

La prophylaxie et les méthodes de lutte indirecte en protection des cultures légumières sous abri et de plein champ

Exemples de la tomate et de la carotte

**C. Chabrière - APREL, Y. Trottin-Caudal - Ctifl Balandran, F. Villeneuve - Ctifl Lanxade
M. Dubois et L. Schoen - CENTREX**

Les cultures légumières sont caractérisées par la grande diversité des espèces cultivées, associée à des modes de production différents en plein champ ou sous abri et par le grand nombre d'organismes nuisibles qu'elles peuvent héberger. L'abri est un milieu confiné, protégé par une structure plus au moins étanche, sous laquelle la gestion de certains paramètres de culture est possible (climat, irrigation, fertilisation...), ce qui est difficilement le cas pour le plein champ. Les conditions sous abris sont particulièrement favorables au développement de ravageurs et maladies et il est possible d'y introduire des auxiliaires. En plein champ, les auxiliaires peuvent s'installer naturellement, mais ont souvent du mal à juguler les populations de ravageurs.

Durant de nombreuses années, la lutte chimique a été la méthode de protection des plantes la plus pratiquée. La réflexion sur le concept de protection intégrée puis d'agriculture raisonnée, a permis de mettre plus en avant les mesures prophylactiques. En tant que mesures indirectes de protection (Bernard et Bugaret, 2002), elles permettent de limiter la nuisibilité potentielle des bio-agresseurs. Elles sont nombreuses et lorsqu'elles sont cumulées, contribuent à prévenir ou défavoriser l'installation des bio-agresseurs et aussi à limiter leur développement et leur extension sur les cultures, notamment les maladies du sol (Arrufat et Dubois, 2003). Elles font souvent appel au bon sens et méritent d'être rappelées car elles sont essentielles, efficaces et déjà largement appliquées.

I – PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES MESURES INDIRECTES APPLIQUÉES SUR CULTURES LÉGUMIÈRES

① PRISE EN COMPTE DE L'HISTORIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PARCELLE

Historique

La connaissance de l'état sanitaire des plantes en fin de culture rend possible la mise en œuvre de mesures adaptées permettant de limiter les risques pour les cultures voisines et les suivantes. En effet, les cultures âgées peuvent héberger de nombreux ravageurs et maladies, tout comme les débris et déchets végétaux qu'il est important de ne pas laisser à proximité des parcelles cultivées. Il est possible de les brûler (sous réserve d'une autorisation), de les couvrir d'une bâche plastique, de les composter, de les évacuer dans une décharge autorisée ou de les enfouir après broyage. En cas de présence d'insectes vecteurs de maladies à virus, ou de viroses transmises par simple contact, il peut être nécessaire de renforcer ces mesures (DRAF/SRPV Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2005).

Pour les bio-agresseurs du sol (nématodes, *Phytophthora* sp., *Verticillium* sp...), la rotation des cultures est une alternative préconisée qui s'avère souvent inadaptée compte tenu des capacités de survie en l'absence d'hôte ou de la polyphagie du pathogène considéré (Villeneuve, 2005). La rotation est souvent peu facile à mettre en œuvre en culture sous abris, notamment sur les exploitations de petites surfaces. De plus, un même agent pathogène peut infecter plusieurs espèces cultivées et même des adventices, par exemple *Sclerotinia sclerotiorum* peut infester plus de 400 hôtes. Par contre, la rotation des cultures et la gestion des inter-cultures par la mise en œuvre d'engrais verts permettent de maintenir une biodiversité des micro-organismes dans les sols, qui peut entraîner une moindre pression parasitaire de certains champignons telluriques comme *Pythium* spp.. Autre alternative pour certaines cultures maraîchères : la production hors sol qui permet de changer le substrat et qui répond à certaines exigences (environnement, technicité..).

Caractéristiques de la parcelle

Un état des lieux précis de l'abri, de ses équipements et de l'ensemble du matériel utilisé est nécessaire pour améliorer les conditions de culture et limiter de façon raisonnée les risques

phytosanitaires (Trottin-Caudal *et al*, 1995). L'étanchéité de la structure est un élément important par exemple lors de l'arrachage des cultures. En cas de risques majeurs, des protections supplémentaires peuvent s'imposer : mise en place de filets anti-insectes aux ouvrants et aux portes, construction de sas aux entrées... De plus, l'accès des exploitations est contrôlé et éventuellement limité, avec pour le personnel et les visiteurs une utilisation obligatoire de pédiluves.

