

Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires, Volet 1 . Tome V. Analyse comparative de différents systèmes en cultures légumières.

Eva Brismontier, Philippe C. Nicot, Michel Pitrat, Dominique Blancard, Frederique F. Bressoud, Bernard Le Delliou, Catherine Mazollier, Mireille Navarrete, Gérard Roche, Catherine Taussig, et al.

▶ **To cite this version:**

Eva Brismontier, Philippe C. Nicot, Michel Pitrat, Dominique Blancard, Frederique F. Bressoud, et al.. Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires, Volet 1 . Tome V. Analyse comparative de différents systèmes en cultures légumières.. [Rapport de recherche] INRA; Ecophyto. 2009. hal-02822559

HAL Id: hal-02822559
https://hal.inrae.fr/hal-02822559

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
Direction de l'eau et biodiversité

Sous-direction de la protection et de la gestion des ressources en eau
Bureau des ressources naturelles et de l'agriculture

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE

Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et du développement durable
Sous-direction de la biomasse et de l'environnement

Bureau des sols et de l'eau

ECOPHYTO R&D

VERS DES SYSTEMES DE CULTURE ECONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES

VOLET 1

TOME V : ANALYSE COMPARATIVE DE DIFFERENTS SYSTEMES EN CULTURES LEGUMIERES

Janvier 2009

INRA
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
Direction de l'eau et biodiversité

Sous-direction de la protection et de la gestion des ressources en eau
Bureau des ressources naturelles et de l'agriculture

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE

Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et du développement durable
Sous-direction de la biomasse et de l'environnement

Bureau des sols et de l'eau

Le présent document constitue le tome V relatif aux cultures légumières d'une étude financée :
» par le Ministère de l'agriculture et de la pêche via le programme 215 – sous action 22,
» et par le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire

INRA

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

AUTEURS ET EDITEURS DE CE TOME

Auteurs
Brismontier Eva, Inra Avignon
Nicot Philippe, Inra Avignon, Pathologie végétale
Pitrat Michel, Inra Avignon, Génétique et amélioration des fruits et légumes

et, par ordre alphabétique,
Blancard Dominique, Inra Bordeaux, Pathologie végétale
Bressoud Frédérique, Inra Alénya
Le Delliou Bernard, UNILET
Mazollier Catherine, GRAB Avignon
Navarette Mireille, Inra Avignon, Ecodéveloppement
Roche Gérard, FNPL
Taussig Catherine, APREL
Tchamitchian Marc, Inra Avignon, Ecodéveloppement
Trottin-Caudal Yannie, Ctifl Balandran
Villeneuve François, Ctifl Lanxade
Wuster Gilles, DGAL

Responsables scientifiques
Stengel Pierre, Directeur scientifique ECONAT, INRA
Lapchin Laurent, Directeur scientifique adjoint ECONAT, INRA
Dedryver Charles-Antoine, coordinateur du volet 1, INRA

Coordination éditoriale
Volay Thérèse, IE, INRA Rennes, Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

1. Matériel et méthodes **3**

1. 1. Les cultures retenues 3

1. 2. Les niveaux de rupture retenus 6

1. 3. Source des données 7

1. 4. Indicateurs de performance retenus 10

2. Etat des lieux phytosanitaire **13**

2. 1. Les principaux bio-agresseurs des différentes cultures en parcelles de production 13

2. 2. La situation actuelle de la protection chimique des cultures légumières 13

2. 3. Les différentes méthodes alternatives existantes 16

2. 4. Les traitements des plants en pépinière 30

3. Performances des différents niveaux de rupture par culture **31**

3. 1. Tentative de caractérisation des performances des niveaux de rupture pour les cultures étudiées 31

3. 2. Illustration des performances des niveaux de rupture : essai Biophyto (Civam bio 66 et SICA Centrex) 49

3. 3. Illustration des performances des différents niveaux sur la tomate : essai comparatif en Californie 53

4. Discussion **55**

4. 1. Difficultés méthodologiques 55

4. 2. Limites de l'étude et des connaissances 56

4. 3. Perspectives 58

BIBLIOGRAPHIE **61**

ANNEXES ..... **I**

RESUME ..... **XLII**

ABSTRACT ..... **XLII**

ANNEXES

1) *Remerciements aux collaborateurs (extérieurs au groupe production « cultures legumières »)* ..... *I*
2) *Les principaux bio-agresseurs des carottes de plein champ* ..... *III*
3) *Les principaux bio-agresseurs des choux-fleurs de plein champ* ..... *IV*
4) *Les principaux bio-agresseurs des haricots de plein champ* ..... *V*
5) *Les principaux bio-agresseurs de la laitue* ..... *VI*
6) *Les principaux bio-agresseurs du melon* ..... *VII*
7) *Les principaux bio-agresseurs de la tomate* ..... *VIII*
8) *Principaux bioagresseurs (source : sondage BVA/AFSSA)* ..... *IX*
9) *Usages vides - Analyse des usages des différentes cultures légumières ne disposant pas d'AMM* ..... *XI*
10) *Usages précaires - Analyse des usages des différentes cultures légumières ayant au moins une AMM* ..... *XII*
11) *Usages clefs - Classement des différents usages en fonction de l'importance du bioagresseur de la culture* ..... *XIII*
12) *Analyse du niveau de couverture des usages de différentes cultures pour les bioagresseurs (maladies, ravageurs) clefs* ..... *XIV*
13) *Exemple de classement des principaux problèmes phytosanitaires, application à la carotte* ..... *XV*
14) *Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection en cultures légumières* ..... *XVII*
15) *Méthodes alternatives en culture de carotte* ..... *XXIII*
16) *Méthodes alternatives en culture de chou fleur* ..... *XXVI*
17) *Méthodes alternatives en culture de haricot* ..... *XXVIII*
18) *Méthodes alternatives en culture de laitue* ..... *XXX*
19) *Méthodes alternatives en culture du melon de plein champ* ..... *XXXIV*
20) *Méthodes alternatives en culture de tomate* ..... *XXXV*
21) *Sources des indicateurs renseignés* ..... *XXXIX*

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Moyenne des surfaces, productions et valeurs des cultures retenues pour l'étude 3
Tableau 2 : Données 2007 des surfaces et productions des cultures retenues 3
Tableau 3 : Les cultures concernées par les différents modes de production 4
Tableau 4 : Division des différents bassins de production 4
Tableau 5 : Modes de succession ou d'association tous légumes confondus sur un an (en 2005) 5
Tableau 6 : Les adaptations des différents niveaux de rupture aux cultures légumières 6
Tableau 7 : Exemples de niveau de polyphagie, de durée de survie et de durée minimum des rotations pour réduire de façon significative les populations de quelques ravageurs et pathogènes 18
Tableau 8 : Caractéristiques des traitements herbicides (source : sondage BVA/AFSSA) 27
Tableau 9 : Avantages et inconvénients des techniques permettant de réguler les populations de mauvaises herbes 28
Tableau 10 : Exemple pour la culture de melon des différents types de désherbage utilisés 29
Tableau 11 : Indicateurs de la production de carotte pour le Sud est 32
Tableau 12 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la carotte (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 33
Tableau 13 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le chou-fleur (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 34
Tableau 14 : Indicateurs de la production de chou-fleur (1) 35
Tableau 15 : IFT théoriques pour la culture de haricot 37
Tableau 16 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le haricot (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 37
Tableau 17 : Exemple d'une production de haricot vert du Sud-ouest 38
Tableau 18 : Nombre de traitements sur la culture de laitue 39
Tableau 19 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la laitue (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 40
Tableau 20 : Exemples des indicateurs économiques et agronomiques pour différents types de production de laitue (plein champ, sous abri conventionnel et AB) 41
Tableau 21 : Indicateurs de la production de melon en France (source : CTNM) 43
Tableau 22 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le melon (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 44
Tableau 23 : Exemple de comparaison de production de melon conventionnelle et AB dans le Sud Est 45
Tableau 24 : Nombre de traitements sur la culture de tomate 46
Tableau 25 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la tomate (données extraites du sondage BVA/AFSSA) 47
Tableau 26 : Exemples des indicateurs économiques et agronomiques pour différents types de production de tomate (hors sol, en sol sous abri conventionnel et AB) 48
Tableau 27 : Tableau de synthèse du protocole Biophyto 50
Tableau 28 : Essai Biophyto : nombre de traitements pour la culture de laitue 50
Tableau 29 : Essai Biophyto : performances des niveaux de rupture pour la culture de la laitue 50
Tableau 30 : Essai Biophyto : nombre de traitements pour la culture de melon 51
Tableau 31 : Essai Biophyto : performance des niveaux de rupture pour la culture du melon 51
Tableau 32 : Essai Biophyto : nombre de traitements de la rotation 51
Tableau 33 : Essai Biophyto – rotation : traitement d'été des 2 cultures 52
Tableau 34 : Essai Californie : protocole de comparaison de 4 systèmes de cultures de plein champ 53
Tableau 35 : Essai Californie : performance des niveaux de rupture concernant la tomate 53

Figure 1: Relation entre le nombre d'usages et le nombre de s.a. ayant une AMM pour un usage 14
Figure 2 : Usages vides et précaires 15
Figure 3 : Les calendriers de culture de la carotte en France 31
Figure 4 : Essai Biophyto : nombre de traitements par tunnel 52

Encadré 1 : Point météo 2007 (source : météo France) 9
Encadré 2 : Exemple des traitements en pépinière (pépinière SCEA Briand René, contact Jean Robert Roos) 30

INTRODUCTION

Les cultures légumières et leur production sont très diversifiées en France. En effet, plusieurs modes de production sont employés : serre hors-sol (tomate, concombre…), abri plastique froid (laitue, melon, tomate, poivron…), abri léger : chenilles, bâches (par exemple : Agryl P17) ou bien culture en plein champ (carotte, haricot, petit pois, chou-fleur…). Ces conditions de production très contrastées influencent différemment les problèmes phytosanitaires (exemples : des bio-agresseurs d'origine tropicale sont plus prégnants sous abris, les nématodes et les mauvaises herbes n'ont pas la même incidence en culture hors-sol qu'en culture en sol). De plus, les problèmes et les pratiques varient en fonction de chaque bassin de production et de leurs contraintes environnementales. Des variations interannuelles se manifestent également (ex : carotte primeur et carotte de saison). **Ces différences ont une incidence directe sur les problèmes phytosanitaires et la gestion de ceux-ci.** La protection phytosanitaire doit donc être analysée indépendamment pour chacune de ces spécificités : nature de la culture, mode cultural, bassin de production.

Une caractéristique de la protection des cultures légumières est l'utilisation déjà courante de certaines méthodes alternatives aux produits phytosanitaires. En effet, l'indisponibilité de produits phytosanitaires contre certains bio-agresseurs a entraîné des impasses techniques qui se sont traduites, dans la mesure du possible, par le développement des méthodes alternatives : variétés résistantes, paillages plastiques, utilisation du greffage, désinfection du sol par solarisation, par bio-fongicide (ou biofumigation), protection biologique sous abri.... De plus, les consommateurs sont très sensibles à la présence de pesticides sur les légumes qu'ils consomment souvent directement et sans transformation.

Cependant, la diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires sur cultures légumières pose problème. En effet, une contrainte commerciale forte concernant l'aspect des légumes commercialisés en frais doit être prise en compte. Ces derniers ne doivent présenter aucun défaut visible. Or les méthodes alternatives ne sont généralement pas efficaces à 100%. Elles maintiennent les bio-agresseurs en dessous d'un seuil acceptable, associé parfois à des défauts physiques sur les légumes. Enfin, ce sont des cultures à haute valeur ajoutée ayant des coûts de production élevés, d'où une réticence des producteurs à prendre des risques qui pourraient compromettre leur revenu. Dans ces conditions, les producteurs ont tendance, par précaution, à traiter de manière préventive.

L'obtention d'un produit de qualité nécessite une haute technicité de la part des producteurs pour répondre aux exigences qualitatives et quantitatives du marché et garant de la rentabilité des spéculations, ce qui implique une spécialisation de leur part difficilement compatible avec une diversification des productions.

L'objectif de ce rapport est de caractériser les différents systèmes de culture des principales productions légumières françaises et de présenter les informations recueillies sur les performances de différents niveaux de rupture. A l'aide de différentes sources de données disponibles, un état des lieux a été réalisé sur les problèmes phytosanitaires, les pratiques de protection, les caractéristiques agronomiques et économiques des systèmes actuels et économes en produits phytosanitaires. Du fait du manque de données publiées exploitables pour cette étude, il a été nécessaire de recourir de façon très conséquente à des dires d'expert, et un important travail de consultation a été réalisé auprès d'acteurs de la filière et du développement. Une des contraintes de cette approche est qu'il a été rarement possible de recueillir des données comparables de manière pertinente à une échelle régionale et que par conséquent, la majorité des informations présentées sont globalisées pour le territoire national métropolitain.

1. MATERIEL ET METHODES

1. 1. Les cultures retenues

Tous légumes confondus, la moyenne 2004-2006 des surfaces occupées par les cultures légumières est de 263 600 ha. La production moyenne 2004-2006 est de 5 930 100 tonnes (*source SCEES)*.

Six cultures légumières ont été retenues pour l'étude : la carotte, le chou-fleur, la laitue (types concernés : Batavia, Feuilles de chêne blonde et rouge, Laitue, Lolo blonde et rouge), le melon, la tomate et le haricot. Ce sont les six cultures majeures en France métropolitaine, elles représentent 49,6% des surfaces consacrées aux cultures légumières.

Nous nous intéressons dans cette étude aux producteurs spécialisés car ce sont eux qui possèdent les plus grandes surfaces et qui fournissent la majorité de la production. Les polyculteurs ayant une production diversifiée ne sont pas pris en compte, leurs surfaces de production sont plus faibles, leurs circuits de vente plus courts et leurs pratiques très différentes. En effet, ces producteurs ne tirent pas uniquement leur revenu du rendement d'une culture, ce qui modifie nettement les pratiques de protection car les objectifs, les problèmes, les moyens mis en œuvre et les prises de risque sont différents.

Tableau 1 : Moyenne des surfaces, productions et valeurs des cultures retenues pour l'étude

	Haricot vert	Chou-fleur	Laitue	Carotte	Melon	Tomate	Total
Surface concernée (millier d'ha)	30,8	24,8	13,3	14,6	14,9	5,1	**103,5**
Production (millier de tonnes)	359,4	367,6	356	652,4	288,9	793	**2 817,3**
Valeur (millions d'euros)	163,4	82,2	327,2	96,5	?	486,6	**1 155,86**

Tous modes de production confondus
Source : Données SCEES et Agreste. Années 2004-2006

Tableau 2 : Données 2007 des surfaces et productions des cultures retenues

	Haricot vert	Chou-fleur	Laitue	Carotte	Melon*	Tomate*	Total
Surface concernée (millier d'ha)	32,4	22,7	12,6	13,6	14,9	2,7	**98,9**
Production (milliers de tonnes)	337,5	366	325,5	537,5	238	593	**2 395,5**

Tous modes de production confondus
Source : Données SCEES et Agreste. Année 2007 (***attention, année atypique dans le cas du melon et de la tomate**)

1. 1. 1. Les modes de production retenus

Les modes ont été divisés en 4 catégories :

- Les serres hors-sol, concernant principalement la tomate,
- Les abris comprenant les serres verre et les multi-chapelles plastiques (excepté les serres hors-sol) et les grands tunnels plastiques,
- Les champs primeurs ou plein champ précoce, c'est-à-dire les cultures de plein champ sous chenilles et bâches,
- Le plein champ saison, c'est-à-dire les cultures de plein air non protégées par des chenilles ou des bâches.

Tableau 3 : Les cultures concernées par les différents modes de production

	Carotte	Chou-fleur	Haricot	Laitue	Melon	Tomate
Serre hors-sol						+
Abris (sauf serre HS)				+	+	+
Plein champ précoce (et hiver)	+	+		+	+	+
Plein champ saison	+	+	+	+	+	+

En ce qui concerne la tomate, seules les cultures sous abris et en serres hors sol seront étudiées. En effet, la production en plein air destinée aux conserves ne représente que 15% du tonnage et est en forte décroissance depuis les cinq dernières années ; elle ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

1. 1. 2. Les zones étudiées

Elles correspondent aux bassins principaux de production des différentes cultures.

Tableau 4 : Division des différents bassins de production

Bassins	Régions administratives
Centre-Ouest	Centre, Pays de la Loire, Poitou-Charentes
Est	Alsace, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Lorraine
Massif-Central	Auvergne, Limousin
Nord	Haute-Normandie, Ile-de-France, Nord Pas de Calais, Picardie
Ouest	Basse Normandie, Bretagne
Sud-Est	Corse, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes Côte d'Azur, Rhône-Alpes
Sud-Ouest	Aquitaine, Midi-Pyrénées

Construit sur la base des données Agreste 2007/2008

Carotte : Sud-Ouest (49% de la production dont Gironde et Landes : 47,1%), Ouest (23%), Sud-Est (13%)

Chou-fleur : Ouest (83% de la production dont Bretagne : 75%), Nord (10%)

Haricot vert (2007) : Bretagne (37 % de la production), Sud-ouest (35 %), Nord-Picardie-Centre (27 %), divers : 1 %.

Laitue : Sud-Est (67% de la production dont Bouches-du-Rhône : 23%), Vallée de la Loire + Ile-de-France (15%), Sud-Ouest (9%), Ouest (8%)

Melon (moyenne 2004, 2005 et 2006) : Sud-Est (42,3% de la production, principalement sous abri et sous bâche), Centre-Ouest (33%), Sud-Ouest (23.3%, principalement plein champs saison)

Tomate : Sud-est (51% de la production), Ouest (32%), Centre Ouest (9% dont Loire-Atlantique et Vendée 7%) et Sud-ouest (7% dont Lot-et-Garonne 5.7%)

En fonction des zones de production, les techniques et les périodes de production varient. Par exemple, la culture de laitue dans le Sud-Est et en moindre mesure en Rhône-Alpes est en grande partie une production d'hiver sous abri (environ 75%) alors que celle du Nord est à la fois une production estivale de plein champ et une production d'hiver sous abri. Donc tous les bassins de production ne sont pas concernés par chaque mode de production.

1. 1. 3. Les rotations

Une rotation est la succession des cultures sur une même parcelle. Les serres hors sol sont en monoculture et ne sont donc pas concernées par les rotations.

Tableau 5 : Modes de succession ou d'association tous légumes confondus sur un an (en 2005)

	1 seul légume par an	Plusieurs légumes par an	Autres successions (fleurs, grandes cultures, autres cultures)
Culture de plein champ	157 825 ha	34 602 ha	24 895 ha
Abris bas	4 092 ha	3 133 ha	639 ha
Abris hauts (sauf hors sol)	1 631 ha	3 445 ha	97 ha

Source : Agreste 2005 (enquête sur les structures de la production légumière)

Pendant de nombreuses années, les successions de culture ont été de moins en moins diversifiées, les agriculteurs cherchant à faire des économies d'échelle et à simplifier le travail, mais aussi du fait de la haute technicité demandée pour produire des légumes de haute qualité commerciale. Les organisations économiques ont également favorisé la spécialisation par bassin de production. La réduction du nombre de produits phytosanitaires autorisés et les cahiers des charges commerciaux de plus en plus restrictifs incitent les producteurs, depuis quelques années, à diversifier de nouveau leurs rotations.

Deux types de rotation sont à distinguer : les rotations culturales intra-annuelles (exemple : melon durant l'été et laitue durant l'hiver) principalement sous abri et les rotations culturales pluriannuelles (alternance de cultures légumières diversifiées qui changent tous les ans) faites en plein champ. Elles peuvent être enrichies par des cultures intercalaires non rémunératrices (CIPAN, sorgho, moutarde…). Les rotations permettent de limiter l'émergence de certains bio-agresseurs et donc de diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires. De plus, elles limitent les pertes en matières organiques et enrichissent le sol, réduisent les risques de compactage et d'érosion. Certaines plantes peuvent être cultivées pour leurs propriétés : engrais vert, nématicide, bio-désinfection.

Exemple d'une rotation culturale intra-annuelle courante dans le Sud-Est : une ou deux cultures de laitues, centrées sur l'hiver et occupant les abris de septembre à avril puis une culture de printemps-été et parfois automne avec des solanacées (exemple de la tomate) ou des cucurbitacées (exemple du melon). La fraise (rosacées) occupe en général la parcelle de début août à fin juin de l'année suivante (ex culture précoce en sol). D'autres cultures appartenant à d'autres familles peuvent enrichir la rotation : radis, haricot, céleris, blette, mâche, etc.

Exemple d'une rotation pluriannuelle pour la culture de carotte dans les Landes : 1 double culture de carotte (primeur puis de conservation) tous les 6 ans puis du maïs grain avec parfois une culture intermédiaire de haricot ou de pomme de terre et enfin avant la carotte, une culture de maïs doux (culture courte).

Un dispositif pluriannuel de comparaison de rotations légumières plein champ en agriculture biologique a été mis en place dans le Val de Saire (Normandie) en 2000. Deux types de rotation sont testés : rotation avec céréales (30 à 40% de céréales avec production de chou-fleur, pomme de terre, carotte et poireau ; rotation sans céréales (production de chou-fleur, pomme de terre, carotte et poireau avec une place importante pour les engrais verts). Ces mêmes pratiques ont fait l'objet de MAE en agriculture conventionnelle à partir de 1995 dans la même zone de production (Villeneuve, 1998).

1. 2. Les niveaux de rupture retenus

Les niveaux de rupture décrits dans le tome I : méthodologie générale ont été redéfinis en fonction des caractéristiques des cultures légumières.

Tableau 6 : Les adaptations des différents niveaux de rupture aux cultures légumières

	Culture plein champ	Sous abris en sol	Hors sol (tomate)
niveau 1	**Raisonnement** des traitements : surveillance et seuil de nuisibilité		
niveau 2a	**Gestion ponctuelle d'au moins un bio-agresseur sur une culture avec des alternatives aux produits phytosanitaires : techniques alternatives de protection** (paillage plastique, filets, désherbage mécanique, greffage, gestion de la fertirrigation, drainage, plantation sur butte), **choix raisonné des résistances** et **prophylaxie**	**Gestion ponctuelle d'au moins un bio-agresseur sur une culture avec des alternatives aux produits phytosanitaires : techniques alternatives de protection** (PBI ponctuelle, paillage plastique, filets, désherbage mécanique, greffage, gestion de la fertirrigation, drainage, plantation sur butte), **choix raisonné des résistances** et **prophylaxie**	**Gestion d'au moins un bio-agresseur avec des alternatives aux produits phytosanitaires : techniques alternatives de protection (**gestion du microclimat, PBI, gestion de la fertirrigation, greffage) + **choix raisonné des résistances+prophylaxie**
niveau 2c	**Mise en œuvre d'une gestion durable dans le temps et dans l'espace des bio-agresseurs clés : système de culture** (rotation, cultures pièges, associées, choix du calendrier de production, bio-désinfection, solarisation, apport d'amendements organiques, gestion du pH) + **techniques alternatives de protection + prophylaxie + gestion paysagère + gestion durable des résistances**		
niveau 3	**Suppression de tout traitement de synthèse** (Agriculture biologique)		
niveau 4	**Agriculture de niveau 2c avec utilisation de produits biologiques mais sans aucune utilisation de produits chimiques organiques ou minéraux** (dont le cuivre).		

Commentaires sur les niveaux de rupture retenus pour les cultures légumières par rapport aux niveaux de rupture initialement définis :

Le niveau 0 « agriculture conventionnelle » n'existe pratiquement plus en cultures légumières car la quasi-totalité des producteurs raisonnent leurs traitements phytosanitaires en fonction des observations des cultures et/ou des risques climatiques. De plus, certaines pratiques de protection considérées comme alternatives sont maintenant couramment utilisées : le paillage contre les adventices, les résistances variétales, le greffage. Enfin, les données concernant ce niveau 0, si elles existent, sont inaccessibles. Donc ce niveau est supprimé dans notre étude.

Certaines résistances variétales sont intégrées en routine dans les programmes des sélectionneurs (exemple : la quasi-totalité des variétés de laitue vendues actuellement sont résistantes aux races 1 à 18 de *Bremia lactucae*). Pour cette raison, **les résistances automatiques ne sont pas prises en compte** dans la définition des niveaux de rupture, seul le choix raisonné des résistances par les producteurs pour limiter les traitements chimiques implique que les productions soient dans le niveau 2a.

Le niveau 2b est lui aussi supprimé car nous avons considéré qu'il est indissociable du niveau 2c. En effet, lorsque des alternatives sont utilisées pour chaque culture (une exigence du niveau 2b), la rotation et les itinéraires techniques (dimension qui caractérise le niveau 2c) sont affectés automatiquement.

Le niveau 3 « Agriculture biologique » se réfère à un cahier des charges agriculture biologique « AB ». Cependant, le niveau 3 tel que défini initialement dans l'étude regroupe des modes de production très variés (de la même manière que les productions conventionnelles sont variées). En effet, les productions « AB » en maraîchage peuvent aller de l'intensif à la biodynamie. La différence entre ces productions vient du mode de commercialisation : vente directe (au détail) ou vente en gros (expédition) qui induit des pratiques plus intensives. Les cultures légumières en AB plutôt « intensives » sont situées dans le Vaucluse, en Pyrénées Orientales, dans les Bouches-du-Rhône, qui sont, comme pour l'agriculture conventionnelle, des bassins d'expédition. Ce type de production se trouve aussi ponctuellement dans le Lot-et-Garonne, les Landes, en Basse-Normandie et en Bretagne. Dans les autres zones, la production « AB » provient principalement du maraîchage diversifié : les producteurs font de la vente directe avec un nombre très élevé d'espèces cultivées (50 à 100 espèces sur des petites surfaces). Une enquête « producteurs » en Rhône Alpes (2004) a montré que 74% des producteurs « AB » faisaient de la vente directe (sur 300 fermes) et sur les 42% des espèces prioritaires, 649 variétés différentes étaient cultivées. D'où une grande diversité qui entraîne une grande difficulté à synthétiser et à généraliser les données pouvant être recueillies. Cette polyculture induit une sécurité supplémentaire : dans le cas d'un problème phytosanitaire majeur et d'une perte importante du rendement d'une culture, les autres productions permettent d'équilibrer le revenu. Les producteurs spécialisés peuvent perdre toute leur production dans le cas d'un problème phytosanitaire important.

Un niveau 4 a donc été ajouté, le niveau 3 (Agriculture biologique) n'étant pas considéré comme représentatif car beaucoup trop diversifié. Ce niveau 4 correspond à une gestion durable dans le temps et dans l'espace des bio-agresseurs sans aucune utilisation de produits chimiques organiques ou minéraux (y compris les produits chimiques autorisés en agriculture biologique tel que le cuivre). Cependant, les produits biologiques (exemple : *Bacillus thuriengensis*) sont possibles dans ce niveau. Il correspond au système de culture le plus économe en traitements phytosanitaires.

En hors-sol, les niveaux 2c, 3 et 4 ne sont pas pertinents car les productions sont exclusivement en monoculture et non compatibles avec le cahier des charges AB en France (dû au substrat et à la ferti-irrigation). De plus, 80% des producteurs de tomate hors sol sont en protection intégrée (utilisation de la protection biologique intégrée : PBI) donc les données récupérées sur cette culture concerne uniquement le niveau 2a.

1. 3. Source des données

Les données disponibles en cultures légumières proviennent des types de sources suivantes :

➢ **Une enquête AFSSA/ BVA sur les pratiques phytosanitaires en cultures légumières a été réalisée en 2007 auprès de 400 producteurs français.**

Les variables suivantes ont été récupérées pour les 6 cultures étudiées :

- agriculteur enquêté (n° anonyme)
- culture
- substance active (s.a.) et le type de produit (insecticide, fongicide, etc.)
- organisme nuisible cible
- région : Sud-Ouest, Sud-Est, Ouest, Nord-Bassin Parisien. Attention, cette division de la France en 4 sous régions n'est pas identique à celle retenue pour les zones de production (cf partie 1. 1. 2.).
- mode d'application pour les herbicides (en plein, en rang ou en tâche)
- évolution de la fréquence de traitement par substance active et par culture par rapport à 2006

- surface développée par culture et par agriculteur (intégrant le nombre de cycles culturaux par an et la sole entière de la culture). La surface développée correspond à la surface totale cultivée par un producteur d'une culture sur un an.
- pourcentage de la surface réellement traitée (pour les herbicides notamment)
- dose d'application corrigée en produit phytosanitaire et concentration en substance active. La dose corrigée (DC) correspond à la dose déclarée si cette dose est comprise entre 1/3 de la dose homologuée (DH) et DH, sinon DC est égale à la moyenne des doses déclarées (celles comprises entre 1/3 de DH et DH) de la même substance active.
- fréquence de traitement, c'est-à-dire le nombre d'applications par cycle cultural

En ce qui concerne les 6 cultures étudiées pour ce projet, 256 producteurs ont été interrogés dont 56 producteurs de carottes, 60 de choux-fleurs/brocolis, 99 de laitues, 70 de tomates, 79 de melons, 35 de haricots avec gousse ; soit 71 dans le Sud-Ouest, 65 dans le Sud-Est, 84 dans l'Ouest et 36 dans le Nord-Bassin Parisien.

Ce sondage très récent est intéressant pour le projet car peu de données chiffrées provenant directement du terrain sont disponibles en cultures légumières. Il permet de déterminer des fréquences moyennes de traitement (voir l'indice de fréquence de traitement -IFT- défini dans le paragraphe 1. 4.) par type de produit, par culture et par région après ajout de la dose homologuée pour chaque substance active. Les IFT ont été classés en plusieurs catégories : fongicides en végétation, insecticides/acaricides en végétation, insecticides du sol/nématicides, herbicides, antilimaces, produits autorisés en AB (soufre et cuivre), produits de lutte biologique (*Bacillus thuringiensis* (Bt), Contans) et produits biologiques (pyréthrine et roténone). L'IFT produits autorisés en AB est à ajouter à l'IFT fongicide en végétation pour obtenir l'IFT total des traitements contre les champignons.

Cependant, l'exploitation des données de l'enquête dans le cadre de cette expertise présente un certain nombre d'inconvénients qui en limitent la portée. Un premier obstacle concerne la représentativité des exploitations sondées par rapport aux objectifs de l'expertise et à la grande complexité des situations de la production légumière. L'enquête couvre en effet une très faible surface de production de France : 1 à 2 % de la surface totale pour chaque culture légumière. Les producteurs interrogés ont une surface faible, en moyenne 6 ha toutes cultures confondues. Nous pouvons donc supposer qu'une majorité de ces producteurs ne sont pas des producteurs spécialisés mais des producteurs de polycultures ayant une production diversifiée avec des surfaces faibles. Or, nous nous intéressons dans cette étude aux producteurs spécialisés qui produisent la majorité de la production. Les réponses présentent quelques incohérences, par exemple déclaration de traitements contre altise, doryphore ou *Mycosphaerella* sur carotte, alors que ce ne sont pas des bio-agresseurs de cette culture… Par ailleurs, cette enquête ne différencie pas les modes de production, ce qui est problématique pour certaines cultures. Par exemple, les cultures de tomate hors sol et en sol sous abri et en plein champ sont comptabilisées ensemble alors que les traitements appliqués sont très différents (par exemple, traitements contre le mildiou largement appliqués dans le Sud-Est alors qu'ils sont peu cités contre *Botrytis* ou même les aleurodes ce qui dénote qu'une majorité de producteurs interrogés étaient plutôt des producteurs de cultures de plein champ et non sous abri) . Enfin, cette enquête n'ayant été réalisée que sur une année, les traitements seront très dépendants de la pression parasitaire de 2007 donc avec un risque de sur ou de sous évaluation. Or, les conditions climatiques ont été très particulières en 2007 et anormalement favorables à certains problèmes phytosanitaires (cf encart ci-contre : point météo 2007). **Les résultats obtenus sont donc à considérer avec beaucoup de précautions.**

Encadré 1 : Point météo 2007 (source : météo France)

Hiver : hiver exceptionnellement chaud (+1 à +3°C par rapport aux normales). Les précipitations ont été à peu près proches de la normale.

Printemps : printemps exceptionnellement chaud en France (environ de +2°C et +3 °C par rapport à la normal). Ces moyennes élevées sont principalement dues à un mois d'avril estival. Le bilan pluviométrique a été contrasté : le plus souvent supérieures à la normale sur les régions proches de l'Atlantique, sur le Limousin, dans le Sud-Ouest et en Languedoc-Roussillon, les précipitations ont été inférieures à la normale en région Centre et généralement proches de la normale ailleurs.

Eté : été globalement très pluvieux et peu ensoleillé. Les températures moyennes ont été proches de la normale. Les précipitations ont été fréquentes et abondantes durant l'été sur les trois quarts nord du pays, notamment de la Bretagne à l'Ile-de-France et au Nord-Pas-de-Calais où les cumuls ont été deux à trois fois supérieurs à la normale. Plus au sud, si les pluies n'ont été que légèrement inférieures à la normale en Midi-Pyrénées, elles ont été par contre extrêmement rares sur les régions méditerranéennes.

Automne : automne plutôt frais, très sec et bien ensoleillé. Les températures moyennes saisonnières ont été légèrement inférieures à la normale. Les précipitations ont été nettement inférieures à la normale, en particulier sur les régions atlantiques, le Sud-Ouest et les régions méditerranéennes.

➢ Des expérimentations

La source d'information la plus complète sur plusieurs niveaux de rupture est un essai comparatif de différents systèmes de culture (niveaux 2a, 2c, 3 et 4) et de leurs effets sur plusieurs ravageurs et pathogènes mis en place sur plusieurs années en cultures légumières sous abri. Cet essai nommé Biophyto et situé dans les Pyrénées - Orientales est l'un des rares essais de ce type sur les cultures légumières en France.

Par ailleurs, des essais plus partiels permettent d'évaluer l'efficacité d'une méthode alternative spécifique contre un bio-agresseur particulier. L'accès à la base Oryx du Ctifl a permis d'avoir les comptes rendus des essais des différentes stations expérimentales en fruits et légumes de France.

Cependant, il faut considérer les données provenant des essais avec précaution car une expérimentation peut être éloignée de la pratique des producteurs. En effet, les expérimentateurs n'ont pas les mêmes objectifs et les conditions expérimentales sont mieux contrôlées, en particulier lorsque l'essai est en station. Ils se focalisent souvent sur un seul ou un très petit nombre de bio-agresseurs et testent un ou deux facteurs dans des conditions très contrôlées pour comprendre au mieux la technique. Ils n'ont pas les mêmes contraintes de temps, de résultats et de coût que les producteurs. L'infestation peut être artificielle, la date et la zone d'infestation sont donc connues précisément, ce qui n'est pas le cas chez les producteurs. Enfin, ces essais ne permettent pas toujours de comparer une méthode de lutte conventionnelle avec une alternative mais plus souvent un témoin non traité à une alternative. Il est donc difficile d'extrapoler ce qui se fait chez les producteurs à partir des données des essais. Néanmoins, les essais en station sont nécessaires pour comprendre au mieux les techniques et pour ensuite les valider sur le terrain avec des essais chez des producteurs. **Ces données provenant d'expérimentations ne permettent pas de caractériser un système de culture**.

➢ Des dires d'experts

Du fait des problèmes rencontrés pour l'exploitation des autres sources de données, il a été nécessaire de recourir de manière importante à cette approche, malgré les difficultés que présentait sa mise en œuvre. De nombreuses personnes d'organismes différents (Organisations de producteurs, Chambres d'agriculture, centres d'expérimentation) et de régions différentes ont été contactées. Ces contacts, spécialistes d'une ou plusieurs cultures étudiées d'une région, ont été recommandés par les experts du groupe production

« cultures légumières » et un tableau récapitulatif des données recherchées pour le projet leur a été envoyé afin qu'ils le remplissent. Une liste récapitulative des personnes ayant collaboré est présentée en annexe et les noms des experts extérieurs concernés sont associés à chacun des tableaux de résultats qu'ils ont contribué à établir.

Les "dires d'experts" comprennent également des documents bibliographiques généralement non accessibles au public, telles que des références technico-économiques des chambres d'agriculture. Ainsi à défaut de données directes du terrain provenant d'enquêtes, un état des lieux a pu être fait grâce à des techniciens ayant une vision globale du terrain.

Une synthèse des dires d'experts a été faite par culture et par mode de production. Cependant, les techniciens contactés sont principalement des experts pour les cultures dites conventionnelles, c'est-à-dire du niveau 1 ou 2a, et non pour les cultures « AB » (niveau 3). C'est pourquoi les données concernant le niveau 3 sont très partielles.

1. 4. Indicateurs de performance retenus

Les indicateurs retenus sont parfois variables d'une culture à l'autre en fonction des experts interrogés et des sources de données recueillies.

- **Indicateurs économiques :**
  - Les temps de travaux. Cependant, ils sont variables en fonction du matériel utilisé par le producteur.
  - Les charges et les différents coûts de la protection phytosanitaire. Le coût de la main d'œuvre est de 12,5 €/h (moyenne 2006 comprenant : SMIC + cotisations sociales + congés payés). Cependant, ce coût varie si la main d'œuvre est qualifiée (12,87 €/h) ou non (12,31 €/h) (*source : Chambre d'agriculture du Vaucluse 2006, Références Productions légumières 2006 de J.Y Perron*).
  - Les prix de vente sont très variables en fonction du type, du calibre, du conditionnement et de la zone de production. Ils fluctuent constamment au cours de la saison et d'une année sur l'autre. Par ailleurs, les prix de vente en bord des champs qui permettent de calculer les marges des producteurs sont difficilement récupérables. C'est pourquoi ils sont rarement indiqués dans cette étude. Les cotations réalisées par le Service des Nouvelles des Marchés (SNM, www.snm.agriculture.gouv.fr) ne sont pas indiquées, car elles ne représentent pas le prix perçu par le producteur, en général inférieur à ces cotations, et ne peuvent être comparées aux données de coûts.
  - La marge brute est égale au produit brut (rendement * prix du produit) moins les charges opérationnelles. Ces dernières étant la somme des coûts des approvisionnements.
  - La marge directe indiquée est égale au produit brut moins les charges opérationnelles (approvisionnement), la mécanisation, la main d'œuvre et les autres charges (taxes). Les charges de structure non spécifiques propres à chaque exploitation ne sont pas prises en compte. Ces charges sont cependant importantes pour les exploitations maraîchères (bâtiments, services, frais financiers, travail de direction, de commercialisation, d'encadrement…). De même, les frais de transport, de conditionnement ne sont pas comptabilisés.

La marge brute et la marge directe sont indiquées lorsque les prix de vente en bord des champs ont été récupérés.

