succession culturale annuelle :



**Mode d'irrigation** : aspersion.

**Travail du sol** : décompaction à la sous-soleuse et préparation de sol à l'enfouisseur de pierres avant chaque culture.

**Gestion du sol** : entretien MO : apport de 5 t/ha d'amendement du commerce chaque automne ; fertilisation : engrais organique (tourteau de ricin ou 6-4-10) pour un équivalent de 50 à 100 unités d'azote/ha selon les cultures ; engrais vert (sorgho) l'été.

**Gestion des adventices** : paillage plastique intégral et désherbage manuel en cours de culture si besoin.

**Infrastructures agro-écologiques** : le tunnel est entouré par d'autres tunnels et des parcelles de maraîchage de plein champ. Les tunnels sont bordés au nord par une haie de cyprès ; des haies arbustives et quelques amandiers se trouvent à proximité.



Récolte de roquette en cours dans le T2 en 2013. Crédit photo : GRAB

## Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

| Agronomiques  | Maîtrise des bioagresseurs  | Environnementaux  | Socio-économiques   |
|---|---|---|---|
| <p><b>Rendement</b></p> <p>Maintien de la production</p>  | <p><b>Maîtrise des bioagresseurs telluriques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limiter les populations de nématodes à galles, <i>Meloidogyne</i>, par des méthodes préventives</li> <li>- Limiter le développement d'autres bioagresseurs telluriques</li> </ul> | <p><b>IFT</b></p> <p>Réduire l'emploi de produits tels que le soufre, souvent incontournable en cultures de cucurbitacées pour limiter l'oïdium</p> | <p>Maintien de la viabilité économique et technique avec une main d'œuvre à l'identique</p> |
| <p><b>Commercialisable</b></p> <p>Respecter les critères de commercialisation du circuit long</p>   | <p><b>Maîtrise des bioagresseurs aériens</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur légumes feuilles : tolérance limitée pour l'oïdium et les pucerons</li> <li>- Sur courgette : tolérance oïdium en fin de culture</li> </ul>                                       |   |   |
| <p><b>Activité biologique des sols</b></p> <p>Augmenter l'activité biologique des sols par la réduction de la solarisation, l'apport de MO et la pratique des engrais verts</p> |   |   |   |

Au début du projet en 2012, la parcelle, avec une culture de courgette, était fortement contaminée par les **nématodes**. Une **solarisation** a donc été réalisée pour avoir un effet rapide sur la réduction de l'inoculum. Par la suite, le **suivi des indicateurs nématologiques et le comportement des cultures** dictent la décision de recourir à une nouvelle solarisation en cas de niveau d'attaque important, ou de réaliser un engrais vert. En pratique, la solarisation n'a pas été renouvelée, ce qui a permis d'atteindre l'objectif de stimulation de **l'activité biologique des sols**, grâce à la **diversification** des cultures, **l'emploi de MO** et **d'engrais verts**.

Un autre objectif de ce système est de **maintenir la marge brute** par rapport à un système plus classique : des indicateurs agronomiques (rendement) et économique (marge) sont donc mesurés pour l'évaluation multicritère.

## Résultats sur les campagnes de 2012 à 2017

### Succession culturale réalisée dans le système

Le système, très diversifié, a fait se succéder 10 espèces différentes appartenant à 7 familles botaniques de 2012 à 2017. La courgette a été cultivée en 2012 et 2017 de façon à juger de l'évolution de la parcelle sur une culture identique, sensible.