Le choix du mode de chauffage et de sa puissance est adapté à la structure et au type de production et permet autant que possible, la plus grande homogénéité de climat. Un des objectifs est de limiter les zones dans lesquelles les conditions de température et/ou d'hygrométrie relative sont favorables au développement de ravageurs et/ou maladies. De même, le système d'irrigation assure une répartition homogène des solutions et répond aux exigences de la culture. Entre deux cultures, les différentes zones de l'abri dans lesquelles des ravageurs (acariens, cochenilles...) ou agents pathogènes (spores de champignons, virus...) peuvent trouver refuges (structures métalliques ou bétonnées, poteaux...) sont lavées puis désinfectées afin d'éliminer le plus grand nombre d'organismes nuisibles et les traces de produits phytosanitaires pouvant pénaliser l'installation d'auxiliaires sur la culture suivante. L'abri est entretenu régulièrement pour optimiser les conditions de culture (nettoyage des vitres pour la luminosité...). Ces mesures peuvent être complétées par le respect d'une période de vide sanitaire complet avant remise en culture.

Le réseau d'irrigation et le matériel utilisé (sécateurs, chariots, caisses...) sont nettoyés et désinfectés, précautions indispensables en présence par exemple de foyers de maladies transmises mécaniquement ou par contact, et seul du matériel sain (substrat, végétaux...) est introduit dans la culture. Un point important concerne les risques de contamination croisée liés aux engins agricoles qui circulent dans les parcelles (tracteurs, outils de travail du sol...) qui devront être bien nettoyés avant de servir dans d'autres parcelles. Il est conseillé de mettre une bâche sous le tracteur pour éviter le transport de végétaux portant éventuellement des spores de champignons ou des insectes. De plus, le travail du sol dans des conditions d'humidité trop élevée entraîne une mauvaise structure qui empêche un développement harmonieux du système racinaire des cultures et ainsi le fragilise aux pathogènes du sol, par exemple les attaques de *Fusarium oxysporum* sur les plantations de melon (Villeneuve et Maignien, 2005). Certaines conditions de travail du sol et certains outils entraînent la mise en place d'une semelle compacte qui limite le ressuyage du sol et favorise des pathogènes, en particulier les Pythiacées ou la hernie des crucifères. Certains binages favorisant un ressuyage rapide des couches superficielles du sol peuvent limiter des maladies comme *Plasmodiophora brassicae*, responsable de la hernie du chou.

Environnement

L'état sanitaire des cultures et adventices situées à proximité des parcelles est un facteur important de maintien et de dissémination de ravageurs et maladies. Si l'observation des plantes environnantes permet souvent d'alerter par rapport à certains risques (ravageurs aériens par exemple), la présence de végétaux «porteurs sains», réservoirs de maladies mais ne présentant pas de symptômes visibles (virus par exemple) rend la situation parfois plus insidieuse. Les abords des parcelles doivent ainsi être maintenus propres (engazonnement de graminées, désherbages réguliers, broyage...), de façon à ce que les bio-agresseurs ne puissent pas établir un cycle sur les adventices. De plus, l'intérêt de maintenir une biodiversité fonctionnelle importante au travers de l'aménagement des parcelles (haies, bandes fleuries, bosquets...) a largement été mis en évidence, notamment pour les grandes cultures. Une des limites est liée aux durées des cycles de production, souvent trop courtes pour permettre une augmentation suffisante des populations d'auxiliaires naturels. A côté des effets positifs, en particulier sur les prédateurs généralistes (araignées, carabes, oiseaux...), certains éléments de l'environnement peuvent être favorables au maintien voire au développement de bio-agresseurs. Par exemple, les peupliers favorisent les pucerons des racines *Pemphigus* spp. sur laitue et les saules sont des hôtes d'hivernation du puceron de la carotte *Cavalliera aegopodii*.

