



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

Site : INRA Alénya

Localisation : Mas Blanc 66200 ALENYA
 (42.638608, 2.967014)

Système DEPHY : Stimuler la vie du sol

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



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

Gestion des bioagresseurs tellurique dans un système très diversifié

Site : station expérimentale

Durée de l'essai : 2012-2017

Situation de production : cultures en sol sous abri plastique non chauffé

Espèces : laitue – épinard – fenouil – chou rave – oignon – tomate – poivron – aubergine – concombre

Conduite : conventionnelle

Circuit commercial : circuit d'expédition ou circuit avec un intermédiaire, écoulant des volumes importants d'espèces majeures et de diversification

Dispositif expérimental : un tunnel de 320 m² 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, 17 % d'argile, Matière Organique (MO) : 1,8 %. Sol non caillouteux. Risque de battance.

Origine du système

Historiquement, les exploitations maraîchères du Roussillon sont fortement spécialisées dans la production sous abris plastiques de laitue en hiver et de tomate ou concombre en printemps-été à destination des circuits longs. Cette spécialisation des parcelles a abouti au fil des années à une dégradation des états sanitaires des sols conduisant au recours aux techniques de désinfection.

En 2009, la stratégie alternative retenue pour ce système de culture lors du projet PRABIOTEL est de **diversifier la succession de cultures** plutôt que de désinfecter (même par solarisation). Cette diversification été et hiver vise à perturber les cycles des bioagresseurs telluriques voire à éviter leur concentration.

Objectif de réduction d'IFT

IFT le plus bas possible

Mots clés

Maraîchage – Tunnel plastique – Diversification des cultures – Fertilité du sol – Bioagresseurs telluriques – Apports organiques – Biocontrôle

Stratégie globale

Efficience ★★★★★

Substitution ★★★★☆

Reconception ★★★★☆

Efficience : 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

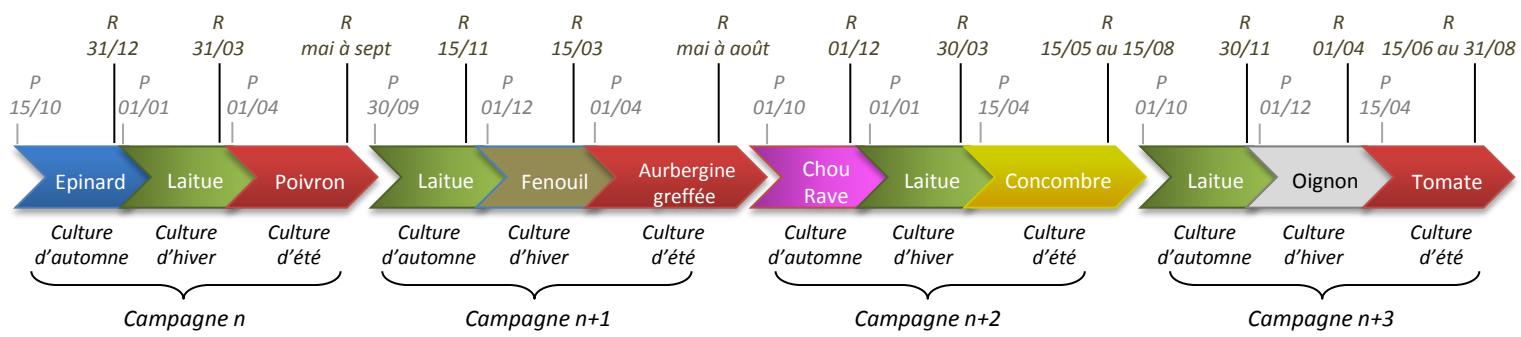


Le mot du pilote de l'expérimentation

« Pour maîtriser les maladies et les ravageurs associés à la salade, on a désintensifié sa mise en culture en remplaçant chaque hiver, un des deux tours de salade par une espèce de diversification. Celles-ci sont peu sensibles aux mêmes bioagresseurs telluriques. On a maintenu la qualité de la production de la salade. De plus, en cherchant à remplacer les applications de produits chimiques par du biocontrôle on a baissé l'IFT. Les processus à l'œuvre pour stimuler la vie du sol sont longs à se mettre en place mais les résultats sont encourageants. Ce dispositif produit aussi des références utiles aux maraîchers qui souhaitent diversifier leur gamme en conventionnel. » *L. PARÈS*

Caractéristiques du système

Rotation culturelle : la succession s'organise sur 4 ans. Les espèces de diversification les plus courtes sont positionnées à l'automne (campagne n et n+2) et en hiver (campagne n+1 et n+3) pour les plus longues, les cucurbitacées sont présentes un été sur 4 en rotation avec des solanacées pour lesquelles on alterne aussi les espèces.