- **Indicateurs agronomiques :**
  - Le rendement commercialisable est le poids ou le nombre de plantes en fonction de la culture considérée récolté par hectare et commercialisé.
  - Les indicateurs de qualité ne sont pas renseignés car ils sont trop variables en fonction des légumes. De plus trop de paramètres rentrent en jeu : aspect, taille, couleur, goût, conservation, forme, qualité nutritionnelle.
- **Indicateurs de pression environnementale :**
  - Indice de Fréquence des Traitements (IFT). Cet indicateur est égal au nombre de doses homologuées appliquées sur un hectare pendant une campagne culturale. Bien que cet indicateur ne soit pas validé au niveau réglementaire pour les cultures légumières, il sera utilisé dans ce rapport dans sa définition technique : nombre de traitements à la dose homologuée. Les doses homologuées des substances actives pour chaque culture sont trouvées dans le guide ACTA 2007. Lorsque la dose homologuée est différente en fonction des maladies, la dose minimale est retenue quel que soit le bio-agresseur visé. Les adjuvants ajoutés dans les bouillies n'ont pas été comptabilisés dans le calcul des IFT. Les IFT sont classés en plusieurs catégories : IFT insecticide, IFT fongicide, IFT herbicide.
  - Le nombre de traitements, c'est-à-dire le nombre de passages, est indiqué au lieu de l'IFT lorsque les données récupérées ne permettaient pas de le calculer. Ceci concerne notamment les dires d'experts souvent évalués en nombre de traitements par type de produit.
  - Aucun indicateur sur l'impact environnemental des pesticides ou des pratiques ne sera développé dans cette étude du fait de l'absence d'indicateur simple d'utilisation pour les cultures légumières.

A noter que la référence à l'IFT pour les légumes n'a pas été validée et il n'y a pas eu de travaux pour établir la pertinence de cet indicateur pour les cultures légumières. En effet, plusieurs facteurs sont à prendre en compte, notamment :
. la multiplicité des systèmes de culture (plein champ/sous abri divers, primeur/saison,…) et de leur durée
. la forte dépendance des stratégies de traitement en fonction des conditions climatiques et en conséquence des conditions de pression des ravageurs, maladies ou adventices selon les années et les bassins de production
. l'emploi de produits alternatifs, le mode d'action des produits, leur classement toxicologique… ; par exemple les spécialités à base de *B. thuringiensis* peu toxiques mais ayant une action de contact et nécessitant des applications répétées pour une protection continue du feuillage, notamment sous abri sur les cultures palissées
. les traitements localisés (partie de la surface cultivée, nombre limité de plantes…)
. les efforts de la filière légumes pour la mise en œuvre de plusieurs méthodes alternatives dans les itinéraires techniques, notamment sous abri, limitant ainsi le recours aux produits phytosanitaires (résistances de variétés, greffage, utilisation d'auxiliaires…)…
En conséquence, la mise au point d'un indicateur représentatif des pratiques phytosanitaires dans le secteur des légumes s'impose.

2. ETAT DES LIEUX PHYTOSANITAIRE

2. 1. Les principaux bio-agresseurs des différentes cultures en parcelles de production

Les principaux bio-agresseurs par culture et par mode de production sont présentés en annexes n°2 à 7. (Source : les experts du groupe cultures légumières)

Ces données mettent en évidence la très grande diversité des problèmes phytosanitaires présents de façon significative dans les cultures légumières françaises et soulignent la complexité de la mise en œuvre de la protection. Cette complexité est d'ailleurs renforcée pour les exploitations maraîchères produisant plusieurs espèces par le fait que pour une même maladie ou un même type de ravageur, les espèces de bioagresseurs impliqués sont souvent différentes en fonction des cultures. C'est le cas par exemple des "oïdiums", des "mildious", des "pucerons" ou des "aleurodes". Chaque espèce a des caractéristiques qui lui sont propres et qui peuvent entrainer des différences dans le choix des méthodes de protection les plus appropriées.

L'annexe n°8 présente les résultats du sondage BVA/AFSSA concernant les organismes cibles. Les tableaux indiquent le nombre de producteurs ayant déclaré au minimum un traitement contre les différents bio-agresseurs. Cela nous permet donc de déterminer les bio-agresseurs contre lesquels le plus de traitements ont été réalisés par région.

On constate une bonne concordance globale entre les dires d'experts et les problèmes phytosanitaires qui ont occasionné des interventions par les producteurs ayant participé au sondage. Quelques exceptions sont cependant à signaler, comme par exemple le cas du chou fleur pour lequel la mouche du chou et la teigne sont considérées comme les plus préoccupantes par les experts alors que les ravageurs ayant mobilisé le plus de producteurs en 2007 sont les pucerons d'après le sondage BVA/AFSSA. Un autre exemple est le haricot, avec la pyrale et les pucerons cités dans le sondage alors que la mouche des semis ressort comme le ravageur le plus important dans la plupart des régions d'après les experts. Ces cas particuliers sont très probablement liés au fait que les dires d'experts intègrent des connaissances fondées sur une longue expérience, alors que les données du sondage reflètent une situation ponctuelle fortement dépendante des conditions climatiques singulières de l'année 2007, ainsi qu'il a été noté précédemment. Pour le cas de la tomate, la forte proportion de producteurs sondés (60 à 88% selon la région) ayant effectué des interventions contre le mildiou et la mention d'interventions contre l'alternariose suggèrent que le sondage BVA/AFSSA a été effectué majoritairement auprès de producteurs de plein champ ou sous abri froid dans l'Ouest, car ces maladies sont très peu fréquentes sous serres hors sol, en particulier dans le Sud-Est.

Enfin, pour certaines cultures et certaines régions, les interventions des producteurs en 2007 ont été majoritairement focalisées sur un très petit nombre de bioagresseurs (mildiou, Botrytis et pucerons pour la laitue, par exemple), alors que pour d'autres, les interventions des producteurs ont été réparties sur une palette plus large de différents bioagresseurs (melon, haricot).

2. 2. La situation actuelle de la protection chimique des cultures légumières

La situation des légumes au regard des moyens disponibles pour la protection chimique des cultures est critique depuis de nombreuses années. Les cultures légumières représentent un total de 496 usages spécifiques, sans compter les usages généraux cultures légumières et toutes cultures.

Sur les 34 espèces légumières, 9 sont considérées comme majeures (carotte, concombre, fraisier, haricot, laitue, oignon, poireau, tomate, melon). Cependant, même pour celles-ci la protection sanitaire chimique n'est pas totalement assurée. La dispersion de ces très nombreux usages se traduit par des situations critiques car ne disposant que d'une ou deux spécialités (230 usages sur 496) autorisées.

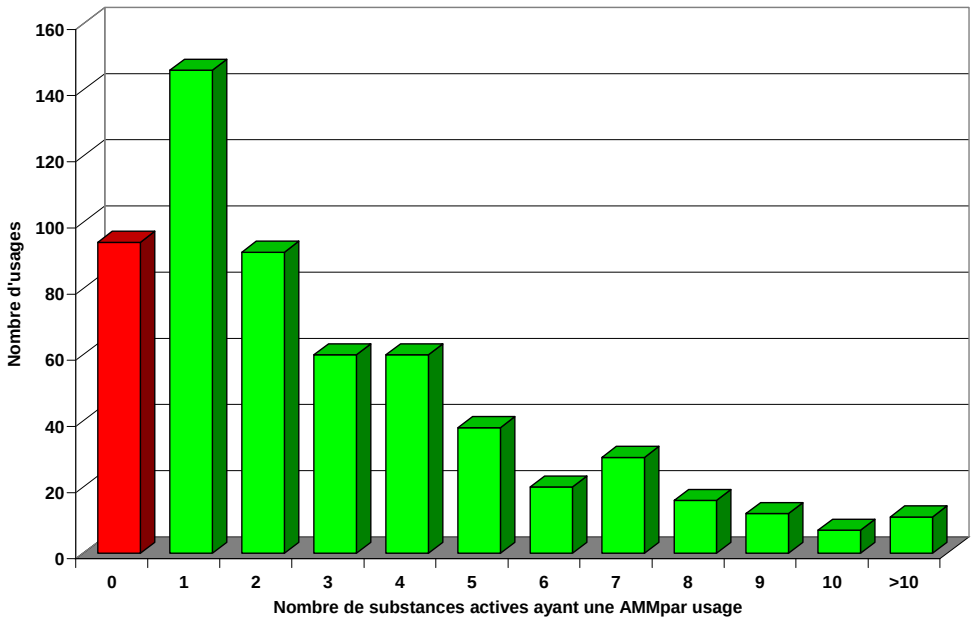


Figure 1: Relation entre le nombre d'usages et le nombre de s.a. ayant une AMM pour un usage

Dans la majorité des cas, un usage ne dispose donc que d'une ou deux substances actives, et près de 20% des usages sont vides.

2. 2. 1. Les usages vides

19% des usages ne disposent d'aucune Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), sachant qu'il existe une grande disparité entre les cultures. Quatre cultures ont plus de 60% de leurs usages qui sont vides (aucune spécialité commerciale autorisée contre cette maladie ou ce ravageur) – cf. annexe n°12- : cardon, fenouil, navet et rutabaga ; et seulement 3 cultures n'ont pas d'usages vides : haricot, maïs doux et scarole/frisée.

2. 2. 2. Les usages précaires

Les usages précaires sont les usages pour lesquelles l'avenir de la protection est remis en cause du fait d'une protection insuffisante (manque d'efficacité des spécialités homologuées), d'une situation de retrait des spécialités disposant d'une AMM ou d'un risque d'apparition de résistance. Les substances actives inscrites à l'annexe I ou sur la liste 3 (soit un total de 281 substances actives, dont seulement 123 concernent les cultures légumières - 43,8%) concernent 1 219 usages cultures légumières et usages généraux.

Globalement, on peut dire que **27% des usages des cultures légumières sont considérés comme précaires** (seulement 54% d'usages sont correctement pourvus), mais cela cache de fortes disparités : le navet et le rutabaga n'ont que 8% de leurs usages considérés comme bien pourvus, alors que 93% des usages du maïs doux sont bien couverts. 50% des usages pour l'oignon sont précaires (cf. annexe n°10). L'analyse faite conjointement par la SDQPV et le Ctifl (juin 2008) montre que dans la situation actuelle, il existe de nombreux usages vides ou précaires.

2. 2. 3. Les usages clefs

Au-delà de cette première analyse, tous les bioagresseurs n'ont pas le même impact sur les cultures. Ainsi certains ravageurs ou maladies dépassent systématiquement les seuils de tolérance dans certains bassins de

production ou sur certaines parcelles ; d'autres sont occasionnellement présents mais peuvent provoquer de gros dégâts, et enfin, d'autres dits secondaires dépassent rarement les seuils de tolérance.

L'annexe n°11 donne le nombre d'usages en fonction de ces 3 catégories de bioagresseurs : 261 usages sont considérés comme « usages clefs » pour les cultures (l'absence de moyens de protection compromet directement les récoltes) ; 207 usages peuvent présenter dans certaines conditions de gros problèmes pour les cultures et 27 peuvent être considérés comme secondaires. L'annexe 13 donne un exemple de classement des bioagresseurs de la culture de carotte en fonction de leur importance relative.

Si on analyse les usages clefs par culture selon les mêmes critères que précédemment, à savoir usages bien pourvus, usages précaires ou usages vides (cf. annexe n°12), on s'aperçoit de l'extrême fragilité actuelle de la protection phytosanitaire pour les cultures légumières. **Seuls 49% des usages clefs peuvent être considérés comme bien pourvus soit moins de la moitié, 28% sont précaires et 23% sont vides.** Là aussi, on constate de fortes disparités entre les cultures : 7 cultures ont moins de 25% de leurs usages bien pourvus (asperge, carotte, cardon, fenouil, fraise, navet, et radis) et 6 cultures ont plus de 75% de leurs usages bien couverts (ail, chicorée Witllof - Production de chicon, courgette, laitue, maïs doux et pissenlit).

Cette analyse fait ressortir l'extrême précarité de la protection phytosanitaire d'une majorité de cultures légumières dans le contexte actuel de la directive 91/414.

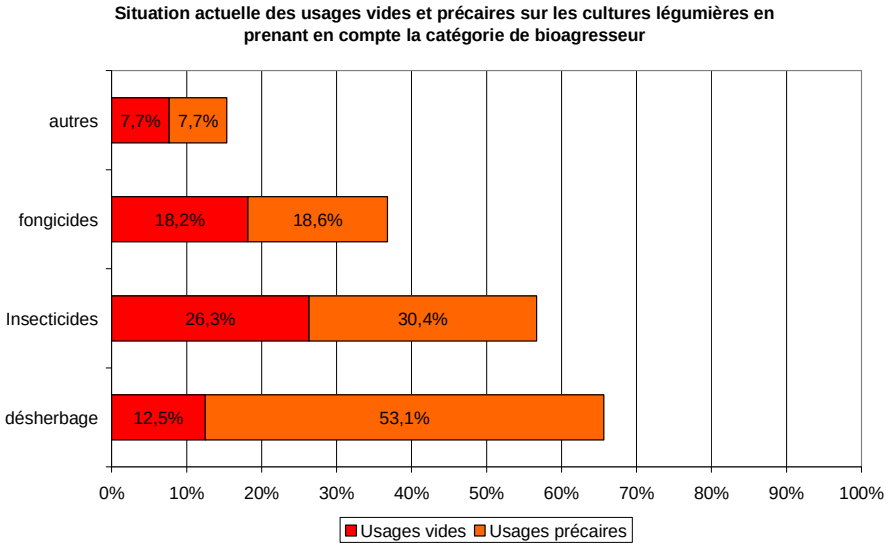


Figure 2 : Usages vides et précaires

Cette situation engendre d'ores et déjà plusieurs impasses techniques du fait de l'absence d'AMM.

2. 2. 4. Difficultés à disposer d'un spectre suffisant

Au-delà de ces aspects de disponibilité en substances actives il est important de pouvoir disposer de produits de familles chimiques ayant des sites d'actions différents pour une gestion de la résistance. Aussi, il est important de noter que certaines familles chimiques représentent une forte proportion des AMM, donc des usages. Cette situation est la résultante à la fois du moindre intérêt pour la filière légumière des certaines firmes phytosanitaires et des résultats des retraits successifs suite à la révision des substances actives dans le cadre de la directive 91-414.

Cet état de fait n'est pas sans conséquences en ce qui concerne les risques d'apparition de résistances, mais également lorsque l'avenir d'une famille chimique est remis en cause pour une raison ou une autre.

Pour les insecticides, quatre familles constituent 83% des usages :

Pyréthrinoïdes	69% des usages insecticides
Carbamates	6%
Organo-phosphorés	5%
Chloronicotiniles	3%

La protection contre les insectes est très fortement dépendante d'une seule famille chimique, les **Pyréthrinoïdes,** ce qui n'est pas sans poser de problèmes lorsque l'on prend en compte les résistances déjà avérées à cette famille, comme celles des pucerons ou des noctuelles.

Pour les fongicides, cinq familles chimiques représentent 62% des usages :

Carbamates	30%
Triazoles	13%
Strobilurines	12%
Amines	5%
Anilino-pyrimidines	3%

Cette dépendance à une famille chimique est moins forte **pour les herbicides**.

2. 3. Les différentes méthodes alternatives existantes

Les méthodes alternatives par culture et par bio-agresseur sont détaillés en annexes n° 15), 16), 17), 18), 19), 20) *(Source : experts du groupe cultures légumières).* L'échelle de notation de ces tableaux intègre la notion d'efficacité des méthodes listées mais aussi la notion d'intérêt de préconisation. Une mesure peut être indispensable sans avoir nécessairement un niveau d'efficacité suffisant (exemple de la solarisation ou certaines résistances – alternaria/carotte).

Chaque alternative est plus ou moins efficace en fonction du bio-agresseur et donc de la culture concernée. De plus les méthodes alternatives peuvent être multiples, car souvent dépendantes des spécificités du bio-agresseur. Le potentiel économique et les coûts impliqués par ces alternatives sont peu connus. Une étude économique est donc nécessaire. Enfin, le pourcentage des producteurs utilisant ces alternatives n'est pas connu faute d'enquête exhaustive sur les pratiques. En effet, les enquêtes existantes permettent de faire un inventaire de la diversité des pratiques, mais pas de leur représentativité.

Les principales alternatives étudiées peuvent être évaluées avec des essais partiels (d'après la base ORYX du CTIFL regroupant les comptes rendus des essais des stations régionales). Plusieurs stations régionales étudient les techniques de protection sur les légumes : ACPEL, AFLHORCA, AIREL, APREL, AREFLEC, ARELPAL, CATE, CEFEL, CEHM, CENTREX, CERAFEL, GDPLA, GRAB, HORTIS Aquitaine, LCL, La Rimbaudais, PLRN, SECL, SEHBS, SELT, SERAIL et le SILEBAN, sans compter les propres essais menés par le Ctifl et l'Inra. La liste des différentes techniques présentée ci-dessous permet de faire un point des travaux actuels et donne des exemples des techniques principales étudiées. Elle n'est pas exhaustive : toutes les techniques ne sont pas illustrées. Des essais comprenant des données sur les indicateurs de l'étude ont été retenus en guise d'exemple.

2. 3. 1. Les techniques permettant la gestion des maladies et ravageurs

<u>Sélection de matériel résistant</u>

Des efforts de recherche importants ont débouché sur l'identification de résistances ou de tolérances plus ou moins marquées contre certains des principaux agents pathogènes et ravageurs. Même si l'ensemble des résistances connues pour une espèce sont rarement toutes réunies dans les variétés cultivées, on peut considérer que les cultures légumières sont relativement bien dotées en variétés moins sensibles.

Cependant, cette méthode reste vulnérable en termes de durabilité car les résistances peuvent être contournées par les bio-agresseurs. Un exemple marquant est celui de la résistance au mildiou de la laitue, pour lequel de nombreux événements de contournement de résistance ont déjà été répertoriés. (Blancard et al., 2003) Une recherche continuelle de nouvelles résistances est donc généralement nécessaire. Or, la sélection est un processus long et coûteux. De plus, les résistances ne permettent pas d'annuler tous les traitements phytosanitaires, mais de les limiter, puisqu'il n'existe pas de variété résistante à tous les bioagresseurs.

Rotation / plantes de coupure et plantes pièges

Une rotation est la succession des cultures sur une même parcelle. Un choix adéquat des cultures de cette rotation peut permettre d'éviter la prolifération des agents pathogènes spécifiques à une culture (cf partie 1. 1. 3.) L'application de la rotation des cultures est possible dans certaines conditions, de nombreux paramètres techniques et organisationnels vont intervenir dans le choix d'une rotation, on peut citer en particulier :

- l'accès au marché en cas de forte spécialisation des bassins de production et des structures de commercialisation ;
- une non-spécialisation des outils de productions ;
- la nature du sol ;
- la précocité de la zone où se situent les parcelles ;
- les capacités de l'exploitation (machines spécifiques, etc.) ;
- la présence et la durée de conservation dans le sol de certains parasites dans les parcelles (selon le parasite considéré la durée de conservation dans le sol peut varier de quelques mois à près de 20 ans, cela est très dépendant de facteurs extérieurs comme le type de sol, la température, l'humidité ou les pratiques culturales) ;
- la sensibilité des cultures à un même bio-agresseur, cela est particulièrement vrai pour les bio-agresseurs polyphages tels que les *Meloidogyne* spp., certains *Pythium*, etc. ;
- les effets éventuellement néfastes de certains précédents liés à la sécrétion de substances chimiques peu favorables à certaines cultures – phénomène d'allélopathie – (par exemple, effets des déchets d'une culture de laitue sur la culture de laitue suivante ou émission de sorgholéone par le sorgho) ;
- la disponibilité en main d'œuvre.

Si des rotations longues permettent de réduire l'inoculum de pathogènes ayant une forte spécialisation ou sans formes de conservation, il n'en est pas de même pour les pathogènes ou ravageurs polyphages ou ayant des structures de conservation permettant une longue durée de vie (par exemple : les microsclérotes de *Verticillium dahliae* peuvent survivre pendant plus de 10 ans) : la rotation ne permet donc pas de les éradiquer. Le Tableau 7 illustre les différences observées entre les agents pathogènes.

La non observation d'une rotation suffisamment longue peut entraîner deux types de situations : (1) la quasi impossibilité, assez rapidement, de pouvoir réaliser une production économiquement rentable sans l'intervention de moyens chimiques lourds ; (2) l'obtention assez exceptionnelle d'un sol dit « suppressif » après une série de monocultures. Soulignons que dans ce dernier cas les attaques des premières années ne sont pas économiquement acceptables. Ajoutons qu'un autre type de sol suppressif est largement signalé dans la littérature, et caractérisé par la stabilité de ses propriétés physiques, chimiques, et biologiques. Cette situation permet une résistance permanente des sols que l'on retrouve dans les parcelles suppressives aux flétrissements fusariens (Stone, Scheuerell & Darby, 2004).

Par ailleurs, une rotation peut prévenir l'apparition d'un certain nombre de problèmes, mais il est beaucoup plus difficile de l'utiliser à titre curatif.

Pour certains parasites, malgré une rotation suffisante, l'inoculum ne diminue pas toujours autant qu'on pourrait l'imaginer et les dégâts aux cultures peuvent rester extrêmement dommageables. En fait, beaucoup de plantes peuvent héberger des micro-organismes parasites sans manifester de symptômes de maladies. Ces « porteurs sains », s'ils ne permettent pas une augmentation sensible des populations, contribuent à leur maintien. Monnet (2001) et Monnet et Reverchon (2002) donnent des indications sur les possibilités de la rotation, en fonction du niveau de spécialisation des exploitations, tout en indiquant les limites vis-à-vis de certains bio-agresseurs polyphages ou ayant des moyens efficaces de conservation de longues durées. A noter que certains champignons pathogènes saprophytes peuvent se maintenir dans un sol sans la présence de leurs hôtes ; c'est notamment le cas des *Fusarium* par exemple.

Tableau 7 : Exemples de niveau de polyphagie, de durée de survie et de durée minimum des rotations pour réduire de façon significative les populations de quelques ravageurs et pathogènes

	Niveau de polyphagie	Durée de survie dans le sol (ordre de grandeur)	Durée de la rotation nécessaire pour réduire de façon significative le parasite
CHAMPIGNONS			
Fusarium oxysporum	(très spécialisé souvent une espèce parfois une variété –race-)	10 ans	5 – 7 ans
Plasmodiophora brassicae	toutes les Brassicacées	12 – 15 ans	5 – 7 ans
Pythium, Phytophthora	Souvent plusieurs espèces légumières notamment	5 – 7 ans	5 ans
Rhizoctonia solani		4 – 5 ans	5 ans
Rhizoctonia violacea	≈ 10 espèces	12 ans	5 – 7 ans
Sclerotinia minor	94 espèces	3 ans (débris végétaux)	
Sclerotium cepivorum	*Allium*	4 – 5 ans	4 ans
Sclerotinia sclerotiorum	408 espèces	4 – 5 ans	5 ans
Verticillium dahliae	quasi totalité des dicotylédones	10 ans	5 ans
NEMATODES			
Heterodera carotae	≈ 10 espèces	12 ans	10 ans
Heterodera schachtii		13 ans	5 ans
Meloiodogyne hapla	550 espèces	8 ans	4 ans
Meloidogyne incognita	700 espèces		4 ans
BACTERIES			
Xanthomonas campestris pv campestris		3 ans	

D'après Messiaen, *et al.* 1991, Richard et Boivin, 1994, Boland 1994 et Melzer *et al.*, 1997.
Les valeurs sont données à titre indicatif, les durées dépendant énormément de facteurs extérieurs, tels que : type de sol, température, humidité, pratiques culturales…)
(2) Le niveau de polyphagie de *Rhizoctonia solani* est complexe à exprimer car il faut tenir compte des différents groupes d'anastomoses.

Les plantes de coupure, intercalées dans la rotation, diminuent le niveau de population de certains bio-agresseurs telluriques. Elles agissent par différents modes :

- plantes non hôtes ou immunes : plantes ne permettant pas le développement du parasite considéré (le degré de diminution des populations dépendra alors des capacités de survie des bioagresseurs)
- plantes éradicantes ou nématicides : plantes émettant certaines substances ayant une action biocide
- Plantes « pièges résistantes » : stimulent l'éclosion ou la germination des formes de résistance de certains bio-agresseurs, tout en ne leur permettant qu'un très mauvais développement.
- Plantes pièges sensibles : plantation ou semis de plantes sensibles qui sont détruites avant la fin du cycle du parasite

L'intérêt de ces plantes est donc de réduire la population de certains bio-agresseurs. Des effets secondaires positifs sont possibles : une inter culture, un piège à nitrate ou des effets indirects sur d'autres bio-agresseurs.

Cependant ces plantes occupent le sol pendant un laps de temps important et ont un coût non négligeable (coût de la semence, du semis etc.). Leurs effets sont dépendants du respect d'un itinéraire cultural précis et ne règlent pas l'ensemble des problèmes telluriques. Ensuite, elles n'ont pas d'effets phytostimulants comme les fumigants (exemple : modification de l'azote organique). Enfin, elles peuvent favoriser d'autres bio-agresseurs : limaces, taupins, adventices ou autres bio-agresseurs polyphages présents.

Le coût de l'introduction d'un couvert végétal à des fins phytosanitaires n'est pas négligeable.

- Coût de la semence entre 150 et 280 €
- Coût du semis 50 €
- Coût du désherbage 150 €
- Coût de l'irrigation (si implanté en été) 95 €
- Coût du broyage et de l'enfouissement 60 €
- Total entre 510 et 735 €/ha

Quelques écrits sur les résultats français :
Villeneuve F., Bossis M., Diare N., Poissonnier J., Roos J.R., 2001 : Nématodes phytophages des cultures légumières : des alternatives à la désinfection chimique. *Infos-Ctifl*, 169 :35-39
Villeneuve F., Bossis M., Diare N., Poissonnier J., Roos J.R., 2001 : Alternatives à la désinfection chimique contre les nématodes en culture légumière. *PHM-Revue Horticole*, 424 : 27-31

Bio-désinfection

La bio-désinfection consiste à incorporer de la matière organique dans le sol puis, dans certains cas à le bâcher comme pour une solarisation. L'efficacité vis-à-vis des problèmes phytosanitaires telluriques est obtenue selon les cas par l'augmentation de la température du sol, par les composés chimiques biocides produits par la décomposition de la matière organique, par la modification de la structure des populations de micro-organismes et, dans le cas de bâchage avec de gros volumes végétaux enfouis, par la sensibilité aux conditions d'anoxie de certains bio-agresseurs telluriques. Cette technique reste dans le domaine expérimental. L'itinéraire technique à mettre en œuvre n'est pas encore fiabilisé, et les domaines d'application insuffisamment établis. Comme pour la solarisation, la durée d'immobilisation de la parcelle est fortement augmentée et il est difficile de l'intégrer dans les calendriers culturaux.

Depuis 2000, 43 essais sur la bio-désinfection ont été recensés dans la base ORYX toutes cultures légumières confondues.

➢ exemple d'un essai Sileban 1998-2002 : laitue sous abri d'automne et d'hiver – bio désinfection (Basse-Normandie)

Protocole : modalités bio-désinfecté avec du radis fourrager ou du sorgho et un témoin sans bio-désinfection avec conduite d'un engrais vert classique. IFT fongicide : 4, IFT insecticide : 1 (avec des produits dont l'AMM est retirée aujourd'hui).

Résultats : dans les conditions de l'essai, la moyenne du poids commercialisable d'une culture d'automne 1998-2000 : 184g pour le témoin et 223g pour la bio-désinfection soit plus de 17% de gain avec l'utilisation de la bio-désinfection. La moyenne du poids commercialisable d'une culture d'hiver 1998-2000 : 408g pour le témoin et 405g pour la bio-désinfection. De 2000 à 2002, la bio-désinfection ne permet pas d'améliorer le résultat de la culture.

Les essais mis en place en France ont fait l'objet de nombreuses publications :

Icard C., 2008. Qualité sanitaire et résultats agronomiques : l'usage de la biodésinfection sur la laitue, essai sur feuille de chêne et laitue beurre. *Infos-Ctifl*, 242 : 36-39

Lepaumier B., Villeneuve F., 2000 : Salade sous serre : la biodésinfection, une méthode douce. *Jardins du littoral,* 57 : 11-13

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biodésinfection des sols en cultures légumières : premiers résultats sur laitues. ANPP ed., *6ème Conf. Inter. Sur les Maladies des Plantes*, 6-8 décembre 2000 à Tours, 607-614

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biodésinfection des sols. *Infos-Ctifl*, 161 :42-44

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biofumigation, first results on lettuce in protected culture. *Symp. Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Didinfestation,* sept 11-15 2000, *Acta Horticulturae* 532, 65-70

Villeneuve F., Maignien G., Janvier C., Steinberg C., 2005 : Use of biofumigation in carrot culture for controlling soilborne pathogens. 31th Inter. Carrot Conf., Phytoprotection, 86(2), 146-147

Villeneuve F., Maignien G., Janvier C., Steinberg C., 2006. Utilisation de la biodésinfection et d'apport de fumier composté en culture de carotte pour contrôler les agents pathogènes telluriques. AFPP ed., *6ème Conf. Inter. Sur les Maladies des Plantes*, 5-6 décembre 2006 à Tours, pp 24-32

Villeneuve F., Raynal-Lacroix C., Lempire C., Maignien G., 2004 : Possibility of using biofumigation in vegetable crops for controlling soilborne pathogens. Agroindustria 3(3) :395-398

Greffage

Le greffage consiste à greffer les plants sur des portes greffes résistants ou tolérants aux maladies telluriques ou aux nématodes. L'emploi de porte-greffes résistants aux maladies telluriques ou aux nématodes des tomates ou aubergines n'est pas récent, et représente une alternative à la protection chimique. Oda (1995) indique que cette technique a commencé à être utilisée au Japon et en Corée à la fin de la décennie 1920 pour les cultures sous abris. Cette technique a été reprise par les Hollandais en 1947 pour lutter contre la fusariose du concombre. Pratiquée sur plusieurs espèces de solanacées, elle permet de disposer de racines présentant un bon niveau de résistance contre certaines maladies et/ou parasites du sol. Après un certain rejet, le greffage connaît un regain d'intérêt en France, en particulier pour la tomate, l'aubergine et le melon.

Les études sur l'utilisation du greffage se poursuivent. Cette technique nécessite de disposer de porte-greffes capables de donner de la vigueur et de résister aux maladies et ravageurs du système racinaire. Le coût des plants greffés est plus élevé. Concernant les solanacées, pour le moment il reste encore des verrous qui en limitent l'emploi chez les producteurs (Bertrand, 2001 ; Javoy *et al*, 1997) :

- Les porte-greffes disponibles ne présentent pas assez de résistances (aubergine, poivron) ;
- Le greffage, s'il répond aux besoins de la culture, ne permet pas une gestion durable des maladies et ravageurs polyphages présents dans les parcelles. Des problèmes de contournement des résistances peuvent intervenir (ex aubergine).

Sur tomate, 22 essais concernant les porte-greffes et le greffage ont été recensés dans la base Oryx depuis l'an 2000. Sur melon, 20 essais ont été recensés.

➢ Exemple d'un essai ACPEL 2006 : Melon charentais jaune, lutte contre la fusariose, densité de plantation de plants greffés sur courge dans le créneau de plein champ (centre ouest).

Protocole : 1 témoin non greffé (aucun traitement contre la fusariose n'est appliqué)
3 modalités greffées sur courge avec 3 densités de plantation différentes (60, 75 et 90 cm)

Résultats :	Rendement net en t/ha
Témoin 60 cm	5,7
Greffé 60cm	22,8
Greffé 75 cm	22,5
Greffé 90 cm	20,9

Cout des plants francs : 0,2€/plant donc 1 666€ (densité de plantation des plants francs à 8 333 plants/ha)

Coût des plants greffés : 1€/plant donc 5 550€ (densité de plantation des plants francs à 5 550 plants/ha) + coût de nettoyage des départs de courge = 45€/ha

D'où un surcoût de l'implantation de melons greffés de 3 929€/ha

Dans les conditions expérimentales, le greffage a permis une protection efficace contre la fusariose et une vigueur plus importante des plants greffés. Cependant, des contraintes sont apparues : une tendance à des calibres des fruits plus importants, un allongement du cycle, une reprise de bras des courges (nécessité d'intervention) et des plants fragiles à la plantation.

Quelques écrits sur les résultats français :

Blancard D., Clerc H., Simonin S., 2007. Greffage de l'aubergine : Une alternative remise en cause dans le Sud-Ouest. *Cultures légumières*, hors série – septembre 2007 : 28-29.
Erard P., Odet J., 2008. Le poivron : intérêt et limite du greffage. Infos-Ctifl, 238 :31-35
Ginoux G., 1996 : Greffage des plants maraîchers. *PHM. Revue Horticole*, 368 : 23-28
Lemaire J.M., Ginoux G., Conus M., Ferriere M., Beraud J., 1998 : Intérêt du greffage pour lutter contre l'oïdium du melon. *PHM Revue Horticole*, spécial melon, 397 : 18-20
Louvet J., 1955 : L'emploi de la greffe comme moyen de lutte contre la fusariose du melon et du concombre. *Phytoma - La défense des végétaux*, 71 : 17-19
Mazollier C., 1998. Le greffage de la tomate en culture sous abris : Motivations, conduite de culture, résultats obtenus. *Objectif tomate*, 28 octobre 1998, Plan d'Orgon, p. 21-24

Solarisation

Le principe de la solarisation est d'élever la température de la couche supérieure du sol à des valeurs supérieures à 40°C grâce au piégeage de l'énergie du soleil par une bâche plastique transparente. La solarisation permet de lutter contre les mauvaises herbes ainsi que contre certains bio-agresseurs telluriques (présents dans la partie supérieure du sol). Elle permet donc de limiter le nombre d'interventions en culture. Elle est utilisée en plein champ et sous abri, dans les zones d'ensoleillement suffisant. Il est possible d'associer un fumigant à dose réduite à la solarisation.

La solarisation est efficace contre les certains bio-agresseurs telluriques et augmente le rendement mais présente un inconvénient majeur : elle occupe la parcelle le temps d'une culture d'été. Cette technique oblige le producteur à réfléchir et à adapter la rotation. De plus, cette technique n'est efficace que dans les zones climatiquement favorables (partie Sud de la France). Son efficacité est dépendante de plusieurs facteurs de base qui ont été décrits par Thicoïpe (1994), à savoir :

- Une durée et une intensité d'ensoleillement suffisantes : 250 heures.
- L'intensité lumineuse doit permettre d'obtenir une élévation rapide de la température dans les 3 premiers jours qui suivent la pose de la bâche plastique.
- Un film plastique adapté.
- Il n'est pas nécessaire que le film soit très épais, mais, par contre, il devra être traité anti-UV. La qualité de la pose est importante, en particulier la tension.
- Un sol bien préparé.
- Cette préparation devra, d'une part, éviter tous les tassements qui empêchent une bonne circulation de la chaleur, et d'autre part, il devra être à la capacité au champ. Les dessèchements superficiels sont la cause d'un mauvais transfert de la chaleur.
- Le travail du sol après solarisation doit tenir compte de la profondeur désinfectée.

Le coût de la solarisation au 1er janvier 2007 a été évalué à 33 centimes d'euros par m² (coût du film + pose du film, mais ne comprend pas l'enlèvement du film et son élimination, de même que l'abandon éventuel d'une culture ou le remplacement par une autre n'ayant pas le même rapport). Pour comparaison, le coût d'une

désinfection avec la substance active métam-sodium à 0.08L/m² a un coût de 62 centimes d'euros par m² (coût du produit + incorporation) (*source : SRPV Aquitaine in Culture Légumière Hors Série septembre 2007, p.26).* Les coûts des désinfections dépendent cependant du produit, du dosage, du film utilisé, du mode d'application, etc.

Des questions sur l'efficacité de la solarisation restent à étudier précisément : la fréquence de solarisation nécessaire (une année sur 2, sur 3, sur 4 ?), l'efficacité en fonction du niveau d'infestation des sols (apparemment plus efficace en préventif qu'en curatif).

La solarisation se pratique sur environ 400 ha notamment en Pyrénées Orientales car les producteurs de cette zone n'ont pas de culture d'été donc ils ont le temps pour la mise en place d'une solarisation.

Toutes cultures légumières confondues, 5 essais sur la solarisation ont été recensés en 2006 dans la base ORYX du Ctifl. En 2005, 15 essais ont été recensés.

- Exemple d'un essai Serail 2005 : laitue plein champ-été (région lyonnaise)

Protocole : Modalité non solarisée et modalité solarisée.

Résultats : Très bonne efficacité de la solarisation sur les mauvaises herbes : économie d'un traitement herbicide. Gain de poids d'environ 90g/laitue pour les modalités solarisées par rapport aux non solarisées (avant et après parage).

Quelques publications françaises sur le sujet :
Ernout H., 2000. Solarisation : ça ne fait pas tout mais ça aide. Le *13 des Serres* : 60 : 17-19
Ernout H., 2001. Essai amélioration de la solarisation Laitue – tomate.) Annual report CETA/APREL
Foury C., 1995*. Quelques aspects de la désinfection solaire des sols. *PHM La Revue Horticole*, 356 : 15-20.
Izard D., 1999. Solarisation en engrais vert. *Vaucluse agricole* : 1642 : 8-9
Martin C., Thicoïpe J.P., 1994* : La solarisation : une désinfection des sols alternative au complémentaire des fumigants chimiques. *PHM La revue Horticole*, 464 : 34-36
Roos Jean-Robert, Fouyer L. Chapeau A., Villeneuve F. 2006. Désherber les abris plastiques autrement : la solarisation dans l'ouest de la France. *Infos-Ctifl*, 225 : 45-47
Thicoïpé J.P., 1992*. Désherbage solaire en cultures légumières. Ed.ANPP, 15ème Conf. du Columa, Versailles, 2, 3 et 4 décembre 1992, pp. 291-297.
Thicoïpe J.P., 1994. La solarisation, *Infos-Ctifl*, 104 : 24-27.
Thicoïpe J.P., Despujols J., 1992. La solarisation sur laitues : les travaux de la région Rhône-Alpes. *Infos-Ctifl*, 102

La désinfection vapeur

Les travaux sur la désinfection vapeur sont très anciens puisqu'ils ont commencé dans les années 50 et depuis cette technique a toujours plus ou moins été utilisée, en particulier sous abris. Néanmoins actuellement, son utilisation se limite quasiment à la désinfection superficielle en vue du désherbage.

Après un certain engouement pour cette technique pour les applications superficielles, la désinfection profonde à la vapeur, la seule capable de résoudre les principaux problèmes de maladies telluriques des cultures légumières, est aujourd'hui quasiment abandonnée, d'abord du fait de son coût, mais ensuite cette technique possède un certain nombre de contraintes et d'inconvénients (Javoy et Guerin, 2000 ; Villeneuve *et al.*, 2001) :

- Perturbation du cycle de l'azote dans le sol ;
- Forte modification du pH susceptible d'entraîner des phytotoxicités à partir des excès de manganèse assimilables ;

- La production de vapeur nécessite l'usage d'énergies actuellement coûteuses et par ailleurs polluantes : soufre et CO_2 pour le fuel et CO_2 pour le gaz ;
- Difficulté à faire pénétrer profondément la vapeur.

De plus se pose le problème de la gestion du vide biologique créé par la vapeur. Diverses études ont été effectuées sur ce sujet (Coleno et Rapilly, 1967 ; Bollen, 1974 ; Rafin *et al.,* 1988) ou sont en cours.

Un certain nombre de nouvelles machines a été développé aux cours des dernières années, permettant, entre autres, le travail en continu. Le principal écueil réside dans la quantité d'énergie nécessaire pour la fabrication de la vapeur.