② CHOIX DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Semences saines, désinfectées ou traitées

Des bio-agresseurs tels que certains champignons, bactéries, virus, nématodes peuvent se maintenir

au niveau de l'embryon ou du tégument de la semence. Des interventions peuvent soit les éradiquer soit limiter leur impact sur les cultures. Pour les pathogènes de quarantaine comme le virus de la mosaïque du pépino, par exemple, la réglementation prévoit pour certaines espèces cultivées, des contrôles phytosanitaires obligatoires des semences et certains lots peuvent être détruits. Néanmoins, pour la majorité des bio-agresseurs pouvant être véhiculés par les semences, la qualité sanitaire des lots est d'ordre contractuel entre la firme semencière et le producteur.

Plants sains

Il est impératif que le producteur s'assure de la provenance de ses plants et conserve le passeport phytosanitaire qui les accompagne obligatoirement, lorsqu'ils sont produits dans l'Union Européenne. Ce document atteste que les contrôles phytosanitaires obligatoires ont été réalisés. Des visites sur la pépinière de production renseignent sur les conduites culturale et phytosanitaire mises en œuvre. La qualité des plants est en effet directement liée aux conditions d'élevage (gestion du climat, irrigation...) mais aussi à d'autres facteurs tels que la présence de pédiluves, l'équipement de l'abri avec des filets anti-insectes, l'utilisation de produits de traitements compatibles ou non avec la protection intégrée... Avant plantation, une observation visuelle des plants permet de déceler précocement l'éventuelle présence de ravageurs et maladies, voire d'autres problèmes.

Matériel végétal

Le choix de l'espèce et de la variété doit être adapté à un créneau de production en relation avec la structure dont on dispose : serre verre, tunnel plastique, abri froid ou chauffé, plein champ... Le facteur variété et ses résistances ou tolérances à certaines maladies et parfois à des ravageurs est à considérer en fonction des problèmes présents ou rencontrés sur l'exploitation et à proximité. Il en est de même lors de l'utilisation de porte-greffes sur diverses cultures sous abri (tomate, concombre, aubergine...). Le choix de la variété peut aussi tenir compte de son comportement agronomique. Un port de plante érigé, par exemple sur salade, est moins favorable au développement de pourritures.

Situation actuelle de la lutte génétique contre certains bio-agresseurs de la tomate (d'après Laterrot, 2002) et de la carotte. * Résistance travaillée à ***** Résistance largement diffusée

Tomate	Disponibilité variétale	Carotte	Disponibilité variétale
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	*****	<i>Alternaria dauci</i>	*****
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radis lycopersici</i> (F.o.r.l)	***	<i>Cercospora carotae</i>	***
<i>Verticillium albo-atrum</i> et <i>V. dahliae</i>	*****	<i>Pythium</i> spp.	**
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	*	<i>Leveillula taurica</i>	**
<i>Fulvia fulva</i>	***	<i>Erysiphe heraclei</i>	*
<i>Phytophthora infestans</i>	*	<i>Psila rosae</i>	*
<i>Stemphylium</i> spp.	**	<i>Meloidogyne incognita</i>	*
<i>Oidium neolycopersici</i>	*	<i>Meloidogyne javanica</i>	*
<i>Pseudomonas tomato</i>	**	<i>Meloidogyne hapla</i>	*
Tomato Mosaic Virus (TMV)	*****	<i>Heterodera carotae</i>	*
Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)	*		
Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	**		
<i>Meloidogyne</i> spp.	**		

③ CONDUITE DE LA CULTURE

Semis - Plantation

La date de semis ou de plantation est définie en fonction du type culture (abri, plein champ...), des équipements (type d'abri, chauffage...) et des risques phytosanitaires de la parcelle. Le choix des dates a son importance en plein champ, par exemple sur les dégâts de mouche de la carotte. Les semis précoces d'août à octobre des cultures sous abris, doivent être effectués en pépinières étanches aux insectes, l'environnement étant riche en ravageurs et vecteurs potentiels de virus.

