



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

**Site : INRA Alénia**

Localisation : Mas Blanc 66200 ALENYA  
(42.638608, 2.967014)

## Système DEPHY : Techniques validées

Contact : Amélie LEFEVRE ([amelie.lefevre@inra.fr](mailto:amelie.lefevre@inra.fr))



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

**Gestion des bioagresseurs telluriques dans un système centré sur la salade avec recours à la protection raisonnée et à la solarisation un été sur trois**

**Site :** station expérimentale

**Durée de l'essai :** 2012-2017

**Situation de production :** cultures en sol sous abri plastique à froid

**Espèces :** laitue – tomate – concombre

**Conduite :** conventionnelle

**Circuit commercial :** circuit long d'expédition

**Dispositif expérimental :** un tunnel de 320 m<sup>2</sup>, sans répétition temporelle ou spatiale

**Système de référence :** aucun, des références extérieures ainsi que l'expertise du pilote du système sont mobilisées

**Type de sol :** limono sableux, 16 % d'argile, Matière Organique (MO) : 1,3 %. Sol non caillouteux. Risque de battance.

## Origine du système

Ce système vise à commercialiser les productions de légumes vendus frais et non transformés en **circuit long**. Il est relativement peu diversifié et accorde une **place centrale à la production salade** avec deux rotations en automne-hiver. Il alterne des solanacées et des cucurbitacées en printemps-été.

Ce système a été conçu dans la continuité du projet Prabiotele : le délai de retour de la solarisation a ainsi été allongé de 1 été sur 2 à 1 sur 3 depuis 2012. Cela permet de consacrer une place plus importante aux cultures commercialisées d'été. La protection est essentiellement assurée par des produits phytopharmaceutiques dans une approche raisonnée. Le même calendrier cultural est expérimenté dans le système « *Plus de risques* » (*décrit dans une autre fiche*).

## Objectif de réduction d'IFT

### IFT le plus bas possible

*Il n'y a pas de références régionales sur les espèces travaillées*

## Mots clés

Maraichage – Tunnel – Salade –  
Bioagresseurs telluriques –  
Solarisation

## Stratégie globale

**Efficiences** ☆☆☆☆☆

**Substitution** ★☆☆☆☆

**Reconception** ☆☆☆☆☆

*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*

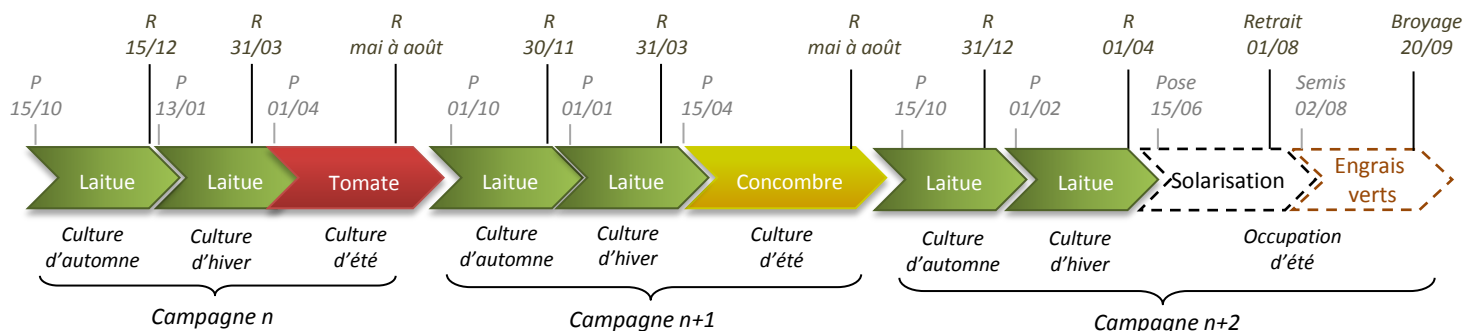


## Le mot du pilote de l'expérimentation

« Ce système fait une part belle à la salade. Au fil des ans les maladies qui lui sont associées pèsent sur la qualité de la production. La désinfection par la solarisation tous les 3 ans et la protection phytosanitaire permettent de contenir les bioagresseurs telluriques. Suite aux enseignements du projet Prabiotele la salade d'automne n'est pas protégée contre *Botrytis* et *Sclerotinia*. La capacité de production de cette parcelle conduite en système intensif depuis 1999 tend à diminuer. » L. PARÈS

## Caractéristiques du système

**Succession culturale :** elle s'organise sur 3 ans. Deux cultures de laitue sont présentes tous les hivers. Deux étés sont consacrés aux cultures de vente avec solanacée ou cucurbitacée alternées. Le 3<sup>ème</sup> été est réservé à la désinfection solaire du sol à partir de mi juin pour une durée 45 jours avec comme objectif de température à atteindre : 40°C à -10 cm. Elle est suivie d'un engrais vert en août pour 45 jours qui aura un rôle piège à nitrates.