| 2012 |              |   | 2013 |   |   | 2014     |   |   | 2015 |   |   | 2016 |   |   | 2017   |   |   |         |   |   |             |   |   |        |   |   |        |   |   |       |   |   |       |   |   |        |   |   |                |   |   |           |  |  |           |  |  |
|------|--------------|---|------|---|---|----------|---|---|------|---|---|------|---|---|--------|---|---|---------|---|---|-------------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|--------|---|---|----------------|---|---|-----------|--|--|-----------|--|--|
| J    | J            | A | S    | O | N | D        | J | F | M    | A | M | J    | J | A | S      | O | N | D       | J | F | M           | A | M | J      | J | A | S      | O | N | D     | J | F | M     | A | M | J      | J | A | S              | O | N | D         |  |  |           |  |  |
| C    | Solarisation |   |      |   |   | Roquette |   |   |      |   |   | EV   |   |   | Chou R |   |   | Fenouil |   |   | EV (Sorgho) |   |   | Persil |   |   | Oignon |   |   | SolNu |   |   | Mâche |   |   | Salade |   |   | EV (2 sorghos) |   |   | Coriandre |  |  | Courgette |  |  |

(EV : Engrais Vert)

MO (5t/ha) (MO (5t/ha) (MO (5t/ha)

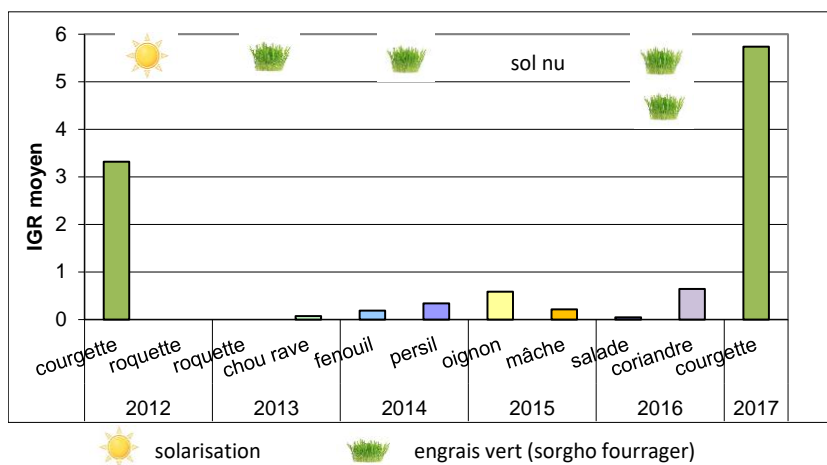
### > Maîtrise des bioagresseurs

L'indice de présence de galles racinaires (IGR) moyen est resté inférieur à 1 pendant la quasi-totalité de l'essai, confirmant l'efficacité de la stratégie d'évitement : peu de galles sur les cultures moins sensibles cultivées en période à risque, et sur les cultures sensibles cultivées en période froide.

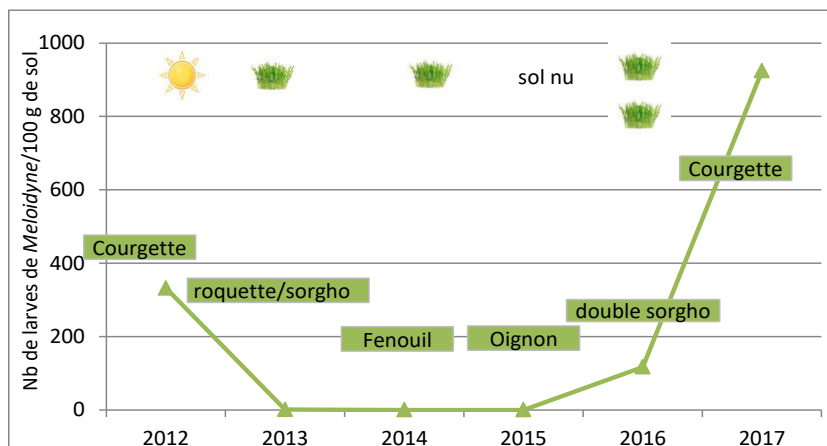
Le dénombrement des nématodes à galles dans le sol confirme cette évolution, avec des populations quasi nulles entre 2013 et 2015.