Semis et plantation sont réalisés dans de bonnes conditions notamment d'humidité et de température du sol pour les cultures précoces, abris froids en particulier. Il peut être nécessaire de mettre en place des protections ou des paillages temporaires directement sur les cultures, notamment sur les créneaux de production précoces. Pour éviter les blessures, portes d'entrées pour

certains pathogènes, il est important de ne pas pincer les plants et de les manipuler avec précaution. La densité ne doit pas être trop élevée et être adaptée à la vigueur de la plante (variable selon la variété, le porte-greffes, le type de sol...) et à l'époque de production. Pour les cultures en sol, la mise en place de buttes permet un bon ressuyage du sol, évite l'asphyxie des plantes et peut limiter certains problèmes racinaires. Un paillage du sol (paillage plastique, biodégradable...) entraîne une réduction des risques de pourritures de fruits (sur fraisier) et de collet (sur salades).

Fertilisation - Irrigation fertilisante

Il est important de vérifier la qualité sanitaire de l'eau d'irrigation, notamment en cultures sur substrats car certaines d'entre elles peuvent contenir des zoospores de Pythiacées. Une fumure équilibrée sans excès d'azote, limite les risques de développement végétatif trop important et ainsi certaines maladies, par exemple, *Sclerotinia sclerotiorum* chez la carotte, (Kora *et al.*, 2005) ou le tip burn sur salade (Raynal *et al.*, 1999).

Conduite soignée et régulière des plantes

Il est particulièrement important d'éviter les blessures ou plaies sur les plantes, portes d'entrée à des agents pathogènes : *Botrytis cinerea*, *Didymella lycopersici*, *Erwinia* sp... C'est pourquoi, toutes les opérations culturales (taille, couchage, palissage...) doivent être réalisées avec rigueur et dans de bonnes conditions. Par exemple sur tomate, pour limiter les risques de développement de *B. cinerea*, la taille des axillaires et des bouquets est effectuée au ras de la tige et les effeuillages sont réalisés de façon régulière et dans des conditions climatiques plutôt sèches (Decognet *et al.*, 1998, Blancard et Lemoine, 2004). L'effeuillage peut aussi permettre une bonne aération dans le bas des plantes et éviter l'apparition de certaines maladies telles que la cladosporiose. Cette pratique permet également de supprimer une quantité importante de ravageurs comme des larves d'aleurodes, pucerons... Toutefois, elle peut être déconseillée car sur courgette par exemple, elle augmente les risques de pourritures de tige par bactéries. L'effeuillage doit aussi être réfléchi car s'il est trop précoce (et/ou trop important), il peut perturber, voire compromettre l'installation des auxiliaires. Pour les cultures en sol, un buttage au collet des plantes, voire le rajout de tourbe peut favoriser l'émission de racines et renforcer la vigueur tout en limitant l'incidence de champignons racinaires. Toutefois, pour les cultures greffées, il faut éviter les risques d'affranchissement qui vont entraîner une sensibilité des plantes aux bio-agresseurs.

Maîtrise du climat

Elle est réalisée d'autant plus facilement que les abris sont des serres chauffées pilotées par un ordinateur climatique. Une bonne aération permet d'éviter les excès d'humidité et notamment la rosée sur les feuilles et les fruits, qui favorise la pénétration de spores de champignons tels que *B. cinerea* (Trottin-Caudal *et al.*, 1999). Des tubes de croissance situés à proximité des plantes ou bien des tubes de chauffage basse température près des racines améliorent nettement le micro-climat. Dans les différents types d'abris, l'aspersion (70-80 l/heure) ou la brumisation (7-10 l/heure) peuvent aider à limiter le développement de certains ravageurs, comme les acariens sur concombre (Mazollier, 2003) ou de maladies comme l'oïdium sur fraisier (Delamarre *et al.*, 2005). Ces opérations, encore insuffisamment pratiquées sous abris ont également pour conséquence un meilleur développement des plantes (poivron, aubergine, fraisier). Par contre, il convient de les réaliser en cours de journée afin qu'il y ait assèchement rapide et réduction des risques de maladies. Dans le cas des cultures hâtées de plein champ (carotte, melon...) qui ont recours à des paillages thermiques, il faut veiller à l'aération dès que les températures s'élèvent au printemps pour éviter à la fois des problèmes d'étiollement et phytosanitaires.