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

Mode d'irrigation : alternance d'apports en plein avec l'aspersion en hiver et d'apports localisés par le goutte à goutte en été

Travail du sol : de 2012 à avril 2016 travail en profondeur avec canadien, rotobêche. Préparation du lit de plantation pour les cultures d'hiver avec la herse rotative associée à un rouleau. Depuis le printemps 2016 les outils animés ne sont plus utilisés pour préserver les agrégats de surface et minimiser la perturbation des communautés biologiques des sols. Les interventions de profondeur sont depuis effectuées avec le canadien, celles de surface avec le vibroculteur.

Fertilité du sol : maintenir la MO au minimum à 2 %, apport de compost de déchet vert à l'automne. Fertilisation organique basée sur les besoins théoriques des cultures. Les apports d'azote sont ajustés en fonction des reliquats d'avant culture. Analyse chimique tous les 3 ans.

Gestion des adventices : paillage plastique sur les 2 planches de salade, d'épinard, de chou-rave, de fenouil et d'oignon. Paillage sur les rangs pour les cultures de printemps-été. Désherbage manuel des allées et des bordures. Le travail du sol contribue aussi à la gestion des adventices.

Infrastructures agro-écologiques : végétation spontanée en inter-tunnel



Épinard 2014 – Crédit photo : L.Parès INRA



Fenouil 2014 – Crédit photo : L.Parès INRA

Objectifs du système

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux
Fertilité du sol <ul style="list-style-type: none"> Maintenir le taux de MO ≈ 2 % Améliorer l'activité microbiologique du sol Contribuer à optimiser la diversité fonctionnelle en terme de communautés en particulier pour les nématodes Rendement <ul style="list-style-type: none"> Commercialiser 75 % des plantes Minimiser les pertes de rendements liées aux bioagresseurs telluriques Qualité des produits <ul style="list-style-type: none"> Critères de commercialisation du marché du frais pour l'expédition ou les circuits avec un intermédiaire, écoulant des espèces diversifiées en volumes conséquents 	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none"> Ne pas augmenter le stock semencier et son incidence en culture Maîtrise des bioagresseurs telluriques <ul style="list-style-type: none"> 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 moins de 5 % * [observation de mycélium ou de nécroses sur légume] Limiter les dégâts des mollusques préjudiciables à la commercialisation sur les cultures d'hiver à moins de 10 %* Maintenir l'état sanitaire des systèmes racinaires (INR < 5 *) (plants en franc) Maîtrise des bioagresseurs aériens <ul style="list-style-type: none"> Sur salades, aucune tolérance vis-à-vis du mildiou et tolérance de quelques pucerons et traces de noctuelles Sur les cultures d'été maîtriser les populations de ravageurs (aleurodes, acariens..) 	IFT <ul style="list-style-type: none"> Produire avec un IFT le plus bas possible Préserver l'entomofaune utile
		Socio-économiques
		Marge brute <ul style="list-style-type: none"> Maîtriser le nombre de passage de récolte pour les cultures d'hiver Maintenir la marge brute

* 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.

Dans les figures qui sont présentées en suivant : L = Laitue, T = Tomate, E = Epinard, P = Poivron, F = Fenouil, Ag = Aubergine greffée, CR = Chou rave, C = Concombre, O = Oignon.

> 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	E	L	P	L	F	Ag	CR	L	C	L	O	T	E	L	P
Botrytis	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Sclerotinia	😊			😊		😊	😊			😊		😊		😊		😊	
Rhizoctonia	😊			😊						😊		😊		😊		😊	
Mollusques	😊		😊			😊			😊	😊		😊		😊		😊	
Big vein	😊		😊		😊				😊	😊		😊		😊		😊	