La coupure réalisée pendant 4 ans n'est cependant pas suffisante pour réguler durablement les populations, qui augmentent rapidement à partir de l'été 2016, avec la réintroduction de cultures sensibles. On constate que les populations augmentent après deux engrais verts de sorgho de longue durée (6 semaines à chaque fois), que la coriandre qui lui succède a des galles malgré une plantation de fin novembre et que la courgette révélatrice sensible est très fortement attaquée par rapport à l'état initial.

Evolution de l'Indice de Galle Racinaire (échelle de 0 à 10)



Evolution des populations de nématodes à galles l'été

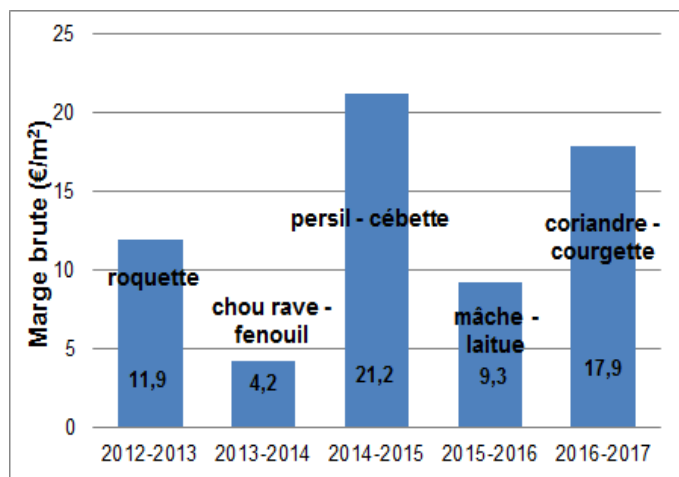


### > Performances environnementales

De 2012 à 2017, seuls 3 traitements ont été réalisés : soufre sur mâche en 2015 et courgette en 2017 (oïdium) et cuivre sur oignon en 2015 (mildiou).

### > Performances technico-économiques

Marges brutes sur la durée de l'essai



Le chiffre d'affaire moyen sur la durée de l'essai est de 12,9 €/m²/an, ce qui est légèrement supérieur à celui obtenu sur le système plus classique étudié sur le même site. Cette moyenne masque la forte variabilité du résultat liée à la réussite des cultures : en 2013-2014, des pertes importantes sur fenouil (pucerons) et chou rave (campagnols) avaient fortement affecté le résultat alors qu'à l'inverse en 2014-2015, le chiffre d'affaire était élevé pour les cultures de persil et d'oignon botte. Le suivi dans la durée montre l'importance de n'évaluer la performance économique des systèmes que sur une période longue pour lisser l'effet, parfois très fort, de l'année.

Par ailleurs, ces résultats n'ont de valeur que dans le système de l'exploitation suivie, qui a réussi à bien commercialiser les cultures de « diversification » avec un prix de vente (en AB) satisfaisant.