Filets de protection

Des filets de protection peuvent être installés en cultures sous abri aux ouvrants et aux portes, mais aussi en plein champ pour limiter les risques de virus transmis par vecteurs (pucerons, thrips...). Ce sont des voiles tissés ou non (type P17, Filbio...) ou des filets à mailles adaptées à la taille du ravageur, qui peuvent induire des modifications de climat qu'il faut prendre en compte. En serre verre, par exemple, il apparaît que l'équipement en filets contre *Bemisia tabaci* entraîne des augmentations de températures et d'hygrométrie (Lagier, 2005) dont les conséquences peuvent être

une réduction de rendement, une baisse de qualité des fruits, une incidence sur les auxiliaires et aussi une plus grande pénibilité du travail. L'utilisation de filets de protection doit s'accompagner de la mise en œuvre d'un ensemble d'autres mesures préventives.

④ HYGIÈNE EN COURS ET EN FIN DE CULTURE

Il est impératif de rappeler que l'organisation du travail doit limiter la fréquence des passages d'une unité de production à une autre et d'autant plus si des problèmes sanitaires existent (virus, bactéries...) dans une unité ou une zone. L'accès aux cultures doit être contrôlé par le chef d'exploitation et les visiteurs peuvent avoir l'obligation de s'équiper d'une combinaison ou d'une blouse, de sur-chaussures et de gants à usage unique et utilisables dans une seule serre ou unité de culture. Les portes restent fermées, avec présence de sas aux entrées (système de double porte). Un pédiluve est disposé dans le hall d'entrée des serres, il contient une lame d'eau suffisante et une solution désinfectante. Le matériel (caisses de récolte, outils de taille...) doit souvent être désinfecté. Le prêt de matériel ou d'outils entre exploitations est à éviter.

Dans certains cas, la désinfection régulière des mains, voire le lavage avant et en cours de travail peut s'imposer. En cours de culture, si des plants sont malades et que leur récolte est fortement limitée voire nulle (fruits non commercialisables) ou que les risques de dissémination de la maladie sont importants, l'élimination de ces plantes s'impose. Elle s'opère alors avec une mise en sac sur place, réalisée délicatement pour éviter la dispersion d'éventuels insectes vecteurs (thrips, aleurodes, pucerons...). Dans le cas d'attaque de champignons du sol ou de nématodes, il est important de prendre le maximum de racines avec les plantes malades. Dans tous les cas, les zones contaminées doivent être identifiées et travaillées en dernier. Lors du conditionnement des fruits, il peut être nécessaire de mettre en place des circuits séparés entre parcelles contaminées et non contaminées. Dans le cas des cultures de plein champ, la prévention est du même ordre, avec en plus la prise en compte des risques de contamination liés aux engins agricoles.

En fin de culture, après la dernière récolte et avant l'arrachage des plantes, des traitements s'imposent afin de protéger les cultures voisines et les suivantes. Pour le plein champ, il est important d'enfouir rapidement les déchets de cultures et de favoriser une décomposition rapide de ces débris, souvent à l'origine du maintien des bio-agresseurs dans les parcelles.

II – EXEMPLE DE LA TOMATE SOUS ABRI

Mesures à prendre	Champignons du sol : <i>Pythium</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp. ...	
	Cultures en sol	Cultures sur substrat
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire des racines de la culture précédente	Si conservation du substrat et(ou) plastique : état culture précédente
	Raisonnement de la rotation : plantes non hôtes (Cucurbitacées / <i>F.o.r.l</i>)	Substrat sain
	Solarisation, Engrais verts (sorgho)	
	Qualité du drainage (Pythiacées)	
	Paillage au sol (sur la ligne)	Paillage intégral (conseillé)
	Élimination des débris végétaux (racines...), déchets, paillage... Nettoyage et désinfection structures, réseau goutte à goutte...	Nettoyage du paillage si conservation
Choix du matériel végétal	Plants sains et de qualité suivis en pépinière (qualité de l'élevage) Résistances (<i>F.o.r.l</i> ...) - Porte-greffe résistants (KNVF...)	
Conduite de la culture	Bonnes conditions de plantation Mise en place de grilles Maîtrise irrigation et fertilisation Buttage ou tourbe au collet	Qualité de l'eau d'irrigation Bonnes conditions de plantation Maîtrise irrigation et fertilisation Équilibre végétation et fructification
Hygiène en cours de culture	Élimination des plantes malades, fruits atteints (<i>Phytophthora</i> sp.)	