P = Plantation, R = Récolte, les dates informent sur une période

**Mode d'irrigation :** alternance d'irrigation en plein avec l'aspersion en hiver et d'apports localisés avec le goutte à goutte en été. L'irrigation des laitues est raisonnée grâce aux tensiomètres couplés à un outil d'aide au pilotage.

**Travail du sol :** travail en profondeur avec canadien, rotochèche. Préparation du lit de plantation pour les cultures d'hiver avec la herse rotative associée à un rouleau.

**Fertilité du sol :** apport de compost de déchet vert à l'automne pour maintenir la MO proche de 2 %.

**Fertilisation :** basée sur les besoins théoriques des cultures. Pour l'azote les apports sont ajustés grâce à des analyses de reliquats avant chaque culture. Une analyse chimique est réalisée tous les 3 ans.

**Gestion des adventices :** paillage plastique sur les 2 planches de salade ou sur les rangs de culture pour les cultures de printemps-été. La solarisation contribue aussi à minimiser le stock semencier. Désherbage chimique selon le taux d'enherbement en plein ou localisé sur les allées et les bordures depuis 2014.

**Infrastructures agro-écologiques :** végétation spontanée en inter-tunnel.



Laitue batavia 2013 – Crédit photo : L.Parès Inra



Concombre 2016 – Crédit photo : L.Parès Inra

## Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de quatre ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux
<b>Fertilité du sol</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenir le taux de MO <math>\approx</math> 2 %</li> <li>Ne pas dégrader globalement la structure de sol ou générer trop d'hétérogénéité</li> </ul>	<b>Maîtrise des adventices</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne pas augmenter l'incidence des adventices sur les cultures</li> </ul>	<b>IFT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produire avec un IFT le plus bas possible</li> <li>Préserver l'entomofaune utile</li> </ul>
<b>Rendement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Commercialiser 80 % des plantes</li> <li>Minimiser les pertes de rendements liés aux bioagresseurs telluriques</li> </ul>	<b>Maîtrise des bioagresseurs telluriques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter la présence de pourritures basales sur salade dues à <i>Botrytis</i>, <i>Rhizoctonia</i> à moins de 30 %*, <i>big vein</i> à moins de 7 %*, <i>Sclerotinia</i> à 5 %* [observation de mycélium ou de nécroses sur légume]</li> <li>Limiter les dégâts des mollusques préjudiciables à la commercialisation sur les cultures d'hiver à moins de 10 %*</li> <li>Maintenir l'état sanitaire des systèmes racinaires (INR &lt; 2 *) (plants en franc)</li> </ul>	<b>Socio-économiques</b>
<b>Qualité des produits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Critères de commercialisation du circuit long d'expédition pour le marché du frais</li> </ul>	<b>Maîtrise des bioagresseurs aériens</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sur salades, aucune tolérance vis-à-vis du mildiou et tolérance de quelques pucerons et traces de noctuelles</li> <li>Sur culture d'été maîtriser les populations de ravageurs (aleurodes, acariens..)</li> </ul>	<b>Marge brute</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maîtriser le nombre de passages de récolte pour les cultures d'hiver</li> <li>Maintenir la marge brute</li> </ul>

\* Les valeurs et % ne sont pas des seuils de nuisibilité ou d'intervention. Ils sont des indicateurs révélant l'état de la parcelle.

## Résultats sur les campagnes de 2012 à 2017

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés : vert = résultat satisfaisant, orange = résultat moyennement satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant, gris = non concerné. Le code pour les cultures est le suivant :

T = Tomate ; C = Concombre ; L = Laitue.