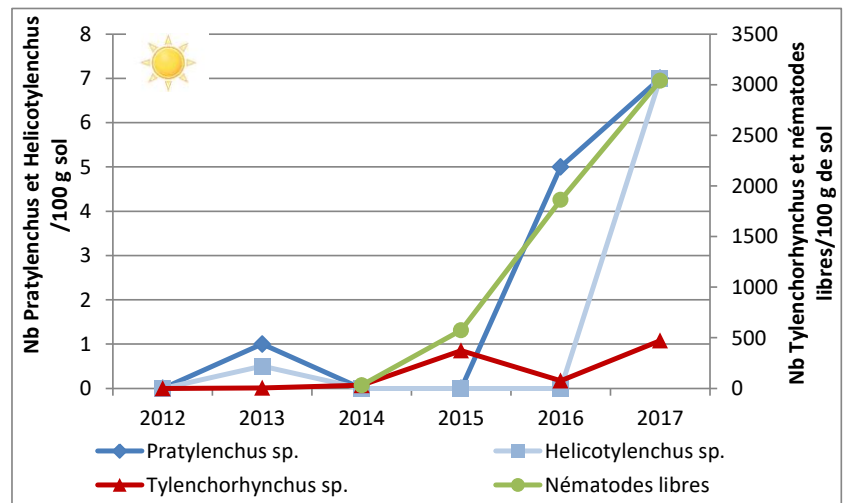


## Zoom sur les populations de nématodes présents dans le sol et l'activité biologique

Les **nématodes libres, non phytoparasites**, sont sensibles aux pratiques mises en place dans le système et peuvent être considérés comme un indicateur de la biodiversité du sol. Les **nématodes phytoparasites** sont quant à eux **sensibles à la succession culturale** et peuvent être en compétition les uns avec les autres.

Si en 2012, il n'y avait quasiment que des *Meloidogyne* spp. dans le sol, on assiste à une augmentation des autres genres de nématodes, notamment à partir de 2015. La **solarisation** permet donc de **réguler l'ensemble des nématodes phytophages**, qui réapparaissent à l'arrêt de cette pratique. Parmi les phytoparasites, *Pratylenchus* spp. et *Helicotylenchus* spp. restent limités à une dizaine de larves pour 100 grammes de sol, mais les populations de nématodes du genre *Tylenchorhynchus* sont beaucoup plus importantes. Ce genre de nématodes peut être favorisé par certaines cultures, et par le sorgho. L'arrêt de la solarisation, les apports d'amendements et les engrais verts pratiqués dans le système **favorisent les nématodes libres**, indicateurs positifs d'activité biologique. La **biomasse microbienne augmente** également.

Evolution des populations de nématodes libres et phytoparasites



## Transfert en exploitations agricoles



Si le **système de commercialisation** le permet, **l'introduction de plantes moins sensibles** aux nématodes à galles dans la rotation est une solution simple, qui permet de maintenir une production commerciale tout en limitant les populations de ce ravageur. La **diversification** permet d'améliorer la biodiversité de l'exploitation. Les autres leviers mis en œuvre dans le système, apports **d'amendements organiques** et pratique **d'engrais verts** sur l'interculture d'été, sont aisément transférables sur les exploitations sans modification du système de culture.

## Pistes d'améliorations du système et perspectives



Le principal objectif du système mis en place était de **maîtriser les populations de nématodes à galles** sur la parcelle. Il reste à mieux cerner le mode d'action de chaque culture moins sensible **sur la reproduction** des nématodes (plante non-hôte ? résistante ?), et à **étudier leur sensibilité** vis-à-vis des différentes espèces de *Meloidogyne*, pour proposer des espèces cultivées, voir des variétés, **adaptées à chaque situation**. L'identification **d'engrais verts qui ne favorisent pas la prolifération des nématodes** permettrait également d'améliorer le système.

La **durabilité du système** se pose aussi vis-à-vis de **l'ensemble des pathogènes du sol**, qu'il s'agisse des autres nématodes phytoparasites ou des champignons telluriques.



Des **connaissances** restent à développer sur les effets à long terme de la suppression de la solarisation et de la stimulation de l'activité biologique, notamment sur **l'évolution des communautés de nématodes** (phytoparasites et non phytoparasites) et des **communautés de champignons-bactéries**. Les moyens doivent donc être déployés pour mesurer plus d'indicateurs biologiques, et approfondir les mécanismes sous-jacents.