Les cultures sur substrats (hors sol)

C'est l'étude de la nutrition des plantes qui a conduit aux premières recherches sur les cultures sur substrat. Les premières installations françaises se sont faites en 1960 dans le midi, suivi en 1963 de la recherche par l'INVUFLEC d'un système simple basé sur un substrat de gros calibre et bien aéré (pouzzolane) et l'arrivée des matériaux plastiques. Avec les nombreux travaux effectués à l'étranger, en particulier en Grande Bretagne dés 1967, la recherche s'est orientée vers des solutions aux problèmes pathologiques telluriques. Rapidement s'en est suivie une vulgarisation des travaux au travers de journées (INVUFLEC, 1979. Ctifl, 1980, 1984, 2000 et 2001), stages et documents (Zuang *et al.,* 1984 ; Blanc *et al.*, 1985). Depuis cette époque les travaux de recherches n'ont pas cessé dans les différentes structures de recherches françaises, avec en particulier les travaux sur les rejets (Le Quillec, 2002) ou les pertes racinaires (Lemanceau *et al,* 1995, Martin 1997).

BLANCARD D., LOUVET G., CHAMONT S., GUERIN L., FAVE C., FOURNIER C., LEYRE J.-M., TROTTIN-CAUDAL Y., 2003. Connaître la nature des agents pathogènes associés aux pertes racinaires des cultures hors sol de tomate : un pré-requis indispensable au choix des méthodes de protection. Actes du colloque international tomate sous abri, OILB Avignon 17, 18 et 19 septembre 2003 : 31-35.

Dans le cas du concombre, un nouveau problème phytosanitaire se développe ces dernières années dans les cultures sur substrat : le *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. (Reverchon *et al.*, 2000). En Bretagne, la tomate est affectée, depuis peu et dans le même contexte de production, par des proliférations racinaires « Root Mat ») plutôt linéaires provoquées par *Agrobacterium radiobacter* biovar 1.

Le dernier grand développement concerne la fraise dont les surfaces en hors sol représentent aujourd'hui près de 11% des surfaces.

2. 3. 2. Les techniques permettant la gestion uniquement des ravageurs

Protection Biologique Intégrée (PBI)

Le principe de la PBI est d'utiliser des auxiliaires (prédateur ou parasite naturel de l'organisme à éliminer) dans le but de gérer les populations de ravageurs. Elle est principalement utilisée pour la production sous serre et sous abri. D'après une enquête SRPV/Ctifl en 2006 (cadre AFPP, groupe de travail Macro-organismes, Commission Moyens alternatifs de protection des cultures) sur la protection biologique des cultures auprès des firmes distribuant des auxiliaires, 1 609 ha de cultures légumières sous abri sont protégées (au moins au début de la saison car un retour à la protection chimique est parfois nécessaire) par des macro-organismes (1 547 ha en 2005 et 1 781 ha en 2001).

La bonne efficacité de la PBI, notamment sur tomate et concombre explique sans doute sa large utilisation par les producteurs sur ces cultures, en particulier en serre verre chauffées (en 2006, utilisation de macro-organismes respectivement sur 63,8% et 91,7% des surfaces totales de tomate et concombre) . Cette

technique est bien sûr compatible avec l'usage des bourdons utilisés couramment dans les serres et abris pour polliniser les fleurs de tomate, fraisier, etc.…

Cependant, plusieurs limites existent à la PBI :

- le coût reste encore élevé sur certaines cultures (ex fraisier, aubergine…)
- le personnel doit être formé et encadré techniquement pour sa mise en œuvre
- un certain seuil de ravageurs est éventuellement nécessaire pour permettre l'installation des auxiliaires
- des auxiliaires ne sont pas disponibles pour tous les problèmes phytosanitaires et uniquement les produits peu toxiques sur les auxiliaires peuvent être utilisés, ce qui représente une contrainte pour les producteurs.

La PBI peut être remise en cause par l'introduction de nouveaux ravageurs, le développement de ravageurs secondaires ou la nécessité de seuils de population très bas lorsque les ravageurs sont également vecteurs de virus graves.

Toutes cultures légumières confondues, la PBI est très largement étudiée par l'ensemble des stations expérimentales et par le Ctifl. Depuis l'an 2000, environ 25 essais sur la PBI en culture sous abri sont recensés chaque année lors de la rencontre du Groupe de travail « Expérimentation Protection Intégrée des cultures légumières sous abri ».

Quelques écrits sur les résultats français en particulier sur tomate :
Bertrand E., Trottin-Caudal Y., Chabrière C., 2007. Les cultures légumières sous abris : Où en est-on sur la protection biologique. Infos-Ctifl, 23& : 42-46
Capy A., Trottin-Caudal Y., 1997. Tomate : des stratégies qui font leurs preuves - Adalia, n° 36, 11-14
Maisonneuve J.-C. 2001. Protection biologique et intégrée en cultures légumières et ornementales, résultats de l'enquête sur les superficies. Ministère de l'Agriculture, DGAL, Rapport, 21p.
Trottin-Caudal Y., Millot P., 1994. Lutte intégrée contre les ravageurs sur tomate sous abri : situation et perspectives en France - Bulletin OILB/SROP, 17(5), 5-13
Trottin-Caudal Y., Grasselly D., Millot P., 1995. Tomate sous serre et abris : maîtrise de la protection sanitaire - CTIFL/INRA, 174 p.
Trottin-Caudal Y., Capy A., 2000. La protection intégrée de la tomate sous abri - Infos CTIFL, (159), 39-43
Trottin-Caudal Y., Capy A., 2003. Protection intégrée de la tomate sous serre en France : situation actuelle et perspectives - *In* " Tomate sous abri : protection intégrée, agriculture biologique - Actes du colloque international Avignon, France, 17-19 septembre 2003" - CTIFL,. 208-212
Trottin-Caudal Y., Chabrière C., Langlois A., Wuster G., 2008. La protection biologique en cultures légumières sous abri et cultures ornementales en France : Etat des lieux et perspectives. *In* 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs AFPP, 22-23 octobre 2008 Montpellier, 604-614.

Filets horizontaux et verticaux

Ces filets horizontaux forment une barrière physique empêchant les insectes de manger, piquer ou sucer les plantes de la culture et évitant ainsi les dégâts directs et indirects (exemple : transmission de virus). Cependant, une mauvaise présentation commerciale pour les cultures sous filets horizontaux peut être notée. Le climat en dessous peut être modifié. Un bon désherbage avant la pose est nécessaire pour éviter de devoir ôter les filets en cours de culture.

Les filets verticaux permettant de lutter contre les insectes volant en rase motte (exemple : les mouches) ne sont efficaces qu'à 50% et ils sont utilisables uniquement pour les petites parcelles.

Des filets de protection peuvent être installés en cultures sous abri aux ouvrants et aux portes, notamment des filets de type brise-vent pour empêcher l'introduction d'insectes de grande taille (punaises *Nezara*, noctuelles, doryphores…). Les modifications du micro-climat induites par ces mesures peuvent par contre entraîner un risque supérieur de certaines maladies (notamment celles favorisées par une forte hygrométrie).

Sur carotte, 10 essais concernant les filets ont été recensés dans la base Oryx depuis l'an 2000. Sur chou-fleur, 2 essais ont été recensés.

Quelques écrits sur les résultats français :
Picault S., 2008. Contre les mouches du chou des cultures en agriculture biologique : Les filets verticaux comme moyen de protection. Infos Ctifl, 244 :36-40

Brumisation et micro-aspersion

La brumisation permet de jouer sur le climat de l'abri (hygrométrie et température) et ainsi de gérer les bio-agresseurs sensibles à ce paramètre. Cette technique est utilisée sous abri. Elle limite le développement des populations d'acariens tout en évitant de mouiller le feuillage, à l'origine d'autres maladies comme le mildiou.

En 2005, 4 essais sur la brumisation en culture sous abri sont présentés lors de la rencontre du Groupe de travail « Expérimentation Protection Intégrée des cultures légumières sous abri ». En 2006, 2 essais ont été présentés.

La micro-aspersion a également été testée avec d'assez bons résultats pour se protéger contre les thrips en culture de poireau. Cette technique étudiée sur fraise a amélioré la maîtrise de l'oïdium et a eu un léger impact favorable sur les populations de thrips sans pour autant empêcher leur installation.

Bandes fleuries / haies

L'objectif est de diversifier la flore pour augmenter la diversité de la faune et en particulier celle des auxiliaires. Cette augmentation de la biodiversité peut être permise par une implantation annuelle ciblée (1 cible spécifique) avec une bande fleurie annuelle restreinte ou avec des plantes relais. La technique des plantes relais consiste à faire coloniser une plante par des ravageurs puis dans un 2ème temps par un auxiliaire. Cela permet d'avoir en permanence dans la culture des insectes auxiliaires susceptibles d'intervenir contre un insecte ravageur de façon précoce. L'insecte auxiliaire doit pouvoir survivre dans la culture et, si possible, se multiplier avant l'arrivée du ravageur. Il se développe sur un hôte non nuisible pour les plantes cultivées puis passera sur les ravageurs des plantes cultivées. La biodiversité peut aussi être permise par une implantation pluriannuelle généraliste afin de lutter contre des ravageurs multiples.

Cependant, les haies et bandes fleuries peuvent aussi être des refuges pour certains ravageurs. De plus, les adventices se développent à proximité des bandes fleuries et peuvent constituer (tout comme les bandes fleuries elles mêmes) des réservoirs d'inoculum pour certaines maladies, en particulier celles causées par des phytovirus.

L'implantation annuelle ciblée a été testée par la FREDON sur les choux de 2003 à 2005, par la SERAIL en 2006 sur laitue (contre puceron). L'implantation pluriannuelle généraliste est testée par la SERAIL depuis 2002.

Les cultures associées

Technique ancienne largement utilisée dans les zones tropicales et sub-tropicales, les cultures associées ont fait l'objet de nouvelles recherches depuis quelques années afin de mieux apprécier leur incidence sur les maladies et les parasites et leur faisabilité dans les zones à climat tempéré. Diverses synthèses bibliographiques existent (Perrin 1977, Kass, 1978, Theunissen, 1994). Perrin et Philips (1978) résument les aménagements possibles des cultures associées en quatre points :

- cultures ou variétés en mélanges (sans arrangement par bandes),
- une ou plusieurs cultures en bandes assez espacées pour une culture indépendante intercalée,
- deux ou plusieurs cultures ou plantes simultanées.

Cette diversité de forme d'association a donné naissance à des appellations différentes telles que culture mixte, culture intercalaire, culture associée. Les objectifs peuvent être très variés : réduction de la pression du parasitisme, diminution de la compétition des adventices, maintien de la structure du sol, réduction de l'érosion, etc.

Les travaux en France ont concerné la protection contre *Thrips tabaci* sur poireau et contre *Delia radicum* en culture de chou pommé. Les résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur des espérances, en particulier face à l'impossibilité de réduire suffisamment la compétition entre les plantes tout en garantissant une protection suffisante. Ces travaux se poursuivent au travers des plantes compagnes dont l'objectif principal est d'altérer la reconnaissance des plantes hôtes par le ravageur.

Quelques écrits sur les résultats français :
Villeneuve F., Bosc J.P., Brunel E., 1999 : La culture associée en culture légumière de plein champ / Effet sur les auxiliaires naturels en culture de chou pommé. ANPP, Vième Conf. Inter. sur les ravageurs en agriculture, 7-8-9 déc. 1999, Montpellier, 861-868
Villeneuve F., Bosc J.P., Brunel., 2000 : La culture associée sur chou pommé contre la mouche du chou : Effet sur les auxiliaires naturels. *Infos Ctifl,* 160 : 26-29

2. 3. 3. Les techniques permettant la gestion uniquement des maladies

L'utilisation des antagonistes

Depuis de nombreuses années, l'intérêt des antagonistes a été montré, en particulier au travers des études sur les sols résistants de Châteaurenard par l'Inra de Dijon. Les travaux se poursuivent actuellement dans différentes structures : Inra, Universités, Ctifl, stations régionales, …

Si l'intérêt de l'utilisation des antagonistes est clairement démontré, le passage de cette technique chez les producteurs se heurte pour le moment à certains problèmes qui interdisent le transfert :

- Certaines efficacités montrées en conditions contrôlées s'avèrent insuffisantes dans les conditions de la pratique, c'est le cas en particulier des champignons vis-à-vis des nématodes ;
- L'implantation des antagonistes au champ est très délicate, dans de nombreux cas les capacités concurrentielles des souches apportées sont insuffisantes au regard des micro-organismes présents, ce qui rend inefficace la technique ;
- La spécificité des souches vis-à-vis d'un bio-agresseur alors qu'en général les producteurs doivent se prémunir de plusieurs pathogènes et ravageurs ;
- Nécessité que les antagonistes disposent d'une Autorisation de Mise en Marché, aujourd'hui en France très peu de spécialités sont homologuées.

Aujourd'hui l'utilisation du Contans®, *Coniothyrium minitans*, pour se protéger contre *Sclerotinia sclerotiorum* donne d'assez bons résultats dans des conditions bien précises d'utilisation.

Quelques écrits sur les résultats français :
Alabouvette C., 2001. La lutte biologique contre les parasites du sol. *Phytoma – La défense des végétaux*, 542 :35-37
Alabouvette C., 1986. Fusarium-wilt suppressive soils from Châteaurenard region: review of a 10-year study. *Agronomie*, 6 : 273-284
Cordier C., Pommier J.-J., Lemoine M.C., Guérineau C., Gaillard P., Alabouvette C., 2002. La biotisation : un moyen de lutte biologique à utiliser en protection intégrée : exemple de la fraise. 2ème conf. Inter. Sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles des végétaux ; Lille, 4, 5, 6 et 7 mars 2002, pp. 413-419
Villeneuve F., Granel C., Ronget D.,Lempire C., Chappoux F., 2002 : Etude de techniques de protection non chimiques contre le *Rhizoctonia solani* applicables à la carotte, *Daucus carota.* 2ème conf. Inter. Sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles des végétaux ; Lille, 4, 5, 6 et 7 mars 2002, pp.259-266

2. 3. 4. Les techniques permettant la gestion des adventices

Les adventices revêtent une acuité particulière pour les cultures légumières, car outre les aspects habituels de compétition avec les cultures et d'interaction avec certains problèmes phytosanitaires (adventices sensibles à des bio-agresseurs communs avec les cultures, réservoirs à certains virus ou phytoplasmes…), certaines cultures comme la mâche ou les jeunes pousses nécessitent l'absence totale d'adventices car il est impossible de mettre en œuvre un tri à la récolte.

Tableau 8 : Caractéristiques des traitements herbicides (*source : sondage BVA/AFSSA)*

	Nb moyen d'applications par cycle cultural	Moyenne de l'indice de surface traitée (0 à 1)	Nb d'applications en plein	Nb d'applications en rang	Nb d'applications en localisé
Carotte	2,40	0,91	89	4	0
Choux Fleurs/Brocolis	1,50	0,82	41	3	1
Haricot avec gousse	3,50	0,85	79	0	1
Laitues	1,20	0,83	35	8	5
Melon	1,40	0,61	8	24	3

La tomate n'est pas indiquée car il semble qu'une part importante des producteurs de tomate interrogés soit des producteurs de plein champ (mode de production non étudié dans ce rapport) (cf 1. 1. 1.)

L'utilisation des techniques alternatives pour le désherbage nécessite de changer de méthode de raisonnement, il faut passer de la culture à l'ensemble des cultures sur une même parcelle, ainsi que de prendre en compte la gestion du stock semencier.

Le désherbage intégré doit amener une réduction de l'emploi systématique et préventif des herbicides, mais passe par la mise en œuvre d'un raisonnement qui s'inscrive dans la durée. Cela se traduit, selon Debaeke, 1997, par :

- l'emploi de techniques diverses (Tableau 9) permettant de réguler les populations d'adventices ;
- la prise en compte de la succession des cultures comme échelle de raisonnement et d'évaluation du désherbage, mais aussi comme méthode de régulation privilégiée des stocks semenciers ;
- le choix privilégié d'un désherbage de post levée (chimique, mécanique ou thermique) sur la base de seuils de nuisibilités.

Tableau 9 : Avantages et inconvénients des techniques permettant de réguler les populations de mauvaises herbes

Technique	Principes	Avantages	Inconvénients
Aménagement de la parcelle	Les haies peuvent limiter les apports liés au vent. Les fossés et abords de parcelle doivent être régulièrement entretenus, étant source de semences d'adventices.	• Limiter les apports exogènes de graines	Altération de la qualité de certains légumes Refuge de certains bioagresseurs
Rotation des cultures	Les rotations interviennent principalement par la diversité des fenêtres de contrôles possibles	• Favoriser la diversité des espèces d'adventices • Permet de faire alterner les époques d'intervention • Réduire la densité d'adventices	• Difficile à mettre en œuvre dans certaines conditions
Plantes de couvertures et engrais verts	Eviter que la parcelle puisse devenir un lieu de production important de semences d'adventices.	• Limiter la reconstitution du stock semencier	• Induit des coûts supplémentaires
Fumiers et composts	Les différents composés contenus dans les fumiers et composts interviennent sur la dynamique des adventices au champ	• S'inscrit dans les autres dimensions de la production raisonnée	• Peut être une source de semences d'adventices • Compostage obligatoire du fumier dans de bonnes conditions
Travail du sol	Le type de travail du sol intervient sur les évolutions quantitatives et qualitatives des adventices	• Permet de réaliser les levées au champ • Le travail superficiel du sol à pour conséquence de réduire le stock semences	• Relancer la germination des adventices • Maintien viable un pool de semences
Désinfection du sol à la vapeur	Consiste à faire passer un flux de vapeur d'eau dans un sol	• Non toxique et non rémanent • Bonne efficacité contre les adventices	• Très coûteux • Technique exigeante en énergie[1] • Détruit des organismes utiles • Fastidieux pour l'applicateur
Solarisation	Utilisation de l'effet thermique d'un film polyéthylène posé sur le sol	• Technique respectueuse de l'environnement • Non toxique et non rémanent • Permet de juguler certains pathogènes et ravageurs du sol	• Avoir un ensoleillement suffisant • Immobilise la parcelle pendant un long laps de temps • Certaines adventices sont difficilement jugulées par cette technique : pourpier, renoncule des champs,… • Elimination des films
Cultures associées	Mélange de 2 ou plusieurs cultures qui se développent en même temps avec un aménagement spécifique	• Technique respectueuse de l'environnement • Peut permettre de se protéger contre certains ravageurs et maladies	• Demande une haute technicité • Encore au stade expérimental
Choix variétal	Utiliser des variétés qui ont une croissance rapide et bonnes compétitrices	• Limiter les besoins en autres techniques	• Nécessité d'être pris en compte dans les objectifs de sélection
Fertilisation	Limiter la disponibilité en nitrates, en particulier en début de culture pour limiter la germination de certaines adventices	• Limite les risques d'excès en azote en début de culture et les fruits	• Etre compatible avec les besoins de la culture • Seules certaines espèces d'adventices ont un besoin en nitrates pour germer
Faux semis	Consiste à préparer le lit de semences environ un mois avant implantation de la culture pour permettre aux adventices d'émerger qui sont ensuite éliminées	• Réduit les opérations ultérieures	• Préparation du sol longtemps avant l'implantation
Paillages et mulchs	Couverture du sol par un film ou par des particules de matériaux organiques ou non. On peut utiliser certaines particularités biochimiques, comme dans le cas de la paille de seigle – allélopathie	• Bonne efficacité sur les zones couvertes	• Coût élevé • Problèmes de l'élimination • Maîtrise des passe-pieds

[1] Un travail de recherche est en cours au Dannemark sur des machines à faible consommation qui ne désinfectent qu'un faible volume de sol (5 à 10 cm de large sur 10 cm de profondeur). Ces machines sont associées à un semoir ou plantoir pour placer précisément les plants dans la zone désinfectée. Cependant, l'encombrement de la machine permet d'envisager un usage en plein champ, mais pas sous tunnel.

Avantages et inconvénients des techniques permettant de réguler les populations de mauvaises herbes (suite)

Technique		Principes	Avantages	Inconvénients
Désherbage mécanique	• Herse-étrille	Outils qui agissent de manière très superficielle en arrachant les mauvaises herbes	• Travaille sur toute la surface • Opération rapide • Favorise la minéralisation de l'azote	• N'est efficace qu'en sol bien ressuyé • Relance la germination des adventices • N'est pas adapté à toutes les cultures • Pénétration difficile derrière les passages des roues • Dans certains cas pertes de plants
	• Bineuse sarcleuse	Appareils à dents rigides ou vibrantes dont la partie actives peut être un soc, une rasette, une patte d'oie ou un buttoir qui agissent soit en pré-émergence pour détruire les semences en cours de germination, soit en post-levée. Le type d'outils se choisit en fonction du stade de développement des adventices	• Efficacité totale sur les inter-rangs • Aère le sol • Efficacité sur adventices déjà développées • Limite l'évaporation	• Ne travaille pas sur le rang • Relance la germination des adventices
	• Houe rotative	Emiettent la terre et selon le cas provoque la mise à nu des racines et un enfouissement des adventices	• Opération rapide • Affine le lit de semences • Efficace en faux semis	• Ne travaille qu'en inter-rangs • Augmente les risques de tassement
	• Brosses	Poils suffisamment rigides pour que la balayage assure l'arrachement des jeunes plantules	• Efficace sur adventices jeunes	• Nécessite une structure favorable • Usure rapide des poils
Désherbage thermique		Consiste à chauffer au moyen de brûleurs, la partie aérienne des plantes pour les détruire	• Ne nécessite pas de travail du sol • Non toxique et non rémanent • Pas trop tributaire des conditions d'applications	• Coût élevé • Utilisation d'énergie fossile • Monocotylédones parfois difficiles, à tuer • Ne permet pas d'intervenir sur la ligne après implantation
Désherbage biologique		Utilisation de parasites spécifiques des adventices entraînant soit la mort, soit une réduction du développement	• Respect de l'environnement	• Encore au stade recherche • Demande à être bien spécifique
Résidus de cultures		Utiliser l'effet allélopathique de certaines plantes (seigle, trèfle, Brassicaceae,..)	• Technique respectueuse de l'environnement	• Effet partiel

Tableau 10 : Exemple pour la culture de melon des différents types de désherbage utilisés

DESHERBAGE	Remarques
Désherbage chimique	Avec DACTHAL WP 75 (chlorthal) à 10 kg/ha mais l'efficacité n'est pas entièrement satisfaisante. Coût de **600€/ha à 700€/ha.**
Désherbage manuel	En fonction des précédents culturaux et de la levée des adventices, les temps de travaux vont de 20h/ha à 60h/ha par passage (coût horaire : 12.66 €/h charge comprises) **=> 250€/ha à 750 €/ha.** La main d'œuvre nécessaire est très importante.
Désherbage mécanique (binage)	70 €/ha par passage avec au minimum 2 passages => **140 €/ha au minimum** Pas toujours adapté (en fonction du sol, des conditions climatiques, du développement de la culture et du type de production). Technique coûteuse en énergie fossile.
Méthode complémentaire au désherbage : le paillage de la planche de culture	0.08€/m² à 0.09€/m² donc environ 400€/ha

Sources : Ctifl, Fiche « Protection du melon 2008 » CEHM/APREL, Comité BGSO et Bassin de production Centre-Ouest, CA 84 – Agriculture de Vaucluse Références technico-économiques 2006/2007, données production.

2. 4. Les traitements des plants en pépinière

Les traitements de semences, des plants en pépinière (cultures parmi les six étudiées concernées par la pépinière : tomate, laitue, melon et chou-fleur) **ou en localisé lors de la plantation ne sont pas pris en compte** dans le calcul des IFT et dans l'analyse des systèmes de culture de cette étude. Cependant, ils conditionnent l'état sanitaire futur de la plantation. Nous avons par conséquent considéré que les bénéfices apportés par ces traitements sont supérieurs aux risques pour l'environnement. En effet, ces traitements sont localisés, la dose est donc réduite et ils permettent une diminution des traitements en culture.

Les traitements en pépinière sont systématiques et essentiellement préventifs, ils concernent donc le niveau 0. Cependant, des plants parfaitement sains sont indispensables pour éviter des problèmes phytosanitaires ultérieurs. La dose à l'hectare pour un traitement est réduite car la densité des plants cultivés sur un hectare dans une pépinière est plus importante que dans un champ.

Encadré 2 : Exemple des traitements en pépinière (pépinière SCEA Briand René, contact Jean Robert Roos)

Les traitements fongicides sont préventifs et systématiques. En ce qui concerne les traitements insecticides/acaricides, les traitements sont systématiques ou non en fonction des périodes de l'année (plus ou moins sujettes à l'attaque des ravageurs). Aucun traitement herbicide n'est effectué.

- Culture des plants de tomate : les traitements varient en fonction de la période de l'année et de la durée de culture de la tomate. En moyenne sur 6 cycles de tomate (différentes variétés), IFT fongicide = 6.17 et IFT insecticide/acaricide = 2.83. La densité en pépinière est de 160 plants/m² lorsqu'ils sont au stade bouchon, de 11 plants /m² au stade gros plants. Le temps de culture des plants est de 22 à 65 jours. En culture sous tunnel en sol, la densité est de 1 plant/m². Avec la règle de trois et en prenant une densité moyenne de 50 plants/m² en pépinière, un IFT de 9 en pépinière équivaut (en nombre de plantes traitées) à un IFT d'environ 0.18 traitements en culture sous abri.

- Culture des plants de chou-fleur : les traitements en pépinière sont de : IFT fongicide = 13 et IFT insecticide = 6. La densité en pépinière est de 800 choux/m² avec un temps de culture de 40 à 55 jours. En champ, la densité de plantation est de 1.2 à 2.8 plantes/m². Avec la règle de trois et en prenant une densité moyenne de 2 plantes/m² au champ, un IFT de 19 en pépinière équivaut (en nombre de plantes traitées) à un IFT d'environ 0.0475 en champ.

- Culture des plants de laitue : les traitements en pépinière sont de : IFT fongicide = 10 et IFT insecticide = 7. La densité en pépinière est de 400 plants/m², la densité en champ est de 6 à 12 plants/m² et sous abri de 12 à 16 plants/m². D'après la règle de trois et en prenant une densité moyenne de 8 plantes/m² au champ et de 14 plants/m² sous abri, un IFT de 17 en pépinière équivaut (en nombre de plantes traitées) à un IFT de 0.34 au champ et de 0.6 sous abri.

Source :
Monographie laitue Ctifl (1997)
Références production légumières J.Y Perron (2006)
Pépinière SCEA Briand René_ contact Jean Robert Roos

3. PERFORMANCES DES DIFFERENTS NIVEAUX DE RUPTURE PAR CULTURE

3. 1. Tentative de caractérisation des performances des niveaux de rupture pour les cultures étudiées

Les indicateurs renseignés ci-dessous proviennent des types de source suivants : des dires d'experts (estimations par des techniciens d'après leurs connaissances du terrain), de données bibliographiques (références technico-économique des chambres d'agriculture) et du sondage AFSSA/BVA. Les dires d'expert et les données du sondage ne sont pas toujours équivalents. En effet, les techniciens connaissent mieux les producteurs spécialisés (exemple pour la tomate : production hors sol) que les producteurs en polyculture. Or les données du sondage englobent tous les modes de production et notamment les petits producteurs en polyculture avec des circuits de vente courts. D'où la différence observée entre les données du sondage sur les traitements qui sont souvent sous estimées et les dires d'experts (exemple : un petit producteur de tomate peut s'en sortir sans traitement contrairement à un producteur spécialisé).

Les données des dires d'experts ont été synthétisées par culture et par mode de production. Elles sont nationalisées à partir des données des principaux bassins de production (cf 1.1.2.). Elles sont indiquées sous forme de fourchettes afin de montrer la grande variabilité qui existe pour un certain nombre d'indicateurs. La variation du nombre de traitements est liée aux raisonnements des interventions phytopharmaceutiques en fonction des conditions climatiques, des résistances intermédiaires des variétés et du stade des plantes.

Cependant, des données sont manquantes : tous les niveaux de rupture et tous les indicateurs ne sont donc pas renseignés pour cause d'indisponibilité.

Carotte

Trois catégories de carotte pour le marché de frais peuvent être distinguées :

- la carotte de saison. Le semis est effectué en mai et la récolte en octobre.
- la carotte primeur principalement dans les Landes et dans le sud-est. Le semi est effectuée de novembre à février, la récolte commence vers le 10 mai et se termine officiellement le 31 juillet. Cette culture est cultivée avec un paillage thermique.
- la carotte de conservation. La récolte se fait de novembre à mars. Elles sont conservées au champ grâce soit à l'ajout de paille (15 à 30t/ha), soit à un retournement des carottes, soit à la création de butte. Aucun traitement phytosanitaire n'est effectué pendant sa conservation au champ.

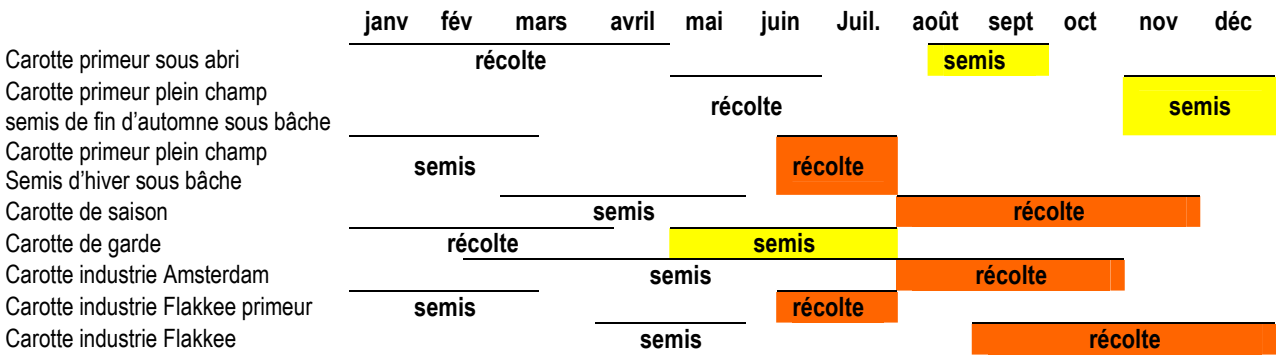


Figure 3 : Les calendriers de culture de la carotte en France

Les problèmes phytosanitaires en carotte primeur pour le marché de frais se limitent principalement aux mauvaises herbes, aux nématodes, aux noctuelles et à la cercosporiose. Pour la carotte de conservation et de saison pour le marché de frais, les risques sont plus importants.

Les données présentées dans le tableau 11 correspondent à la région du Sud Est qui n'est pas un bassin de production important dans le contexte français et un peu atypique du fait de marchés de proximité important, les indicateurs n'ayant pas été obtenus pour les autres régions.

Tableau 11 : Indicateurs de la production de carotte pour le Sud est

			Sud est	
			champ primeur	champ saison
Niveau de rupture			**1**	**1**
surface en 2005-2006 (ha)			1196 (11% des surfaces pour la culture de carotte en France)	
production en 2005-2006 (t)			40 148 (10% de la production de France)	
Autres informations			20% de la production dans la région	80% de la production dans la région
Nombre de traitements produits phytosanitaires par saison	**nombre de traitements herbicides**		**3**	**2 à 3**
	nombre de traitements fongicides	alternaria pb n°1	2	5 à 6
		pythiums/bague pb n°2	1 à 2	1 à 2
		oïdium pb n°3	1	5 à 6
		sclérotinia pb n°4	0	2
		nombre de traitements fongicides global		
	nombre de traitements insecticides et acaricides	taupin pb n°1	1	1
		mouche pb n°2	0 à 2	1 à 4
		noctuelles pb n°3	0 à 3	1 à 3
		pucerons pb n°4	0 à 2	0 à 2
		nombre de traitements insecticides et acaricides global	**1 à 7**	**5 à 11**
	Désinfection du sol (Dichloropropéne uniquement contre heterodera carotae)		0 à 1	0 à 1
Fréquence des autres pratiques de protection	engrais vert (seigle ou avoine et vesce)		0	30%
	rotation		100%	90%
Temps de travail (heures/ha)	désherbage mécanique		1	1
	désinfection du sol		1	1
	paillage			
	traitements		2	3 à 4
	Lutte biologique		0	0
	Total temps de travail protection		**4**	**4 à 6**
	Total système de culture		**14 à 18**	**14 à 18**
Coût (€/ha)	herbicides		150	150
	fongicides		0 à 450	100 à 550
	insecticides		45 à 90	45 à 120
	acaricides		0	0
	Lutte biologique		0	0
	désinfection du sol		850	850
	désherbage mécanique		40 à 80	40 à 80
	paillage (p 17)		1000	
	total coût des approvisionnements en protection		**2000**	**1000**
	main d'œuvre protection		25 à 90	25 à 90
	coût de la mécanisation pour la protection		16 à 60	16 à 60
	Total coût du système de culture		**3000 à 6000**	**3000 à 6000**
Rendement moyen (kg/ha) (1)			40000	50000
Prix moyen du produit (€/ha)	2003		0,3	0,15
	2004		0,35	0,13
	2005		0,3	0,13
	2006		0,35	0,17
	2007		0,3	0,15
	2008 (janvier à mars)		0,3	0,15

Sources : Dires d'experts : Frederik Siri (coopérative Provence Silvacane)

Tableau 12 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la carotte (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (56 producteurs ; 190,11ha)		
Type de produit	Nombre de producteur citant ce type	Moyenne IFT	écart type
Fongicides en végétation	33	2,10	2,50
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	7	0,23	1,05
Insecticides/acaricides en végétation	32	1,62	2,09
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)		0,00	
produits lutte bio (Bt, Contans)		0,00	
Herbicides	53	1,64	1,52
Insecticides du sol/nématicides	11	0,13	0,41
Antilimaces	8	0,29	0,94

Les surfaces consacrées à la culture de carotte des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSSA représentent environ 1% des surfaces totales de cette production. Le sondage ne différencie pas les 3 types de carotte (primeur, de saison et de conservation) et il est possible qu'il prenne aussi en compte les carottes de transformation destinées à l'industrie. Les traitements herbicides ne sont plus représentatifs car en 2007, le désherbage en culture de carotte était principalement réalisé grâce au Dosanex (s.a : metoxuron). Aujourd'hui, ce produit est retiré du marché, et compte tenu de l'absence de solution satisfaisante en post émergence, les traitements à petites doses sont alors multipliés. Les insecticides du sol et nématicides semblent aussi très nettement sous évalués (moyenne IFT France : 0,13) car les producteurs appliquent en général un traitement du sol contre la mouche de la carotte plus un traitement nématicide d'où un IFT d'environ de 2. Par ailleurs, 8 producteurs ont déclaré avoir utilisé des antilimaces, or d'après les dires d'experts, les antilimaces sont assez rarement utilisés.

Actuellement, la rotation pluriannuelle est indispensable en culture de carotte. En effet, il n'est pas possible de cultiver la carotte 2 ans de suite sur la même parcelle, les problèmes phytosanitaires devenant beaucoup trop importants. Il est constaté que plus les parcelles ont eu précédemment des cultures de carotte, plus les déchets sont importants et cela même avec une rotation de 5 ans. Certains bio-agresseurs persistent dans le sol pendant plusieurs années (par exemple, *Heterodera carotae* reste pendant 15 ans dans le sol sous forme de kyste).

Les rotations pratiquées sont variables. Dans le sud-est, la carotte est en rotation avec le blé dur. Dans les Landes, la rotation est de 6 ans avec 80% de maïs. En Normandie à Créances, la carotte revient tous les 2/3 ans et est en rotation avec le poireau. Vers le Mont St Michel, la rotation est plus longue : 4/5 ans avec du maïs et d'autres cultures légumières (laitue, céleri rave). Certaines plantes de coupure cultivées dans la rotation peuvent présenter un intérêt : les crucifères (radis fourrager, moutarde brune), le seigle et l'avoine pour le *Pythium*.

Les principaux obstacles au passage à l'agriculture biologique pour la culture de carotte sont : en premier lieu, le désherbage sur le rang (avec un problème de main d'œuvre), ensuite le problème de nématodes, des maladies du feuillage et racinaires. Des solutions existent contre la mouche de la carotte mais ce sont des moyens chers (exemple : film au dessus de la culture avec, en plus du coût, un problème de modification du climat). La baisse de rendement en agriculture biologique peut être estimée à au moins 1/3 d'un rendement conventionnel. Ensuite, la carotte est un produit basique, le consommateur refuse de payer un prix élevé pour cet aliment. Elle possède de plus une bonne image santé donc les carottes AB ne sont pas nécessairement bien valorisées par rapport aux carottes conventionnelles.

Chou-fleur

Deux grandes zones de production du chou-fleur en France :

- L'ouest avec la Bretagne et la Basse Normandie : au niveau de Saint-Pol de Léon de Paimpol, de Saint Malo et de Barfleur avec une production d'automne et d'hiver. La zone de Saint-Malo est caractérisée par un climat hivernal plus rigoureux qui minimise la production sur janvier et février.
- le Nord : 1 000 hectares et une production principalement estivale.

Remarques sur les indicateurs du tableau 14 :

- La différence régionale est conservée ici car les périodes de production du Nord et de Bretagne sont différentes donc avec des problématiques et des pratiques culturales différentes.
- Le tableau ci-dessous ne présente pas les IFT mais le nombre de traitements, c'est-à-dire le nombre de passages.
- Les coûts indiqués pour les différents produits phytosanitaires tiennent uniquement compte du coût des produits. A cela, il faut ajouter le coût de la main d'œuvre et de l'amortissement du matériel. Le coût indiqué pour le désherbage mécanique tient compte de l'amortissement uniquement (ajout de la main d'œuvre nécessaire pour avoir le coût total).

Tableau 13 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le chou-fleur (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (60 producteurs ; 276,05 ha)		
type de produit	nb de producteur citant ce type de produit	Moy IFT	écart type
Fongicides en végétation	27	0,90	1,41
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	9	0,28	0,84
Insecticides /acaricides en végétation	50	2,80	2,65
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)	0	0,00	
produits lutte bio (Bt)	3	0,10	0,54
Herbicides	35	0,70	0,79
Insecticides du sol/nématicides	3	0,01	0,03
Antilimaces	24	0,48	0,74

La surface totale consacrée à la culture de chou-fleur des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSSA représente un peu plus d'1% des surfaces totales de cette production.

Pour la culture de chou, les traitements de semences et des plants en pépinière ont une incidence forte sur les traitements qui suivent au champ. Les semences sont pelliculées en vue d'une protection contre la mouche (pelliculage avec du chlorpiryphos permettant une protection de la culture pendant la production du plant jusqu'au début de la post plantation), contre le mildiou (s.a. : mefenoxam) et contre les maladies de levée (s.a. : iprodione, thirame, carbendazime). En général, elles sont pelliculées avec 3 fongicides et 1 insecticide, ce qui revient à 0,1 centime d'euro par graine (au champ : 12 000 plantes/ha soit un coût de 12€/ha). Ensuite, une grande partie des traitements se fait dans la phase de préparation du plant en pépinière (cf 2.4). Ces interventions en pépinière sont principalement destinées à la protection contre le mildiou.

Les moyens de protection (chimique et alternative) contre les différents bioagresseurs du chou-fleur sont détaillés en annexe n°16.

Actuellement, pour des raisons de coûts énergétiques et de gain de temps, les conduites culturales simplifiées se développent : le labour est remplacé par une utilisation des outils à dent. Or pour cela, il faut que le sol soit propre donc les herbicides, notamment le glyphosate, sont de plus en plus utilisés. Pour des raisons économiques, l'utilisation des herbicides tend donc à se développer.