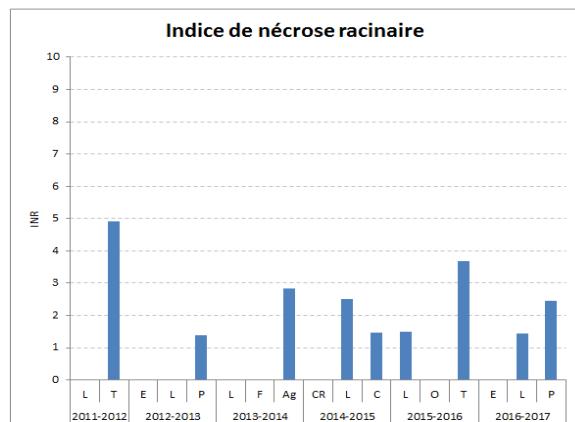
Sur laitue, les **bioagresseurs telluriques** sont maîtrisés hormis en 2013 une pression *sclérotinia* sur la culture d'hiver. Cette observation n'est pas faite sur les deux autres systèmes testés sur ce site (« Plus de risques » et « Techniques validées », présentés dans d'autres fiches). Le big vein, maladie des grosses nervures, est un virus qui est transmis par *Olpidium virulentus* un champignon tellurique. Cette maladie est présente sur cette parcelle depuis 2004. Elle a été maintenue à un niveau faible au cours de l'essai : 3,4 % de plants touchés au maximum en 2013 ; aucun en 2013 et 2015 alors qu'elle a été observée dans le systèmes « Plus de risques » testés sur ce site. Au fil des **cultures d'hiver**, les dégâts liés aux **mollusques** sont en augmentation. Les cultures de diversification ne sont pas épargnées.

L'**indice de nécrose racinaire** dont l'échelle va de 0 à 10 (0 : absence de nécrose, 10 : fortement atteint) traduit la pression du pool des bioagresseurs telluriques sur le système racinaire. Il est satisfaisant car il reste inférieur à 5 (5 = niveau relevé lors du 1^{er} relevé, dit « point zéro » sur tomate). Les principaux bioagresseurs sont *Pyrenopeziza lycopersici*, *Rhizoctonia solani* et *Colletotrichum coccodes*.

A noter, des nématodes à galles ont été observés en 2016, probablement liés à une contamination extérieure ponctuelle. L'indice de galle moyen est faible, inférieur à 0,5 %.

> Maîtrise des adventices

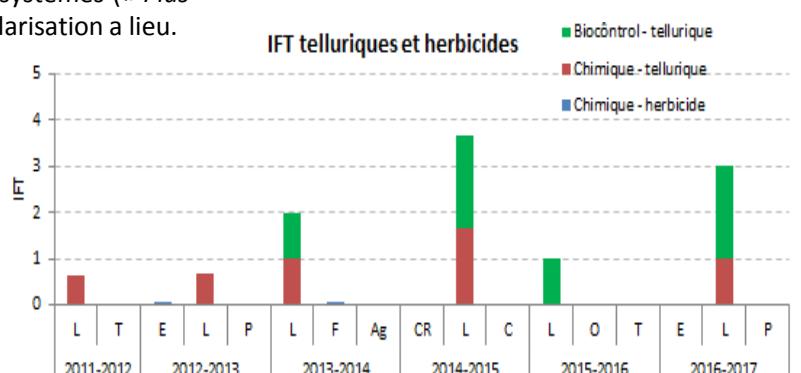
Les **adventices** sont en augmentation sur la parcelle. Elles apparaissent en bords de tunnel, en limite de positionnement des paillages plastiques et gagnent le centre du tunnel. Deux espèces pérennes (liseron et chardon) sont dominantes. Elles sont aussi présentes dans les deux autres systèmes (« Plus de risques » et « Techniques validées ») pour lesquels de la solarisation a lieu.



> Performances environnementales

La protection contre les **bioagresseurs telluriques** est nécessaire que sur les cultures de laitues. Elle a été réalisée avec 55 % de produits de biocontrôle. Les cultures de diversification n'ont pas nécessité de traitements contre les bioagresseurs telluriques. Elles avaient été choisies aussi pour leur non sensibilité aux pathogènes identifiés au début du dispositif.