Pour en savoir +, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

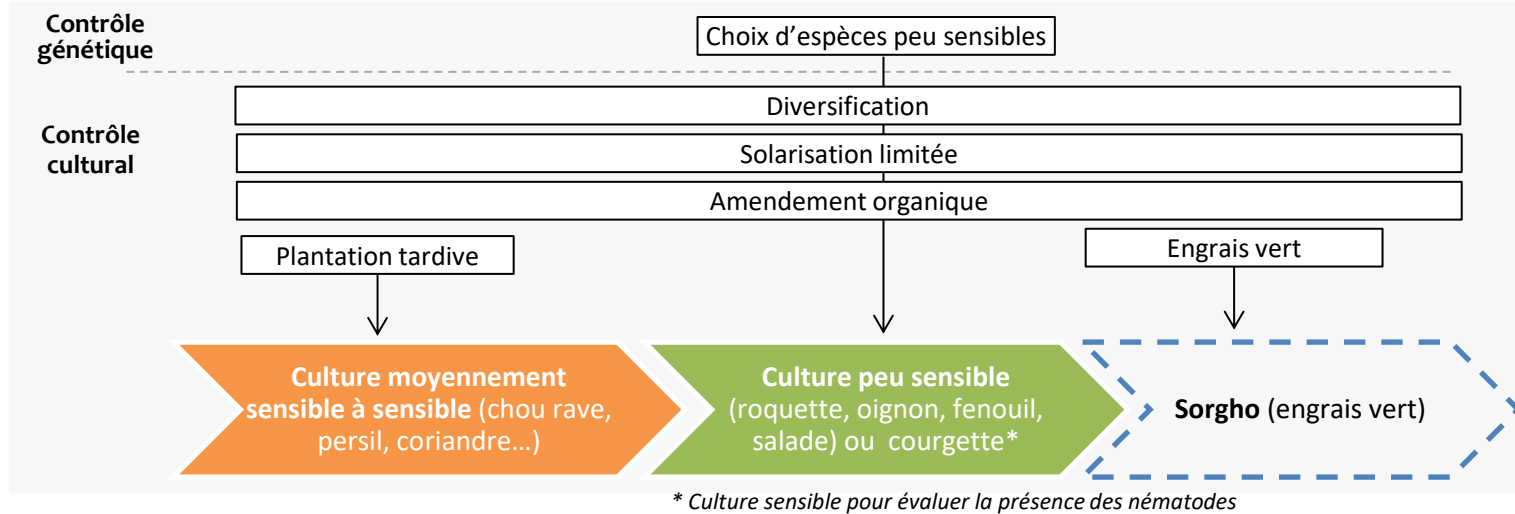
Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan EcoPhyto.

Document réalisé par **Hélène VEDIE**, GRAB

# Stratégie de gestion des Bioagresseurs Telluriques



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



## Bioagresseurs telluriques cibles :

Nématodes (*Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*), Botrytis, Sclerotinia, Rhizoctonia, Fusariose

### Objectifs :

- Limiter les populations de nématodes à galles
- Limiter le développement d'autres bioagresseurs telluriques

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

|                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| <b>Semis tardif</b>                  | Décaler la date de plantation après le 15 octobre à l'automne pour éviter les conditions favorables aux nématodes à galles (sol chaud)   | La présence de galles racinaires est réduite sur les plantations les plus tardives  |
| <b>Choix d'espèces peu sensibles</b> | <b>Evitement</b> : les plantes peu sensibles aux nématodes sont positionnées sur le printemps pour limiter la multiplication des nématodes. Le sorgho en engrais vert est peu sensible également.                                | Confirmation de la faible sensibilité de la roquette, de la mâche et de l'oignon. Un sorgho long d'été peut multiplier les nématodes.   |
| <b>Amendement organique</b>          | <b>Stimulation de l'activité biologique du sol.</b> Une plus grande diversité des êtres vivants du sol et l'augmentation des micro-organismes limitent l'expression des pathogènes telluriques (par effets directs et indirects) | La diminution de l'usage de la solarisation, l'apport de MO, la diversification culturale et la pratique des engrais verts sur ce système s'accompagnent d'une augmentation des populations de nématodes libres non phytophages et de la biomasse microbienne |
| <b>Diversification</b>               |  |   |
| <b>Engrais verts en interculture</b> |  |   |
| <b>Solarisation limitée</b>          |  |   |