### > Maîtrise des bioagresseurs telluriques

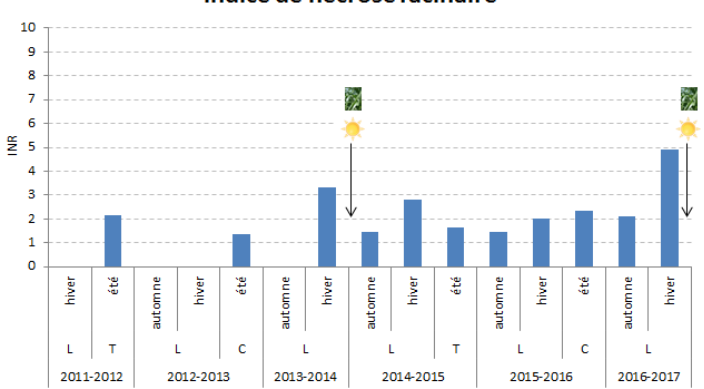
Les résultats ci-dessous traduisent la présence des bioagresseurs. Les dégâts causés n'induisent pas toujours de dommages et pertes sur les rendements.

Niveau de satisfaction du pilote de l'expérimentation sur la maîtrise des bioagresseurs telluriques

	2012		2013			2014		2015			2016			2017		Satisfaction globale sur les 6 années
	L	T	L	L	C	L	L	L	L	T	L	L	C	L	L	
Botrytis	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Sclérotinia	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Rhizoctonia	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Mollusques	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Big vein	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Sur l'ensemble des cultures de laitue, les **maladies cryptogamiques** sont maîtrisées. Il y a eu plus dégâts (présence) sur les laitues de la 2<sup>de</sup> rotation en 2014 et 2015 sur la 1<sup>ère</sup> rotation. Cette parcelle ne présente pas de problème de **big vein**. Les dégâts liés aux **mollusques** sont en très forte augmentation et touchent les deux rotations depuis 2013 malgré une protection réalisée.

Indice de nécrose racinaire

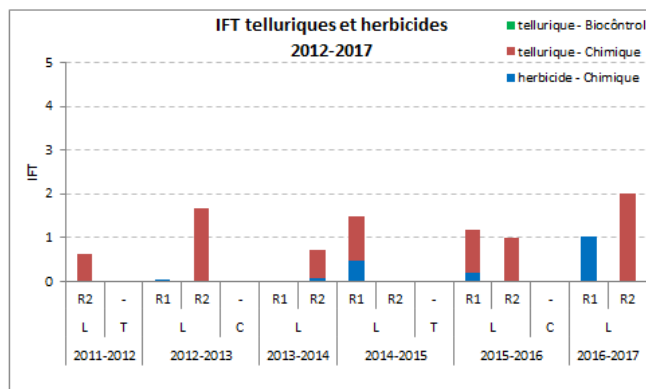


L'échelle de l'INR va de 0 à 10, 0 = absence de nécrose, 10 = fortement atteint.

L'indice de nécrose racinaire qui traduit la pression du pool des bioagresseurs telluriques sur le système racinaire est mesuré aussi sur laitue à partir de 2014, période à laquelle des hétérogénéités de croissance deviennent importantes. Les INR moyens sont **faibles**, 2,3 sur une échelle de 1 à 10, sauf pour les laitues les plus éloignées de la solarisation qui montent jusqu'à 5. Les principaux bioagresseurs sont *Pyrenochaeta lycopersici*, *Rhizoctonia solani* et *Colletotrichum coccodes*.

### > Maîtrise des adventices

Des adventices pérennes (liseron et chardon) se sont installées sur la parcelle au fil des cultures. Elles apparaissent en bords de tunnel, zones limite de positionnement de la bâche de solarisation et d'efficacité. Des interventions chimiques localisées ont été faites en 2015 et 2016 et en plein en 2017 avant la solarisation pour coupler les effets. Ces adventices vivaces sont aussi présentes dans le système non solarisé « Stimuler la vie du sol » testé sur ce site.



R1 : 1<sup>er</sup> tour, R2 : 2<sup>ème</sup> tour

### > Performances environnementales

La protection contre les **bioagresseurs telluriques** est réalisée essentiellement sur les **laitues**, espèce la plus sensible. Sur les 15 cultures de laitues 8 IFT chimiques ont été appliqués. Les désherbages chimiques sont effectués entre la culture d'été et le 1<sup>er</sup> tour de laitue, fenêtre de temps la plus large, 1,7 IFT herbicides chimiques y ont été consacrés.