Tableau 14 : Indicateurs de la production de chou-fleur (1)

			Bretagne			Nord
Mode de production			été	automne	hiver	été
Niveau de rupture			2a	2a	2a	2a
% de ce type de production dans la région			100 ha (2)	7000 ha (2)	13 000 ha (2)	1000 ha
Nombre de traitements produits phytosanitaires par saison	**nombre de traitements HERBICIDE**		**1(à 2)**	**1(à 2)**	**1 (à 2)**	**1 à 3**
	nombre de traitements FONGICIDE	*mycosphaerella*	0	0.73	1	2
		Xanthomonas camp	1	1	1	1 à 3
		pied noir	0 à 1	0 à 1	0 à 1	1 (sur le plant)
		nombre de traitements fongicides global	**0 à 1**	**1 à 2**	**2 à 3**	**2**
	nombre de traitements INSECTICIDE et ACARICIDE	mouche	1	0.1	0	1
		pucerons	0	1	0 à 1	1 à 2
		chenilles	0 à 1	1	0 à 1	1 à 3
		autres (altises, tenthrede,	0	0 à 1	0	1
		nombre de traitements insecticides et acaricides global	**1 à 2**	**2 à 3**	**0 à 2**	**0 à 4**
	Désinfection du sol		0	0	0	0
Fréquence des autres pratiques de protection		bachage	50%	0	0	60% (de la production de fin mai-juin)
		binage	1 à 3	1 à 3	2 à 4	100%
		buttage	0	0	1	80%
Temps de travail (heures/ha)	désherbage mécanique		3 à 5	3 à 5	6 à 10	2
	traitements		11	1.5	1	2 à 3
	Lutte biologique		néant	néant	néant	néant
	Total temps de travail protection		**12 à 16**	**4 à 6**	**6 à 11**	**4 à 5**
	Total système de culture		130 à 170 (3)	130 à 170 (3)	140 à 200 (3)	190
Coût (€/ha)	herbicides		46 à 80	46 à 80	46 à 80	30 à 120
	fongicides		8 à 45	38 à 65	48 à 85	90
	insecticides		45 à 55	40 à 60	0 à 40	80 à 140
	acaricides					
	désherbage mécanique		27 à 45	27 à 45	54 à 90	70
	total coût protection		**?**	**?**	**?**	**570** (approvisionnement + coût du tracteur + amortissement du matériel + temps)
	Total coût système de culture		**?**	**?**	**?**	**2300**
% des charges en approvisionnement pour la protection			?	?	?	13%
Ecarts des rendements moyens entre 2001-2006 (têtes/ha)			8200 à 11100	8200 à 11100	7700 à 10100	15000 (rdt moyen)
marge brute (€/ha)			3110 à 4930	3110 à 4930	2360 à 3970	4 800

Sources :
1- Dires d'experts : Vianney Estorgues (chambre agriculture Finistère), Raymond Wartelle (chambre agriculture Nord)
2- Cerafel Bretagne, chiffre 2006
3- 'fiches technico-économiques légumes de plein champ', chambre agriculture du Finistère janvier 1999

Dans la majorité des cas pour les plantations en juillet-août, le désherbage chimique a pour objectif de maintenir la parcelle propre les 3 à 4 premières semaines. Cette technique est surtout réservée aux plantations à partir de plants en minimottes. Le binage mécanique n'est pas toujours réalisable les premières semaines en cas d'humidité excessive. Quand les conditions climatiques sont propices, le désherbage se fait mécaniquement par binage. Pour les plantations de printemps bâchées, la parcelle doit être propre sur toute la durée de la culture donc le désherbage chimique du début doit être suffisamment efficace. Cependant, ces productions bâchées représentent une surface faible (moins de 500 ha). Des problèmes de repousses des céréales existent lorsque la rotation fait intervenir une plantation de chou-fleur après la récolte d'une céréale, d'où une utilisation d'antigraminées. **En général, le nombre de traitements herbicides est de 1 à 2** (un traitement postplantation et un antigraminée si nécessaire).

Le désherbage mécanique se fait grâce à des bineuses sur l'interrang. L'emploi des herses étrilles ou des bineuses à doigts permet de gérer la propreté sur le rang. Ce désherbage ne marche que si les conditions climatiques sont favorables, comme c'est souvent le cas pour les plantations estivales (juillet/août). Le désherbage mécanique est utilisé par tous les producteurs donc le **niveau de rupture** est au minimum **du 2a**.

Les traitements fongicides sont appliqués principalement sur le plant. En ce qui concerne les traitements insecticides, les ravageurs ne sont pas un problème en cycle d'hiver contrairement au chou-fleur d'été. Les traitements insecticides sont nettement plus importants pour le chou-fleur d'été. Pour celui-ci, un traitement contre la mouche est systématique, un traitement contre les pucerons/chenilles, un contre les altises et 3/4 contre la cécidomyie dans certains cas sont réalisés.

En Bretagne, les rotations en chou-fleur peuvent faire intervenir des pommes de terre primeurs, des céréales, de l'artichaut et du brocoli. Généralement, au moins 2 cultures de choux-fleurs sur 3 ans sont produites sur une parcelle. Il n'y a pas de problèmes phytosanitaires majeurs lorsque la culture de chou-fleur est répétée. Dans la zone du marais de St Omer dans le nord de la France, les producteurs produisent uniquement du chou-fleur. Dans les autres zones du nord, la rotation fait intervenir des céréales.

La réduction en produits phytosanitaires la plus probable sera permise grâce aux progrès sur les variétés de chou-fleur. De nouvelles variétés sont résistantes au *Mycosphaerella* et des variétés résistantes à la hernie des crucifères sont commercialisées. De plus, les systèmes de couverture des pommes (les feuilles bien serrées sur la pomme) peuvent avoir des conséquences sur les problèmes phytosanitaires (exemple : sensibilité plus faible aux attaques des chenilles). De même, un chou-fleur vigoureux sera moins sensible aux attaques de pucerons. Ces caractéristiques sont permises grâce à la génétique et au travail sur les différentes variétés.

L'emploi du Bt (*Bacillus thuriengensis*) sur piéride pourrait être une source de progrès. Ce produit biologique permettrait de remplacer le traitement actuel puceron/chenille par un traitement Bt et un traitement contre le puceron avec des substances actives respectueuses de la faune auxiliaire si nécessaire.

Le principal temps de travail est la récolte manuelle, elle est très variable selon les variétés et la saison. La culture de chou fleur nécessite une main d'œuvre importante (quasiment 50% du cout de production). Les approvisionnements de la culture du chou-fleur d'hiver représente 14% (*source : CER Bretagne, 2005*).

L'agriculture biologique du chou en Bretagne correspond à 1% du chiffre d'affaire. En agriculture biologique, le rendement en têtes/ha est équivalent à l'agriculture conventionnelle mais les calibres sont plus petits, d'où un rendement en kg/ha plus faible. Le coût des graines et des plants est plus élevé. Les rotations en agriculture biologique sont moins intensives en général qu'en conventionnel : 1/3 de la sole est hors légumes donc le retour du chou-fleur dans la rotation est plus long (exemple d'une rotation en agriculture biologique : un an de chou, un an de céréales puis un an d'engrais vert (trèfle semé dans la céréale) puis de nouveau le chou qui peut être suivi d'une deuxième année de chou avant l'implantation d'une culture d'artichaut sur 2 à 3 ans).

Haricot vert

La production de haricots verts ou beurre en 2007 en France se divise comme suit : 51% pour les haricots verts extra fins, de 43% pour les autres haricots verts et de 6% pour les haricots beurre.

Tableau 15 : IFT théoriques pour la culture de haricot

			Nord-Picardie-Centre+Bourgogne	Sud-Ouest	Bretagne
Niveau de rupture			**1**	**1**	**1**
Nombre de traitements produits phytosanitaires par saison	**IFT herbicide**		**1,5**	**2,7**	**3**
	IFT fongicide	Rouille	1,5	1,2	2
		Botrytis cinerea			
		Sclérotinia			
		IFT fongicide global	**1,5**	**1,2**	**2**
	IFT insecticide/ acaricide	Mouches semis	0,3	0,2	0,5
		Pucerons	2		0,3
		Pyrales			
		Héliothis		1,3	
		IFT insecticide/acaricide global	**2,3**	**1,5**	**0,8**

Source : dires d'experts

Tableau 16 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le haricot (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (35 producteurs ; 269,35ha)		
Type de produit	**Nombre de producteur citant ce type**	**Moyenne IFT**	**écart-type**
Fongicides en végétation	28	1,63	1,20
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	4	0,12	0,37
Insecticides/acaricides en végétation	16	0,46	0,58
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)	0	0,00	
produits lutte bio (Bt, Contans)	2	0,06	0,24
Herbicides	31	2,06	1,19
Insecticides du sol/nématicides	13	0,26	0,43
Antilimaces	10	0,22	0,40

La **surface totale consacrée à la culture de haricot vert des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSSA représente moins de 1% des surfaces totales de cette production.** Les IFT obtenus par le sondage sont, d'après dires d'experts, nettement sous estimés, notamment pour les fongicides et insecticides en végétation. L'IFT insecticide de 0,46 n'est pas vraisemblable en culture d'haricot d'industrie. En frais, pour un marché de proximité, les surfaces sont faibles et la récolte est successive et manuelle. Un tri des haricots peut se faire directement à la récolte, l'importance du 0 défaut sur les haricots est donc moins importante et il est alors possible d'alléger les traitements.

Les moyens de protection (protection chimique et alternatives) contre les différents bioagresseurs du haricot sont détaillés en annexe n°17.

Un phénomène encourageant concernant la diminution des produits phytosanitaires est l'utilisation du Contans (antagoniste de *Sclerotinia*) qui se généralise. On estime que ce biofongicide est utilisé sur environ 50% de la production dans les zones contaminées. Il faut cependant 3 à 4 applications de ce produit pour obtenir un résultat sur *Sclerotinia*.

La rotation en culture de haricot est en moyenne de 5 à 6 ans. Dans le Sud-ouest, le haricot est en rotation avec du maïs. Dans le nord, avec des céréales à paille et de la betterave. En Bretagne, avec du maïs, des céréales et des cultures fourragères.

Les haricots verts ont principalement des résistances aux bactéries : toutes les variétés sont résistantes aux *Pseudomonas* et certaines aux *Xanthomonas*.

Une évolution concernant les traitements se trouve au niveau des herbicides. Il y a beaucoup moins de molécules disponibles actuellement, donc le désherbage uniquement chimique est dépassé. Cependant, le désherbage mécanique (binage) est actuellement peu utilisé (5 à 10% des producteurs). Une solution au problème de désherbage serait de revoir le barème d'acceptabilité, c'est-à-dire d'avoir une exigence moindre par rapport à la qualité du produit. Ceci permettrait une réduction du nombre de traitements.

Une marge de progrès probable pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires serait dans la gestion du problème de *Sclerotinia*. Notamment grâce à un travail sur les rotations, c'est à dire d'éviter d'intégrer dans la rotation des oléo-protéagineux et des légumes qui sont sensibles à cette maladie. Ensuite, grâce au développement de la biodésinfection avec le Contans.

Tableau 17 : Exemple d'une production de haricot vert du Sud-ouest

		haricot vert 1ère culture (semis fin mai, récolte fin juillet)	haricot vert 2ème culture (semis début août, récolte octobre)	haricot vert 2ème culture (après pois) (semis fin juin, récolte début septembre)
Niveau de rupture		1		
Temps de travail (heures/ha)	total traitements désherbage	12h20	7h19	19
	total traitements insecticide/fongicide	12h30	8	17h50
Coût (€/ha)	herbicides	72	81	113
	fongicides	96	150	98
	insecticides	29	20	14
	acaricides	0	0	
	fuel pour les traitements	8	7	8
	total coût approvisionnement pour la protection	**197**	**251**	**233**
	total charges directes (engrais, semences, traitements, fournitures)	**867,195**	**921,195**	
	main d'œuvre protection (12,5 €/h)	312,5	191,25	456,25
Rendement (kg/ha)		**13225**	**13225**	
moyenne annuelle des prix de vente en bord de champ 2007 (€/kg)		0,146		
marge brute 2007 (€/ha)		1063,655	1010	

Source : d'après les calendriers de traitement 2007 d'un producteur (Source : D. Ferry, Vicampo, Landes)

Les données basées sur l'année 2007 ne sont plus représentatives (sondage et tableau ci-dessus). Des produits très utilisés sont depuis interdits ou vont être interdits d'ici la fin de l'année, notamment la spécialité herbicide la plus utilisée (à base de fomesafène (250 g/L) et de Nonyl phenol ethoxyle (945 g/L)). De plus, le prix du pétrole change très rapidement, influant sur les coûts de production. La consommation en fuel d'un passage traitement est en moyenne de 1.5L/ha, ce qui revenait à environ 1€ en 2007 (sans l'amortissement) (*source : calendriers traitement 2007 Vicampo)*.

Le principal obstacle au développement des haricots d'industrie biologiques est l'absence de marché. Celui-ci ne se développe pas et est actuellement même en régression. Ensuite, le haricot est d'origine tropicale, il est

très sensible au climat. Dès qu'il fait froid, cette culture est très exposée aux mouches des semis et au *Sclerotinia.* On observe d'ailleurs une différence forte des problématiques entre le nord et le sud de la Loire.

Le résultat d'une production de haricot AB est de 30% à 55% inférieur aux objectifs de rendement alors que les résultats des productions conventionnelles est de 95 à 102% par rapport aux objectifs de rendement *(source : dires d'experts)*. La production de haricots verts AB est donc actuellement très restreinte pour le marché de la conserve.

Laitue

Les surfaces consacrées à la culture de laitue des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSS représentent moins de 2% des surfaces totales de cette production. La surface moyenne par producteur pour cette culture est de 4,8 ha (avec un maximum de 40ha). Nous pouvons donc supposer que ces producteurs ne sont pas des producteurs spécialisés mais des polyculteurs. Ils ne vivent donc pas uniquement de cette culture, ce qui modifie très nettement les pratiques.

Il semblerait, vu le nombre de citations herbicides, que ce sont des producteurs de plein champ dans une majorité de cas qui furent interrogés dans le cadre de ce sondage. De plus, la taille des écarts-types comparés aux moyennes, pour les différents paramètres étudiés, que ce soit par région ou pour le regroupement national montre que les productions enquêtées ne sont pas homogènes et ne répondent pas à des lois normales. **Donc les données du tableau 19 sont à prendre avec précaution.**

Tableau 18 : Nombre de traitements sur la culture de laitue

			France		
			Laitue plein champ précoce	Laitue plein champ saison	Laitue abris
Nombre de traitements produits phytosanitaires par culture	**Nombre de traitements HERBICIDES**		**0 à 1**	**0 à 1**	**0 à 1**
	Nombre de traitements FONGICIDES	*Bremia lactucae*	1 à 4	1 à 3	3 à 5
		Botrytis, Sclerotinia	1 à 4	0 à 3	2 à 5
		Rhizoctonia	0 à 3	0 à 2	0 à 3
		Nombre de traitements fongicides global	**2 à 10**	**1 à 7**	**5 à 12**
	Nombre de traitements INSECTICIDES/ ACARICIDES/A UTRES	pucerons	0 à 3	0 à 3	0 à 3
		noctuelles	0 à 2	0 à 2	0 à 3
		limaces	0 à 1	0 à 1	0 à 1
		Nombre de traitements insecticides/ acaricides/ autre global	**0 à 3**	**0 à 3**	**0 à 3**
	Désinfection du sol (fumigants)		**0 à 1**	**0 à 1**	**0 à 1**

Source : - Synthèse des dires d'experts : D. Izard (chambre agri 84), B. Finet (CEGARA, 33) et un technicien de la chambre d'agriculture 33, S. Rolland (Chambre agri Ile de France), J.P. Calmet (chambre agriculture Morbihan), J. Odet (Ctifl)

Tableau 19 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la laitue (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (99 producteurs ; 327ha)		
Type de produit	**Nombre de producteur citant ce type**	**Moyenne IFT**	**écart-type**
Fongicides en végétation	68	2,89	3,05
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	5	0,07	0,33
Insecticides/acaricides en végétation	59	2,14	3,50
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)	4	0,01	0,07
produits lutte bio (Bt, Contans)	2	0,01	0,09
Herbicides	47	0,53	0,72
Insecticides du sol/nématicides	9	0,02	0,06
Antilimaces	49	0,73	0,99

Une protection avant plantation est généralement réalisée avec des traitements du sol ciblés ou des désinfections polyvalentes (contre plusieurs bio-agresseurs) grâce à des solarisations ou des désinfections thermiques. Un traitement de surface avec des granulés contre les limaces et escargots peut être réalisé lors des périodes à risques ou dans les zones à risques, notamment en Rhône-Alpes.

Le raisonnement impose que les traitements contre le *Bremia* soient systématiques. La protection contre ce champignon doit être continue dès la pépinière et durant tout le cycle de culture avec une alternance des produits obligatoire. Ces précautions sont nécessaires pour éviter les contournements de résistance des variétés à ce bio-agresseur.

Les traitements contre *Botrytis, Rhizoctonia* et *Sclerotinia* sont réalisés après une estimation des risques. Le Contans (champignon antagoniste) est conseillé contre *Sclerotinia*. Les traitements contre les ravageurs sont raisonnés et réalisés après observation de la culture.

La différence entre plein champ et abri pour la protection phytosanitaire réside surtout dans le choix des produits. La culture de laitue en plein champ d'automne (durée de la culture : 50 à 80 jours) présente des problèmes importants de *Botrytis*. (70 à 100 jours pour les cultures hivernales sous abri) La culture en plein champ estivale n'a pas les mêmes problèmes phytosanitaires et le durée de culture est plus courte (30 jours). Cette culture subit donc moins de traitements.

Le paillage est utilisé pour lutter à la fois contre le *Rhizoctonia* et contre les autres maladies du sol et pour lutter contre les mauvaises herbes. L'utilisation du paillage est quasi généralisée pour les cultures de laitue du sud-est et de l'ouest. **Ce qui implique qu'ils sont au minimum dans le niveau 2a**. En Ile-de-France cependant, 100% des producteurs de laitue plein champ et 60% des producteurs de laitue sous abri n'utilisent pas de paillage.

La quantité d'herbicides utilisée dépend des modes de conduites (en planche, à plat ou sur billons). Le désherbage mécanique est fréquent.

Les résistances variétales au mildiou (*Bremia lactucae*) sont couramment utilisées. Il existe de nombreuses variétés disponibles plus ou moins résistantes aux races 1 à 26 de *Bremia.* Une alternance des variétés avec des résistances génétiques différentes (aux différentes races) est utile pour éviter les contournements. Des variétés résistantes aux pucerons *Nasonovia ribis nigri* existent également mais sont moins systématiquement

utilisées et des contournements apparaissent aussi. Les marges de progrès pour réduire les produits phytosanitaires en laitue les plus importantes sont au niveau du développement des résistances variétales. Par exemple, des travaux sont réalisés pour obtenir une résistance complète au *Bremia* grâce à l'intégration de plusieurs gènes de résistance et ainsi bloquer les contournements. Il s'agirait d'une solution éventuelle d'avenir mais elle n'est qu'envisagée.

La solarisation est une autre alternative aux produits phytosanitaires mise en place par certains producteurs de laitue. Elle est utilisée en plein champ et sous abri dans les régions du sud et notamment en Languedoc Roussillon et en Provence pour se protéger contre divers bioagresseurs (Big Vein, *Sclerotinia,* nématodes, maladies du collet et *Rhizoctonia* et mauvaises herbes).

Tableau 20 : Exemples des indicateurs économiques et agronomiques pour différents types de production de laitue (plein champ, sous abri conventionnel et AB)

		Laitue champ primeur Vaucluse (1)	Laitue abris Vaucluse (1)	Laitue abris Pyrénées orientale (2)				Laitue abris Lot et Garonne (3)
		culture de mars à avril	culture sous grands tunnels froids (oct à déc)	culture sous grands tunnels froids 1ère rotation (oct-dec)	culture sous grands tunnels froids 2ème rotation (jan-mars)	culture sous grands tunnels froids une seule rotation (mi nov-jan/fev)	culture sous tunnels froids AB (mi nov à jan/fév)	culture sous tunnels froids (mi octobre à mi février)
Niveau de rupture		**2c**	**2c**	**2c**	**2c**	**2c**	**3**	**2c**
Temps de travail (heures/ha)	désherbage	2	3	2		2	28	
	désinfection/ traitement du sol		2					
	paillage	18	40	?	?	?	?	
	traitements	13	36	62	36	44	3	
	lutte biologique							
	Total temps de travail protection	**33**	**81**	**?**	**?**	**?**	**?**	**?**
	Total système de culture (hors conditionnement et transport)	**830**	**970**	**960**	**895**	**999**	**720**	**329**
Coût (€/ha)	herbicides							57
	fongicides	528	1125	538	298	298		362
	insecticides	479	110	148	99	149	27	41
	antilimace							16
	désinfection du sol /solarisation		559	801	801	801	517	
	paillage	471	1032	851	851	851	896	560
	total coût de la protection	**1478**	**2826**	**2338**	**2049**	**2099**	**1440**	**979**
	main d'œuvre protection	?	?	813	464	594	397	?
	Total coût du système de culture	**18821**	**33767**	**32509**	**32556**	**34570**	**37682**	**19600**
% des charges en approvisionnement pour la protection		7,8	8,4	7,2	6,3	6,1	3,8	5,0
Rendement (pied/ha)		**80000**	**120000**	**110000**	**130000**	**125000**	**90000**	**80000**
Coût (€/pied)		**0,24**	**0,28**	**0,30**	**0,25**	**0,28**	**0,42**	**0,25**
écart des marges (produit - charges totales) entre 2001 et 2006 (€/ha)		3983 à 12114	5239 à 36872	?	?	?	?	?
marge (produit - charges totales) 2007								7450

Sources :
1) Références technico-économiques 2006/2007, chambre agriculture Vaucluse
2) Références technico-économiques 2006, chambre agriculture Pyrénées-Orientales
3) CEGARA (Lot et Garonne) « Guide pratique - Productions : Etudes de coûts standards et marges ». Décembre 2007

Le prix de vente retenu pour le calcul des marges dans les références technico-économique du Vaucluse 2006/2007 est le prix de vente moyen en bord des champs. Ce prix est une estimation tenant compte des cotations réalisées par le SNM et d'observations auprès d'organisations de producteurs (OP). Pour le Lot et Garonne, le prix de vente retenu est le cours moyen annuel de 2007, soit 0,41€/tête, avec pour source Interfel.

Le coût de la protection phytosanitaire et du paillage représente environ 10% des coûts totaux. Les temps de travaux pour la protection et la fertilisation représentent 5% du temps total. Le temps de travail le plus

important pour cette culture est le temps de récolte (68%) avec un coût représentant 50 à 55% du coût total. Cependant, ce coût peut varier de manière importante (plus ou moins 30%) en fonction du mode de production et du degré de mécanisation de la culture (*source : dires d'experts*).

Les principaux problèmes que rencontrent les producteurs biologiques sont :

- tout d'abord, le *Botrytis*
- *Sclerotinia sclerotiorum* et *S. minor.* Pour se protéger contre ce champignon, le Contans est de plus en plus utilisé, mais n'est pas utilisable dans toutes les situations
- *Bremia lactucae* avec un choix par les producteurs des résistances variétales qui est important
- dans une moindre mesure, certains ravageurs : pucerons, noctuelles et taupins

La production en automne/hiver est la plus difficile en AB du fait des maladies précédemment citées et du choix variétal.

D'après l'exemple de la laitue sous abri des Pyrénées Orientales en AB et conventionnelle (cf tableau 20), le passage du niveau 2a à 3 induit une perte de rendement de 25% avec un coût total pour le système supérieur de 10%. Cependant, le coût consacré à la protection en AB diminue de 30% et le % de charge en approvisionnement pour la protection diminue de 37%. Le temps de travail total est plus important en conventionnel (+30%). Finalement, le coût de production du pied de salade est supérieur de 50% en AB par rapport au conventionnel (source : *Références technico-économiques 2006, chambre agriculture Pyrénées-Orientales).*

Melon

Le tableau 21 a été réalisé par la CINM (Commission Interprofessionnelle Nationale Melon). Celui-ci est une synthèse nationale élaborée en concertation avec les producteurs et les techniciens des différents bassins de production du melon.

Remarques sur les indicateurs du tableau 9 :

➢ les données chiffrées y sont rapportées sous forme de fourchette de valeurs correspondant aux valeurs minimales et maximales rencontrées dans les différentes régions de France. La valeur minimale est le maximum des minima trouvés dans les régions, la valeur maximum est le maximum des maxima.

➢ Le tableau ci-dessous ne présente pas les IFT mais le nombre de traitements, c'est-à-dire le nombre de passages et ne prend pas en compte, par exemple, les réductions de dose ou les associations de produits. Les passages d'herbicides dus aux faux-semis sont comptabilisés dans le nombre de traitements herbicide (concerne surtout les cultures en plein champ précoce).

➢ les temps de travaux en h/ha ne tiennent compte que de la main d'œuvre. Pour être exhaustif sur le calcul des coûts, il faut rajouter les heures de mécanisation (amortissement, coûts d'entretien et de fonctionnement, carburant) qui représentaient 12,66€/ha en moyenne début 2008 (source : abaques des services machinismes des Chambres d'Agricultures ou bien des Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole). Les hausses récentes des coûts de carburants et des pièces de matériel "alourdissent" encore plus les coûts.

➢ les marges et les prix de vente n'ont pas été indiqués car les prix sont très variables en fonction de la période de l'année, du calibre, de la région. Il est donc difficile de trouver un prix moyen. Les marges sont connues au niveau des sociétés, elles sont très difficilement accessibles.

Tableau 21 : Indicateurs de la production de melon en France (*source : CTNM)*

Mode de production			France		
			Abris	**Plein champ précoce (petits tunnels et bâches)**	**Champ saison (plein champ)**
Niveau de rupture			**2a**	**2a**	**2a**
Surface en 2006 (ha)			**728**	**5941**	**8148**
Production en 2006 (t)			**22902**	**121584**	**145934**
% de ce type de production France			**4.91%**	**39.83%**	**54.62%**
Nombre de traitements produits phytosanitaires par saison	**Nombre de traitements HERBICIDE**		0 à 2	0 à 6 (traitement localisé)	1 à 4
	Nombre de traitements FONGICIDE	**Oïdium** (*Podosphaera xanthii & Golovinomyces cichoracearum*)	2 à 6	4 à 8	4 à 10
		Mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*)	0 à 2	3 à 6	3 à 5
		Dépérissement racinaire (*Verticillium dalhiae*, *Pythium* spp., *Phomopsis*, etc.)	1 à 2	0 à 2	0 à 3
		Sclérotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) et ***Botrytis cinerea***	2 à 3	1 à 2	1 à 3
		Cladosporiose (*Cladosporium cucumerinum)* et **Anthracnose** (*Colletotrichum lagenarium*)	2 à 6	3 à 10	6 à 10
		Bactériose (*Pseudomonas syringae*)	0 à 2	2 à 6	2 à 6
		Fonte des semis	1 à 3	0 à 2	0 à 2
		nombre de traitements fongicides global	**5 à 12**	**6 à 15**	**6 à 18**
	Nombre de traitement INSECTICIDE	**Pucerons** (*Aphis gossypii*)	1 à 3	1 à 3	1 à 3
		Acariens (*Tetranychus urticae*)	1 à 3	1 à 3	1 à 2
		Sésamie (*Sesamia nonagrioide*), **Pyrale du maïs** (*Ostrinia nubilalis*)	0	0 à 2	1 à 3
		Noctuelle	0 à 1	0 à 1	0 à 2
		Aleurode (*Trialeurodes vaporariorum*)	0 à 2	0 à 2	0
		Thrips (*Frankliniella occidentalis*)	0 à 3	0	0
		Taupins (*Agriotes sordidus*) et **insectes du sol**	1	1	1
		Nématodes à galles (*Meloidogyne*)	0 à 1	0 à 1	0 à 1
		nombre de traitements insecticides et acaricides global	**1 à 6**	**1 à 6**	**1 à 6**
	Désinfection du sol		0 à 1	0 à 1	0
Fréquence des autres pratiques de protection		Désherbage mécanique inter-rang	1	1 à 2	1 à 2
		Limaces & escargots	0 à 2	0 à 2	0 à 1
		Paillage de la planche de culture	1	1	1
		Grillure physiologique	2 à 6	2 à 6	1 à 4
		Carence en oligo-éléments	0 à 2	0 à 2	0 à 2
		Résistances variétales	1	1	1
		Greffage	1	0 à 1	0 à 1
Temps de travail (heures/ha)	DESHERBAGE	mécanique	2h/ha à 6h/ha	2h/ha à 6h/ha	2h/ha à 10,5h/ha
		manuel	4h/ha à 15 h/ha	4h/ha à 15 h/ha	4h/ha à 15 h/ha
	Désinfection du sol		8h/ha	8h/ha	
	PAILLAGE	Pose paillage au sol Pose film de couverture (chenille & bâche) Pose des arceaux Aération	36h/ha à 650h/ha	20h/ha à 84h/ha	9h/ha à 50h/ha
	Observations des parcelles, suivi et traçabilité		96h/ha	10h/ha à 36h/ha	10h/ha à 36h/ha
	Traitements		4h/ha à 18h/ha	6h/ha à 15h/ha	5h/ha à 18h/ha
	Lutte biologique & Pollinisation		1h/ha à 12h/ha	0 à 10h/ha	0 à 10h/ha
	Total temps de travail protection		**66h/ha à 80h/ha**	**40h/ha à 75h/ha**	**20h/ha à 40h/ha**
	Total système de culture				
Coût (€/ha)	herbicides		0 à 150	80 à 740	75 à 740
	fongicides insecticides acaricides		240 à 800	115 à 870	377 à 1000
	autres pesticides				
	Lutte biologique & Pollinisation			0 à 100	0 à 100
	désinfection du sol		800 à 1000	800 à 1000	0
	paillage		400	400 à 2000	250 à 400
	Désherbage mécanique			30 à 100	30 à 100
	total coût protection		**832 à 2055**	**1000 à 2000**	**600 à 1000**
	Main d'œuvre Protection		?	?	?
	Coût des passages mécaniques		?	?	?
	Total Coût Système de culture		**?**	**?**	**?**
% des charges en approvisionnement pour la protection			**?**	**?**	**?**
Rendement (kg/ha)			**25 000 à 30 000**	**15 000 à 25 000**	**15 000 à 20 000**

Tableau 22 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur le melon (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (79 producteurs ; 274,97ha)		
Type de produit	**Nombre de producteur citant ce type**	**Moyenne IFT**	**écart-type**
Fongicides en végétation	68	4,50	3,6
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	42	1,69	2,14
Insecticides/acaricides en végétation	52	1,65	1,93
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)	0	0	
produits lutte bio (Bt, Contans)	1	0,03	0,23
Herbicides	31	0,52	0,85
Insecticides du sol	17	0,15	0,45
Antilimaces	29	0,41	0,67

Les surfaces consacrées à la culture de melon des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSSA représentent moins de 2% des surfaces totales de cette production. La surface moyenne par producteur pour cette culture est de 4.9 ha (avec un maximum de 22ha). Nous pouvons donc supposer que ces producteurs ne sont pas des producteurs spécialisés mais des polyculteurs. **Les IFT présentés ci-dessus ne sont donc pas représentatifs des pratiques culturales.** D'après les dires d'experts, les IFT herbicides de ce sondage semblent sous-estimés. De plus, l'année 2007 (année du sondage) a été une année très mauvaise pour la production de melon et donc non représentative des pratiques habituelles. En effet, du fait des conditions climatiques difficiles et de la forte pression phytosanitaire qui en a résulté, seulement 80% des volumes prévus ont été commercialisés avec des différences entre bassins (- 0 à 5% dans le Sud-est, - 20 à 30 % dans le Sud-ouest et - 40 à 50% dans le Centre-ouest). Le printemps humide et frais suivi d'un été sec et frais ont engendré des interventions fongicides plus soutenues, nécessaires pour contrôler les cibles telles que cladosporiose, bactériose, *Sclerotinia* et *Botrytis*.

Le niveau 1 n'existe plus pour cette culture car la quasi totalité des producteurs utilisent du paillage au sol sur la planche de culture ainsi que du désherbage mécanique et manuel en complément du désherbage chimique des passe-pieds. Ce qui implique qu'ils sont dans le niveau 2a. Les herbicides sont donc fortement réduits. En général, 1 traitement herbicide en plein ou en localisé sur les passe-pieds (30% à 50% de la surface traitée), puis éventuellement 1 repassage en localisé sur les bords du paillage (20% de la surface traitée) sont réalisés.

Ensuite, les alternatives couramment utilisées sont les résistances variétales : contre l'oïdium (la plupart des variétés ont des résistances intermédiaires), contre la fusariose (résistance totale pour les races 0,1 et 2 pour la plupart des variétés, résistance intermédiaire pour la race 1-2 pour quelques variétés) et contre le puceron *Aphis gossypii* (gène VAT très répandu). Le greffage est quasi systématique sous abri contre le dépérissement racinaire, il est moins fréquent en plein champ mais en augmentation. D'après l'enquête SRPV/Ctifl en 2006 sur la protection biologique des cultures, uniquement 0,7% des surfaces pour la culture de melon sous abri, soit 105 ha, sont protégées (au moins au début de la saison) par des macro-organismes contre 8,7% en 2005 et 4,7% en 2001.

Tableau 23 : Exemple de comparaison de production de melon conventionnelle et AB dans le Sud Est

		Melon abri (1, 2)	Melon abri AB (1, 2)	Melon sous bâche (1)	Melon sous bâche AB (1)
Durée de la culture		mi mars à juin/juillet		mi avril à juillet	
Niveau de rupture		**2a**	**3**	**2a**	**3**
Temps de travail (heures/ha)	désherbage	24	24	6	10,5
	désinfection du sol	8			
	paillage	36	36	36	36
	traitements	36 à 40	18	6	7,5
	Lutte biologique		12		
	Total temps de travail	**80**	**90**	**48**	**54**
	Total système de culture	**1000 à 1200**	**980 à 1300**	**523**	**497,4**
Coût (€/ha)	herbicides	0	0	0	0
	fongicides	60 à 200	5 à 30	62	55
	insecticides	180 à 300		29	322
	acaricides			24	
	Lutte biologique		300 à 550		
	désinfection du sol/solarisation	800 à 1000	0 à 517 si désinfection		
	paillage	400	400	471	500
	total coût approvisionnement pour la protection	**1600 à 2050**	**750 à 1500**	**586**	**877**
	main d'œuvre protection	155	600		
	Total coût système de culture	**34500 à 36200**	**35000 à 39000**	**13831**	**18176**
% des charges en approvisionnements pour la protection phytosanitaire		**4,6 à 5,7**	**2,1 à 3,8**	**2,3**	**4,4**
Rendement (kg/ha)		**30000**	**25000**	**25000**	**20000**
Coût (€/kg)		**1,2**	**1,4 à 1,6**	**0,6**	**0,9**

Sources :

- 1) Références technico-économiques 2006/2007, chambre agriculture Vaucluse
- 2) Références technico-économiques 2006, chambre agriculture Pyrénées-Orientales

En ce qui concerne cet exemple de culture du melon en plein champ précoce (sous bâche) dans le Sud-Est, le passage du niveau 2a à 3 induit une perte de rendement de 25% avec un coût pour la protection supérieur d'environ 50%. La différence du coût de la production est due au désherbage qui nécessite une main d'œuvre plus importante.

Pour le melon sous abri du Sud Est, le passage du niveau 2a à 3 induit une perte de rendement de 20%, un coût total en €/kg supérieur de 16 à 33%.

Le temps de travail pour la protection quel que soit le mode de production est légèrement supérieur pour le niveau 3. La protection phytosanitaire du melon représente environ 10% du temps de travail total pour tous les systèmes.

Tomate

Les nombres de traitements présentés dans le tableau ci-dessous sont des fourchettes moyennes. La valeur minimale est le maximum des minimums trouvés dans les régions, la valeur maximum est le maximum des maximums. Des extrêmes peuvent exister : aucun insecticide appliqué ou au contraire un nombre de traitements très importants possible notamment contre aleurodes ou *Botrytis* qui sont des bio-agresseurs très difficiles à maîtriser une fois présents. Les traitements contre ceux-ci peuvent devenir alors quasi systématiques.

Tableau 24 : Nombre de traitements sur la culture de tomate

			France	
			Tomate en sol abri froid	Tomate hors sol chauffée
Durée de la culture			4 mois	11 mois
Niveau de rupture			2a	2a
Nombre de traitements produits phytosanitaires par culture	**nombre de traitements HERBICIDES**		**0 (à 1)**	**0**
	nombre de traitements FONGICIDES	Oïdium	1 à 3	2 à 5
		Botrytis cinerea	1 à 6	*5 à 10*
		Cladosporiose	0 à 2	0 à 4
		mildiou	0 à 2	0 à 2
		pythium	0 à 2	0 à 2
		nombre de traitements fongicides global	**2 à 6**	**7 à 14**
	nombre de traitements INSECTICIDES/ACARICIDES	pucerons	0 à 2	0 à 3
		acariens	0 à 4	0 à 4
		noctuelles	2 à 4 (avec du Bt)	0 à 4 (avec du Bt)
		aleurodes	0 à 10	0 à 10
		mineuses	0 à 2	0 à 2
		acariose bronzée	1 à 2	0 à 2
		Thrips	1 à 2	0 à 2
		nombre de traitements insecticides/acaricides global	**4 à 10**	**0 à 15**
	Désinfection du sol		0	0

Source : Synthèse des dires d'experts : D. Izard (chambre agri 84), B. Finet (CEGARA, 33) et un technicien de la chambre d'agriculture 33, J.P. Calmet (chambre agriculture Morbihan), A. Guillou (CATE)

Les surfaces consacrées à la culture de tomate des producteurs interrogés pour le sondage BVA/AFSSA représentent environ 4% des surfaces totales de cette production. Par ailleurs, les différents modes de production ne sont pas différenciés. D'après les substances actives déclarées : 38 producteurs sur 70 ont cité des fongicides à base de cuivre (sulfate, hydroxyde…), 24 le mancozèbe, 21 le chlorothalonil et 13 le désherbant métribuzine qui sont des s.a. habituellement utilisées en plein champ alors qu'uniquement 2 producteurs ont cité le propamocarbe HCl et 6 le pyrimethanil qui sont des s.a. habituellement utilisées en hors-sol, nous pouvons émettre l'hypothèse **qu'une part non négligeable des producteurs de l'échantillon ont des cultures en plein champ et que peu de serristes hors-sol ont été interrogés. Or, nous avons exclu de l'étude la culture de tomate plein champ.** De plus, bien que les serristes soient peu nombreux, ils produisent des volumes importants. Puisque ces différents types de culture (sol, plein champ et hors sol) ne peuvent être distingués, **les résultats de ce sondage sont difficilement interprétables pour cette étude ni représentatifs.**

Tableau 25 : Exemple de traitements phytosanitaires réalisés sur la tomate (données extraites du sondage BVA/AFSSA)

	France (70 ; 170,14 ha)		
Type de produit	Nombre de producteur citant ce type	Moyenne IFT	écart-type
Fongicides en végétation	48,00	3,58	3,92
Produits autorisés en AB (cuivre, soufre)	33,00	1,62	3,06
Insecticides/acaricides en végétation	33,00	2,31	3,04
Produits bio (Pyréthrine, Roténone)	2,00	0,00	0,01
produits lutte bio (Bt, Contans)	4,00	0,09	0,59
Herbicides	24,00	0,73	1,45
Insecticides du sol	5,00	0,06	0,25
Antilimaces	9,00	0,15	0,49

Les moyens de protection (protection chimique et alternatives) contre les différents bioagresseurs de la tomate sont détaillés en annexe n°20.