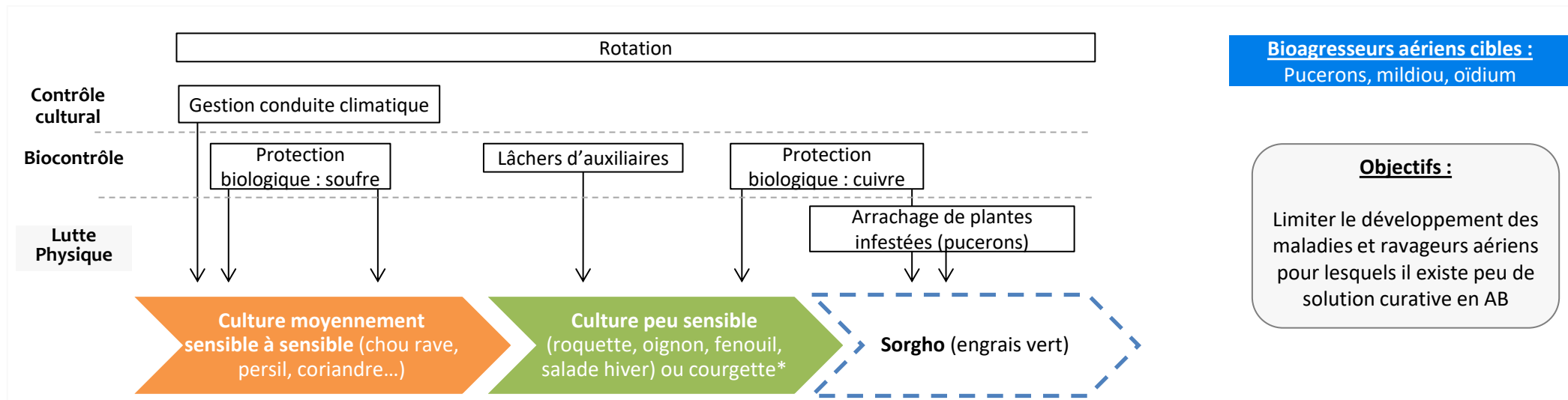


Culture de cébettes au printemps  
2015.  
Crédit photo GRAB

# Stratégie de gestion des Bioagresseurs Aériens



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



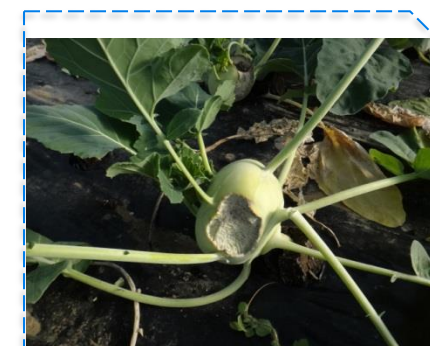
\* Culture sensible pour évaluer la présence des nématodes