### > Performances agronomiques

Valeur et niveau de satisfaction des rendements bruts, commercialisables et taux de déchets par culture

Espèce	2012		2013			2014		2015			2016			2017		satisfaction globale sur les 6 ans
	L	T	L	L	C	L	L	L	L	T	L	L	C	L	L	
Rdt brut	14,0	15,7	13,9	13,9	21,1	13,4	13,4	13,7	13,8	15,2	14,0	13,8	11,9	13,5	12,2	😊
Rdt commercialisable	12,8	13,5	1,7	7,4	16,2	5,3	8,7	7,2	10,1	11,5	9,3	10,9	9,8	4,5	6,4	😊
% déchets	9%	14%	88%	47%	23%	60%	35%	48%	27%	25%	33%	21%	18%	66%	48%	😊
dont plantes <320gr	10%		87%	46%		52%	28%	44%	25%		33%	9%		63%	15%	😊

p/m<sup>2</sup> = pièce par m<sup>2</sup>

Les rendements commercialisables des cultures d'été sont corrects. Les critères de déclenchement d'une récolte de laitues en un chantier unique est l'atteinte du poids minimum de 320 gr. Les rendements commercialisables obtenus en laitues sous ces contraintes sont faibles. Cette parcelle mise en culture en 1999 présente au fil des ans des problèmes d'hétérogénéité de croissance des plantes. Cette situation induit une hétérogénéité des plantes à la récolte et ainsi un pourcentage élevé de « petites » (dernière ligne du tableau ci-dessous). Depuis 2014 les attaques des mollusques viennent aussi pénaliser ces résultats.



## Zoom sur ... faire suivre la solarisation par un sorgho en engrais vert pour capter l'azote

### minéralisée

La **solarisation**, désinfection thermique solaire non sélective permet d'éliminer les microorganismes telluriques sensibles à la gamme de température atteinte. Le seuil létal étant de quelques heures au dessus de 45°C, quelques jours à 40°C ou quelques semaines à 35°C en fonction des organismes. Il en résulte aussi une **augmentation de la richesse en nitrates** liée à la décomposition des organismes détruits et à l'activation de la minéralisation sous l'effet de la chaleur et de l'humidité. Sous abri, la durée minimale de solarisation est de 45 jours. Les concentrations de nitrates atteintes sont d'au moins 150 à 200 kg/ha. Elles induisent sur la laitue d'automne suivante un développement rapide des plantes alors plus sensibles vis à vis des maladies cryptogamiques.

Le **sorgho** semé (à 50 kg/ha) juste après l'enlèvement de la bâche de solarisation permet, si l'on ne fait pas de coupe intermédiaire, de **baissier la concentration en nitrates** du sol avant plantation. Ceci **facilite la conduite et la qualité de la culture suivante**. Ce sorgho doit rester en place au moins 45 jours pour obtenir une biomasse suffisamment ligneuse qui ne minéralisera pas immédiatement après enfouissement mais progressivement au fil du temps. Un délai de 15 jours doit être respecté entre l'enfouissement du sorgho et la plantation de la salade suivante pour permettre une bonne reprise sans subir les effets liés aux composés associés émis lors des 1<sup>ères</sup> phases de dégradation du sorgho.



Sorgho piège à nitrates – Crédit photo : L.Parès Inra

### Transfert en exploitations agricoles



Ce dispositif ne prétend pas proposer des solutions clé en main et applicables à tous. Ce système de culture est une illustration d'un système maraîcher produisant une gamme restreinte de légumes frais sur une parcelle en maraîchage depuis 1999 et mobilisant comme levier alternatif central la solarisation. De cet essai, nous retenons plusieurs points à l'échelle pluriannuelle ou à l'échelle d'une culture.

#### A l'échelle du système et de la succession culturale :

- il remplit ses objectifs agronomiques (contrôle des bioagresseurs notamment maladies cryptogamiques et maîtrise de l'usage des produits phytopharmaceutiques) ;
- compte tenu des exigences économiques sur la production de salades, il comporte une faiblesse pour produire de manière stable selon les standards de commercialisation (homogénéité, poids minimal, volumes, absence garantie de traces de ravageurs). Ceci peut être lié à l'hétérogénéité intrinsèque de la parcelle et aux calendriers culturaux que nous nous sommes imposés en salade (contraintes organisationnelles et expérimentales) ;
- le système ne semble pas contrôler à long terme le stock semencier d'adventices et présente des faiblesses vis-à-vis d'une forte pression mollusques.