La tomate en serre hors sol est en grande majorité en protection intégrée avec utilisation de la PBI (au moins 80% des producteurs en début de culture). De plus, 63,8% des surfaces pour la culture de tomate sous abri, soit 1 085ha, sont protégées (au moins au début de la saison) par des macro-organismes (*enquête SRPV/Ctifl en 2006 sur la protection biologique des cultures*). Les auxiliaires existants permettent de lutter contre les aleurodes, pucerons et les mineuses. Cependant, il n'existe pas d'auxiliaires contre les acariens, il est donc nécessaire d'avoir des traitements compatibles avec la PBI pour ce ravageur. La PBI ne garantit pas une réussite de la protection, il est parfois nécessaire de compléter l'action des auxiliaires à l'aide de produits peu toxiques sur ces auxiliaires voire revenir aux produits phytosanitaires selon les niveaux de populations des ravageurs, notamment sur aleurodes.

Ensuite, le paillage est systématique, limitant nettement l'utilisation des herbicides pour les cultures sous abri. Uniquement les allées sont parfois désherbées chimiquement. **Du fait de l'utilisation de ces alternatives, la culture de tomate en France est au minimum du niveau de rupture 2a.**

Les cultures de tomate en abris froids sont plus courtes, donc la fourchette du nombre des traitements en fonction des problèmes rencontrés est également moins étendue. En Bretagne (uniquement 70 ha soit 14% de la culture de tomate sous abri froid), ces abris sont également conduits en protection intégrée dans leur grande majorité.

Une recrudescence des maladies, et notamment du *Botrytis,* est à noter due au changement des pratiques. Pour réduire la consommation d'énergie et donc les coûts ainsi que les gaz à effet de serre, les serristes diminuent le chauffage (en 4/5 ans, les minimales ont baissées d'au moins 2°C) et modifient l'ouverture des serres. Des conditions plus favorables aux maladies sont donc créées favorisant l'augmentation des traitements.

Tableau 26 : Exemples des indicateurs économiques et agronomiques pour différents types de production de tomate (hors sol, en sol sous abri conventionnel et AB)

		Tomate abris Lot et Garonne (3)	Tomate abris Vaucluse (1)			Tomate abris Pyrénées-Orientales (2)		Tomate hors sol Pyrénées-Orientales (2)
Type de culture		culture sous tunnels froids	culture sous tunnels froids	culture sous tunnels froids "AB"	culture en sol sous serres chauffées	culture sous tunnels froids	culture sous tunnels froids "AB"	en grappe conditionné, lutte intégrée
durée de la culture		mi mars à mi septembre	juin à septembre	juin à septembre	début février à mi-août	juin à mi août	mars à fin-juillet	mi novembre à mi octobre
Niveau de rupture		2a	2a	3	2a	2a	3	2a
Temps de travaux (h/ha)	paillage		30	30	80,1	?	?	?
	désherbage		8	8		0	40	8
	traitements		18	48	50,5	120	77	190
	Lutte biologique		9	15	20			
	Total temps de travail protection	**?**	**65**	**101**	**150,6**	**?**	**?**	**?**
	Total système de culture (hors conditionnement et transport)	**1662**	**3796**	**3829**	**5902**	**3338**	**3227**	**8723**
Coût (€/ha)	herbicides	29				7		14
	fongicides	318	201	244	414	717	495	7985
	insecticides	83	110	53	122			
	acaricides		257		461			
	Lutte biologique		500	999	1077			
	désinfection du sol/serre				4620	400	517	455
	paillage	400	347	340		240	240	1980
	total coût pour la protection	**830**	**1415**	**1636**	**6694**	**1364**	**1252**	**10434**
	main d'œuvre destiné à la protection	?	?	?	?	1548	1502	2551
	Total coût du système de culture	**45093**	**89653**	**87999**	**155654**	**94271**	**85847**	**365744**
% des charges en approvisionnement pour la protection		**1,8**	**1,6**	**1,9**	**4,4**	**1,4**	**1,5**	**2,9**
Rendement moyen (t/ha)		**110**	**180**	**150**	**200**	**150**	**90**	**340**
Coût (€/kg)		**0,41**	**0,50**	**0,59**	**0,78**	**0,63**	**0,95**	**1,08**
écart des marges (produit - charges totales) entre 2001 et 2006 (€/ha)		?	36288 à 97547	?	10142 à 64346	?	?	?
marge (produit - charges totales) 2007		59580						

Sources :

1) *Références technico-économiques 2006/2007, chambre agriculture Vaucluse*
2) *Références technico-économiques 2006, chambre agriculture Pyrénées-Orientales*
3) *CEGARA (Lot et Garonne) « Guide pratique - Productions : Etudes de coûts standards et marges ». Décembre 2007*

Le prix de vente retenu pour le calcul des marges dans les références technico-économique du Vaucluse 2006/2007 est le prix de vente moyen en bord des champs. Ce prix est une estimation tenant compte des cotations réalisées par le SNM et d'observations auprès d'organisations de producteurs (OP). Pour le Lot et Garonne, le prix de vente retenu est le cours moyen annuel de 2007 pour la tomate ronde 57-67, soit 1,06€/kg avec pour source Interfel.

Il est estimé qu'un temps de 4h30 par hectare est nécessaire pour un traitement. L'apport des auxiliaires et le suivi de la PBI est estimé à 1h/ha et par semaine (*source : dires d'experts)*.

Le système de culture hors sol, limitant les problèmes phytosanitaires telluriques, est une culture plus longue que la culture sous abri. Ce qui explique un temps de travail global de 2 fois plus élevé et son coût plus élevé (4 fois plus, en raison notamment du chauffage). Le coût peut aussi être expliqué par une technicité plus importante nécessaire et par l'utilisation de la PBI. Cependant, le rendement est supérieur à plus de 2 fois en hors sol, sur des périodes de production plus précoces ou plus tardives.

D'après l'exemple des productions AB et conventionnel de tomate en tunnel froid dans le Vaucluse (même durée de la culture), le passage du niveau 2a à 3 induit un temps de travail pour la protection supérieur de 59%, un coût des approvisionnements pour la protection supérieur de 19% et un rendement commercial inférieur de 20%. En AB, les traitements ne sont pas persistants donc les producteurs sont obligés de les répéter d'où un nombre parfois important de traitements.

Les moyennes 2007 des prix au stade expédition pour la tomate ronde sont de : en conventionnel en Bretagne : 1,18 €HT/kg, dans le Sud Est : 1,09 €HT/kg (57-67mm), la moyenne nationale en AB : 1,46 €HT/kg (*source : SNM*).

La présentation des différentes alternatives a mis en évidence la nécessité de raisonner à l'échelle d'un système de culture, avec étude des effets sur le long terme. Cependant, peu de résultats systémiques sont actuellement disponibles en culture maraîchères.

3. 2. Illustration des performances des niveaux de rupture : essai Biophyto (Civam bio 66 et SICA Centrex)

L'essai biophyto, situé dans les Pyrénées-Orientales, a pour objectif de comparer techniquement et économiquement différents systèmes de culture sous abri sur le long terme (de 1993 à 2007). Cet essai est donc particulièrement intéressant pour les cultures légumières en France. Cependant, il compare uniquement 2 cultures sous abri qui concerne notre étude : melon et laitue (en rotation avec différentes espèces) et en un lieu bien défini. Il peut donc difficilement être extrapolé.

Quatre tunnels, divisés en deux (nord/sud), sont gérés différemment. Donc huit systèmes de cultures différents appartenant aux niveaux 2a, 2c, 3 et 4 sont testés. Les grandes différences culturales sont : utilisation ou non des produits phytosanitaires, les traitements du sol en été (Solarisation, Engrais vert et alternance des engrais verts) et les rotations.

Les comptes rendus étant complets jusqu'en 2000, les indicateurs (coûts, temps de travaux…) indiqués dans les tableaux ci-dessous sont donc des moyennes des résultats de 1994 à 2000. Dans le tunnel 4, le melon et la laitue ne sont pas cultivés tous les ans. Les indicateurs renseignés sont donc uniquement des moyennes des années : 93-94, 96-97, 99-2000 (et 2004-2005 pour le rendement).

L'indicateur IFT n'est pas renseigné car les doses homologuées n'ont pas pu toujours être retrouvées pour les produits datant des années 90.

Tableau 27 : Tableau de synthèse du protocole Biophyto

	Tunnels en conventionnel				Tunnels en conduite biologique			
	T1 Sud	T1 Nord	T2 Sud	T2 Nord : témoin	T3 Sud	T3 Nord	T4 Sud	T4 Nord
niveau de rupture	2c	2c	2c	2a	3	3	4	4
Stratégie des traitements d'été résumées entre 94 et 1998	solarisation annuelle avec un apport de *Trichoderma* (fongicide biologique) les 2 premières années	2 ans désinfection puis 2 ans engrais vert puis vapeur à plaques	3 ans solarisation avec désinfection avec un fumigant à 1/2 dose puis engrais vert	sol nu annuel	solarisation 3 ans puis engrais vert	engrais vert annuel	solarisation annuelle	engrais vert annuel
93-94	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon	
94-95	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		céleri-tomate	
95-96	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		blette-fenouil	
96-97	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		laitue-melon	
97-98	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		céleri-tomate	
98-99	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		blette-fenouil	
99 - 00	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon	
été 99	solarisation	vapeur bâches	solarisation	sol nu	solarisation	engrais vert	solarisation	engrais vert
99 - 00	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon	
été 2000	solarisation	engrais vert	solarisation	sol nu	Radis fourrager +solarisation	Sorgho + solarisation	solarisation	engrais vert
2000-2001	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		Céleri-navet	
été 2001	solarisation	sol nu	Engrais vert	sol nu	solarisation puis radis fourrager	solarisation puis sorgho	Tagete	solarisation
2001-2002	Laitue-concombre		Laitue-concombre		Laitue-concombre		choux rave-épinard	
été 2002	solarisation	sorgho	solarisation	sol nu	Moha	Moha	Moha	Moha
2002-2003	Laitue-concombre		Laitue-concombre		Laitue-concombre		Laitue-concombre	
été 2003	solarisation	sol nu (été) Mocap (mars)	solarisation+basamid	sol nu	Solarisation puis Tagete	solarisation	Sorgho	solarisation
2003-2004	Laitue-melon		Laitue-melon		Oignon		Fenouil-épinard	
été 2004	solarisation	solarisation + basamid	solarisation	sol nu	Solarisation puis Tagete	solarisation	Sorgho	solarisation
2004-2005	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon	
été 2005	solarisation	solarisation + basamid	solarisation	solarisation	sol nu	sol nu	solarisation	sol nu (engrais vert manqué)
2005-2006	Laitue-melon		Laitue-melon		Laitue-melon		scarole-aubergine	

La protection phytosanitaire comprend l'utilisation de la lutte biologique (plantes relais et auxiliaires) pour tous les tunnels associée à une protection chimique (tunnel 1 et 2) ou non (tunnel 3 et 4). Aucun herbicide n'est appliqué.

3. 2. 1. Résultats pour la culture de laitue

Les coûts ainsi que les charges consacrés à la protection phytosanitaire de la laitue sont moins élevés pour le niveau 3 et encore moins pour le niveau 4. De même, les temps de travaux diminuent avec le niveau de rupture. La surveillance est primordiale, c'est la charge la plus importante. Le rendement commercialisable le plus élevé est obtenu avec le niveau 2c.

Tableau 28 : Essai Biophyto : nombre de traitements pour la culture de laitue

		2a	2c	3	4
Moyenne traitements laitue	traitements fongicides	2,8	2,8	0	0
	traitements insecticides et acaricides	0,2	0,2	0	0
	traitements autorisés en lutte bio (soufre, cuivre)	0,2	0,2	0,8	0

Tableau 29 : Essai Biophyto : performances des niveaux de rupture pour la culture de la laitue

niveaux de rupture	Poids moyen d'une laitue (g)		Nombre de pieds de laitue commercialisé /m²		coût total de la protection phytosanitaire pour la culture de laitue (€/m²)		% des charges de la protection phytosanitaire		temps de travaux de la protection pour la culture de laitue (heures)	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type
2a	319,16	59,41	6,85	2,45	0,21	0,07	14,92	4,13	2,76	1,27
2c	342,47	61,79	8,17	3,37	0,21	0,06	14,36	4,10	2,79	1,17
3	320,42	60,94	7,03	2,88	0,16	0,04	10,20	3,34	2,27	0,90
4	334,00	84,37	6,35	1,39	0,13	0,00	8,36	1,36	1,25	0,29

3. 2. 2. Résultats pour la culture de melon

Un surcoût important de la lutte biologique pour le niveau 3 par rapport à la lutte intégrée est à noter. Il est dû à l'utilisation de l'auxiliaire *Phytoseiulus*. Le rendement augmente avec les niveaux de rupture. La différence de coût pour la protection entre les niveaux 3 et 4 est due à une utilisation des auxiliaires moins importante ou bien à un désherbage des bordures moins important.

Tableau 30 : Essai Biophyto : nombre de traitements pour la culture de melon

		2a	2c	3	4
Moyenne du nombre de traitements sur melon	traitements fongicides	0	0	0	0
	traitements insecticides et acaricides	2,4	2,4	0	0
	traitements autorisés en lutte bio (soufre, cuivre)	1	1	1,8	2

Tableau 31 : Essai Biophyto : performance des niveaux de rupture pour la culture du melon

niveaux de rupture	Poids moyen des melons commercialisables (kg)		Rendement melon commercialisable (kg/m²)		coût total de la protection phytosanitaire pour la culture de melon (€/m²)		% des charges de la protection phytosanitaire		temps de travaux consacré à la protection (heures)	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type	moyenne	écart type
2a	0,74	0,07	1,96	0,27	0,28	0,10	12,57	5,24	3,32	1,15
2c	0,69	0,05	2,06	0,51	0,29	0,11	12,80	5,51	3,19	0,98
3	0,75	0,06	2,10	0,49	0,46	0,14	18,67	5,27	3,97	1,93
4	0,72	0,05	2,35	0,51	0,29	0,04	12,33	2,87	2,04	1,58

➢ Résultats au niveau de la rotation : cette dernière comprend le traitement d'été et les 2 cultures de l'année.

Toutes les cultures (melon, laitue mais aussi céleri, fenouil, blette et tomate cultivés dans le tunnel 4) ont été comptabilisées dans le tableau 33 pour une estimation au plus juste des coûts et des marges sur le long terme des différents systèmes de culture.

Les coûts de la protection phytosanitaire prennent en compte les approvisionnements, les frais de personnel et les frais de traction. Les coûts totaux de la rotation sont indiqués en pourcentage par rapport à une référence (témoin) car les coûts de l'époque ne sont plus d'actualité.

La marge brute (hors conditionnement et avec les charges) est nettement supérieure pour les niveaux 3 et 4 par rapport au niveau 2a et 2c. Ceci est dû au prix de vente nettement plus élevé en Agriculture Biologique. Par exemple pour l'année 1997, le prix de vente était en moyenne 3 fois plus élevé pour la laitue et 2 fois plus élevé pour le melon.

Tableau 32 : Essai Biophyto : nombre de traitements de la rotation

		T1 Sud	T1 Nord	T2 Sud	T2 Nord : témoin	T3 Sud	T3 Nord	T4 Sud	T4 Nord
Moyenne traitement rotation	traitements fongicides	2,8	2,8	2,8	2,8	0	0	0	0
	traitements insecticides et acaricides	2,6	2,6	2,6	2,6	0	0	0	0
	traitements autorisés en lutte bio (cuivre, soufre)	1	1	1	1	2,6	2,6	2	2
	traitements lutte bio	plantes relais	plantes relais	plantes relais	plantes relais	plantes relais+ auxiliaires	plantes relais+ auxiliaires	plantes relais+ auxiliaires	plantes relais+ auxiliaires
	Désinfection du sol par des fumigants	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0

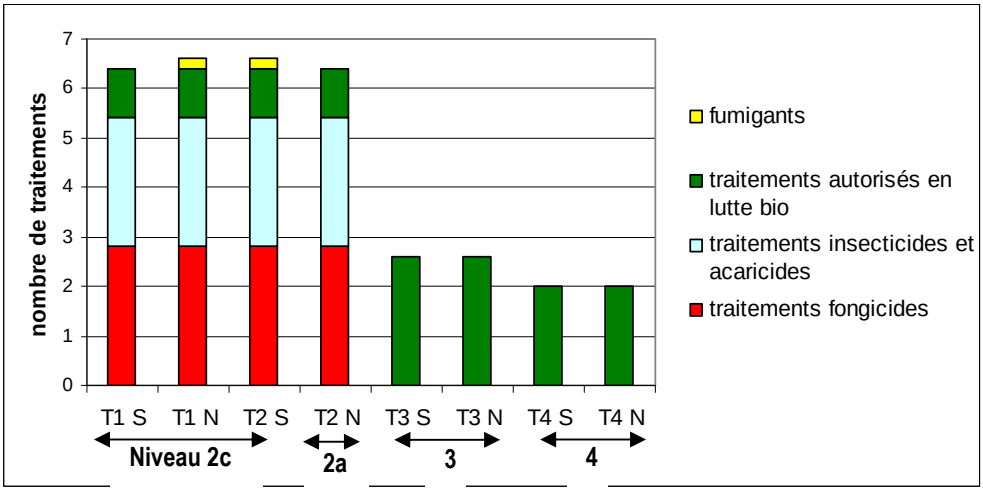


Figure 4 : Essai Biophyto : nombre de traitements par tunnel

Tableau 33 : Essai Biophyto – rotation : traitement d'été des 2 cultures

niveaux de rupture	Coût total de la rotation / au témoin		Marge brute totale de la rotation (euros/m²)	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type
2a	référence		-0,68	0,71
2c	+ 11%	8,00	-0,88	1,03
3	+ 12%	8,00	2,26	2,04
4	+42 %	39,00	5,23	2,86

➢ Résultats au niveau des alternatives après 13 ans de tests :

- Le tunnel 4 en rotations longues sur 2 ou 3 ans est exempt de nématodes alors qu'ils sont présents de manière plus ou moins importante dans les autres tunnels depuis l'an 2000, pénalisant significativement le rendement de T1N et de T2N (rendement total T1N: 2.83 kg/m², T2N : 2.2 kg/m² alors que la moyenne de tous les tunnels est de 3,2kg/m²) en 2005. La mise en œuvre de rotation d'espèces différentes ainsi que de l'entretien estival du sol par engrais vert ou solarisation (fréquence +/- élevée) garantissent donc le maintien des parcelles en faible pression parasitaire.
- La solarisation annuelle du tunnel 1 sud évite quasiment toute contamination par les nématodes. Sur 13 ans, cette méthode de protection est toujours efficace lorsqu'elle est utilisée en préventif. Il n'y a pas de limite négative sur le long terme à cette technique. La cadence d'une solarisation tous les 3 ans permet d'obtenir un niveau de mortalité des laitues par *Sclerotinia minor* économiquement acceptable (- de 3%).
- L'intérêt des engrais verts pour freiner les pathogènes du sol est à noter. En effet, le taux de mortalité de la laitue par *S. minor* dans le tunnel 3 nord reste inférieur à 5% durant 6 ans (de 1998 à 2003).
- En l'absence d'entretien du sol (témoin T1N), les dégâts par *S. minor* sur laitue sont importants et économiquement inacceptables (mortalité des laitues due à *S. minor* atteignant les 25% en 2001 et 2002).

Ce dispositif d'étude sur du long terme a donc permis de perfectionner et de confirmer l'intérêt de certaines pratiques de protection. Il nous permet, de plus, d'avoir une idée des indicateurs des différents niveaux de rupture pour la culture de laitue et de melon sous abri du Sud-est.

3. 3. Illustration des performances des différents niveaux sur la tomate : essai comparatif en Californie

En Californie (climat méditerranéen), un essai comparatif sur 8 ans (de 1989 à 1996) de différents systèmes de culture en tomate de plein champ et en maïs a été mis en place. Quatre systèmes sont comparés.

Tableau 34 : Essai Californie : protocole de comparaison de 4 systèmes de cultures de plein champ

		conventionnel 2-rotation	conventionnel 4-rotation	lutte intégrée	biologique
rotation	1ère année	tomate	tomate	plantes de couverture/tomate	plantes de couverture /tomate
	2ème année	blé	carthame	plantes de couverture /carthame	plantes de couverture /carthame
	3ème année	tomate	maïs	plantes de couverture /blé	plantes de couverture /blé
	4ème année	blé	blé	avoine ou gesse/haricot	avoine ou gesse/haricot
méthodes de protection		quantité conventionnelle recommandé	quantité conventionnelle recommandé	Quantité des produits phyto réduits, travail mécanique du sol	produits naturels (sulfure, savon insecticide, Bt), travail mécanique du sol
Niveau de rupture associé		Niveau 0 ou 1 ?	Niveau 1	Niveau 2c	Niveau 3

Tableau 35 : Essai Californie : performance des niveaux de rupture concernant la tomate

moyenne sur 8 ans	conventionnel 2-rotation	conventionnel 4-rotation	lutte intégrée	biologique
Niveau	0	1	2c	3
rendement	- 7%	référence	- 6%	- 17%
total produits phyto utilisés (produits de synthèse et "AB") en kg/ha	43	43	24	21
somme EIQ pour chaque pesticide sur les 8 ans	1 788	1 895	1 120	933
coût du programme de protection	+ 10%	référence	+ 51%	+ 57%

EIQ = indicateur de l'impact environnemental prenant en compte la toxicité des produits sur les ouvriers, sur les consommateurs et l'impact sur l'environnement (équation de 11 facteurs).

Une différence significative de l'abondance des bio-agresseurs entre les différents systèmes est notée uniquement sur les mauvaises herbes : elles sont plus abondantes dans les systèmes alternatifs. Il est montré que la diminution du rendement est liée à cette abondance. Donc, les moyens de protection alternatifs aux herbicides sont moins fiables que l'association mécanique + chimique. De plus, en coût absolu, la protection contre les mauvaises herbes dans les systèmes alternatifs est beaucoup plus coûteuse et cela, à cause de la main d'œuvre.

La faible influence des ravageurs et des champignons est due à la zone de production. Cependant, il y a une réduction générale des pathogènes et des maladies liées au sol dans les systèmes alternatifs par rapport aux conventionnels. Ce qui est certainement dû aux plus longues rotations et à l'apport d'amendement organique.

Conclusion : Une grande différence sur l'impact des différents systèmes de culture est notée entre la tomate et le maïs. En effet, le coût économique impliqué par les systèmes alternatifs en tomate (50% de réduction des pesticides pour un coût plus élevé d'environ 50%) est beaucoup plus important qu'en maïs (50-100% de réduction pour un rendement quasi égal : seulement - 5% en AB). La possibilité de réduire les pesticides en culture de tomate est donc plus difficile.

Référence : Clark M.S., Ferris H., Klonsky K., Lanini W.T., Van Bruggen A.H.C., Zalom F.G., 1998 : Agronomic, economic, and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in northern Califonia. Agriculture, Ecosystems and Environment 68: 51-71

4. DISCUSSION

4. 1. Difficultés méthodologiques

Certains niveaux de rupture sont difficilement caractérisables à cause de la variabilité observée au sein d'un même niveau de rupture.

Exemple de la variabilité au sein du niveau 2a :

- à la différence des traitements biocides, les efficacités des alternatives utilisées dépendent de nombreuses conditions et sont difficiles à estimer,
- il y a des degrés différents dans l'utilisation d'une alternative (exemple avec le paillage utilisé par tous les producteurs de melon mais l'inter-rang est soit non désherbé et/ou désherbé mécaniquement et/ou chimiquement et/ou encore manuellement),
- une ou plusieurs alternatives peuvent être utilisées contre un ou plusieurs bio-agresseurs,
- une même exploitation peut passer d'un niveau de rupture à l'autre dans une saison (exemple : culture de tomate hors sol en PBI dans un premier temps, puis nécessité de retraiter chimiquement lors de problèmes importants).

Ce niveau est donc particulièrement aléatoire en fonction des alternatives utilisées. La variabilité induit des différences dans les données récoltées et les résultats obtenus sont difficiles à synthétiser.

Ensuite, **les données disponibles en cultures légumières ne nous permettent pas d'aller plus loin dans l'étude.** Il n'y a pas ou peu pour le moment de données synthétiques publiées ni de réseau permettant de recueillir et traiter l'ensemble des données à l'échelle française. C'est pourquoi les données traitées dans ce rapport reposent principalement sur des dires d'experts qui ont souvent une vision locale ou régionale. Certaines données sont insuffisantes pour pouvoir conclure sur les pratiques de protection et sur les conséquences impliquées par ces pratiques. Les différentes cultures et les différents niveaux sont plus ou moins bien renseignés. Par exemple, les données concernant le niveau 4 sont quasi inexistantes car aucun producteur n'est actuellement dans ce niveau.

Comme indiqué dans l'introduction, **les cultures légumières sont très diversifiées d'où une difficulté à généraliser et à synthétiser.** Des variations importantes pour une culture au sein même d'une région de production ont pu être notées. Par exemple, le melon plein champ précoce comprend le melon sous bâche et sous chenille qui ont des coûts, des rendements et des prix de vente différents. Ou bien la laitue sous tunnel froid en 1ère rotation (octobre-décembre) présente des différences par rapport à la laitue sous tunnel froid en 2ème rotation (janvier-mars).

Beaucoup de craintes quant à l'utilisation future des données contenues dans ce rapport sont émises par les techniciens et les professionnels. Ceci ralentit la collecte de données car les craintes engendrent des discussions et des autorisations de leur hiérarchie sont parfois nécessaires. De plus, l'évaluation des différentes données recherchées demande du temps à des techniciens pas toujours disponibles en pleine saison. Une validation de leurs dires par d'autres techniciens est ensuite généralement faite, ce qui retarde d'autant plus la récupération des données. Enfin, les organismes sont plus ou moins difficilement mobilisables : les organisations professionnelles sont multiples ; les organisations de producteurs disposent de beaucoup de données notamment économiques, mais qui revêtent un caractère stratégique dans une filière très concurrentielle. Ceci entraîne certains problèmes de confidentialité et une crainte encore plus forte. Donc, les dires d'expert recueillis sont incomplets pour certains indicateurs.

4. 2. Limites de l'étude et des connaissances

4. 2. 1. Limites des indicateurs choisis

Les IFT sont dépendants du climat et des pressions parasitaires. Ils peuvent donc être très variables d'une année sur l'autre et en fonction des régions. Or, il est important de prendre en compte les notions de raisonnement des interventions par les producteurs en fonction de ces paramètres.

Pour exemple en melon : l'année 2003 avec un printemps chaud et sec a engendré peu d'interventions fongiques sur les cibles cladosporiose, bactériose, *Sclerotinia* et *Botrytis*. Les interventions oïdium et *Heliothis* ont été plus soutenues qu'une « année normale ». En 2007, du fait d'un printemps humide et frais suivi d'un été sec et frais ont engendré des interventions plus soutenues, nécessaires pour contrôler les cibles cladosporiose, bactériose, *Sclerotinia* et *Botrytis*.

Certaines maladies peuvent apparaître de façon soudaine et occasionner dans certains cas des pertes quasi-totales. En résumé, en conditions favorables les interventions phytosanitaires peuvent être relativement peu importantes, mais elles sont nécessairement plus nombreuses quand la pression parasitaire est forte.

Cet indicateur n'est pas significatif d'une amélioration ou non des pratiques. Par exemple, l'utilisation des produits plus sélectifs entraîne une augmentation des IFT alors que ceux-ci permettent un meilleur respect de la faune auxiliaire. En effet, un traitement à la dose homologuée agissant sur plusieurs bio-agresseurs doit être remplacé par plusieurs traitements de produits plus sélectifs à la dose homologuée pour une action identique, induisant une augmentation du nombre de traitements. Ensuite, les IFT sont dépendants de la disponibilité des substances actives : les IFT sont faibles lorsqu'il n'y a pas de molécules disponibles.

La durée de la culture est très variable en culture légumière (exemple : tomate hors sol : 11 mois, laitue : 2 mois). Or, l'IFT ou les nombres de traitements présentés dans cette étude sont indiqués par culture et non ramenés à leur durée. Il est donc important de considérer l'IFT ou le nombre de traitements obtenu avec la durée de la culture. Ensuite, les rotations ont des impacts sur les problèmes phytosanitaires et donc sur le nombre de traitements appliqués. Un IFT par rotation serait donc plus juste mais compliqué à déterminer, les rotations existantes étant très diverses.

En ce qui concerne les temps de travaux des différentes pratiques de protection, ceux-ci sont variables en fonction des outils utilisés et des méthodologies de traitements. Par exemple pour le paillage, les temps de travaux seront fonction des machines : une pailleuse 3 rang ira 3 fois plus vite qu'une pailleuse monorang, ou en fonction des besoins : suivant le mouillage et la longueur des rampes (exemple : un traitement à 200 litres/ha ira 2 fois plus vite qu'un traitement à 400 l/ha).

De plus, les temps de travaux sont liés à une certaine période dans l'année (exemple : solarisation en été). Il faudrait donc prendre en compte ces périodes lors de l'évaluation des temps de travaux et notamment, lorsque des méthodes alternatives nécessitant un temps de travail plus long sont proposées : certaines périodes sont chargées, les producteurs ont des priorités, la main d'œuvre est plus ou moins disponible. Cette disponibilité est par ailleurs variable d'une exploitation à l'autre.

Le rendement varie avec le mode de production (plein champ, abri etc.) mais il varie aussi au sein d'un même mode. En effet, il est lié au type de serre ou au type d'abris utilisé (ancienneté, matériel utilisé etc.). Les marges d'un producteur peuvent être très variables au cours d'une année et d'une année sur l'autre du fait de la volatilité inter et intra annuelle des prix.

4. 2. 2. Les inconnues et les facteurs non pris en compte dans l'étude

L'aspect dynamique des maladies et des cultures, important à considérer, n'est pas pris en compte dans cette étude. En effet, l'offre s'adapte à la demande du consommateur et donc les cultures, les variétés cultivées avec leurs problèmes phytosanitaires propres changent en fonction du temps. Ensuite, de nouveaux problèmes phytosanitaires peuvent émerger à cause notamment de la mondialisation des échanges ou bien du réchauffement climatique. En effet, le climat de plus en plus changeant induit des pressions parasitaires non prévisibles.

De plus, **nous n'avons pas de recul sur les effets à long terme de l'utilisation de techniques alternatives et sur la diminution des traitements.** En effet, nous pouvons supposer que les équilibres biologiques pourraient être modifiés, entraînant la résurgence de problèmes phytosanitaires anciens ou la montée en puissance de bio-agresseurs considérés comme secondaires, et peu voire pas jugulés par la technique mise en œuvre. A titre d'exemple, c'est notamment le cas du greffage de l'aubergine dans le sud-ouest, technique culturale alternative qui utilisée de façon intensive a montré ses limites : émergence de bio-agresseurs telluriques secondaires ; contournement de certains gènes de résistance exprimés par les porte-greffes. De même, une augmentation générale des populations de nématodes est observée dans le Sud-Est avec la diminution des désinfections de sol. Il semble évident que les pressions de sélection exercées par certaines méthodes pourront remettre en cause certains systèmes de culture. On devra s'intéresser à la durabilité de certaines méthodes alternatives intégrées.

Les alternatives aux produits phytosanitaires peuvent présenter des conséquences négatives sur l'environnement. Celles-ci ne sont pas détaillées dans ce rapport mais les techniques alternatives peuvent être source d'autres types de pollution : rejet de carbone (exemple : désherbage mécanique, désinfection thermique des sols), déchets (exemple : paillages plastiques, solarisation). Il est donc nécessaire de faire attention à ne pas encourager d'autres pollutions sous prétexte de diminuer les traitements phytosanitaires.

Il est impossible de quantifier les pertes de production liées à une réduction du nombre d'interventions phytosanitaires. En effet, une diminution du niveau de protection phytosanitaire des parcelles peut, dans certains cas, entraîner des pertes importantes pouvant aller jusqu'à 100 % du potentiel de production. Cela amène la notion de risque : le producteur peut-il prendre le risque de perdre une partie plus ou moins importante de sa production ? Cela représente un frein au développement de l'utilisation des alternatives au niveau des producteurs. Il est important que les producteurs aient toujours la possibilité, en complément des méthodes alternatives, d'intervenir avec des produits phytosanitaires efficaces en cas de gros problème phytosanitaire afin de limiter la perte de rendement. La prise de risque est dans ce cas moins importante et favorise l'adoption des méthodes alternatives.

Les exigences commerciales ne sont pas prises en compte dans cette étude. Or zéro défaut dans la présentation du produit est nécessaire, ce qui n'est pas toujours permis par les alternatives aux produits phytosanitaires non efficaces à 100%. Donc si les exigences commerciales ne diminuent pas, il sera difficile de réduire les produits phytosanitaires appliqués. Ensuite, d'autres problèmes interviennent pour les produits transformés au niveau de l'industrialisation. Par exemple, les haricots verts AB ont des problèmes importants de qualité ainsi qu'un calibrage inférieur, ce qui entraîne des problèmes de mécanisation et un temps nécessaire pour la transformation plus important.

Les traitements de semences et des plants en pépinière n'ont pas été pris en compte dans cette étude (cf partie 2.4). Ils permettent une diminution de la dose des produits à l'hectare et sont donc importants dans le cycle de production.

4. 3. Perspectives

4. 3. 1. Les recherches en cours :

Les différents centres d'expérimentation en fruits et légumes mettent en place chaque année des expérimentations sur les différentes alternatives.

Un programme de recherche sur la Production Intégrée des Cultures Légumières, PICLég, a été mis en place afin de développer de nouveaux systèmes de culture en production intégrée. Il se déroule au sein d'un GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique). Il a été initié par la Fédération Nationale des Producteurs de Légumes (FNPL) et a été créé en partenariat avec l'Inra pour la recherche fondamentale et le Ctifl pour la recherche appliquée. Il associe également la recherche de références pour les producteurs et la diffusion des techniques avec les stations régionales d'expérimentations et les chambres d'agriculture, les producteurs et d'autres acteurs majeurs de la filière légumes. C'est au sein de ce groupe que seront discutées les questions de recherche à développer, les expérimentations et les actions de développement à engager pour répondre à l'objectif fixé. Il vise à fédérer et mettre en réseau des dynamiques de recherches qui sont encore peu coordonnées. Ce programme a été lancé le 15 novembre 2007 par Michel Barnier lors du congrès de la FNPL à Reims et doit durer 10 ans.

4. 3. 2. Les recherches à développer

Bien que de nombreuses alternatives soient déjà largement utilisées en cultures légumières, elles sont perfectibles (résistances variétales, PBI etc.). Il est donc important de continuer à les expérimenter afin de parfaitement définir leur niveau d'efficacité en fonction des types de production et d'étudier à long terme leurs effets sur les bio-agresseurs présents et potentiels ainsi que sur l'environnement. Cette remarque est aussi valable pour certaines alternatives non rentables actuellement qu'il est nécessaire de perfectionner et de développer pour qu'elles soient utilisables par les producteurs. Il semble évident, vu l'efficacité partielle de nombreuses méthodes alternatives, que leur utilisation nécessitera leur combinaison avec d'autres de ces méthodes (biologique, mécanique, culturale, génétique et chimique). Seule leur association permet déjà d'obtenir des efficacités de bon niveau et devrait assurer leur durabilité respective.

D'après les experts interrogés et pour les 6 cultures légumières étudiées, le développement des variétés résistantes serait la source de progrès future pour une réduction des produits phytosanitaires la plus probable et la plus significative.

En cultures légumières, l'essai Biophyto donne des éléments de comparaison entre plusieurs systèmes de culture pour le melon et la laitue sous abris sur plusieurs années. Ce type d'essai est rare en cultures légumières. Il existe aussi un essai de ce type mis en place à Alénya en 2000 concernant la tomate et la laitue. Cet essai est une comparaison pluriannuelle de 3 tunnels avec des systèmes de culture intensifs (solarisation, 2 salades, 1 tomate, 3 salades). Plusieurs techniques sont testées afin d'observer leurs effets sur les bio agresseurs telluriques et sur d'autres facteurs non biologiques de la fatigue des sols dans le but d'améliorer ces systèmes de cultures intensifs. Ces techniques sont : intégration d'un sorgho pailleux (il enrichit en matière organique et reminéralise lentement), ajustement des irrigations par tensiomètre, ajustement des fertirrigations par bandelettes nitrates avec absence de traitements contre les maladies telluriques. Plusieurs critères ont été évalués : le sol, les plantes, le rendement, les problèmes sanitaires. **Des essais équivalents à ces essais de longue durée sur d'autres cultures légumières, pour d'autres modes de production ou sur d'autres régions seraient donc nécessaires.** Plusieurs programmes démarrant en 2008 avec un soutien de l'Inra, de l'ANR ou du CASDAR vont permettre de travailler à l'échelle du système avec une coordination sur l'ensemble du territoire français.

En outre, un observatoire ou des enquêtes sur les conséquences économiques et agronomiques de chaque système de culture permettraient d'avoir des données provenant directement du terrain et donc plus objectives.

4. 3. 3. Quelques conséquences des changements de la protection phytosanitaire

Le retrait du marché de substances actives a déjà et aura des effets non négligeables sur les pratiques des producteurs et sur la pression des bio-agresseurs. On peut déjà entrevoir l'émergence de nouvelles problématiques phytosanitaires sur plusieurs productions. De plus, la restriction de produits appartenant à des familles chimiques différentes, ne permettra pas de les alterner et de gérer leur durabilité (apparition de souches résistantes accélérées). Dans certains cas, l'interdiction de certaines substances actives pourra entraîner une augmentation du nombre de traitements. Par exemple, en culture de tomate, la suppression de la substance active fenbutatin oxyde (anti-acarien) compatible avec la PBI risque d'augmenter le nombre de traitements avec des produits phytosanitaires, les producteurs n'ayant plus d'anti acariens (formes mobiles) compatibles avec l'utilisation des auxiliaires.

Ajoutons que les productions légumières représentent pour les firmes notamment phytosanitaires des petits marchés qui ne les incitent pas à développer de nouveaux outils, des techniques innovantes, mais aussi à homologuer de nouveaux produits.

L'utilisation des produits phytosanitaires est plus simple que l'utilisation des alternatives. En effet, un problème de bio-agresseur se règle avec un produit donné. Pour les alternatives, c'est un raisonnement des problèmes dans leur globalité, cela nécessite donc une réflexion plus pointue et plus délicate de la part des producteurs.

Enfin, il conviendra de faire évoluer les mentalités et de faire accepter le fait que les alternatives techniques aux produits phytosanitaires impliquent parfois un rendement moindre, voire une qualité visuelle quelque peu dépréciée. A titre d'exemple, la solarisation remplace une culture d'été d'où une diminution de la production commercialisable par surface. Par conséquent, une plus grande surface pour les cultures sera nécessaire pour un rendement égal et créant ainsi un problème économique pour les agriculteurs, et dans un second temps, sociétal.