> Performances agronomiques p/m² = pièce par m²



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

Espèce Unité	2012		2013		2014		2015		2016		2017		satisfaction globale sur 6 ans				
	L (p/m ²)	T (kg/m ²)	E (kg/m ²)	L (p/m ²)	P (kg/m ²)	L (p/m ²)	F (kg/m ²)	Ag (kg/m ²)	CR (kg/m ²)	L (p/m ²)	C (kg/m ²)	L (p/m ²)	O (kg/m ²)	T (kg/m ²)	E (p/m ²)	L (kg/m ²)	P (kg/m ²)
Rdt brut	13,9	13,1	2,2	13,5	7,2	13,8	5,7	6,5	2,9	13,9	19,0	13,7	8,7	6,3	2,1	12,2	8,7
Rdt commercialisable	12,9	10,0	2,0	10,9	5,9	10,8	5,4	6,4	2,2	12,8	14,5	10,0	5,0	4,1	1,7	4,4	6,3
% déchet	7%	24%	12%	19%	18%	22%	4%	2%	23%	8%	23%	27%	42%	35%	18%	64%	27%

Les **rendements bruts** sont faibles pour l'aubergine greffée conduite sur 3 bras taille sévère (12 semaines de récolte) et la deuxième tomate est fortement pénalisée par l'aleurode (forte pression en 2016 sur le site et plantation tardive à cause de l'allongement d'un mois de la culture de l'oignon). Les deux épinards obtiennent des résultats moyens (2 récoltes sur 2 semaines). Les pourcentages de déchets sont élevés.



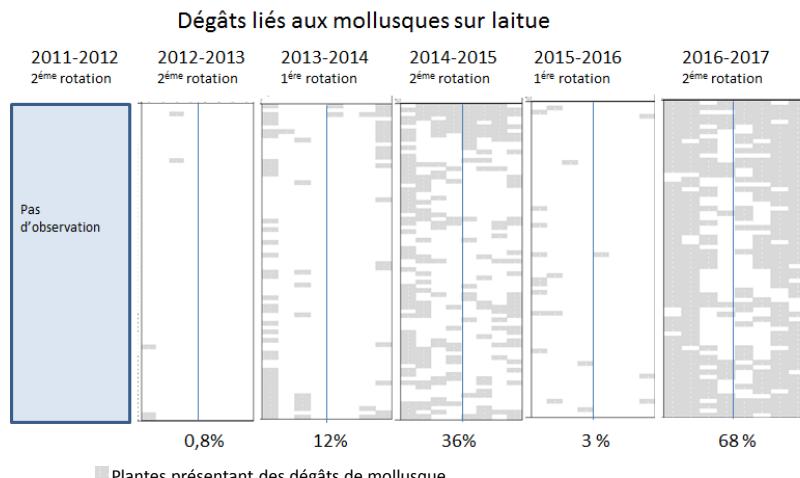
Zoom sur les mollusques

Les **mollusques** sont en augmentation sur les cultures d'hiver particulièrement sur les laitues du 2nd tour (cycle de 70 jours).

Les populations de mollusques suivies dans les intertunnels montrent une très forte pression (80 limaces/m² au maximum piégées en 7 jours). Les intertunnels sont travaillés lors des bâchages (dernier en 2012) et sont enherbés par une flore spontanée. Broyés 2 fois par an (printemps, automne) ce couvert offre un abri aux mollusques.

La protection des cultures avec du phosphate ferrique avant ou à la plantation montre ses limites. Un apport en cours de culture (avant le stade rosette) est compliqué car les appâts peuvent rester dans le cœur de la laitue et induire un refus d'agrément.

Les **cultures de diversification** ne sont pas épargnées : l'épinard 2016 a fortement été impacté avec 48 % des déchets liés à ces ravageurs. La situation est identique dans les 2 autres systèmes testés (« *Plus de risques* » et « *Techniques validées* »).



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 diversifié produisant des légumes frais de haute qualité commerciale, sans écarter totalement la culture de laitue. 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 :

- le système remplit ses objectifs de compromis entre objectifs agronomiques (contrôle des bioagresseurs et maîtrise de l'usage des produits phytopharmaceutiques) et attendus commerciaux (gamme, qualité, volumes) ;
- certains précédents culturaux nécessitent une adaptation : par exemple derrière un cycle long d'oignon, il faudra adapter la conduite et la valorisation d'une culture d'été mise en place tardivement (fin avril) ;
- 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 :

- ce système diversifié permet de maintenir la qualité de la production de laitue avec un poids moyen de 420 gr (*données non présentées*) et 77 % de plantes commercialisées en moyenne ;
- de nouvelles connaissances sur les espèces de diversification ont été produites par rapport à l'importance de l'adéquation entre le choix variétal et les calendriers, et par rapport à la conduite des cultures et la gestion des intrants notamment ;
- pour certaines cultures de diversification, une attention particulière est à apporter concernant :
 - les modalités de récolte et de conditionnement requises ;
 - l'anticipation du débouché commercial en fonction des volumes proposés.