#### A l'échelle d'une espèce et/ou d'une culture :

- il permet de diminuer le nombre de traitements chimiques contre les champignons telluriques essentiellement sur la 1<sup>ère</sup> rotation de laitue. Cette rotation bénéficie à l'automne de conditions climatiques et d'humidité de sol moins favorables pour les champignons (hygrométrie et d'humidité de sol) et un cycle plus rapide ;
- il est important que la solarisation ait une efficacité maximale, sa mise en œuvre doit être soignée (travail du sol, plein en eau, pose de la bâche) et la montée en température du sol doit être rapide.

### Pistes d'améliorations du système et perspectives



Ce système T7 Techniques validées a été conçu et expérimenté en utilisant contre les bioagresseurs telluriques une solarisation triennale et des produits phytopharmaceutiques. Pour mieux apprécier le risque et guider les itinéraires techniques en fonction de la place dans la succession (1<sup>er</sup> ou 2<sup>nd</sup> tour, éloignement de la solarisation) et de la pression sanitaire effective, il serait important pour ajuster les stratégies sur le positionnement des traitements pendant la culture et de la prise de risque qu'il en découle. Ceci permettrait d'aller plus loin dans la diminution des IFT.

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 Parès Laure  
INRA Domaine expérimental Alénya  
Roussillon



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 bioagresseurs telluriques.

La stratégie de gestion des bioagresseurs telluriques est présentée sur deux feuilles. Cette feuille reprend le schéma décisionnel. Sur la feuille suivante, un tableau détaille les principes d'action et les enseignements des différents leviers.