BIBLIOGRAPHIE

Alabouvette C., 2001. La lutte biologique contre les parasites du sol. *Phytoma – La défense des végétaux*, 542 :35-37

Alabouvette C., 1986. Fusarium-wilt suppressive soils from Châteaurenard region: review of a 10-year study. *Agronomie*, 6 : 273-284

Beauverd C., Terrentroy A., 2002. Optimiser la production des légumes sous abris. Chambre d'Agriculture des Bouches du Rhône. 52 p.

Bertrand E., Trottin-Caudal Y., Chabrière C., 2007. Les cultures légumières sous abris : Où en est-on sur la protection biologique. Infos-Ctifl, 23& : 42-46

Blancard D., Louvet G., Chamont S., Guerin L., Fave C., Fournier C., Leyre J.-M., Trottin-Caudal Y., 2003. Connaître la nature des agents pathogènes associés aux pertes racinaires des cultures hors sol de tomate : un pré-requis indispensable au choix des méthodes de protection. Acte du colloque international tomate sous abri, OILB (Organisation Internationale pour la Lutte Biologique) Avignon 17, 18 et 19 septembre 2003 : 31-35

Blancard., Lot H., Maisonneuve B., 2003. Maladies des Salades : Identifier, connaître, maîtriser. INRA-Éditions, 375 p

Blancard D., Clerc H., Simonin S., 2007. Greffage de l'aubergine : Une alternative remise en cause dans le Sud-Ouest. *Cultures légumières*, hors série – septembre 2007 : 28-29

Boland G.J., 1994. Index of plant hosts of Scl*erotinia sclerotiorum.* Canadian Journal of Plant Pathology, 16.93-108

Bollen G.J., 1974. Fungal recolonization of heat-treated glasshouse soils. *Agro-Ecosystems,* 1 : 139-155

Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Orientales, 2006. Références technico-économiques.

Clark M.S., Ferris H., Klonsky K., Lanini W.T., Van Bruggen A.H.C., Zalom F.G., 1998. Agronomic, economic, and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment 68: 51-71

Coleno A., Rapilly F., 1967. Etude du comportement de deux bactéries phytopathogènes (*Pseudomonas phaseolicola ; Erwinia carotovora* f.sp. *Phytophthora*) en sol traité à la vapeur. *Phytiatrie-Phytopharmacie,* 16 : 157-164

Cordier C., Pommier J.-J., Lemoine M.C., Guérineau C., Gaillard P., Alabouvette C., 2002. La biotisation : un moyen de lutte biologique à utiliser en protection intégrée : exemple de la fraise. 2ème conf. Inter. Sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles des végétaux ; Lille, 4, 5, 6 et 7 mars 2002, pp. 413-419

Couteux A., Lejeune V., 2007. Index phytosanitaire ACTA 2007. Edition ACTA. 832p

Erard P., Odet J., 2008. Le poivron : intérêt et limite du greffage. Infos-Ctifl, 238 :31-35

Ernout H., 2000. Solarisation : ça ne fait pas tout mais ça aide. Le *13 des Serres* : 60 : 17-19

Ernout H., 2001. Essai amélioration de la solarisation Laitue – tomate.) Annual report CETA/APREL

Foury C., 1995*. Quelques aspects de la désinfection solaire des sols. *PHM La Revue Horticole*, 356 : 15-20.

Ginoux G., 1996 : Greffage des plants maraîchers. *PHM. Revue Horticole*, 368 : 23-28

Icard C., 2008. Qualité sanitaire et résultats agronomiques : l'usage de la biodésinfection sur la laitue, essai sur feuille de chêne et laitue beurre. *Infos-Ctifl*, 242 : 36-39

Izard D., 1999. Solarisation en engrais vert. *Vaucluse agricole* : 1642 : 8-9

Javoy M., Guerin O., 2000. Concombres sous serres vitrées, chauffées en sol, culture longue. Essais modes de désinfection des sols. *Comptes-rendus CUETMO/LCL,* 38 p.

Kass D.C.L., 1978. Polyculture cropping systems. Cornell Inter. Agriculture Bulletin, 32 : 69p.

Lemaire J.M., Ginoux G., Conus M., Ferriere M., Beraud J., 1998 : Intérêt du greffage pour lutter contre l'oïdium du melon. *PHM Revue Horticole*, spécial melon, 397 : 18-20

Lemanceau P., Letard M., Steinberg C., 1995. Qualité biologique de la solution, nutritive. *PHM-Revue Horticole,* 363 : 24-29

Lepaumier B., Villeneuve F., 2000 : Salade sous serre : la biodésinfection, une méthode douce. *Jardins du littoral,* 57 : 11-13

Le Quillec S., 2002. La gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. Ed. Ctifl, Paris, 198 p.

Louvet J., 1955 : L'emploi de la greffe comme moyen de lutte contre la fusariose du melon et du concombre. *Phytoma - La défense des végétaux*, 71 : 17-19

Martin C., 1997. Les pythiacées en culture hors sol : des pathogènes responsables de pertes brutales ou chroniques. *PHM La revue Horticole*, 382 : 23-27

Martin C., Thicoïpe J.P., 1994* : La solarisation : une désinfection des sols alternative au complémentaire des fumigants chimique. *PHM La revue Horticole*, 464 : 34-36

Mazollier C., 1998. Le greffage de la tomate en culture sous abris : Motivations, conduite de culture, résultats obtenus. *Objectif tomate*, 28 octobre 1998, Plan d'Orgon, p. 21-24

Melzer *M.S., Smith E.A., Boland G.J.*, 1997. Index of plants hosts of *Sclerotinia minor*. Canadian Journal of Plant Pathology, 19:272-280

Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F., Lafon R., 1997. Les maladies des plantes maraîchères. Ed. Inra, 552p.

Monnet Y., 2001*. Retarder les solutions radicales contres les ennemis du sol. *Phytoma – La défense des végétaux*, 542 : 28-30

Monnet Y., Reverchon S., 2001. Rotation et maladies telluriques. *Le Maraîcher,* janvier, 9-14

Perrin R.M., 1977. Pest management in multiple cropping systems. Agro-Ecosystems, 3 :93-119

Perrin R.M., Phillips M.L., 1978. Some effects of mixed cropping on the populations dynamics of insects pests. Ent. Exp et applied, 24:385-393

Péron J.Y., 2006. Références productions légumières 2ème édition. Edition Lavoisier. 613p.

Picault S., 2008. Contre les mouches du chou des cultures en agriculture biologique : Les filets verticaux comme moyen de protection. Infos Ctifl, 244 :36-40

Rafin C., Couteaudier Y., Alabouvette C., 1988. Etude de la dynamique et des interactions bactéries-*Fusarium* en sol désinfecté. *Rev. Ecol.Bio. Sol, 25 : 385-396*

Reverchon S., Monnet Y., Beliard E., Alabouvette C., 2000. Du nouveau sur les fusarioses du concombre. *Phytoma – La défense des Végétaux*, 530 : 36-38

Richard C., Boivin G., 1994. Maladies et ravageurs des plantes maraîchères. Ed. Société d'entomologie du Canada, 552p.

Roblin C., 2007. Références technico-économiques 2006-2007. Chambre d'Agriculture du Vaucluse. 111 p.

Roos Jean-Robert, Fouyer L. Chapeau A., Villeneuve F. 2006. Désherber les abris plastiques autrement : la solarisation dans l'ouest de la France. *Infos-Ctifl*, 225 : 45-47

Stone A. G., Scheuerell S. J., Darby H. M., 2004. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. In Soil organic matter in sustainable agriculture, editor(s) Magdoff F., Ray R. W. pp 131-177.

Theunissen J., 1994. Intercropping in field vegetables crops: pests management by agrosystem diversification-an overview. Pesticide Science, 42: 260-268

Thicoïpé J.P., 1992*. Désherbage solaire en cultures légumières. Ed.ANPP, 15ème Conf. du Columa*,* Versailles, 2, 3 et 4 décembre 1992, pp. 291-297*.*

Thicoïpe J.P., 1994. La solarisation, *Infos-Ctifl*, 104 : 24-27.

Thicoïpe J.P., Despujols J., 1992. La solarisation sur laitues : les travaux de la région Rhône-Alpes. *Infos-Ctifl*, 102

Trottin-Caudal Y., Chabrière C., Langlois A., Wuster G., 2008. La protection biologique en cultures légumières sous abri et cultures ornementales en France : Etat des lieux et perspectives. *In* 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs AFPP, 22-23 octobre 2008 Montpellier, 604-614.

Villeneuve F., 1998. Quelles problématiques agri-environnementales pour les cultures fruitières et légumières ? un exemple légume dans le Val de Saire (Normandie). Séminaire sur les mesures agri-envrionnementales, 10-12 juin 1998, Bergerie Nationale, Rambouillet, 6p.

Villeneuve F., 1999. Légumes plein champ_Protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement. Edition Ctifl. 191p.

Villeneuve F., Bosc J.P., Brunel E., 1999 : La culture associée en culture légumière de plein champ / Effet sur les auxiliaires naturels en culture de chou pommé. ANPP, Vième Conf. Inter. sur les ravageurs en agriculture, 7-8-9 déc. 1999, Montpellier, 861-868

Villeneuve F., Bosc J.P., Brunel., 2000 : La culture associée sur chou pommé contre la mouche du chou : Effet sur les auxiliaires naturels. *Infos Ctifl,* 160 : 26-29

Villeneuve F., Bossis M., Diare N., Poissonnier J., Roos J.R., 2001 : Nématodes phytophages des cultures légumières : des alternatives à la désinfection chimique. *Infos-Ctifl*, 169 :35-39

Villeneuve F., Bossis M., Diare N., Poissonnier J., Roos J.R., 2001 : Alternatives à la désinfection chimique contre les nématodes en culture légumière. *PHM-Revue Horticole*, 424 : 27-31

Villeneuve F., Granel C., Ronget D.,Lempire C., Chappoux F., 2002 : Etude de techniques de protection non chimiques contre le *Rhizoctonia solani* applicables à la carotte, *Daucus carota.* 2ème conf. Inter. Sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles des végétaux ; Lille, 4, 5, 6 et 7 mars 2002, pp.259-266

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biodésinfection des sols en cultures légumières : premiers résultats sur laitues. ANPP ed., *6ème Conf. Inter. Sur les Maladies des Plantes*, 6-8 décembre 2000 à Tours, 607-614

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biodésinfection des sols. *Infos-Ctifl*, 161 :42-44

Villeneuve F., Lepaumier B., 2000 : Biofumigation, first results on lettuce in protected culture. *Symp. Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Didinfestation,* sept 11-15 2000, *Acta Horticulturae* 532, 65-70

Villeneuve F., Maignien G., Janvier C., Steinberg C., 2005 : Use of biofumigation in carrot culture for controlling soilborne pathogens. 31th Inter. Carrot Conf., Phytoprotection, 86(2), 146-147

Villeneuve F., Maignien G., Janvier C., Steinberg C., 2006. Utilisation de la biodésinfection et d'apport de fumier composté en culture de carotte pour contrôler les agents pathogènes telluriques. AFPP ed., *6ème Conf. Inter. Sur les Maladies des Plantes*, 5-6 décembre 2006 à Tours, pp 24-32

Villeneuve F., Raynal-Lacroix C., Lempire C., Maignien G., 2004 : Possibility of using biofumigation in vegetable crops for controlling soilborne pathogens. Agroindustria 3(3) :395-398

Zuang H., Musard M., Dumoulin J., Thicoïpé J.-P., Letard M., Vaysse P., et Adam D., 1984. Cultures légumières sur substrats : installation et conduite. Ed. Ctifl, Paris, 241p.

ANNEXES

1) REMERCIEMENTS AUX COLLABORATEURS (EXTERIEURS AU GROUPE PRODUCTION « CULTURES LEGUMIERES »)

➢ **Carotte**
- Frederik Siri (coopérative Provence Silvacane, PACA)

➢ **Chou fleur**
- Vianney Estorgues (chambre agriculture Finistère)
- Maxime Perus (Pôle légumes Nord)
- Raymond Wartelle (Chambre agriculture Nord)
- Christian Porteneuve (Ctifl)

➢ **Haricot vert**
- Didier Ferry (Vicampo, Landes**)**

➢ **Laitue**
- Jean-Philippe Calmet (ch agri Morbihan)
- Bénédicte Finet (CEGARA, 33)
- Daniel Izard (chambre agriculture Vaucluse)
- Jacky Odet (Ctifl)
- Sébastien Picault (Ctifl)
- Stéphane Rolland (Chambre d'agriculture Ile de France)

➢ **Melon**
- Membres du CINM (Commission Interprofessionnelles Nationale du Melon)
- Bénédicte Finet (CEGARA, 33)
- Xavier Dubreucq (technicien Languedoc)
- Marie-José Etienne (BRM Avignon)
- Daniel Izard (chambre agriculture Vaucluse)
- Philippe Mention (Ctifl)
- Maud Oui (Melon Plus, Sud est)

➢ **Tomate**
- Jean-Philippe Calmet (chambre agriculture Morbihan)
- Catherine Chabrière (APREL)
- Bénédicte Finet (CEGARA, 33)
- Alain Guillou (CATE)
- Dominique Grasselly (Ctifl)
- Daniel Izard (chambre agriculture Vaucluse)
- Anne Terrentroy (Chambre agriculture Bouches du Rhône)

➢ **Général**
- Stéphane Africano (chambre agriculture Pyrénées-Orientales)
- Claire Beauverd (chambre agriculture Bouches-du-Rhône)
- Denis Bayon et Maët Le Lan (SEHBS, Morbihan)
- Felicia Frühling (Agriphyto)
- Alexandre Nougadère (AFSSA)
- Brigitte Pelletier (Arelpal, 85, 44)
- Frédérique Rey (ITAB)
- Jean-Robert Roos (SCEA Briand)

2) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DES CAROTTES DE PLEIN CHAMP

Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Champignons (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)	Bactéries
Nord	Mouche de la carotte (*Psila rosae)* ++ Pucerons (plusieurs espèces) ++ Noctuelles défoliatrices +, Noctuelles terricoles (*Agrotis ipsilon et A. segetum)* + Taupins (*Agriotes lineatus, A. sputator, A. sordidus)* +	Nématodes à kystes de la carotte (*Heterodera carotae*) +	Brûlures des feuilles (*Alternaria dauci, Cercospora carotae, Alternaria radicina, Mycocentrospora acerina, Septoria carotae)* ++ Oïdiums (*Erysiphe heraclei, Leveillula taurica)* +	*Pythium* ++ Bague *(Phytophthora megasperma, P. porri*) + Rhizoctone violet (*Rhizoctonia violacea)* + Pourriture blanche *(Sclerotinia sclerotiorum)* + Pourriture noire des racines (*Alternaria radicina, Chalara elegans, Chalaropsis thielavioides)* +	*Xanthomonas campestris* + *Erwinia carotovora* +
Ouest	**Mouche de la carotte +++** Pucerons ++, Taupins ++ Noctuelles défoliatrices + Noctuelles terricoles +	**Nématodes à kystes de la carotte +++**	Brûlures des feuilles ++ oïdiums ++	**Bague +++, Rhizoctone violet +++** *Pythium* ++, Pourriture blanche ++ Pourriture noire des racines + Tache noire des racines (*Mycocentrospora acerina)* +	*X. campestris* + *Streptomyces scabies* + *E. carotovora* +
Sud-Est	**Taupins +++** Mouche de la carotte ++, Pucerons ++ Noctuelles terricoles ++ Noctuelles défoliatrices **+**	**Nématodes à galles *(Meloidogyne incognita* et *hapla)* +++** Nématodes à kystes de la carotte **+**	Brûlures des feuilles ++ oïdiums +	**Pourriture blanche +++,** Bague **++** *Pythium* ++, Rhizocotone brun ++ Pourriture noire des racines (*C. elegans, C. thielavioides*) ++ Pourriture noire des racines (*A. radicina)* + Rhizoctone violet +, Tache noire des racines +	*X. campestris* + *S. scabies* + *E. carotovora* +
Sud-Ouest	Mouche de la carotte ++, Pucerons ++ Noctuelles défoliatrices ++ Noctuelles terricoles ++, Taupins ++	**Nématodes à lésions (*Pratylenchus* spp) +++** Nématodes à galles +	**Brûlures des feuilles +++** oïdiums ++	**Rhizocotone brun +++** *Pythium* ++, Pourriture noire des racines ++ Tache noire des racines ++ Pourriture blanche +	*X. campestris* ++ *S. scabies* ++ *E. carotovora* +
Est	Pucerons ++ Mouche de la carotte + Noctuelles défoliatrices + Noctuelles terricoles +, Taupins + Mouche mineuse (*Napomyza carotae)* + Psylle de la carotte (*Trioza apicalis)* +		Brûlures des feuilles ++ oïdiums +	Pythium ++ Pourriture blanche +, Bague + Pourriture noire des racines +	*X. campestris* + *E. carotovora* +

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

3) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DES CHOUX-FLEURS DE PLEIN CHAMP

Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Autres ravageurs	Champignons (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)	Bactéries
Bretagne	**Mouche du chou (*Delia radicum*) +++** **Teigne des crucifères (*Plutella maculipennis*) +++** Puceron cendré (*Brevicoryne brassicae*) ++ Piéride de la rave (*Pieris rapae*) ++ Altises (*Phyllotreta albionica*) ++ Cécidomyie du chou-fleur + Noctuelles + Tenthrède de la rave +		Pigeon ramier ++ Corvidés + Lapins/lièvres + Limaces/escargots +	***Mycosphaerella brassicicola* +++** Mildiou des crucifères (*Peronospora parasitica*) ++	Fonte des semis ++ Hernie des crucifères (*Plasmodiophora brassicae*) + *Pythium* sp + *Phytophthora* sp + Pied noir (*Leptosphaeria maculans*) +	Bactériose du brocoli +, *Xanthomonas campestris* +

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

4) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DES HARICOTS DE PLEIN CHAMP

Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Champignons (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)
Nord-Picardie	**Mouche des semis (*Delia patura*) +++** **Pucerons (plusieurs espèces) +++** **Pyrale (*Ostrinia nubilalis*) +++** *Autographa gamma* ++ Taupins (*Agriotes sordidus*, *Agriotes lineatus*) + *Heliothis armigera* +		**Pourriture grise (*Botrytis cinerea*) +++** **Sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*) +++**	Fusariose du collet (*Fusarium solani fsp phaseoli, Thielaviopsis basicola*) ++ Fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum*) + *Pythium* sp ++ Rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*) +
Bourgogne-Centre	**Mouche des semis +++** **Pucerons +++** **Pyrale +++** *H. armigera* ++ *A. gamma* ++ Taupins + Acarien +		**Pourriture grise +++** **Sclérotiniose +++**	Fusariose du collet ++ Rhizoctone brun ++ Fusariose vasculaire + *Pythium* +
Sud-Ouest	**H. armigera +++** **Taupins +++** Mouche des semis ++ Pucerons ++ Pyrale ++ Acarien + *A. gamma* +		**Pourriture grise +++** **Sclérotiniose +++** Alternariose (*Alternaria alternata*) + Ascochyta + Oïdium + Rouille +	**Rhizoctone brun +++** Fusariose du collet + Fusariose vasculaire + *Pythium* +
Bretagne - Pays de Loire	**Mouche des semis +++** ***A. gamma* +++** *H. armigera* ++ Pucerons ++ Tipule (*Tipula paludosa*) ++ terricole (*segetum*) + Taupins + Pyrale + Acarien +	Pratylenchus + Meloïdogyne +	**Pourriture grise +++** **Sclérotiniose +++**	**Fusariose du collet +++** Fusariose vasculaire + *Pythium* + Rhizoctone brun +

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

5) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DE LA LAITUE

Technique culturale	Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Autres ravageurs	Champignons (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)	Bactéries	Adventices
Champs primeur	Sud-Est	*Heliothis armigera* ++ Pucerons (plusieurs espèces) + Aleurodes +			**Mildiou (*Bremia lactucae*) +++**	Pourriture grise ++ *Sclerotinia minor* ++ *S. sclerotiorum* ++ *R. solani* ++ *Pythium sp* ++		
Champs saison	Bretagne	Pucerons +	Meloidogyne +			Pourriture grise + *Sclerotinia* + *R. solani* +		
	Rhône-Alpes	***H. armigera* +++** Pucerons ++ Punaises *(Lygus* sp) ++	Meloidogyne +	**Limaces +++**	**Mildiou +++**			+
	Centre	Pucerons ++			**Mildiou +++**	Pourriture grise + *Sclerotinia* + *R. solani* + *Pythium sp* +		+
	Sud-Ouest	Noctuelles (été) ++ *Pucerons (mai-juin)* +		Limaces + Vers gris +	Mildiou ++ Pourriture grise (*Botrytis cinerea*) +	Pourriture grise + *Sclerotinia* + *Pythium sp* au printemps +	*Pseudomonas* + *Xanthomonas* +	++
Plein champ	Ile de France Ouest	**Pucerons +++** Noctuelle ++ Mineuses (*Liriomyza* sp) + Thrips (*Frankliniella occidentalis*) + Aleurodes +	Meloidogyne +		**Mildiou +++** **Rhizoctonia solani +++** **Pourriture grise** ++ *Sclerotinia sclerotiorum* +	*Pythium sp* ++	*Pseudomonas* + *Xanthomonas* +	
	Ile de France Est	**Pucerons +++** Noctuelle ++		Limaces ++	**Mildiou +++** Anthracnose (*Microdochium panattonianum*) +	**Sclerotinia +++** ***Pythium sp* +++** *R. solani* ++	*Pseudomonas* + *Xanthomonas* +	+++
Abris	Bretagne	Pucerons +	Meloidogyne+			Pourriture grise + Sclerotinia + *R. solani* +		
	Sud-Est	*Heliothis* ++ Pucerons +, Aleurodes +	**Meloidogyne +++**		**Mildiou +++**	***Pourriture grise* +++** ***S. minor* +++** ***S. sclerotiorum* +++** *R. solani* ++ *Pythium sp* ++		++ Ortie
	Rhône-Alpes	Pucerons ++ Punaises ++	Meloidogyne+	Limaces ++	**Mildiou +++**	*R. solani* ++ Pourriture grise ++ Sclerotinia ++ *Pythium sp* ++		+
	Centre	Noctuelles ++ Pucerons ++ Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum*) ++		Limaces	Mildiou ++	Pourriture grise + Sclerotinia + *R. solani* + *Pythium sp* +		+
	Sud-Ouest	Noctuelles défoliatrices ++ Pucerons +, Aleurodes +	Meloidogyne ++	Limaces ++ Vers gris ++	**Mildiou +++** Botrytis de pomme ++	Pourriture grise ++ *S. sclerotiorum* ++ *R. solani* +	*Pseudomonas* + *Xanthomonas* +	graminées à travers micro perforation+, mourron autour de la motte ++

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

6) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DU MELON

Technique culturale	Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Autres ravageurs	Champignons et bactéries (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)	Adventices
Plein champ	Sud-Ouest	**Pucerons (*Aphis gossypii*) +++** Taupins (*Agriotes sordidus*) ++ Pyrales et sésamies ++ Noctuelles (*Heliothis armigera*) ++	Nématodes à galles (*Meloidogyne incognita*) +	Virus (CMV, WMV, ZYMV) ++ Souris et mulots + Limaces et escargots +	**Cladosporiose (*Cladosporium cucumerinum*) +++** **Bactériose (*Pseudomonas syringae*) +++** **Oïdium (*Podosphaera xanthii*) +++** *Pythium sp* ++ Mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*) + Pourriture grise (*Botrytis cinerea*) + Anthracnose (*Colletotrichum lagenarium*) +	**Fusariose (*Fusarium oxysporum f.sp. melonis*) +++** Verticilliose (*Verticillium dahliae)* ++	Agrostis, Folle avione, Panic, Pâturin, Ray-grass, Sétaire, Amarante, Chardon des champs, Chénopode, Morelle, Mouron des champs, Pourpier, Ravenelle, Véronique
	Centre-Ouest	**Taupins +++** Pucerons ++ Mouches des semis (*Delia platura*) +	Nématodes à galles +	Sésamie (*Sesamia nonagrioide*) ++ Pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) ++ Acariens (*Tetranychus urticae*) + Virus (CMV, WMV, ZYMV) + Souris et mulots + Limaces et escargots +	**Cladosporiose +++, Bactériose +++** Sclérotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) ++ Anthracnose ++, Pourriture grise ++ Oïdium ++, Mildiou ++ *Pythium* sp +	**Fusariose +++** Verticilliose ++	PSD ++, Amarante ++, Chénopode ++, Mercuriale ++, Morelle ++, Ravenelle ++, Renouée(s) ++, Sanve ++, Cuscute + (en forte progression), Orobanche (O.ramosa) +
Champ primeur (chenille et bâche)	Sud-Est	**Pucerons +++** **Taupins +++** Noctuelles + Scutigerelle +	Nématodes à galles +	**Acariens +++** **Virus (CMV, WMV, ZYMV) +++** Souris et mulots + Limaces et escargots +	**Oïdium +++** Mildiou ++, *Rhizoctonia solani* ++ Sclérotinia ++, Cladosporiose ++ Anthracnose +, Bactériose + Pourriture grise +, *Pythium* sp +	**Fusariose +++** Verticilliose ++	Ray grass, Amarante, Capselle, Chardon des champs, Chénopode, Coquelicot, Cuscute, Erigeron, Liseron des champs, Morelle, Moutarde, Renouée des oiseaux, Renouée liseron, Rumex, Séneçon, Véronique
	Sud-Ouest	**Taupins +++** **Pucerons +++** Mouches des semis +	Nématodes à galles +	Virus (CMV, WMV, ZYMV) ++ Souris et mulots + Limaces et escargots +	**Cladosporiose +++, Bactériose +++** Oïdium ++, Pythium ++ Anthracnose +, Mildiou +, Pourriture grise +	**Fusariose +++** Verticilliose ++	Agrostis, Folle avione, Panic, Pâturin, Ray-grass, Sétaire, Amarante, Chardon des champs, Chénopode, Morelle, Mouron des champs, Pourpier, Ravenelle, Véronique
	Centre-Ouest	**Taupins +++** Pucerons ++ Mouches des semis +	Nématodes à galles +	Acariens + Virus (CMV, WMV, ZYMV) + Souris et mulots + Limaces et escargots +	**Cladosporiose +++, Bactériose +++** **Sclérotinia +++, Pourriture grise +++** Anthracnose ++, Oïdium ++, Mildiou ++ *Pythium* sp +	**Fusariose +++** Verticilliose ++	PSD ++, Amarante ++, Chénopode ++, Mercuriale ++, Morelle ++, Ravenelle ++, Renouée(s) ++, Sanve ++, Cuscute + (en forte progression), Orobanche (O. ramosa) +
Abris	Sud-Est	**Pucerons +++** Noctuelles ++ Thrips (*Frankliniella occidentalis*) ++ Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabaci*) + Mineuses (*Lyriomyza sp.*) + Taupins +	**Nématodes à galles +++**	**Acariens +++** Virus (CMV, WMV, ZYMV) ++ Souris et mulots + Limaces et escargots + Fourmis +	**Oïdium +++** Pourriture grise ++, Sclérotinia ++ *Pythium* sp +, Mildiou +, *Rhizoctonia solani* +	**Fusariose +++** Verticilliose ++ *Phomopsis sclerotioides* ++	Cuscute +
	Sud-Ouest	**Pucerons +++** Thrips + Aleurodes + Mineuses + Taupins +	Nématodes à galles +	Acariens +	Cladosporiose +, Anthracnose +, Oïdium + Pourriture grise +, *Pythium sp* +	**Fusariose +++** Verticilliose ++, *P. sclerotioides* ++	
	Centre-Ouest	**Pucerons +++** Thrips ++ Aleurodes + Mineuses + Taupins +	**Nématodes à galles +++**	Acariens ++ Virus (CMV, WMV, ZYMV) ++ Souris et mulots + Limaces et escargots +	Sclérotinia ++, Pourriture grise ++ Oïdium ++, Mildiou ++ *Pythium sp* +, Cladosporiose + Bactériose +, Anthracnose +	**Fusariose +++, Verticilliose +++** ***P. sclerotioides* +++** Pyrenochaeta ++	

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

7) LES PRINCIPAUX BIO-AGRESSEURS DE LA TOMATE

Technique culturale	Zones	Insectes ravageurs	Nématodes	Champignons (altération de la partie aérienne)	Champignons (altération de la partie souterraine)	Bactéries
Abris	Sud Ouest	Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum)* ++ Punaises (*Nezara viridula*) + Noctuelles (diverses espèces) + Pucerons (diverses espèces) + Acariens (*Tetranychus urticae)* + Thrips (*Frankliniella occidentalis)* +	Nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.) ++	*Pourriture grise (Botrytis cinerea*) ++ *Oidium neolycopersici* ++ *Leveillula taurica* + Cladosporiose (*Fulvia fulva*) +	***Colletotrichum coccodes* +++** *Pyrenochaeta lycopersici* ++ Fusariose *(Fusarium oxysporum)* + *Phytophthora* spp. + *Rhizoctonia solani* +	*Clavibacter michiganensis* ++
	Sud-Est	Aleurodes (*T. vaporariorum, Bemisia tabaci)* ++ Punaises ++, Noctuelles ++ Mineuses (*Liriomyza* spp.) + Pucerons +, Acariens +, Thrips +	Nématodes à galles ++	Pourriture grise **++** Alternariose (*Alternaria tomatophila)* + Mildiou (*Phytophthora infestans)* + Sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum)* + Cladosporiose +, *L. taurica* +	*Phytophthora* spp. + Corky root (*Pyrenochaeta lycopersici)* + *Pythium* spp.+ Verticilliose (*Verticillium dahliae)* +	*C. michiganensis* +
	Centre Ouest	Aleurodes +, Pucerons + Acariens +, Noctuelles + Acariose bronzée (*Aculops lycopersici*) + Thrips +, Mineuses +	Nématodes à galles 0 à +	**Pourriture grise +++, Mildiou +++** *L. taurica* ++, *O. neolycopersici* ++ *Didymella lycopersici* +	*Phytophtora* spp. +, Corky root *0 à* +	*C. michiganensis* +
	Bretagne	**Aleurodes +++** Pucerons ++, Acariens ++ Noctuelles 0 à +++ Punaises +		**Pourriture grise +++** **Cladosporiose +++, Mildiou +++** *L. taurica* ++, *D. lycopersici* ++ *O. neolycopersici* +	*Phytophthora* spp. ++, Pythium spp.++ *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* ++ Corky root +, Verticilliose + *R. solani* +, *Sclerotium rolfsii* + *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* +	***Agrobacterium rhizogenes* +++**
Serres hors sol	Sud-Ouest	**Aleurodes (*T. vaporariorum*) +++** Pucerons ++, Acariens ++ Cochenille *(Pseudococcus viburni*) + Noctuelles +, Thrips +		Pourriture grise ++ *O. neolycopersici* ++ *L. taurica* +, *Cladosporiose* +	*Pythium* spp. ++ *C. coccodes* +, Fusariose + *Phytophthora* spp. +	*C. michiganensis* ++ *Agrobacterium tumefaciens* +
	Sud-Est	**Aleurodes (*T. vaporariorum* et *B. tabaci*) +++** Mineuses ++, Noctuelles ++ Pucerons ++, Acariens ++ Acariose bronzée ++ Cochenilles + Punaises +, Thrips +		**Pourriture grise +++** *O. neolycopersici* ++ *L. taurica* + Cladosporiose +, Mildiou +	*Pythium spp.* ++ *F. oxysporum* f.sp. *radicis*-*lycopersici* +	*C. michiganensis* ++
	Centre-Ouest	**Aleurodes +++** Pucerons ++, Acariens ++ Noctuelles ++, *A* cariose bronzée ++ Thrips +, Cochenilles +, Mineuses +		**Pourriture grise +++** Mildiou ++ *L. taurica* +, *O. neolycopersici* + *D. lycopersici* +, Sclérotiniose +	*Pythium spp.* ++ *Phytophthora* spp. + *F. oxysporum* f.sp. *radicis*-*lycopersici* +	*C. michiganensis* +
	Bretagne	**Aleurodes +++** Pucerons ++, Noctuelles 0 à +++ Acariens +, Acariose bronzée + Cochenilles +, Punaises +		**Pourriture grise +++** **Cladosporiose +++, *L. taurica* +++** Mildiou ++ *D. lycopersici* +, *O. neolycopersici* +	Pythium spp.++ *F. oxysporum* f.sp. *radicis*-*lycopersici* ++ Verticilliose +, *Phytophtora spp.* + *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* +	***A. rhizogenes* +++**

Légende : +++ très fréquent, ++ fréquent, + peu fréquent

8) PRINCIPAUX BIOAGRESSEURS (SOURCE : SONDAGE BVA/AFSSA)

Les tableaux ci-dessous présentent le nombre de producteurs ayant déclaré au minimum un traitement contre les différents bioagresseurs dans le sondage AFSSA/BVA.
Rappel : ce sondage ne différencie pas les différents modes de production.

CAROTTE

		SO (12 producteurs)	SE (4 producteurs)	O (27 producteurs)
champignons	**Alternaria**	2	0	10
	Maladie de la bague / de la tache	0	0	6
	Mildiou	1	1	3
	Sclérotiniose	0	0	4
	Fonte des semis	1	1	0
	Oïdium	1	0	1
	Pourriture grise / Botrytis	1	0	1
	Fusariose	0	0	1
	Maladie des taches rouges	0	0	1
	Mycosphaerella	0	0	1
	Pythium	1	0	0
	Rhizoctone	1	0	0
	Stemphylium sp	1	0	0
ravageurs	**Mouche de la carotte**	4	2	13
	Pucerons	0	0	3
	Noctuelles défoliatrices	2	0	0
	Altise	1	0	0
	Doryphores	1	0	0
	Mouche des semis	0	0	1

CHOU FLEUR

		O (34 producteurs)	N-BP (13 producteurs)
champignons	**Mycosphaerella**	13	0
	Mildiou	4	3
	Alternaria	3	1
	Bactériose	3	0
	Pourriture grise / Botrytis	3	0
	Sclérotiniose	2	1
	Oïdium	2	0
	Fusariose	1	0
	Pourriture	1	0
	Rouille	1	0
ravageurs	**Pucerons**	20	4
	Mouche du chou	6	3
	Chenille à	5	3
	Altise	2	1
	Piéride	3	0
	Noctuelles	2	0
	crucifères	1	0
	Cécidomyie du	1	0
	Charançon	1	0
	Noctuelles	1	0
	Pyrale	0	1
	Vers blanc	0	1

HARICOT

		SO (4 producteurs)	O (25 producteurs)	N-BP (3 producteurs)
champignons	**Sclérotiniose**	0	10	1
	Pourriture grise / Botrytis	0	9	0
	Mildiou	1	5	2
	Anthracnose	0	2	0
	Oidium	0	0	2
	Alternaria	0	1	0
	Ascochyta	0	1	0
	Phoma	1	0	0
	Rouille	0	1	0
ravageurs	**Pyrale**	0	6	0
	Pucerons	0	5	0
	Acariens	1	0	0

Principaux bioagresseurs (source : sondage BVA/AFSSA) (Suite)

MELON

		SO (30 producteurs)	SE (35 producteurs)	O (9 producteurs)
champignons	**Oïdium**	24	18	1
	Mildiou	16	21	3
	Bactériose	14	1	0
	Anthracnose	9	3	1
	Cladosporiose	9	0	1
	Pourriture grise / Botrytis	3	3	0
	Mycosphaerella	3	1	0
	Fusariose	1	1	0
	Phytophtora	1	1	0
	Rouille	1	1	0
	taches rouges	0	1	0
ravageurs	**Pucerons**	14	21	1
	Pyrale	8	0	0
	Acariens	0	2	2
	Aleurodes	1	1	1
	Noctuelles	1	1	1
	Sitones	2	1	0
	Thrips	0	3	0
	Mineuses	0	1	0

LAITUE

		SO (25 producteurs)	SE (33 producteurs)	O (18 producteurs)	N-BP (13 producteurs)
champignons	**Mildiou**	15	22	17	6
	Pourriture grise / Botrytis	7	11	1	0
	Sclérotiniose	7	1	2	1
	Pourriture du	2	6	3	0
	Oïdium	4	3	0	0
	Rouille	1	0	1	1
	Rhizoctone	0	2	0	0
	Anthracnose	0	1	0	0
	Bactériose	0	1	0	0
ravageurs	**Pucerons**	13	16	8	7
	Chenille à	4	7	0	0
	Noctuelles	2	7	1	0
	Aleurodes	2	1	0	0
	Mineuses	2	0	0	0
	Altises	0	0	0	1
	Doryphores	0	0	1	0
	Pyrale	0	1	0	0

TOMATE

		SO (15 producteurs)	SE (26 producteurs)	O (11 producteurs)
champignons	**Mildiou**	9	23	8
	Oïdium	2	9	2
	Pourriture grise / Botrytis	5	3	0
	Alternaria	0	5	2
	Bactériose	1	6	0
	Cladosporiose	1	0	1
	Anthracnose	1	0	0
	Mycosphaerella	0	1	0
	Rouille	0	1	0
ravageurs	**Pucerons**	1	12	1
	Acariens	2	8	2
	Noctuelles défoliatrices	3	6	1
	Aleurodes	3	2	2
	Thrips	2	2	0
	Pyrale	1	2	0
	Noctuelles	1	1	0
	fourreau	0	1	0
	Doryphores	0	1	0
	Mineuses	1	0	0
	Mouche de	0	1	0
	Sitones	1	0	0

9) Usages vides - Analyse des usages des différentes cultures légumières ne disposant pas d'AMM

Cultures	Nombre d'usages	Classement des usages			Pourcentage d'usages vides	Pourcentage d'usages dont on ne connaît pas de solution chimique
		Usages vides				
		2a	2b	2c		
Ail	16	1		1	13%	6%
Artichaut	14	3		1	29%	7%
Asperge	12	2		2	33%	17%
Aubergine	17	1			6%	0%
Betterave Potagère et Bette	14	1		1	14%	7%
Cardon	5	3			60%	0%
Carotte	23	7		2	39%	9%
Céleri Branche	13	2		1	23%	8%
Céleri Rave	13	2		1	23%	8%
Choux	23	3			13%	0%
Concombre	19	2	1	1	21%	5%
Courgette	16	1			6%	0%
Echalote	12	1			8%	0%
Chicorée Witllof Production de chicon (Endive)	7	1			14%	0%
Chicorée Witllof Production de racine	18	1			6%	0%
Epinard	11	2			18%	0%
Fenouil	8	3		2	63%	25%
Fraise	20	2	2		20%	0%
Haricot	13				0%	0%
Laitue	18	1		3	22%	17%
Mache	15	1		4	33%	27%
Maïs doux	15				0%	0%
Melon	21	1			5%	0%
Navet rutabaga	12	4		5	75%	42%
Oignon	18			2	11%	11%
Pissenlit	9	1			11%	0%
Poireau	15	2		2	27%	13%
Pois de Conserve	18	1			6%	0%
Poivron	16	3			19%	0%
Radis	10	3			30%	0%
Scarole Frisée	14				0%	0%
Scorsonère	7	3			43%	0%
Tomate	30	3			10%	0%
Toutes Espèces	4	2			50%	0%
Total	**496**	**63**	**3**	**28**	**19%**	**6%**

2a = Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites,
2b = Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage, aucune solution chimique satisfaisante n'existe ; des solutions alternatives doivent être recherchées,
2c = Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation.