Mesures à prendre	Champignons aériens : <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Oidium neolycopersici</i> , <i>Leveillula taurica</i> , <i>Fulvia fulva</i> , <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Didymella lycopersici</i> ...	
	Cultures en sol	Cultures sur substrat
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire de la culture précédente	
	Élimination des débris végétaux, déchets, paillage...	
		Nettoyage du paillage si conservation
	Nettoyage et désinfection structures, réseau goutte à goutte... Entretien serre et abords (adventices, plantes hôtes)	
Choix du matériel végétal	Plants sains et de qualité suivis en pépinière (qualité de l'élevage) Variétés résistantes ou tolérantes (oïdium, <i>F. fulva</i> ...)	
Conduite de la culture	Bonnes conditions de plantation Maîtrise du climat, aération... (<i>F. fulva</i> , <i>B. cinerea</i> ...) / Fertilisation non excessive Conduite soignée des plantes Gestion des aspersion	Conduite soignée et régulière des plantes : effeuillages, palissage, récolte (<i>B. cinerea</i> , <i>D. lycopersici</i> ...)
Hygiène en cours de culture	Élimination des plantes malades, desséchées avec chancres (<i>B. cinerea</i> ...)	Élimination des plantes malades,
		Limiter feuilles et fruits au sol Éviter flaques sur plastique.

Mesures à prendre	Ravageurs aériens	Ravageurs du sol
	Cultures en sol et sur substrat	Cultures en sol
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire de la culture précédente Élimination des débris végétaux (racines...), déchets, paillage... Nettoyage et désinfection structures (acariens, punaises...), réseau goutte à goutte (cochenilles) Entretien serre et abords (adventices, plantes hôtes)	
		Raisonnement de la rotation (nématodes)
Choix du matériel végétal	Plants sains (aleurodes, thrips, mineuses...) et de qualité / Prise en compte des produits appliqués en pépinière	Plants sains et de qualité Variétés et porte-greffe résistants (mais problème de <i>Meloidogyne hapla</i>)
Conduite de la culture	Fertilisation non excessive Détection précoce des ravageurs (observation, piégeage...) Aspersion ou brumisation (acariens, thrips) en cultures sous abri plastique Effeuilage possible pour réduire les quantités de ravageurs, notamment juste après plantation	Buttage ou tourbe au collet pour développement de racines
Hygiène en cours de culture	Maintien de la serre propre (désherbage manuel régulier) Traitements de fin de culture pour limiter le maintien et la dissémination des ravageurs Destruction et élimination des déchets végétaux	Prêt de matériel déconseillé Organisation du travail à adapter en cas de zones contaminées Élimination et destruction des déchets avec le maximum de racines en fin de culture

Mesures à prendre	Virus transmis par contact et <i>Clavibacter michiganensis</i> (bactérie)	Virus transmis par vecteurs Pucerons, aleurodes, thrips
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire De la culture précédente	Historique et état sanitaire de la culture précédente / Connaissance des cultures voisines (ravageurs...)
	Suppression des débris et déchets végétaux	
	Nettoyage et désinfection serre (structures, aires bétonnées...), matériel, outils... Désherbage et entretien abris et abords (plantes hôtes..)	Désherbage serre et abords (plantes hôtes ravageurs et virus) Engazonnement de graminées autour des abris
Choix du matériel végétal	Semences saines ou désinfectées Plants sains / Passeport phytosanitaire Greffage possible pour augmenter la vigueur des plantes (Pep MV...) Variétés résistantes (TMV...)	Plants sains avec passeport phytosanitaire (notamment pour virus de quarantaine) / Utilisation de variétés tolérantes (TSWV, CMV...), à proscrire en zone indemne de virus
Conduite de la culture		Limiter l'entrée des vecteurs (<i>B. tabaci</i> ...) / Filets de protection aux ouvrants, portes, sas aux entrées
Hygiène en cours de culture	Désinfection régulière du matériel (caisses...), mains.../ Équipement des visiteurs / Tenue de travail par unité de serre / Prêt de matériel déconseillé / Organisation du travail à adapter en cas de foyers / Élimination, destruction des déchets en fin de culture...	Élimination des plantes malades (TSWV, TYLCV...). Désherbage et entretien régulier des abris et des abords