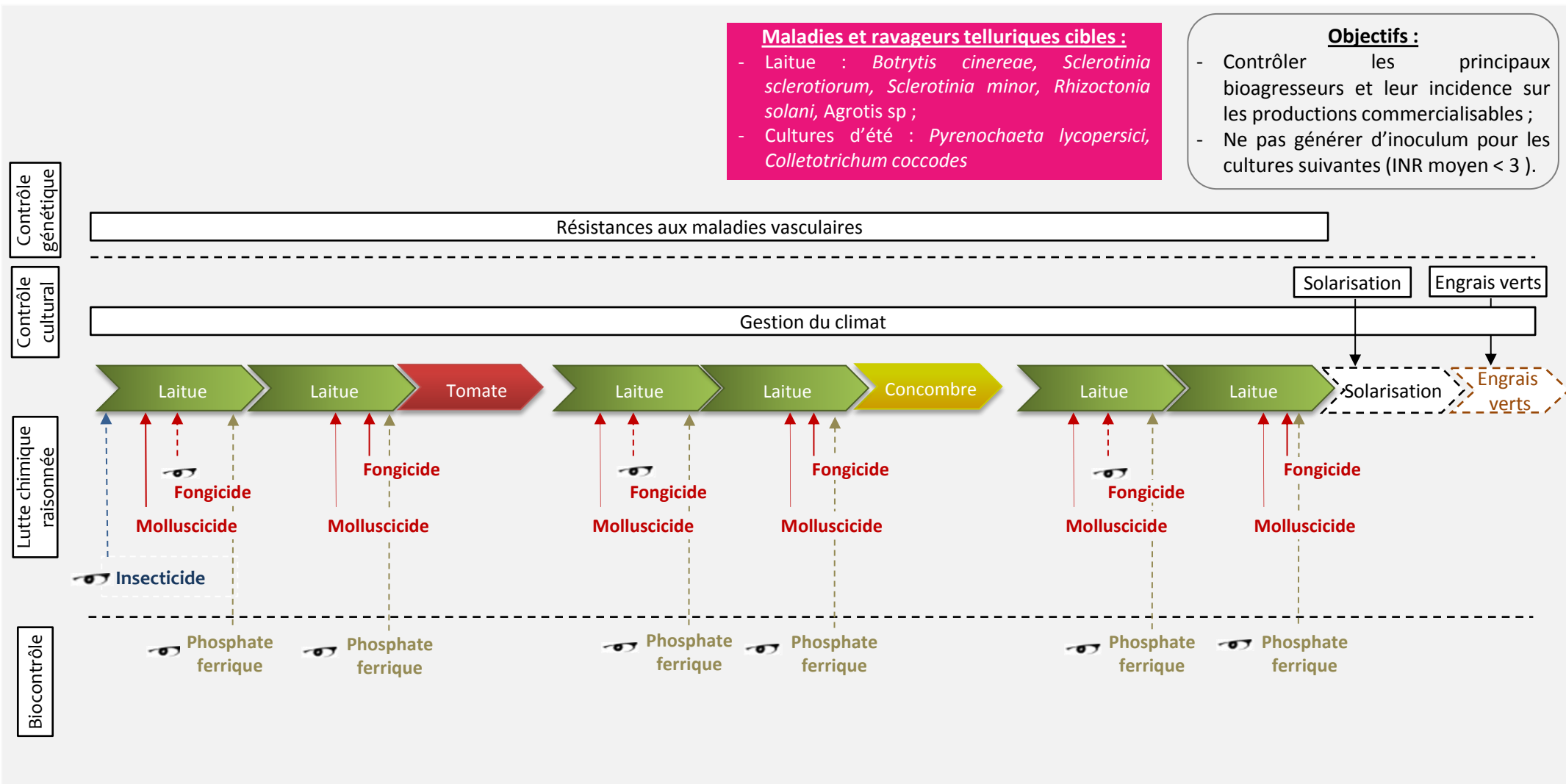


Tableau synthétisant les **principes d'action** et les **enseignements** des différents leviers :

<i>Leviers</i>	<i>Principes d'action</i>	<i>Enseignements</i>
Résistances aux maladies vasculaires	Utiliser des portes greffes résistants à <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> sur tomate	Les INR ne sont pas plus élevés qu'au début du dispositif, leviers non mobilisés afin de maintenir la durabilité des résistances.
Solarisation	Désinfection thermique solaire non sélective qui permet d'éliminer tous les microorganismes sensibles à la gamme de température atteinte. Durée minimale sous abri : 45 jours.	Il est important d'avoir une montée en température très rapide pendant les 3 1 <sup>ers</sup> jours pour une efficacité maximale sur le pourpier. L'enchaînement des cultures et les conditions climatiques ont permis d'atteindre les deux étés de mise en place de la solarisation à -10 cm plus de 500 heures à 40°C.
Engrais verts	Ce couvert végétal de sorgho vient piéger les nitrates du sol que l'on retrouve en concentration élevée (150 à 200 kg/ha/N-NO3) après la solarisation. L'objectif de ce piégeage est que les laitues puissent ensuite pousser dans de meilleures conditions (sans excès d'azote) afin qu'elles ne soient pas sensibles aux maladies cryptogamiques.	L'organisation du calendrier de culture laisse de la place pour enchaîner solarisation et sorgho. L'intérêt sur les maladies cryptogamiques telluriques des laitues n'a été vu qu'en 2015, seule année de testée. L'effet année climatique était peut-être plus important.
Gestion du climat	Maintenir des conditions défavorables aux maladies cryptogamiques, éviter l'eau libre et l'hygrométrie élevée.	L'aération est toujours maximale après la reprise des plantes pour l'ensemble des cultures. Les ouvrants latéraux restent alors toujours ouverts, les faitages se ferment en cas de gel l'hiver. En automne et en été on ouvre aussi les portillons en journée.
Lutte chimique raisonnée	Les règles de décisions prévoient l'utilisation de fongicides à action systémique sur les bioagresseurs telluriques après observation de symptômes au 1 <sup>er</sup> tour de laitue, cycle le moins risqué (résultat Prabiotel) et en systématique 2 <sup>nd</sup> tour. Molluscicide en granulés.	Il n'y a pas eu de traitement chimique sur les 1 <sup>er</sup> tours de laitue car aucun symptôme de maladie tellurique n'a été observé. L'utilisation en systématique de fongicides chimiques a été réalisée sur tous les 2 <sup>nd</sup> tours de laitue. L'efficacité des molluscides n'est pas suffisante en une application en cas de forte pression.
Biocontrôle	Phosphate ferrique sous forme d'appât pour la destruction des limaces et des escargots.	La protection qu'il assure n'est pas suffisante en forte pression.