10) USAGES PRECAIRES - ANALYSE DES USAGES DES DIFFERENTES CULTURES LEGUMIERES AYANT AU MOINS UNE AMM

Cultures	Nombre d'usages	Classement des usages				Pourcentage d'usages bien pourvus	Pourcentage d'usages précaires	Pourcentage d'usages ayant au moins une AMM
		1a	Usages précaires					
			1b	1c	1d			
Ail	16	9	2	3		56%	31%	88%
Artichaut	14	8	2			57%	14%	71%
Asperge	12	3	1	4		25%	42%	67%
Aubergine	17	9	5	2		53%	41%	94%
Betterave potagère et Bette	14	7	5			50%	36%	86%
Cardon	5	1	1			20%	20%	40%
Carotte	23	5	2	4	3	22%	39%	61%
Céleri Branche	13	5	1	4		38%	38%	77%
Céleri Rave	13	5	1	4		38%	38%	77%
Choux	23	17	2	1		74%	13%	87%
Concombre	19	13	1	1		68%	11%	79%
Courgette	16	11	3	1		69%	25%	94%
Echalote	12	6	1	3	1	50%	42%	92%
Chicorée Witllof Production de chicon (Endive)	7	6				86%	0%	86%
Chicorée Witllof Production de racines	18	14		3		78%	17%	94%
Epinard	11	4	3	2		36%	45%	82%
Fenouil	8	2	1			25%	13%	38%
Fraise	20	8	8			40%	40%	80%
Haricot	13	9	3	1		69%	31%	100%
Laitue	18	10	4			56%	22%	78%
Mâche	15	8	1	1		53%	13%	67%
Maïs doux	15	14		1		93%	7%	100%
Melon	21	13	5	2		62%	33%	95%
Navet rutabaga	12	1	1	1		8%	17%	25%
Oignon	18	7	6	3		39%	50%	89%
Pissenlit	9	5	3			56%	33%	89%
Poireau	15	7	1	3		47%	27%	73%
Pois de Conserve	18	13	3	1		72%	22%	94%
Poivron	16	10	2	1		63%	19%	81%
Radis	10	3	2	1	1	30%	40%	70%
Scarole Frisée	14	8	6			57%	43%	100%
Scorsonère	7	2	1	1		29%	29%	57%
Tomate	30	23	2	2		77%	13%	90%
Toutes Espèces	4	2				50%	0%	50%
Total	**496**	**268**	**79**	**50**	**5**	**54%**	**27%**	**81%**

1a = Usage bien pourvu,
1b = Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…),
1c = Usage pourvu mais les substances actives peuvent être menacées par une situation de retrait ou de limitation d'emploi,
1d = Usage pourvu mais les substances actives peuvent engendrer une situation de résistance.

11) USAGES CLEFS - CLASSEMENT DES DIFFERENTS USAGES EN FONCTION DE L'IMPORTANCE DU BIOAGRESSEUR DE LA CULTURE

Cultures	Usages clefs pour la culture	Usages pouvant être importants	Usages secondaires	Nombre d'usages sur la culture concernée
Ail	5	9	2	16
Artichaut	5	9	0	14
Asperge	7	4	1	12
Aubergine	7	7	3	17
Betterave Potagère et Bette	6	8	0	14
Cardon	3	2	0	5
Carotte	12	11	0	23
Céleri Branche	9	4	0	13
Céleri Rave	8	4	1	13
Chicorée Witllof Production de chicon (Endive)	7	0	0	7
Chicorée Witllof Production de racine	8	9	1	18
Choux	13	10	0	23
Concombre	12	4	3	19
Courgette	5	10	1	16
Echalote	5	5	2	12
Epinard	10	1	0	11
Fenouil	3	4	1	8
Fraise	9	10	1	20
Haricot	9	3	1	13
Laitue	10	6	2	18
Mâche	7	8	0	15
Maïs doux	7	7	1	15
Melon	7	13	1	21
Navet rutabaga	7	5	0	12
Oignon	13	4	1	18
Pissenlit	5	4	0	9
Poireau	7	7	1	15
Pois de Conserve	11	6	1	18
Poivron	7	9	0	16
Radis	9	1	0	10
Scarole Frisée	8	5	1	14
Scorsonère	7	0	0	7
Tomate	10	18	2	30
Toutes Espèces	3	1	0	4
Total	**261**	**208**	**27**	**496**

12) ANALYSE DU NIVEAU DE COUVERTURE DES USAGES DE DIFFERENTES CULTURES POUR LES BIOAGRESSEURS (MALADIES, RAVAGEURS) CLEFS

Cultures	Classement des usages							Pourcentage d'usages bien pourvus	Pourcentage d'usages précaires	Pourcentage d'usages vides	Pourcentage total d'usages précaires et vides
	1a	Usages précaires			Usages vides						
		1b	1c	1d	2a	2b	2c				
Ail	4	1						80%	20%	0%	20%
Artichaut	3	2						60%	40%	0%	40%
Asperge	1	1	4	0	0	0	1	14%	71%	14%	85%
Aubergine	2	3	1	0	1			29%	57%	14%	71%
Betterave Potagère et Bette	3	3						50%	50%	0%	50%
Cardon					3			0%	0%	100%	100%
Carotte	2	3	0	3	3	0	1	17%	50%	33%	83%
Céleri Branche	3	1	2	0	3			33%	33%	33%	66%
Céleri Rave	3	1	2	0	1			38%	38%	13%	51%
Chicorée Witllof Production de chicon (Endive)	6	0	0	0	1			86%	0%	14%	14%
Chicorée Witllof Production de racine	3	2	2	0	1			38%	50%	13%	63%
Choux	8	2	0	0	2			62%	15%	15%	30%
Concombre	7	0	0	0	2	1	1	58%	0%	33%	33%
Courgette	4	0	0	0	0	0	1	80%	0%	20%	20%
Echalote	2	0	0	0	3			40%	0%	60%	60%
Epinard	4	4	1	0	1			40%	50%	10%	60%
Fenouil	0	2	0	0	1			0%	67%	33%	100%
Fraise	2	5	0	0	1	1		22%	56%	22%	88%
Haricot	6	3						67%	33%	0%	33%
Laitue	8	1	0	0	0	1	0	80%	10%	10%	20%
Mache	2	1	0	0	3	0	1	29%	14%	57%	71%
Maïs doux	7							100%	0%	0%	0%
Melon	3	1	0	0	3	0	0	43%	14%	43%	57%
Navet rutabaga	1	0	0	0	5	0	1	14%	0%	86%	86%
Oignon	4	4	1	0	2	0	2	31%	38%	31%	69%
Pissenlit	4	0	0	0	1			80%	0%	20%	20%
Poireau	3	1	0	0	3			43%	14%	43%	57%
Pois de Conserve	8	2	1					73%	27%	0%	27%
Poivron	5	0	1	0	0	0	0	71%	14%	0%	14%
Radis	2	1	1	1	4	0	0	22%	33%	44%	77%
Scarole Frisée	4	4	0	0	0	0	0	50%	50%	0%	50%
Scorsonère	2	1	0	1	3	0	0	29%	29%	43%	72%
Tomate	7	2	0	1	0	0	0	70%	30%	0%	30%
Toutes Espèces	2	0	0	0	1	0	0	67%	0%	33%	33%
	125	**51**	**16**	**6**	**48**	**3**	**8**	**49%**	**28%**	**23%**	**51%**

13) EXEMPLE DE CLASSEMENT DES PRINCIPAUX PROBLEMES PHYTOSANITAIRES, APPLICATION A LA CAROTTE

Maladies ou ravageurs dépassant systématiquement les seuils de tolérance dans certains bassins de production ou sur certaines parcelles	**Maladies ou ravageurs occasionnellement présents mais pouvant provoquer de gros dégâts**	**Maladies ou ravageurs secondaires dépassant rarement les seuils de tolérance**
Nématodes ▪ *Heterodera carotae* ▪ *Pratylenchus renatus* ▪ *Pratylenchus penetrans* ▪ *Meloidogyne* spp Ravageurs ▪ Mouche de la carotte, *Psila rosae* Maladies ▪ Cavity spot, *Pythium* sp. ▪ Rhizoctone brun, *Rhizoctonia solani* ▪ Brûlure des feuilles, *Alternaria dauci*	Nématodes ▪ *Meloidogyne hapla* ▪ *Meloidogyne incognita* ▪ *Meloidogyne arenaria* Ravageurs ▪ Puceron de la carotte, *Cavariella aegopodii* ▪ Les noctuelles terricoles et défoliatrices Maladies ▪ *Thielaviopsis basicola* ▪ Bague :*Phytophthora megasperma, P. sp., P. cactorum* ▪ Oïdium, *Erysiphe heraclei* et *Leveillula taurica* ▪ Cercosporiose : *Cercospora carotae* ▪ Tavelure, *Pythium ultimum* ▪ *Sclerotinia sclerotiorum* ▪ *Rhizoctonia violacea* Bactéries ▪ *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* ▪ *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*	Nématodes ▪ *Ditylenchus dipsaci* Ravageurs ▪ Puceron des racines, *Dysaphis crataegi* ▪ Autres pucerons du feuillage, *Semiaphis dauci, Myzus persicae, Aphis lambersi* ▪ Mineuse de la carotte, *Napomyza carotae* ▪ Psylle de la carotte, *Trioza apicalis* Maladies ▪ *Stemphylium radicinum* (*Alternaria radicina*) ▪ Gale commune, *Streptomyces* ▪ Tache noire des racines, *Mycocentrospora acerina* ▪ *Phytophthora cryptogea* ▪ *Fusarium avenaceum, F. solani* ▪ *Pseudocercosporidium carotae* ▪ Septoriose, *Septoria carotae* Virus et phytoplasmes ▪ Nanisme bigarré, CmotV ▪ Feuille rouge de la carotte, CRLV ▪ Aster yellow de la carotte

14) NIVEAU D'INTERET DES PRINCIPALES METHODES ET MESURES DE PROTECTION EN CULTURES LEGUMIERES

LUTTE CHIMIQUE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Protection chimique directe envisageable	+/- à ++	+/- à ++	+/-	+/- à +	+ C. michiganensis	0	0	0 à +/-	0	0 à +/-	+ à ++	+ à ++	+ à ++
Protection chimique anti-vecteur envisageable	NC	NC	NC	NC	NC	+/-	0	0 à +/ en fonction des vecteurs et des virus	+/-	0	NC	NC	NC

0 : mesure sans intérêt ; **+/-** : mesure à intérêt limité ; **+** : mesure recommandable ; **++** : mesure indispensable ; **?** : évaluation du potentiel technique en cours mais alternative non utilisable actuellement ; **NC** : non concerné

RESISTANCES VARIETALES

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Utiliser des variétés ou des porte-greffes résistants	NC ou ++	NC ou ++	NC ou ++	NC ou ++ o	NC ou ++	0	NC ou ++	NC ou ++	0	NC ou ++	NC	NC ou ++	NC

0 : mesure sans intérêt ; **+/-** : mesure à intérêt limité ; **+** : mesure recommandable ; **++** : mesure indispensable ; **?** : évaluation du potentiel technique en cours mais alternative non utilisable actuellement ; **NC** : non concerné

Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection, utilisables ou encore au stade de la recherche, en cultures légumières (suite)

LUTTE BIOLOGIQUE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Installer des pièges à phéromones dans la culture	NC	NC	NC	NC	NC	0	NC	0	NC	NC	0 à +	0 à +/-	NC
Biopesticides :													
. Substances issues d'un organisme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 à +/-	0 à +	0 à ++	0 à + dans un avenir proche
. Microorganismes	0 à + (Botrytis cinerea)	0 à +	0	0 à +/-	0	0	0	0	0	0 à +/-	0 à +	0 à +	0 à + dans un avenir proche
. Macroorganismes (auxiliaires…)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 à ++	0 à ++	0 à + dans un avenir proche
SDN (naturels ou de synthèse)	0/+	0	0	0/+	0	0	0	0	0	0	0	0 à +/-	NC
Biofiltration en hors sol	NC	+/-	0	NC	0	NC	0	NC	0	?	NC	NC	NC

0 : mesure sans intérêt ; **+/-** : mesure à intérêt limité ; **+** : mesure recommandable ; **++** : mesure indispensable ; **?** : évaluation du potentiel technique en cours mais alternative non utilisable actuellement ; **NC** : non concerné

Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection, utilisables ou encore au stade de la recherche, en cultures légumières (suite)

LUTTE PHYSIQUE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Paillage plastique	0 +/-	0 à + (sur certains)	0 à + Si intégral sous abri, peut limiter la dissémination Fusarium par poussières	0	0	0	0	+/- à +	0	0 à +/-	0 à +/-	0 à +/-	NC ou ++ (avec gestion de l'interbande non paillée)
Paillage aluminisé	0	0 à + (sur certains)	0	0	0	+/-	0	+/- à +	0	0	0 à +/-	0 à +/-	NC ou ++ (avec gestion de l'interbande non paillée)
Paillage avec mulch	0	0 à +/- (sur certains)	0	0	0	0	0	0	0	0	0 à +/-	0	NC ou +/- (avec gestion de l'interbande non paillée)
Abri étanche aux insectes (filets obstruant les ouvertures)	0 à +/-	0	0	0	0	++	0	++	0	0	+	++	0
Filet étanche aux insectes couvrant les plantes	0	0	0	0	0	++	0	++	0	0	+	++	0 à +/-
Filet vertical étanche aux insectes	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	+/-	+	0
Désherbage thermique	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0 à +/-	NC	NC	NC	NC	+ à ++
Désherbage mécanique	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0 à +/-	NC	NC	NC	NC	+ à ++

0 : mesure sans intérêt ; **+/-** : mesure à intérêt limité ; **+** : mesure recommandable ; **++** : mesure indispensable ; **?** : évaluation du potentiel technique en cours mais alternative non utilisable actuellement ; **NC** : non concerné

Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection, utilisables ou encore au stade de la recherche, en cultures légumières (suite)

PROPHYLAXIE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Nettoyage du matériel de culture et de récolte	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+ à ++	+/- à ++	+/- à +	0 à +
Désinfecter le matériel de culture et de récolte	+/- à +	+ à ++	+/- à +	+/- à +	+/- à ++	0	+/- à +	0	+/- à +	0	0	0	NC
Désinfection, remplacement du substrat en hors sol	+/-	++	+/- à +	+/-	+/- à ++	0	+/- à +	0 à +/-	+	++	NC	0 à ++ Cochenilles	NC
Lessiver et traiter les parois des abris avec un insecticide	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0 à +/-	0 à +	NC
Installer un pédiluve à chacune des entrées de l'abri	+/-	++	++	+/-	++	0	+	0	+	+	0	0	0
Utiliser des semences saines ou testées	NC ou ++	0 à ++	0 à +	NC ou ++	NC ou ++	0	NC ou ++	NC ou ++	0	NC ou ++	0	0	NC à ++ (orobanche)
Vérifier la qualité sanitaire des plants	+ à ++	++	+	+	+	0	++	++	+	+	NC	++	0
Éviter les excès d'eau dans le sol (utiliser la tarière, le tensiomètre…)	+	++	+/-	+	++	0	0	0	++	+/-	0	0	0
Arroser plutôt dans la matinée ou en cours de journée (afin que les plantes sèchent rapidement)	++	0	0	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Éviter les irrigations par aspersion	++	+/-	+/-	++	+/- à +	0	0	0	0	0	0	0 sauf pour thrips et acariens (+)	0

Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection, utilisables ou encore au stade de la recherche, en cultures légumières (suite)

PROPHYLAXIE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Utiliser une eau saine ou désinfectée après recyclage (en hors sol notamment)	+/-	+ à ++	+/- à +	+/-	+/- à +	0	+	0	+/- à +	+/- à +	0	0	0
Éliminer les mauvaises herbes (culture et abords**)**	+/- (certains)	+/- (certains)	+/- (certains)	+/- (certaines)	0	++	+	+	0	+/-	+	+	NC
Détecter les premiers ravageurs grâce à des panneaux jaunes ou bleus englués déposés dans la culture	NC	NC	NC	NC	NC	0	NC	0 à +/-	NC	NC	0	0 à ++	NC
Éliminer les premières plantes malades	+	0	0	+/-	+/- sauf sur tomate (++)	+/-	++	+	0	0	0	+/-	NC
Etablir une zone de quarantaine	+/-	0	0	+/-	+/- sauf sur tomate (++)	0	++	0	0	0	0	+/-	NC à +/-
Éviter la proximité de cultures déjà affectées ou sensibles	+ à ++	+/-	+/-	+	+/-	+	+/-	+ à ++	+/-	+/-	0 à +/-	0 à +	
Éliminer les débris végétaux (en cours et en fin de culture)	++	++	++	++	++	0	++	+/-	++	+ à ++	0	+	++
Ne pas travailler lorsque les plantes sont humides	++	0	0	++	+	0	+/-	0	0	0	0	0	NC
Utiliser un modèle de prévision de risque	+	0 sauf S. scerotiorum	0	0	0	0	0	0	0	0 à +/- dans un avenir proche	0	0 à + dans un avenir proche	0 à + dans un avenir proche
Aérer les abris et les chauffer s'il y a lieu (afin de baisser l'hygrométrie ou la température)	++	0	0	++	0	0	0	0	0	0	0	+/-	NC

Niveau d'intérêt des principales méthodes et mesures de protection, utilisables ou encore au stade de la recherche, en cultures légumières (suite)

SYSTEMES DE CULTURE

Principales méthodes et mesures de protection envisageables	Champignons aériens	Champignons telluriques	Champignons vasculaires	Bactéries aériennes	Bactéries endophytes, vasculaires et/ ou telluriques	Phytoplasmes	Virus et viroïdes transmis par contact	Virus à "vecteurs aériens"	Virus à "vecteurs telluriques"	Nématodes	Ravageurs telluriques	Ravageurs aériens	Adventices
Aménagement du paysage	?	0	0	?	0	?	0	?	0	0	?	?	0 à +/-
Rotations culturales (céréales, engrais vert, sorgho)	0 à +	0 à ++	0 à ++	0 à +	0 à ++	0	0 à +	+/-	0 à +	0 à ++	0 à +	0 à +	0 à +
Amendements chimiques	0	NC ou ++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+/-
Amendements organiques	+/-	+/- à +	+/-	+/-	+/-	0	0	0 à +/-	+/-	+/- à +	+/-	0 à +/-	0 à +
Faux semis	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	0 à +/-	NC	NC	NC	NC	+ à ++
Date d'implantation de la culture	0 à +/-	0 à +/-	0	0 à +/-	0 à +/-	0 à +/-	0	0 à +	0 à +	0	0 à +	0 à +	0 à +
Désinfection du sol . Fumigants	+/-	+/- à ++ (en fonction des fumigants et des champignons)	+/-	+/-	+/- à +	0	+/-	0	+/- à ++ en (fonction des fumigants)	++	++	0	0 à ++
. Vapeur	+/-	+/- à ++	+/-	+/-	+/- à +	0	+/-	0	+/- à ++	+ à ++	+/- à +	0	+/- à ++
. Solarisation	0	0 à +	+/-	0	0 à +	0	0	0	+/- à +	0 à +	0 à +/-	0	+/- à +
. Biodésinfection	0	0 à +	0 à +/-	0	0 à +/-	0	0	0	0 à +/-	?	0 à +/-	0	0 à +/-
Plantes pièges et plantes de coupure	?	0 à +/-	?	0	?	NC	NC	NC	?	?	0	NC	?
Plantes compagnes	?	NC	NC	?	NC	NC	NC	?	NC	NC	0 à +/-	0 à +/-	NC
Respecter les densités de plantation	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Maîtriser la fertilisation, notamment azotée	+	+/-	+	+	+	0	0	0	0	+/-	+/-	0	0 à +/-
Nivellement du sol ou drainage	+	++	+	+	++	0	0	0	+	+/-	0 à +/-	0	

0 : mesure sans intérêt ; **+/-** : mesure à intérêt limité ; **+** : mesure recommandable ; **++** : mesure indispensable ; **?** : évaluation du potentiel technique en cours mais alternative non utilisable actuellement ; **NC** : non concerné

15) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DE CAROTTE

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes aériens			
Brûlures des feuilles *Alternaria dauci*	Fonte des semis, lésions foliaires, sur pétioles et plus rarement sur collets	Traitement des semences Traitement en végétation **1a**	▪ Sur semences. - Désinfection des lots de semences à l'eau chaude (54°C pendant 20mn), vapeur… -stade recherche- - Antagonistes appliqués en parcelle de production de semences ou sur les semences, performances limitées signalés -stade recherche- ▪ En parcelles de production - Des modèles de prévision des risques sont maintenant disponibles. - Sources résistances partielles connues, exploitées, quelques variétés présentes des niveaux de résistances intéressants.
Cercospora carotae	Lésions foliaires, sur pétioles	Traitement des semences Traitement en végétation **1a**	▪ Sur semences. - Désinfection des lots de semences à l'eau chaude (54°C pendant 20mn) -stade recherche- ▪ En parcelles de production - Des modèles de prévision des risques existants mais non disponibles pour les producteurs. - Sources résistances partielles connues, mais peu exploitées.
Xanthomonas hortorum pv carotae	Lésions foliaires, sur pétioles	Pas de moyens de protection chimique actuellement autorisé **2c**	▪ Sur semences. - Identification des lots de semences contaminées - stade recherche- - Désinfection des lots de semences à l'eau chaude (54°C pendant 20mn) -stade recherche- ▪ En parcelles de production - ?
Oïdiums *Erysiphe heraclei* *Leveillula taurica*	Lésions foliaires	Traitement en végétation **1a**	▪ Différentes sources de résistance, dont une issue de *Daucus carota* ssp. *dentatus*, assez peu de variétés disponibles pour les producteurs
Sclerotinia sclerotiorum	Lésions foliaires et au collet	Traitement du sol **1b** Traitement en végétation **1a**	▪ Des modèles de prévision des risques existants mais non disponibles pour les producteurs. ▪ Utilisation du champignon antagoniste *Coniothyrium minitans,* action sur le long terme, difficile à mettre en œuvre dans les zones chaudes du fait de la sensibilité du champignon aux températures élevées. ▪ Solarisation, ayant une efficacité moyenne et utilisable uniquement dans les zones climatiquement favorables, mais non testée sur culture de carotte. ▪ Biodésinfection, de bons résultats d'expérimentation mais non testée sur culture de carotte -stade recherche-. ▪ Fauchage latéral du feuillage, permet de réduire la production d'ascospores, mis au point au Canada, en cours d'expérimentation en France
Pucerons	Desséchement et déformation foliaires, affaiblissements des plantes et virus	Traitements en végétation **1a**	? . Pour *Cavariella aegopodii*, éviter la présence de saules aux alentours des parcelles (hôtes primaires)
Noctuelles défoliatrices	Perforations des racines tubérisées	Traitements en végétation **1b**	?
Bioagresseurs des organes telluriques			
Pythium spp.	Fonte des semis, lésions racinaires, carottes fourchues, réduction de croissance des plantes	Traitement du sol **1d** Traitement en végétation **1d**	- Différence de sensibilité variétale observée, mais difficulté d'avoir un test de screening permettant de bâtir un programme de sélection - Antagonistes performances limitées signalés, mais pas de résultats probant en France avec les spécialités inscrites à l'annexe I ou sur la liste 4 -stade recherche- - Utilisation des plantes de coupures –stade recherche- - Biodésinfection, des résultats contradictoires –au stade recherche-
Phytophthora megasperma et *P. sp.*	Lésions racinaires	Traitements en végétation **1d**	- Différence de sensibilité variétale observée, mais pas exploitée au niveau de la sélection

Méthodes alternatives en culture de carotte (Suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes telluriques (suite)			
Sclerotinia sclerotiorum	Lésions au collet et sur les racines tubérisées	Traitement en végétation **1a**	- Des modèles de prévision des risques existants mais non disponibles pour les producteurs. - Utilisation du champignon antagoniste *Coniothyrium minitans,* action sur le long terme, difficile à mettre en œuvre dans les zones chaudes du fait de la sensibilité du champignon aux températures élevées. - Solarisation, ayant une efficacité moyenne et utilisable uniquement dans les zones climatiquement favorables, mais non testée sur culture de carotte. - Biodésinfection, de bons résultats d'expérimentation mais non testée sur culture de carotte -stade recherche-. - Fauchage latéral du feuillage, permet de réduire la production d'ascospores, mis au point au Canada, en cours d'expérimentation en France
Rhizoctonia solani	Fonte des semis, Lésions racinaires, carottes fourchues	Pas de moyens de protection actuellement autorisé Traitement du sol (pas d'AMM pour le moment) Traitement en végétation (pas d'AMM pour le moment) **2a**	- Différence de sensibilité variétale observée, mais difficulté d'avoir un test de screening permettant de bâtir un programme de sélection - Antagonistes performances limitées signalés, mais pas de résultats probant en France avec les spécialités inscrites à l'annexe I ou sur la liste 4 -stade recherche- - Utilisation des plantes de coupures, pas d'identification de plantes pouvant présenter un intérêt pour le moment –stade recherche- - Biodésinfection, des résultats intéressant en conditions semi contrôlées, plus aléatoire au champ –au stade recherche-
Pourriture noire des Racines *Alternaria radicina*	Lésions racinaires	Pas de moyens de protection actuellement autorisé, sauf traitement des semences **2b**	▪ Sur semences. - Désinfection des lots de semences à l'eau chaude (54°C pendant 20mn), vapeur… -stade recherche- - Antagonistes appliqués en parcelle de production de semences ou sur les semences, performances limitées signalés -stade recherche- ▪ En parcelles de production - Sources résistances partielles connues, non exploitées pour le moment.
Mycocentrospora acerina	Lésions racinaires et lésions foliaires (printemps Sud - Ouest)	Pas de moyens de protection actuellement autorisé **2b**	?
Mouche de la carotte *Psila rosae*	Lésions racinaires (galeries), réduction de croissance des plantes	Traitement du sol **2a** Traitement en végétation **1b**	- Différence de sensibilité variétale observée, mais difficulté d'avoir un test de screening permettant de bâtir un programme de sélection, pas de variétés moins sensible satisfaisant lmes exigences commerciales - Films à plat insect proof, bonne efficacité, mais pose des problèmes de gestion des adventices et des maladies foliaires, modification du climat sous le film favorable aux maladies foliaires, problème de la gestion des films après utilisation, coût élevé - Films verticaux, efficacité de l'ordre de 50%, donc insuffisante en agriculture conventionnelle, difficulté de tenue au vent, coût élevé. - Auxiliaires, assez d'auxiliaires naturels recensés, des travaux en Grande Bretagne avec *Atheta coriaria*, nématodes entomopathogènes pas efficace –au stade recherche- - Champignons entomopathogènes ont montrés dans certaines conditions des bonnes capacités de contrôle, pas de spécialité commerciale développées, - au stade recherche-. - Gestion spatiale des cultures de carotte, -au stade recherche- - La présence de haies ou de bordures paysagères plus haute que la culture de carotte sont des facteurs d'aggravation des risques.
Noctuelles terricoles	Perforations des racines tubérisées	Traitements en végétation **2a**	? - Le suivi des vols à l'aide de pièges à phéromones ne permet pas de déduire facilement les périodes à risque, c'est le suivi couplé avec les pontes (particulièrement difficile à mettre en œuvre) qui permet d'avoir une notion de risque.
Taupins *Agriotes lineatus, A. sputator, A. obscurus* et *A.* sordidus principalement	Perforations des racines tubérisées	Désinfection du sol (seul moyen légal pour le moment) Traitement du sol (pas d'AMM pour le moment) **2a**	- Début de travaux avec les nématodes et champignons entomopathogènes –au stade recherche- - Pas de relation simple entre le niveau de captures des adultes sur une parcelle avec des pièges à phéromones spécifiques et les niveaux de populations de larves présents dans cette même parcelle.

Méthodes alternatives en culture de carotte (Suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes telluriques			
Nématodes à galles *Meloidogyne javanica* *M. incognita* *M. arenaria* *M. hapla* ...	Galles racinaires, réduction de croissance des plantes.	Désinfection du sol **1c**	- Différentes sources de résistance mis en évidence vis-à-vis de *Meloidogyne javanica* ayant un impact sur *M. incognita*, et autres sources pour *M. hapla*, travaux de sélection en cours, moins intense sur type carotte Nantaise que sur le type Imperator (utilisé aux U.S.A.). - Utilisation de plantes "éradicantes", efficacité très dépendante du niveau de population initial et de la capacité d'avoir des cultures "propres" pouvant être potentiellement sensibles, les baisses de population par rapport à la population initial peuvent aller jusqu'à 80%. Nécessité de prendre en compte l'impact de ces couverts végétaux sur les autres bioagresseurs de la carotte. Nécessite de disposer d'un espace de temps suffisant entre 2 cultures pour mettre en œuvre cette technique. - Utilisation d'antagonistes, un *Pacilomyces licacinus* inscrite à l'annexe I, non testé sur carotte. - Utilisation de tourteaux, des résultats insuffisants en agriculture conventionnelle. - Solarisation, pas testée sur carotte, mais efficacité variable sur *Meloidogyne.* Nécessite de disposer d'un espace de temps suffisant entre 2 cultures pour mettre en œuvre cette technique.
Nématodes à kystes *Heterodera carotae*	Carottes fourchues et fort développement de chevelu racinaire, réduction de croissance des plantes.	Désinfection du sol **1c**	- Différentes sources de résistance mis en évidence à *Heterodera carotae*, possibilité d'une variété résistante dans 8 à 12 ans au mieux - Gestion de la rotation, travail de modélisation et de validation effectué, quelques paramètres de dynamique de population à revoir, surtout après quelques années de non culture de carotte. - Carotte "piège", technique expérimentée du fait de la très grande spécificité d'*H. carotae* pour la carotte, efficacité très dépendante du niveau de population initial, les baisses de population par rapport à la population initial peuvent aller jusqu'à 80%. Nécessité de prendre en compte l'impact de ces couverts végétaux sur les autres bioagresseurs de la carotte. Nécessite de disposer d'un espace de temps suffisant entre 2 cultures pour mettre en œuvre cette technique. - Utilisation d'antagonistes, pas de travaux, les premiers essais ne sont pas concluants. - Utilisation des défenses naturelles, les premiers essais ne sont pas concluants. - Solarisation, pas de résultats en France, résultats probant en Italie, mais conditions d'ensoleillement pas comparable avec les zones de production où sévit ce nématode.
Nématodes ectoparaistes et semi-endoparasites *Pratylenchus* spp., *Trichodorus*…	Réduction de croissance des plantes, altération de la qualité des carottes	Désinfection du sol **1c**	- Pour ce type de nématodes il n'est pas possible d'obtenir du matériel végétal résistant. - Utilisation de plantes "éradicantes", efficacité très dépendante du niveau de population initial et de la capacité d'avoir des cultures "propres" pouvant être potentiellement sensibles, les baisses de population par rapport à la population initial peuvent aller jusqu'à 80%. Nécessité de prendre en compte l'impact de ces couverts végétaux sur les autres bioagresseurs de la carotte. Nécessite de disposer d'un espace de temps suffisant entre 2 cultures pour mettre en œuvre cette technique. - Utilisation de tourteaux, des résultats insuffisants - Utilisation d'extraits de plantes, premiers essais en cours

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1a Usage bien pourvu
- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)
- 1c Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** être menacés par une situation de retrait ou de limitation d'emploi
- 1d Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** engendrer une situation de résistance
- 2a Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites
- 2b Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage aucune solution chimique satisfaisante n'existe, des solutions alternatives doivent être recherchées
- 2c Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation

16) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DE CHOU FLEUR

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes aériens			
Mycosphaerella	Défoliations pouvant altérer le rendement	**1a** Essentiellement par les triazoles	Rotations de cultures et variétés tolérantes à venir. Très nombreux créneaux de production à pourvoir.
Alternaria	Principalement dans le Nord de la France. Le champignon présent sur le feuillage est responsable de la qualité de présentation de la couronne. Des contaminations lors de la récolte sont responsable en post récolte de mouchetures sur pomme les déclassant.	**1a**	Diminution des densités de plantation de 20 % pour les périodes à risque (septembre et octobre).
Mildiou des crucifères	Important en élevage du plant. Est responsable en partie de la mauvaise présentation des feuilles de la couronne.	Traitement des semences (résistances décelées en 2007 et 2008) **1a** Traitement des parties aériennes **1b**	Pour la production du plant, la gestion du climat sous serre reste la principale voie. Eviter l'humectation excessive du feuillage. (ventilation du feuillage ?). Gros problèmes de gestion de la maladie en période humide. Pour l'état du feuillage et mildiou sur pomme : choix variétal.
Xanthomonas campestris	Défoliation	**1a** CUIVRE	Choix de variétés tolérantes.
Mouche du chou	Cause la perte des plantes ou altère fortement leur capacité nutritive	Traitement du sol **2a** Pelliculage des semences **2a** Traitement des parties aériennes **2a**	Beaucoup d'essais réalisés : staphylins, nématodes Des lâcher de staphylins parasitoïdes (*Aleochara bilineata et bipustulata)* n'ont pas donné de résultats engageants. L'emploi d'un microhyménoptère parasitoïde (*Tribliographa rapae*), d'un nématode phytophage (*Steirnernema feltiae*) n'ont pas pour l'instant permis de développer une lutte alternative efficace. Les protections physiques comme l'emploi des voiles ou des clôtures anti insectes sont envisageables sur des petites surfaces et posent des problèmes de coût, de croissance ou d'état sanitaire sous voile ou de tenue au vent pour les clôtures. La seule méthode efficace pour l'instant est la pose de filets anti-insectes. Mais celle-ci est trop coûteuse. Par ailleurs des efforts sont faits pour raisonner et optimiser la lutte par le suivi des vols et des pontes. (avertissements agricoles). Des produits alternatifs comme le Neem sont à l'étude.
Teignes des crucifères	Peu important en production au champ, sauf dans le Nord, ou parfois lors d'été chauds, les attaques sont très agressives. plus important durant la pépinière. Assez important en production de semences.	**1d**	Possibilité de lutte biologique en production de semence (INH)
Pucerons cendrés	Cause une perte de vigueur des plantes et une dépréciation qualitative des têtes. Peut être parfois grave dans le Nord, l'été sur jeunes plantations.	**1a**	Amélioration du contrôle naturel, favoriser l'action des syrphes, coccinelles et Diaeretiella rapae (bandes fleuries, environnement de la parcelle). En Bretagne, le seuil de nuisibilité existant pour le chou-fleur d'hiver est rarement atteint grâce à l'action des syrphes, coccinelles et Diaeretiella rapae.
Piéride du chou	Attaques spectaculaires sur quelques plantes	**1a**	Bon contrôle avec BT, parasitisme naturel important

Méthodes alternatives en culture de chou fleur(Suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes aériens (suite)			
Piéride de la rave	Présence sur les inflorescences en été et automne	**1a**	Contrôle indispensable pour éviter la présence de chenilles et d'excréments dans les têtes.
Altises	Dégâts sur jeunes plantules et plants (morsures des cotylédons et des jeunes feuilles)	**1d**	Peu d'alternatives à par l'emploi de filets
Cécidomyie du Chou Fleur	Cause la perte d'apex et dont la chute parfois importante des rendements. Important dans la région de saint Omer, très localisé en Bretagne	**1d**	Etudes sur le ravageur, peu d'alternatives étudiées. Pièges à phéromones utilisés pour les avis de traitement. Les haies semblent être favorables au ravageur.
Noctuelles terricoles	Cisaillement des plants quelques jours après la plantation	**1a**	Pour le moment, pas d'autres alternatives que la lutte chimique.
Noctuelles défoliatrices	Dégâts sur feuilles mais surtout sur pommes (grignotage et déjections)	**1a**	Relancer la production du virus de la polyhedrase nucléaire contre *Mamestra brassicae*
Tenthrède de la rave	Parfois important sur pépinière de semis ou elle cause des défoliations rapides et importantes sur jeunes plants	**1d**	Pas d'alternative à ce jour hormis la protection par filet très coûteuse.
Gibiers (lapins, pigeons, corvidés)	Dégâts généralisés non maîtrisés	Inexistant	Absence.
Bioagresseurs des organes telluriques			
Fonte des semis Souvent *Rhizoctonia solani*	Cause de la disparition de plants (minimottes) après la plantation.	**1a à 2a** selon le bioagresseur	Pas d'alternative à ce jour.
Hernie des crucifères	Mortalité des plante1s par destruction du système racinaire	**1b**	Lutte chimique peu efficace. La lutte reste prophylactique : chaulage des sols, rotation des cultures, variétés résistantes à certains pathotypes (à venir).

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1a Usage bien pourvu
- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)
- 1c Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** être menacés par une situation de retrait ou de limitation d'emploi
- 1d Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** engendrer une situation de résistance
- 2a Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites
- 2b Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage aucune solution chimique satisfaisante n'existe, des solutions alternatives doivent être recherchées
- 2c Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation

17) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DE HARICOT

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes aériens			
Sclérotiniose *→ problème n°1*	- Taches foliaires - Pourritures des gousses - Fragilité des tiges rendant impossible la récolte mécanique	Traitement en végétation à la floraison (cf botrytis) et mêmes exigences de préventivité. Les anti-sclérotinia les plus efficaces (vinchlozoline et procymidone) ont été retirés au 31/12/2007 **1a**	- Solutions en cours de développement (voire systématisation dans les zones sensibles) = CONTANS WG. Effet probant du biofongicide en désinfection du sol dans la rotation sur 4 à 5 années selon l'inoculum de départ. Incidence mesurable (voire durable) : estimation autour de 3 à 4 années (à confirmer car recul insuffisant). *NB : idem botrytis, pas d'autre piste au niveau des rotations (autres que graminées) et des divers micro-organismes et extraits de plantes testés.* - Légères incidences : dates de semis, azote, tenue à la verse, irrigation… - Mise en place d'un OAD/grille prédictive basée sur l'historique parcellaire en cours sur trois bassins de production.
Botrytis *→ problème n°2*	- Agents de fontes - Coulures des fleurs - Pourriture des gousses	Traitements en végétation à partir de la floraison uniquement (préventivité absolue/efficacité et résistance) **1a**	- Solutions partielles : dates de semis/zones climatiques, fertilisation azotée (biomasse, irrigation, densité) *NB : les moyens alternatifs (éliciteurs, SDN, divers extraits de plantes -dessicants…-) ne fonctionnent pas.* - Pas de tolérances variétales utilisables, - Peu d'intérêt de la rotation (hormis graminées).
Oïdium	- Jaunissement - Déformation puis défoliation - Affaiblissement	Aucun. Pas de lutte ciblée. Evènement exceptionnel **2a**	Tolérances variétales, utiles pour les zones chaudes (+ semences saines)
Alternariose	- Lésions foliaires et sur les gousses (préjudice qualitatif)	Aucun. Pas de lutte ciblée. Evènement exceptionnel. **1b**	Azote et semences saines.
Rouille	- Pustules sur feuilles et gousses (préjudice qualitatif)	Traitement en végétation dès les premières taches. **1a**	- Dates de semis : maladie d'arrière-saison à partir de la mi-septembre dans le Sud-Ouest principalement. - Rotations > 3 ans. - Déchets de cultures à enfouir. - Irrigation. - Aucun modèle de prévision, pas d'antagoniste travaillé. - Tolérance variétale exploitée aux USA mais pas en Europe.
Aschochyta	- Nécroses sur feuilles, tiges et gousses (préjudice qualitatif)	Aucun. Pas de lutte ciblée. Evènement exceptionnel. **2a**	- Rotations à orienter vers les graminées. - Date de semis (maladie d'arrière-saison = idem rouille). - Aucune tolérance variétale - pas d'antagoniste travaillé.
Bactérioses	- Taches nécrotiques sur feuilles et sur gousses. - Productivité atteinte mais surtout problème qualitatif durant le process.	Produits cupriques afin de freiner l'attaque. Peu efficaces. Traitements en végétation si nécessité absolue. **1a**	- Aucun résultat avec SDN/éliciteur… - Semences saines et vérifiées. - Rotations > 3 ans si maladie identifiée auparavant. - Variétés résistantes à Pseudomonas phaseolicola largement diffusées. - Variétés tolérantes à Xanthomonas en cours de développement. - Toutes les variétés sont sensibles à Pseudomonas syringae (= brown spot). *NB : les variétés anciennes (avant 1985) ne possèdent aucune tolérance/résistance.*
Viroses	- Déformations feuilles + gousses. - Nécroses apicales. - Dessèchement généralisé de la plante.	Vecteurs = pucerons (traitement si nécessaire durant la végétation)	- Résistances ou tolérances partielles (ex. : virus 1 du haricot) - Proximité des cultures de légumineuses (trèfle, luzerne…) - Etat sanitaire des semences (transmission possible) - Pas d'antagoniste travaillé.
Mouches des semis	- Pertes à la levée - Morsures cotylédonaires - Plants "borgnes" - Champignons en secondaire	Traitement de la semence indispensable. A compter du 31/12/2008, la protection dans la raie de semis, souvent obligatoire, n'existe plus (carbofuran, benfuracarbe). **1b**	- Fumures organiques dans les deux mois avant le semis (effet très partiel) - Aucun résultat mesurable de divers composés naturels (répulsifs…).
Noctuelles foreuses (= Héliothis + Pyrale)	- Dommages dus aux larves - galeries y compris dans les gousses. - Si les tiges sont cassées, plus de récolte mécanique	Traitement en végétation selon les réseaux de piégeage régionaux. Au 31/12/2008, méthomyl retiré. Résistances avérées aux pyréthrinoïdes. **1b**	- Prophylaxie : broyage, labour, date semis (période maxi = septembre), précédents à risque : intérêt toutefois limité aux sédentaires. - Mis à part les BT (mais qui manquent de puissance), peu de succès sur des populations comme Héliothis (= Hélicoverpa) très majoritairement migratrices.