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

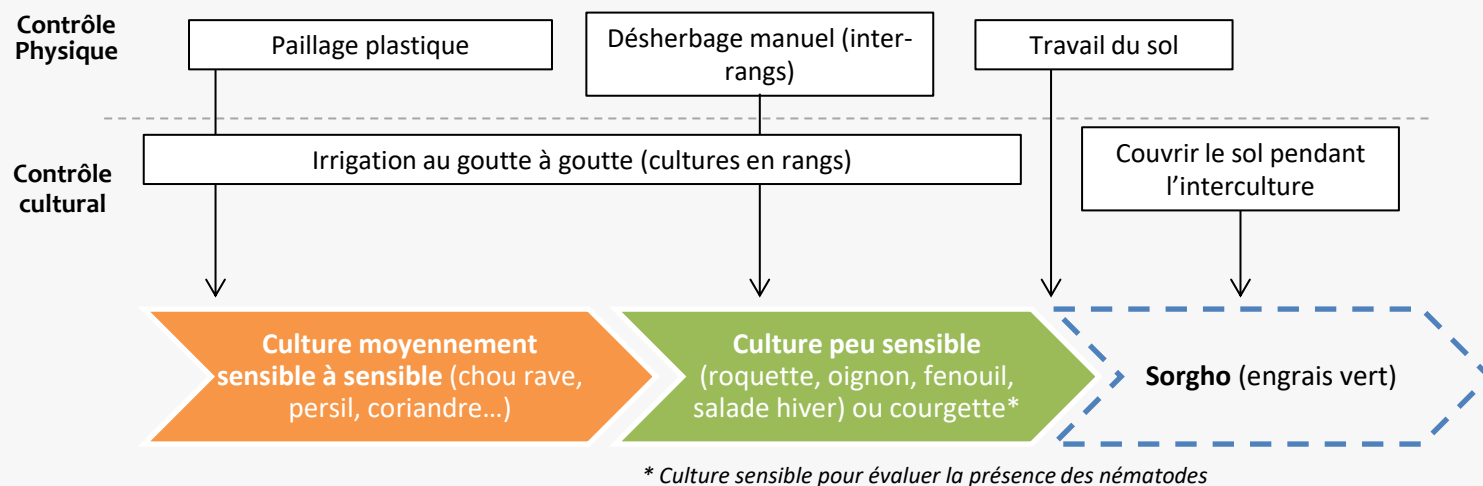
| Leviers  | Principes d'action   | Enseignements   |
|--|--|---|
| <b>Gestion conduite climatique</b>               | Le pilotage de l'irrigation, et de l'aération via l'ouverture des tunnels, est primordiale pour limiter le développement des champignons comme le mildiou. | <b>Prophylaxie dont l'efficacité est difficile à évaluer.</b> Le développement des champignons est également fortement dépendant de l'année climatique.                       |
| <b>Rotation</b>                                  | La diversité des espèces cultivées dans la rotation permet de casser le cycle de certains bioagresseurs.   | Peu d'impact de la diversification sur les ravageurs tels que les pucerons et les campagnols.   |
| <b>Arrachage de plantes infestées (pucerons)</b> | L'élimination des premiers foyers de pucerons permet de limiter la propagation de ce ravageur au sein de la culture.                                       | Etre très vigilant sur l'apparition des premiers foyers. Cette pratique retarde la multiplication mais ne permet pas de maîtriser les pucerons si la pression est importante. |
| <b>Protection biologique</b>                     | Traitement au soufre afin de lutter contre l'oïdium et au cuivre contre le mildiou.  | Le soufre en préventif permet de retarder le développement de l'oïdium  |
| <b>Lâchers d'auxiliaires</b>                     | Les auxiliaires (Aphidius spp.) permettent de réguler les populations de pucerons sur courgette .  | Permet une bonne maîtrise des pucerons sur courgette  |



Dégâts de campagnols sur chou rave.  
Crédit photo GRAB



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



**Adventices cibles :**  
Pourpier, Amarantes et Chénopodes

**Objectifs :**  
 limiter le développement des adventices pour limiter les opérations d'entretien

## Leviers

## Principes d'action

## Enseignements

| Leviers                                      | Principes d'action  | Enseignements  |
|--|---|--|
| <b>Paillage plastique et goutte à goutte</b> | Évitement.<br>Pratiques de prophylaxie générale mises en œuvre par les maraîchers,      | Limite le développement des adventices.  |
| <b>Désherbage manuel</b>                     | Curatif.  | Leviers qui limitent le développement des adventices. Il n'y a pas eu de seuils d'intervention particuliers définis.<br>A posteriori, il aurait pu y en avoir car la plupart des adventices permettent la multiplication des nématodes à galles, cible principale du système expérimenté. Une mauvaise gestion des adventices peut donc avoir un impact (non évalué dans le projet GEDUBAT). |
| <b>Travail du sol</b>                        | Curatif.  |  |
| <b>Couvrir le sol pendant l'interculture</b> | Couvrir le sol pour éviter que les adventices ne se développent (et ne se multiplient). | Le sorgho fourrager est très compétitif face aux adventices très poussantes d'été : pourpier, amarantes et chénopodes.   |