Pistes d'améliorations du système et perspectives



Plusieurs perspectives sont envisagées : l'évolution des pratiques de travail du sol, de gestion du paillage et de gestion de la fertilisation/des amendements afin d'améliorer les performances à moyen et long termes vis-à-vis des adventices, mollusques et afin de stimuler davantage l'activité microbienne des sols.

Enfin, l'**occupation du sol** dans le temps peut être optimisée en intégrant un engrais vert derrière une culture d'été arrachée tôt (ou plus tôt que prévu).

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 Laure PARES
INRA Domaine expérimental Alénya
Roussillon



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



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.

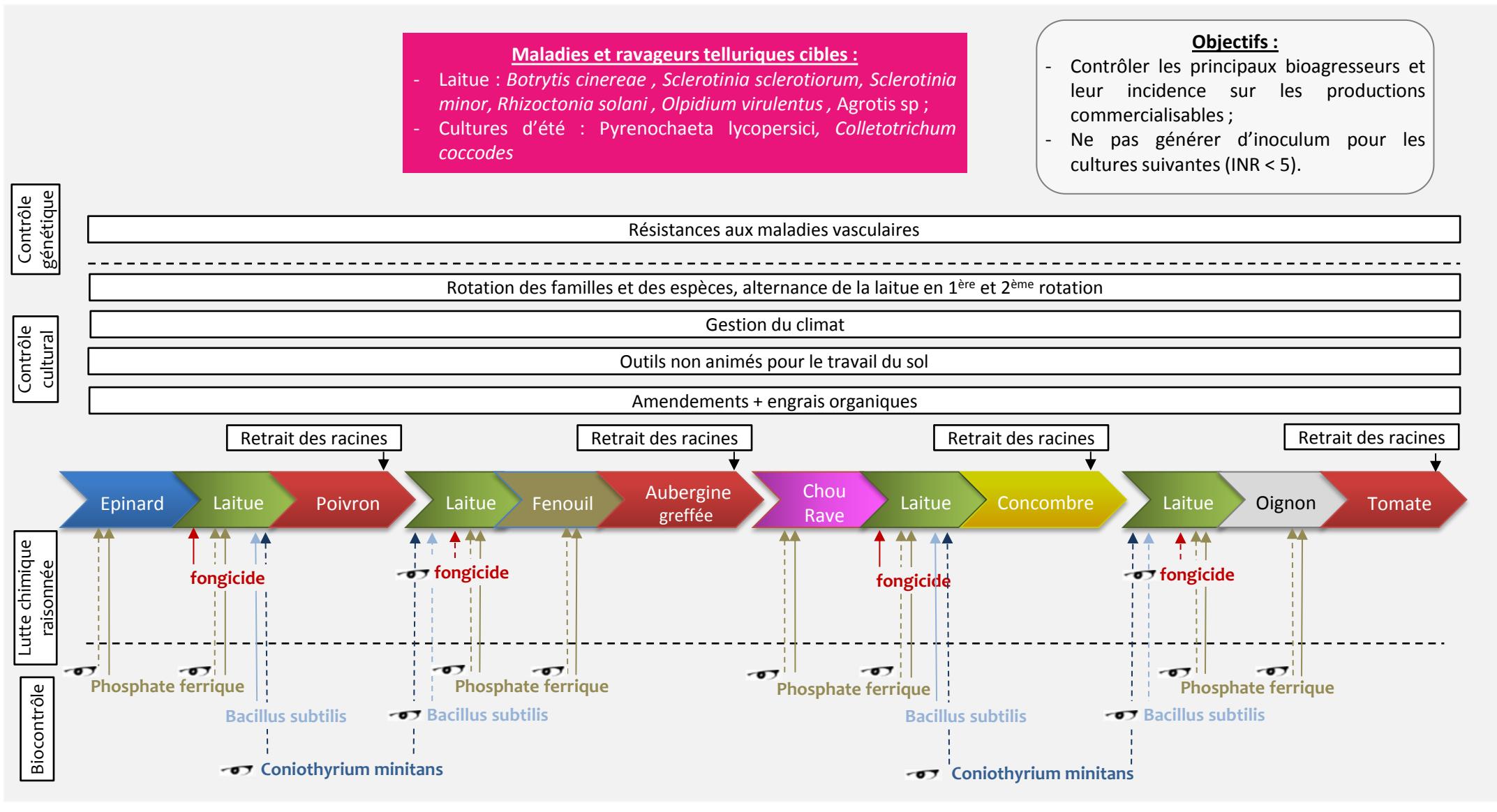


Tableau synthétisant les **principes d'action** et les **enseignements** des différents leviers :