Méthodes alternatives en culture de haricot (Suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Bioagresseurs des organes aériens (suite)			
Noctuelles défoliatrices	Pollution des lots récoltés	Traitement en végétation en fonction des captures (réseaux régionaux) **1b**	- Cf chenilles foreuses/Hélicoverpa. - Procédés de nettoyage en usine sinon aucune conclusion sur bioinsecticide.
Pucerons	- Réduction de la vigueur. - Déformations des gousses (piqûres) - Fumagine sur gousses - Viroses	Traitement en végétation **1a**	- Aucun antagoniste travaillé avec succès. - Désherbage soigné (très partiel)
Acariens	- Jaunissement et dessèchement du feuillage. - Blocage de la croissance	Traitement en végétation si nécessaire mais retrait de trois SA sur les 4. **1a**	?
NB : Anthracnose	*Lésions noires sur feuillage et sur gousses*	*Résistance de toutes les variétés destinées à l'industrie mais pas des variétés anciennes et tout particulièrement les variétés "grains" et filets.* **1b**	- *Semences saines et vérifiées.* - *Autres races d'anthracnose connues mais pas encore identifiées en Europe.* - *?*
Bioagresseurs des organes telluriques			
Fusariose du collet (Fusa. solani phaseoli)	- Pertes de plants - Blocage de la croissance - Dessèchement - Lésions sur organes souterrains	Aucun **2c**	- Rotations longues - Mesure du PI du sol (une centaine de parcelles /au moyen du test sol prédictif) - Aucun bénéfice de Trichoderma larzianum, Bacillus subtiles… et autres biofongicides (Pseudomonas)
Fusariose vasculaire (Fusa. oxysporum phaseoli)	Mort de la plante	Aucun **2c**	- Aucun. - Arrêt du haricot pendant 10 ans au moins.
Nématodes	Perturbations de la croissance	Aucun **1c**	- En cours l'intérêt de plantes de coupures et extraits de moutarde (tourteaux…).
Pythium spp	Manques à la levée	Aucun, sinon effet partiel du traitement de la semence	- Tolérance inexploitée en industrie (car tolérance = grains colorés) - Prophylaxie (date semis, température, irrigation…) - Aucune piste sérieuse.
Rhizoctone brun (R. solani AG1.1, 2.1, 2.2, 4, 5…)	- Fontes - Destruction des racines	Aucun **2a**	- Aucun effet mesurable de divers biofongicides (cf Fusariose du collet). - En l'absence d'un test prédictif du sol, difficulté à envisage toute forme de lutte (grande polyphagie). - Prophylaxie : irrigation, date de semis…)
Sitones	Adultes = destruction du feuillage (moins pénalisant). Larves = destruction des racines et des nodosités (plus grave)	Traitement de la semence partiellement efficace **1b**	- Précédent pois à éviter. - ?
Taupins	Pertes à la levée	Aucun mais le traitement des semences contre la mouche est efficace. **2a**	- ? - Piégeage à développer pour connaissance des secteurs à risque. - Prairie longue durée à éviter.
Tipules + Terricoles	Réduction de la levée et blocage de la croissance	Traitement de la semence partiellement efficace **2a**	- Précédent prairie à éviter. - ?

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1a Usage bien pourvu
- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)
- 1c Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** être menacés par une situation de retrait ou de limitation d'emploi
- 1d Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** engendrer une situation de résistance
- 2a Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites
- 2b Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage aucune solution chimique satisfaisante n'existe, des solutions alternatives doivent être recherchées
- 2c Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation

18) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DE LAITUE

	Type de culture : Laitue plein champ		
Bioagresseurs	**Effets sur la culture**	**Situation de la protection chimique**	**Alternatives (contraintes et perspectives)**
Bioagresseurs des organes aériens			
Bremia	Sur les feuilles apparaissent des taches décolorées limitées par les nervures. Celles-ci présentent à la face supérieure un revêtement blanc d'aspect poudreux. Les feuilles très touchées se dessèchent et pourrissent.	**1a**	**C :** Choisir si possible des variétés tolérantes au Bremia BL 1 à 26. Traitements préconisés pour limiter le contournement des résistances **AB :** Cuivre : efficacité moyenne et problème d'accumulation dans le sol. D'autres produits ont été testés (micro-organismes, autres minéraux), mais leur efficacité à ce jour est faible.
Botrytis cinerea	Taches humides brunes avec présence éventuelle d'une moisissure grise, évoluant ensuite en une pourriture humide et brune. Ces symptômes s'observent sur le collet, les feuilles de la couronne au contact du sol, pommes	**1b**	**C :** Le thirame est réservé à la pépinière. Le Soufre poudrage est déconseillé dans la pratique. Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Cuivre : efficacité non testée et problème d'accumulation dans le sol. Efficacité potentielle de miro-organismes, mais peu d'études à ce jour.
Sclerotinia sclerotiorum	Pourriture du collet puis fonte de la plante	**1b**	**C :** Le thirame est réservé à la pépinière. Le Soufre poudrage est déconseillé dans la pratique. **AB :** Contans = C*oniothyrium minitans* : micro-organisme homologué en France sur salade et autorisé en AB : largement testé au GRAB : résultats très insuffisants dans nos conditions d'essais Bonne efficacité de la solarisation Prévention : pas d'excès d'eau, éviter culture longue d'hiver en sol contaminé Eviter les excès d'azote Faire des rotations (en culture d'hiver, certaines espèces moins sensibles)
Anthracnose	Lésions sur feuilles, chloroses circulaires devenant brunes	Pas d'AMM **2b**	Problème mineur aujourd'hui
Pucerons	Retard de croissance du aux piqures si la colonie est très importante. Vecteur de virus. Risque de litige commercial ou refus du produit à l'agréage	**1d**	**C :** Utiliser des filets anti-insectes (type filbio, biothrips) **AB :** Problème important à l'automne et au printemps : *roténone arrêtée en 2009 ; pas de produit alternatif actuellement (pas de pyrèthre seul homologué pour usage professionnel maraîchage)*
Noctuelles (Héliothis)	Les larves de noctuelles sont cachées à l'intérieur des plantes et rongent les feuilles. Des déjections sont observées en grand nombre et signalent la présence de ce ravageur.	**1b**	**C :** Utiliser des filets anti-insectes (type filbio, biothrips) **AB :** Problème important à l'automne et au printemps : *Bacillus thuringiensis* : homologué en France sur salade et autorisé en AB , efficace seulement sur larves jeunes avec effet tardif
Punaises		**2b**	Problème mineur
Aleurodes	Vecteur de virus. Apparition de miellat si la colonie est importante	**2a**	Problème mineur Utiliser des filets anti-insectes (type filbio, biothrips)
Limaces	Consommation du feuillage et des racines qui cause la destruction des plantules dès la plantation, ou souillures ou grignotages sur plants plus développés qui rendent la marchandise invendable	**1b**	L'orthophosphate de fer a une efficacité moyenne, surtout sur les gros escargots

Méthodes alternatives en culture de laitue (suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes et perspectives)
Laitues plein champ, Bioagresseurs des organes telluriques			
Botrytis cinerea	Taches humides brunes avec présence éventuelle d'une moisissure grise, évoluant ensuite en une pourriture humide et brune. Ces symptômes s'observent sur le collet, les feuilles de la couronne au contact du sol, pommes	**1b**	**C :** Le thirame est réservé à la pépinière. Le Soufre poudrage est déconseillé dans la pratique. Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Cuivre : efficacité non testée et problème d'accumulation dans le sol. Efficacité potentielle de miro-organismes, mais peu d'études à ce jour.
Sclerotinia minor	Pourriture du collet puis fonte de la plante	**1b**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Contans = C*oniothyrium minitans* : micro-organisme homologué en France sur salade et autorisé en AB : largement testé au GRAB : résultats très insuffisants dans nos conditions d'essais Bonne efficacité de la solarisation Prévention : pas d'excès d'eau, éviter culture longue d'hiver en sol contaminé Eviter les excès d'azote Faire des rotations (en culture d'hiver, certaines espèces moins sensibles)
Laitues plein champ, Bioagresseurs des organes telluriques (suite)			
Sclerotinia sclerotiorum	Pourriture du collet puis fonte de la plante	**1b**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Contans = C*oniothyrium minitans* : micro-organisme homologué en France sur salade et autorisé en AB : largement testé au GRAB : résultats très insuffisants dans nos conditions d'essais Bonne efficacité de la solarisation Prévention : pas d'excès d'eau, éviter culture longue d'hiver en sol contaminé Eviter les excès d'azote Faire des rotations (en culture d'hiver, certaines espèces moins sensibles)
Rhizoctonia solani	A la récolte, parage souvent important des feuilles de la base de la salade atteintes par pourrissement marron	**1a**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Pas d'usage homologué et autorisé en AB , problème ponctuel, parfois important sur culture « longue » en hiver, protection réelle par paillage, mais pas toujours suffisante Eviter types de salades avec dessous plat si sol contaminé
Pythium	Les plantes flétrissent brusquement et des nécroses brunâtres sont visibles au niveau du collet et du système vasculaire.	**1b**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Pas d'usage homologué et autorisé en AB , problème ponctuel, parfois important sur culture « longue » en hiver
Nématodes	Meloidogyne : plantes chétives et chlorotiques, perturbation alimentation hydrique et minérale. Nombreuses galles sur le système racinaire. Heterodera, globodera : plantes chétives et chlorotiques, perturbation alimentation hydrique et minérale.	**1c**	**Désinfection vapeur** (pas totalement efficace et détruit aussi le reste de la faune du sol). Coût croissant puisque consomme 10 à 20 m3 fuel/ha **Solarisation** peu efficace sauf si sur sol faiblement contaminé, sinon insuffisant en sol fortement contaminé. D'autant plus efficace que l'augmentation de T° du sol est rapide, que l'on atteint 60°C (rare, plutôt 55 ° en serre et 45 en plein champ) dans les couches supérieures. Doit aussi être maintenue suffisamment longtemps (compétition avec cultures de printemps pour la mise en place) **Amendements organiques massifs** qui apportent des champignons nématophages. Certains tourteaux (ricin, neem) ou engrais verts (crotalaire , non utilisé , tagete) ont des propriétés nématicides, mais leur efficacité est limitée.

Méthodes alternatives en culture de laitue (suite)

	Laitue sous abris en sol		
Bioagresseurs	**Effets sur la culture**	**Situation de la protection chimique**	**Alternatives (contraintes à leur utilisation et perspectives)**
Bioagresseurs des organes aériens			
Botrytis cinerea	Taches humides brunes avec présence éventuelle d'une moisissure grise, évoluant ensuite en une pourriture humide et brune. Ces symptômes s'observent sur le collet, les feuilles de la couronne au contact du sol, pommes	**1b**	**C :** Le thirame est réservé à la pépinière. Le Soufre poudrage est déconseillé dans la pratique. Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Cuivre : efficacité non testée et problème d'accumulation dans le sol. Efficacité potentielle de miro-organismes, mais peu d'études à ce jour.
Bremia lactucae	Sur les feuilles apparaissent des taches décolorées limitées par les nervures. Celles-ci présentent à la face supérieure un revêtement blanc d'aspect poudreux. Les feuilles très touchées se dessèchent et pourrissent.	**1a**	**C :** Choisir si possible des variétés tolérantes au Bremia BL 1 à 26 **AB :** Cuivre : efficacité moyenne et problème d'accumulation dans le sol. D'autres produits ont été testés (micro-organismes, autres minéraux), mais leur efficacité à ce jour et faible.
Pucerons	Retard de croissance du aux piqures si la colonie est très importante. Vecteur de virus. Risque de litige commercial ou refus du produit à l'agréage	**1b**	Choisir si possible des variétés résistantes à une espèce de pucerons (*Nasonovia ribisnigri*). La mise en place de filets anti-insectes (type filbio) limiterait l'entrée des ravageurs dans la serre **AB :** Problème important à l'automne et au printemps : *roténone arrêtée en 2009 ; pas de produit alternatif actuellement (pas de pyrèthre seul homologué pour usage professionnel maraîchage)*
Noctuelles (*Heliothis*)	Pertes de plants important sur plantations d'automne. Les larves de noctuelles sont cachées à l'intérieur des plantes et rongent les feuilles. Des déjections sont observées en grand nombre et signalent la présence de ce ravageur.	**1c**	Mise en place de filets type paragrêle ou brise-vent à l'entrée de la serre et aux ouvrants limite l'entrée des ravageurs. Problème important à l'automne et au printemps : *Bacillus thuringiensis* : homologué en France sur salade et autorisé en AB , efficace seulement sur larves jeunes ; effet tardif
Punaises		**2a**	Problème mineur
Aleurodes	Vecteur de virus. Apparition de miellat si la colonie est importante	**1b**	Détection et piégeage avec des panneaux jaunes englués
Thrips	Petites tâches blanches à l'emplacement des piqures	**1a**	Détection et piégeage avec des panneaux bleus englués **AB :** ne semble pas être un problème en AB
Laitues sous abri, Bioagresseurs des organes aériens (suite)			
Mouches mineuses	Galeries dans les feuilles	**1a**	Problème mineur
Limaces	Consommation du feuillage et des racines qui cause la destruction des plantules dès la plantation, ou des souillures entre les feuilles des plants plus développés qui rendent la marchandise invendable	**1a**	Eliminer l'enherbement avant les premières cultures de salades pour ne pas fournir d'abri aux limaces avant la mise en place des salades. Nématode *Phasmarhabditis hermaphrodita* qui parasite les limaces (et escargots). produit est homologué (Sté Becker Underwood, (nemasys)). Résultats aléatoires et coût important (réservé aux usages en jardins). Phosphate ferrique.
Laitues sous abri, Bioagresseurs des organes telluriques			
Nématodes	<u>*Meloidogyne :*</u> plantes chétives et chlorotiques, perturbation alimentation hydrique et minérale. Nombreuses nodosités (galles) sur le système racinaire. <u>*Heterodera, globodera :*</u> plantes chétives et chlorotiques, perturbation alimentation hydrique et minérale.	**1c**	**Désinfection vapeur** (pas totalement efficace et détruit aussi le reste de la faune du sol). Coût croissant puisque consomme 10 à 20 fuel /ha. **Solarisation** peu efficace sauf si sur sol faiblement contaminé, sinon insuffisant en sol fortement contaminé. **Solarisation** d'autant plus efficace que l'augmentation de T° du sol est rapide, que l'on atteint 60°C (rare, plutôt 55 ° en serre et 45 en plein champ) dans les couches supérieures. Doit aussi être maintenue suffisamment longtemps (compétition avec cultures de printemps pour la mise en place) **Amendements organiques massifs** qui apportent des champignons nématophages. Certains tourteaux (ricin, neem) ou engrais verts (tagete) ont des propriétés nématicides. Efficacité limitée.

Méthodes alternatives en culture de laitue (suite)

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives (contraintes à leur utilisation et perspectives)
Laitues sous abri, Bioagresseurs des organes telluriques			
Botrytis cinerea	Taches humides brunes avec présence éventuelle d'une moisissure grise, évoluant ensuite en une pourriture humide et brune. Ces symptômes s'observent sur le collet, les feuilles de la couronne au contact du sol, pommes	**1b**	**C :** Le thirame est réservé à la pépinière. Le Soufre poudrage est déconseillé dans la pratique. Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Cuivre : efficacité non testée et problème d'accumulation dans le sol. Efficacité potentielle de miro-organismes, mais peu d'études à ce jour.
Sclerotinia minor et *Sclerotinia sclerotiorum*	Pourriture du collet puis fonte de la plante	**1b**	**Biodésinfection, biofumigation** (solarisation sur une Mat. Org. enfouie dont la décomposition libère du glucosinolate, qui se dégrade en thiocyanate) Plusieurs engrais verts à l'étude, brassicacées notamment. Technique lourde qui immobilise la serre durant 3 mois environ. Solarisation Vapeur (coût en importante progression)
Laitues sous abri, Bioagresseurs des organes telluriques (suite)			
Rhizoctonia solani	A la récolte, parage souvent important des feuilles de la base de la salade atteintes par pourrissement marron	**1a**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Pas d'usage homologué et autorisé en AB , problème ponctuel, parfois important sur culture « longue » en hiver, protection réelle par paillage, mais pas toujours suffisante Eviter types de salades avec dessous plat si sol contaminé
Pythium tracheiphillum ???	Les plantes flétrissent brusquement et des nécroses brunâtres sont visibles au niveau du collet et du système vasculaire.	**2a**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression) Biodésinfection (essais en cours) **AB :** Pas d'usage homologué et autorisé en AB , problème ponctuel, parfois important sur culture « longue » en hiver
Olpidium sp.	Taches orangées, big vein	**2c**	Solarisation Vapeur (coût en importante progression)

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1a Usage bien pourvu
- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)
- 1c Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** être menacés par une situation de retrait ou de limitation d'emploi
- 1d Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** engendrer une situation de résistance
- 2a Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites
- 2b Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage aucune solution chimique satisfaisante n'existe, des solutions alternatives doivent être recherchées
- 2c Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation

19) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DU MELON DE PLEIN CHAMP

Bioagresseurs	Effets sur la culture	Situation de la protection chimique	Alternatives
Bioagresseurs des organes aériens			
Oïdium (*Podosphaera xanthii* et parfois *Golovinomyces cichoracearum*)	Taches foliaires entraînant une réduction de l'activité photosynthétique et pouvant aboutir à la nécrose et la mort d'une partie du feuillage	Traitement en végétation **1b**	. Résistances génétiques connues et largement exploitées mais souvent surmontées (plusieurs races en évolution assez rapide ces dernières années). . Antagonistes aux performances limitées.
Cladosporiose (*Cladosporium cucumerinum*)	Taches nécrotiques sur les feuilles. Chancres sur les tiges. Taches chancreuses sur fruits	Traitement en végétation **1b**	. Le champignon se développant bien en conditions humides et froides, éviter l'humidité sur le feuillage (irrigation par aspersion) et les parcelles mal drainées ou en bas de coteaux. . Résistances génétiques inconnues mais à rechercher.
Anthracnose (*Colletotrichum lagenarium*)	Taches sur feuilles et sur fruits	Traitement en végétation **1b**	. Le champignon se développe en conditions chaudes et humides. Il n'est pas très répandu en France. Toutes les mesures permettant d'avoir un feuillage sec sont bénéfiques. . Pas de résistances génétiques décrites chez le melon.
Mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*)	Nécrose du feuillage	Traitement en végétation **1b**	. Le mildiou a besoin de conditions humides pour infecter les plantes et sporuler : brouillard ou rosée, pluies et orages, irrigation par aspersion. Il convient donc d'éviter ces zones (fond de vallée et bas de coteaux) ou ces pratiques (aspersion). . Des résistances génétiques sont connues dans des variétés originaires de l'Inde et en cours d'introduction dans des variétés commerciales.
Sclerotinia sclerotiorum	Chancres sur tiges et pourriture de fruits	Traitement en végétation	. Lutte biologique avec *Coniothyrium minutans* . Solarisation ?
Bactériose (*Pseudomonas syringae* pv *aptata*)	Taches nécrotiques sur feuilles sur tiges et sur fruits	Traitement en végétation	Cette maladie relativement récente se développe dans les mêmes conditions que la cladosporiose ou le mildiou. Il faut donc éviter les situations favorisant l'eau libre ou une très forte humidité au niveau du feuillage.
Puceron (*Aphis gossypii*)	Enroulement des feuilles. Développement de fumagine sur feuilles et sur fruits. Vecteur de virus	Traitement en végétation	. Variétés résistantes (gène *Vat*). . Lutte biologique par prédateur efficace en cultures protégées (*Aphidius colemanii*…) mais peu efficace en plein champ. Conditions agro-écologiques favorisant les prédateurs ?
Acariens (*Tetranychus urticae*)	Dessèchement du feuillage	Traitement en végétation	. Aspersion ?? . Lutte biologique par prédateur moyennement efficace en culture protégée. Conditions agro-écologiques favorisant les prédateurs ?
Noctuelles et Pyrales	Dégats sur feuilles	Traitement en végétation	?
Bioagresseurs des organes telluriques			
Fusarium oxysporum fsp *melonis*	Flétrissement et mort des plantes		. Pratiquement toutes les variétés sont génétiquement résistantes aux races 0, 1 et 2. C'est la race 1.2 qui pose problème et se développe, en particulier en plein champ. Des résistances partielles à la race 1.2 existent mais sont liées à des défauts de présentation du fruit et ces variétés sont peu cultivées. . Rotations longues (15 ans). . Solarisation peu efficace. . Le greffage sur courges ou sur melon (résistants à la race 1.2) est une pratique courante dans les cultures protégées et en expérimentation pour les cultures de plein champ. . La lutte biologique en plein champ a donné des résultats assez décevants. . La nutrition minérale doit être équilibrée (éviter les excès de fumure azotée).
Verticillium dahliae	Flétrissement et mort des plantes		. Rotations longues . Désinfection du sol à la vapeur et Solarisation ?
Différents agents de pourritures racinaires (*Pyrenochaeta, Phomopsis, Rhizoctonia, Pythium* & *Phytophthora*)	Affaiblissement des plantes et éventuellement mort		. Rotations longues. . Désinfection du sol à la vapeur et Solarisation ?
Nématodes à galles (*Meloidogyne*)	Galles racinaires provoquant un affaiblissement des plantes		Greffage ? Solarisation ?
Taupins (*Agriotes sordidus*)	Affaiblissement et mort des plantes		?

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)

20) METHODES ALTERNATIVES EN CULTURE DE TOMATE

	Type de culture : tomate plein champ		
Bioagresseurs	**Effets sur la culture**	**Situation de la protection chimique**	**Alternatives**
Bioagresseurs des organes aériens			
Alternaria tomatophila (*Syn. Alternaria solani*)	Fonte des semis, lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation **1a**	. Des modèles de prévision des risques sont maintenant disponibles, mais non au niveau des producteurs. . Sources résistances partielles connues mais peu exploitées. . Antagonistes aux performances limitées signalés.
Phytophthora infestans	Lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation **1a**	. Plusieurs modèles de prévision des risques sont en cours de mise au point ou disponibles. . Quelques rares variétés présentant une résistance partielle sont disponibles.
Botrytis cinerea	Fonte de semis, lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation parfois **1d**	. Divers microorganismes antagonistes potentiels et certains composés (extraits de compost ou de plantes, antioxydants, huiles essentielles) ont été expérimentés. Des difficultés sont rencontrées pour disposer des AMM correspondantes. Leur efficacité reste à confirmer en plein champ.
Colletotrichum coccodes	Lésions sur fruits (anthracnose) et racinaires parfois	Traitement en végétation (anthracnose) **1a**	Rien de disponible.
Sclerotinia sclerotiorum	Lésions sur tige et sur fruits.	Traitement du sol Traitement en végétation parfois. **2a**	. Solarisation du sol ayant une efficacité moyenne et utilisable uniquement dans les zones climatiquement favorables. . Utilisation du champignon antagoniste *Coniothyrium minutans,* action sur le long terme
Didymella lycopersici	Lésions foliaires, sur tige (« pied noir ») et sur fruits	Traitement du sol Traitement en végétation **1b**	. Greffage sur porte-greffes résistants, mais nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique . Solarisation du sol et des piquets de culture, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . *Trichoderma harzianum* expérimenté sans trop de succès.
Diverses moisissures	Pourritures des fruits	Traitement en végétation **2a**	Rien de disponible
Aleurodes	Miellat, fumagine sur feuilles et fruits, décoloration de fruits (*Bemisia tabaci)*, virus	Traitements en végétation **1a**	?
Pucerons	Miellat, fumagine sur feuilles et fruits, virus	Traitements en végétation **1a**	?
Acariens	Déformations de feuilles, toiles, déssèchement	Traitements en végétation **1b**	Aspersions ?
Punaises	Piqûres sur feuilles, fruits	Traitements en végétation **2a**	?
Noctuelles	Perforations de feuilles, tiges et (ou) fruits	Traitements en végétation **1a**	?
Bioagresseurs des organes telluriques			
Pyrenochaeta lycopersici	Lésions racinaires, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Traitement du sol Désinfection du so **1a** l	. Quelques rares variétés sont résistantes. . Greffage sur porte-greffes résistants, mais nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . Plusieurs bio-pesticides ont été expérimentés pour le contrôler. Rien d'efficace disponible actuellement.
Nématodes à galles	Galles racinaires, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Désinfection du sol **1c**	. Greffage sur porte-greffes résistants, mais nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . L'enfouissement au sol de certains composts ou d'engrais verts, des matières organiques, révèle une certaine efficacité, si les niveaux d'infestation ne sont pas trop élevés. Il en est de même pour des microorganismes et des extraits de plantes dont les modalités d'utilisation et les efficacités devront être démontrées.

Méthodes alternatives en culture de tomate (Suite)

	Tomate sous abris en sol et hors sol		
	Effets sur la culture	**Situation de la protection chimique**	**Alternatives**
Bioagresseurs des organes aériens			
Botrytis cinerea	Fonte de semis, lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation **1d**	. De rares modèles de prévision des risques sont en cours de mise au point. . Des sources de résistance ont été mises en évidence chez *Solanum lycopersicoides*, *Lycopersicon peruvianum* et *Lycopersicon hirsutum*. Cette dernière espèce paraît retenir plus particulièrement l'intérêt des sélectionneurs. . De nombreux microorganismes antagonistes potentiels ont été expérimentés, certains seront disponibles dans un avenir proche. . D'autres composés sont également expérimentés : extraits de compost ou de plantes, antioxydants, huiles essentielles. Leur efficacité reste à confirmer. . Protection physique des plaies (argile) . Gestion du climat
Oïdium neolycopersici	Lésions foliaires et sur tige	Traitement en végétation **1a**	. Des variétés résistantes sont maintenant disponibles. . Gestion du climat (si existence de chauffage)
Mycovellosiella Fulva Syn. *Fulvia fulva*	Lésions foliaires	Traitement en végétation **1a**	. Un modèle de prévision des risques est en cours de mise au point. . Utiliser des variétés résistantes (races contournant ces résistances présentes sur le terrain). . Plusieurs bio-pesticides ont été expérimentés pour contrôler *Mycovellosiella fulva* : *Trichoderma harzianum, Hansfordia pulvinata, Bacillus subtilis.* Aucun n'est disponible actuellement faute de performances suffisantes.
Leveillula taurica	Lésions foliaires	Traitement en végétation **1a**	. Résistance issue de *Lycopersicon chilense* disponible chez de rares variétés. . Plusieurs bio-pesticides ont été expérimentés *: Trichoderma harzianum*, *Ampelomyces quisqualis*…, sans retombées pratiques. Des extraits de plante (*Reynoutria sachalinensis*) et des solutions de phosphate monopotassique ou de bicarbonate de potassium pulvérisées sur les feuilles révèleraient une certaine efficacité. . Gestion du climat
Phytophthora infestans	Lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation **1a**	. Plusieurs modèles de prévision des risques sont en cours de mise au point ou disponibles. . Quelques rares variétés présentant une résistance partielle sont disponibles.
Didymella lycopersici	Lésions foliaires, sur tige et sur fruits	Traitement en végétation **1b**	. Désinfection du sol à la vapeur. . Greffage sur porte-greffes résistants, nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique. . Solarisation du sol et des piquets de culture, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . *Trichoderma harzianum* expérimenté sans trop de succès.
Sclerotinia sclerotiorum	Lésions sur tige et sur fruits	**1b**	. Solarisation du sol. . Utilisation du champignon antagoniste *Coniothyrium minutans.* Le hors-sol n'est pas concerné.
Aleurodes	Miellat, fumagine sur feuilles et fruits, décoloration de fruits (*Bemisia tabaci)*, virus	Traitements en végétation (possibilité de traitements localisés) **1a**	. Prophylaxie (désherbage des abords et serre, plants sains…,) Protection biologique (plusieurs espèces d'auxiliaires) . Protection mécanique (piégeage massif) . Protection mécanique (filets..) . Nouveaux auxiliaires en cours d'étude
Pucerons	Miellat, fumagine sur feuilles et fruits, virus	Traitements en végétation (possibilité de traitements localisés puis généralisés) **1a**	. Prophylaxie (désherbage des abords et serre, plants sains…,) Protection biologique (plusieurs espèces d'auxiliaires, possibilités de plantes relais) . Protection mécanique (filets...)
Acariens	Déformations de feuilles, toiles, dessèchement	Traitements en végétation (possibilité de traitements localisés puis généralisés) **1b**	. Prophylaxie (traitements des structures d'abri, désherbage des abords et serre, plants sains…,) . Aspersions (efficacité limitée, inefficace sur acariose bronzée (*Aculops lycopersici)*) . Protection biologique (plusieurs espèces d'auxiliaires) mais efficacité insuffisante . Autres auxiliaires en cours d'étude (*A. andersoni, Phytoseiulus longipes*)

Méthodes alternatives en culture de tomate (Suite)

	Tomate sous abris en sol et hors sol		
	Effets sur la culture	**Situation de la protection chimique**	**Alternatives**
Bioagresseurs des organes aériens			
Thrips	Piqûres sur feuilles, fruits, virus (TSWV)	Traitements en végétation (pépinière, début de culture) **1a**	. Prophylaxie (désherbage des abords et serre, plants sains…,)
Punaises	Piqûres sur feuilles, fruits	**2a**	. Protection mécanique (filets…)
Noctuelles	Perforations de feuilles, tiges et (ou) fruits	Traitements en végétation **1a**	. Protection mécanique (filets…) . Produits biologiques à base de *Bacillus thuringiensis* . Auxiliaires en cours d'étude (Trichogrammes…)
Cochenilles	Prélèvement de sève, Affaiblissement des plantes, dessèchement	**2a**	. Nettoyage, désinfection serre et matériel . Parasitoïde en cours d'étude
Bioagresseurs des organes telluriques			
Nématodes à galles	Galles racinaires, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Désinfection du sol **1c**	. Greffage sur porte-greffes résistants, nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique. . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables, sur sols peu contaminés . composts, plantes nématicides expérimentés sans trop de succès.
Pyrenochaeta lycopersici	Lésions racinaires, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Traitement du sol Désinfection du sol **1b**	. Quelques rares variétés sont résistantes. . Greffage sur porte-greffes résistants, nécessité d'une gestion de la durabilité de la technique. . Désinfection du sol à la vapeur. . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . Plusieurs bio-pesticides ont été expérimentés pour le contrôler. Rien d'efficace disponible actuellement.
Colletotrichum coccodes	Lésions racinaires, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	**2b**	. Désinfection du sol à la vapeur. . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables.
Pythiacées (*Pythium* spp., *Phytophthora* spp.)	Lésions racinaires, sur tige, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Traitement du sol **1a**	. Désinfection du sol à la vapeur. . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . Purifier l'eau et la solution nutritive par : chloration, iodation, ozonisation, biofiltration, rayons UV, pasteurisation, photocatalyse au TiO_2. . Certains micro-organismes antagonistes ont été expérimentés pour contrôler quelques espèces de ces Oomycètes. Leur utilisation est déjà effective dans certains pays.
Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici*	Lésions racinaires, sur tige, réduction de croissance des plantes, flétrissements.	Traitement du sol **1a**	. Nombreuses variétés résistantes disponibles . Greffage sur porte-greffes résistants. . Solarisation en association avec des fumigants à faible dose ou d'autres moyens à efficacité partielle. . De nombreux biopesticides ont été expérimentés, leur efficacité n'est que très partielle.
Rhizoctonia solani	Fonte de semis, lésions racinaires, sur tige, réduction de croissance des plantes.	**2a**	. Désinfection du sol à la vapeur. . Solarisation du sol, utilisable dans les zones climatiquement favorables. . Certaines préparations biologiques ont été expérimentées ; elles seraient plus ou moins efficaces.

Situation de la protection chimique (classement effectué conjointement par la DGAL/SPV et le Ctifl) :

- 1a Usage bien pourvu
- 1b Usage pourvu mais dont les substances actives ne permettent pas une protection ou une action suffisante (résistance avérée, manque d'efficacité, spectre…)
- 1c Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** être menacés par une situation de retrait ou de limitation d'emploi
- 1d Usage pourvu mais les substances actives **peuvent** engendrer une situation de résistance
- 2a Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions peuvent être faites
- 2b Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage aucune solution chimique satisfaisante n'existe, des solutions alternatives doivent être recherchées
- 2c Il n'y a pas de substances actives autorisées pour l'usage mais des propositions sont en cours d'évaluation

21) SOURCES DES INDICATEURS RENSEIGNES

		NIVEAUX DE RUPTURE				
		1	2a	2c	3	4
TOMATE	Abris		Dires d'experts ; Sondage AFSSA		Dires d'experts (Sud-est)	
	Serres hors sol		Dires d'experts ; Sondage AFSSA			
MELON	Plein champ précoce		Dires d'experts ; Sondage AFSSA		Dires d'experts (Sud-est)	
	Plein champ		Dires d'experts ; Sondage AFSSA			
	Abris		BIOPHYTO (Sud Est) ; dires d'experts ; Sondage AFSSA	BIOPHYTO (Sud Est)	BIOPHYTO (Sud Est) ; dires d'experts (Sud-est)	BIOPHYTO (Sud Est)
CHOU FLEUR	Champs primeur		dires d'experts ; Sondage AFSSA			
	Champs saison		dires d'experts ; Sondage AFSSA			
CAROTTE	Champs primeur	Dires d'experts (Sud-est) ;Sondage AFSSA				
	Champs saison	Dires d'experts (Sud-est); Sondage AFSSA				
HARICOT	Champs saison	Dires d'experts ; Sondage AFSSA				
LAITUE	Champs primeur	Dires d'experts ; Sondage AFSSA				
	Champs saison	Dires d'experts ; Sondage AFSSA				
	Abris	BIOPHYTO (Sud Est) ; Dires d'experts ; sondage AFSSA		BIOPHYTO (Sud Est)	BIOPHYTO (Sud Est) ; dires d'experts (Sud-est)	BIOPHYTO (Sud Est)

VERS DES SYSTEMES DE CULTURE ECONOMES EN PRODUITS PHYTOSANITAIRES

TOME V

RESUME

Ce rapport présente un état des lieux de la situation actuelle de la protection phytosanitaire et une caractérisation des différents systèmes de culture des 6 principales productions légumières en France. Le contexte très fluctuant (climat, marché), la grande diversité en cultures légumières, une dispersion des sources d'informations, les craintes quant à l'utilisation de ce rapport, le temps imparti à la réalisation de ce rapport sont des freins évidents à l'obtention et à la synthèse des données pour l'étude des productions légumières. C'est pourquoi nous n'avons pas pu aller plus loin dans l'étude et que certaines données sont manquantes.

Pour résumer, les démarches pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires sont déjà bien engagées dans la filière légumière. Les alternatives sont couramment utilisées impliquant un niveau de rupture 1 quasi inexistant dans de nombreuses cultures. Cependant, 2 principaux obstacles au développement des alternatives chez les producteurs interviennent : une exigence commerciale forte concernant l'aspect des légumes et un risque d'une perte importante de la production avec l'utilisation des alternatives.

Il est très difficile d'évaluer l'impact économique d'un changement de niveau de rupture à un autre. Une étude indiquant les coûts et les conséquences impliquées par l'utilisation des alternatives et complétant cette étude est donc nécessaire, afin que la mise en place des nouveaux modes de production ne se fasse pas au détriment de la viabilité économique des entreprises légumières.

Les systèmes de cultures pratiquant la généralisation des méthodes alternatives ou l'agriculture biologique sont ou seront beaucoup plus tributaires des conditions climatiques, donc des pressions parasitaires de l'année. Ainsi les niveaux quantitatifs et qualitatifs de production seront plus fluctuants, pouvant, même dans certains cas remettre en cause la sécurité alimentaire (provisionnement des marchés).

Mots clés : cultures légumières, indicateurs, réduction de l'utilisation des pesticides, niveau de rupture, méthode alternative de protection

ABSTRACT

This report presents an overview of the current situation of plant protection and characterization of the different cropping systems of the 6 main vegetable productions in France. The highly fluctuating context (climate, market), the great diversity in vegetable crops, the fragmentation of information sources, fears about the use of this report, the time allowed for the realization of this report are obvious obstacles to obtain and synthesise the data. That is why we could not go further in the study and some data are missing.

To summarize, the steps to reduce the use of pesticides are already well engaged in the vegetable industry. The alternatives are commonly used and so level 1 break is almost non-existent in many cultures. However, 2 major obstacles to the development of alternatives producers practices need to be noticed : a requirement on the strong commercial aspect vegetables and a risk of loss of production.

It is very difficult to assess the economic impact of a change in level to another. A study showing the costs and consequences involved in the use of alternative and supplementing this study is therefore necessary to establish that new ways of production are sustainable for farmers.

Alternative farming systems or organic farming are or will be much more dependent on weather conditions, pest pressure. Thus, the quantitative and qualitative levels of production will be more volatile, which, in some way affect food security (provision of markets).

Keys words : vegetable production, indicators, reduction of pesticide use, alternative farming systems

Etude pilotée par l'INRA. Janvier 2009.