III – EXEMPLE DE LA CAROTTE

Mesures à prendre	Champignons du sol : <i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora</i> sp., <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Rhizoctonia violacea</i> ...
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire des carottes et de la culture précédente
	Raisonnement de la rotation : préférence pour des plantes non hôtes (<i>R. solani</i> et Pythiacées).
	En fonction de la pression : plantes de coupures / Qualité du drainage (Pythiacées) / Préparation du sol dans le sens de la pente pour faciliter l'écoulement de l'eau tout en prenant en compte les risques d'érosion / En cas de risques d'excès d'eau, préférence pour les cultures sur buttes
	Élimination des débris végétaux (racines, tiges, feuilles) par un broyage et un enfouissement le plus rapide possible après la récolte
Choix du matériel végétal	Variétés tolérantes
Conduite de la culture	Bonnes conditions d'implantation de la culture / Maîtrise irrigation et fertilisation (pas d'excès d'azote) / Etat sanitaire de l'eau
Hygiène en cours de culture	Nettoyage du matériel agricole pour éviter les contaminations croisées Prévention de la contamination des engins agricoles Organisation du travail à adapter si zones contaminées
Fin de culture	Destruction et élimination des déchets en fin de culture

Mesures à prendre	Champignons aériens : <i>Alternaria dauci</i> , <i>Cercospora carotae</i> , <i>Leveillula taurica</i> , <i>Erysiphe heraclai</i> f.sp. <i>polygoni</i> et <i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>carotae</i> (bactérie)
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Historique et état sanitaire des carottes et de la culture précédente
	Élimination des débris végétaux (racines, feuilles...) par un broyage et un enfouissement le plus rapide possible après la récolte
	Tenir les abords des parcelles et les fossés propres par un fauchage régulier, essayer de limiter le développement des Apiacées sauvages
Matériel végétal	Préférence pour des variétés résistantes et/ou tolérantes
Conduite de la culture	Bonnes conditions d'implantation de la culture Maîtrise irrigation et fertilisation (pas d'excès d'azote)
Hygiène en cours de culture Fin de culture	Organisation du travail à adapter si zones contaminées Destruction et élimination des déchets en fin de culture

Mesures à prendre	Ravageurs aériens Pucerons, noctuelles	Ravageurs du sol : Nématodes, mouche de la carotte, taupins...
Prise en compte de l'historique et de l'environnement de la parcelle	Tenir compte de l'environnement des parcelles, en particulier la présence de saules (notamment <i>Salix fragilis</i> et <i>Salix alba</i>) lieu d'hivernation du principal puceron de la carotte (<i>Cavariella aegopodii</i>)	Raisonnement de la rotation (nématodes) / Tenir compte de l'environnement des parcelles (haies) pour la mouche par exemple Limiter le développement des Apiacées sauvages
Matériel végétal	Préférer les variétés tolérantes	
Conduite de la culture	Bonnes conditions d'implantation de la culture Maîtrise irrigation et fertilisation (pas d'excès d'azote) / Etat sanitaire de l'eau	
	Détection précoce des ravageurs (observation, piégeage...) Fertilisation non excessive	Détection précoce des ravageurs (observation, piégeage, modélisation...).
Hygiène en cours de culture	Nettoyage du matériel / Prévention de la contamination des engins agricoles / Organisation du travail à adapter si zones contaminées	
Fin de culture	Destruction et élimination des déchets de culture	

CONCLUSION

Les mesures prophylactiques en tant que méthodes indirectes font toujours appel au bon sens et elles s'inscrivent dans une démarche de protection intégrée.

Les deux exemples développés sur la tomate sous abri et la carotte montrent qu'elles sont nombreuses et adaptées aux ravageurs et maladies spécifiques de la culture. Lorsqu'elles sont cumulées, elles contribuent à prévenir ou défavoriser l'installation des bio-agresseurs et également à limiter leur développement et leur extension sur les cultures.

Elles méritent d'être reconnues pour leur efficacité et les réductions des traitements qu'elles entraînent, limitant ainsi les risques non seulement pour les applicateurs, le personnel et toutes les personnes se déplaçant dans les cultures mais aussi pour l'environnement. Leur mise en œuvre s'intègre dans une démarche globale de qualité.

Remerciements à C. Fournier et JM. Leyre (Ctifl/Balandran) et D. Blancard (INRA)