<i>Leviers</i>	<i>Principes d'action</i>	<i>Enseignements</i>
Résistances aux maladies vasculaires	Utiliser des portes greffes résistants à <i>pyrenopeziza lycopersici</i> pour la tomate.	Les INR ne sont pas plus élevés qu'au début du dispositif, leviers non mobilisés afin de maintenir la durabilité des résistances.
Rotation des familles et des espèces – Alternance de la laitue 1 ^{er} / 2 nd tour	Introduction de familles autres que les astéracées l'hiver et d'espèces de solanacées autres que la tomate l'été afin de favoriser la diversité des maladies de la laitue. Alterner le tour des laitues en fonction de la durée du cycle de l'espèce de diversification. Favoriser les espèces moins sensibles aux bioagresseurs présents au début de l'essai. Retour des espèces tous les 4 ans hors laitue.	Les cultures de diversification se comportent bien par rapport au cortège de organismes du sol. Les cycles culturaux sont proches sauf l'oignon qui est plus long cycle de diversification. Favoriser les espèces moins sensibles aux nécessité une protection renforcée contre les ravageurs aériens.
Gestion du climat	Maintenir des conditions défavorables aux maladies cryptogamiques, éviter l'eau libre et l'hygrométrie élevée.	L'hiver après la reprises des plantes les ouvrants latéraux restent toujours ouverts. Les faitages se ferment en cas de gel. L'automne ouverture des portillons en journée.
Outils non animés pour le travail du sol	Utiliser des outils de travail du sol tractés afin de maintenir le réseau de champignons mycorhiziens à arbuscules indigènes qui a pu se mettre en place pendant l'oignon, culture fortement mycorhizotrophe.	Après les cultures d'hiver le sol est moins pris en masse. Le vibroculteur + rouleau donne un sol motteux, la plantation en mottes posées et la reprise sont plus difficiles.
Amendements + engrais organiques	Apport d'engrais organique avant chaque culture et de compost de déchet vert tous les 2 ans à l'automne à la dose de 30 T/ha pour alimenter les cultures, favoriser l'activité des microorganismes du sol et maintenir la fertilité chimique.	L'apport de déchet vert composté permet d'augmenter le taux de matière organique mais augmente aussi la magnésie qui s'accumule dans le sol (car peu consommée par les cultures). Evolution possible : diversifier les sources et les formes de matière organique.
Retrait des racines	Sur les cultures d'été les systèmes racinaires sont enlevés pour ne pas laisser dans le sol des sources de contamination.	Pratique faisable lors de l'arrachage de la culture.
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 ^{er} tour de laitue, cycle le moins risqué (résultats Prabiotel) et en systématique 2 nd tour.	Il n'y a pas eu de traitement chimique sur les 1 ^{er} tour de laitue car aucun symptôme de maladie tellurique a été observé. L'utilisation en systématique de fongicides chimiques a été réalisée sur tous les 2 nd tours de laitue.
Biocontrôle	<i>Coniothyrium minitans</i> , champignon antagoniste de <i>sclerotinia sclerotiorum</i> et <i>sclerotinia minor</i> dont il va détruire les formes de conservation : les sclérotes. <i>Bacillus subtilis</i> , stimulateur des défenses naturelles des plantes. Phosphate ferrique, destruction des limaces et escargots.	En cas de forte attaque, application avant enfouissement des résidus de culture ou avant le travail du sol de la salade suivante. L'humidité du sol en fin de culture de salade peu limiter cette application. Levier qui n'a été utilisé qu'en 2 nd rotation de laitue, la pression de <i>Botrytis</i> et <i>Sclerotinia</i> lors des 1 ^{ères} rotations n'a pas nécessité son utilisation. La protection qu'il assure n'est pas suffisante en cas de forte pression.



Poivron,
2017 – Crédit photo :
L.Parès Inra



Systèmes racinaires de tomate, sain à gauche, avec des manchons de corky root à droite
2015 – Crédit photo : L.Parès Inra