





Photo 5: Lors des contrôles au champs de ce lundi, on a observé dans une culture d'asperges des pontes et des jeunes chenilles de noctuelles appartenant vraisemblablement au genre *Noctua* (photo: Agroscope).



Photo 6: Chenille âgée de noctuelle terricole, appartenant vraisemblablement au genre *Noctua* (*Noctua pronuba* / *Noctua comes*) susceptible au printemps de causer des dégâts aux tiges des asperges (photo: Agroscope).



Photo 7: Les attaques du puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) sur poivron sont en augmentation. Contrôlez régulièrement les cultures et la présence d'auxiliaires p.ex. de coccinelles (Coccinellidae) (photo: Agroscope).



Photo 8: Lundi, on a observé une attaque du puceron du nerprun (*Aphis nasturtii*) sur aubergine. Son apparition peut être rapidement suivie de dégâts comme c'est le cas avec le puceron du melon et du cotonnier (*Aphis gossypii*) (photo: Agroscope).



Photo 9: Des taches annulaires et des marbrures évoquant une mosaïque sont les premiers signaux d'une possible atteinte virale, ici sur poivron. Le laboratoire de virologie d'Agroscope à Changins a confirmé une attaque de mosaïque du concombre (CMV) (photo: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux).



Photo 10: La mosaïque du concombre (CMV) entraîne une maturation irrégulière des poivrons. Selon la variété, elle peut aussi occasionner sur les fruits des lésions en creux ou des taches annulaires (photo: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux).



Photo 11: Subérifications causées par les larves de la cécidomyie du chou sur une inflorescence de brocoli (photo: Agroscope).

### La quatrième génération de la cécidomyie du chou est souvent la plus importante

Les effectifs des captures de la cécidomyie du chou (*Contarinia nasturtii*) dépassent actuellement nettement le seuil de tolérance dans près de la moitié des sites surveillés. Le vol principal de la quatrième génération, actuellement en cours, est souvent particulièrement important.

Contre la cécidomyie du chou dans les cultures de **brocolis, colraves et choux de Bruxelles** de plein champ on utilisera préférentiellement, lorsque les températures sont élevées, les substances actives spinosad (AudiENZ, BIOHOP AudiENZ, Perfetto ; délai d'attente : 1 semaine) et spirotétramate (Movento SC ; délai d'attente : 2 semaines). Si les températures ne dépassent pas 22-25°C, on peut aussi employer un des pyréthriinoïdes autorisés (divers produits et substances actives, délai d'attente : 2 semaines). Il est recommandé de procéder à un traitement dirigé sur les lignes, à la dose de 500 l de bouillie par ha, en veillant à bien mouiller le cœur des plantes. Respectez également les autres charges légales !

**BIO:** Dans les régions menacées, il faut maintenir les filets de protection en place aussi longtemps que possible, de la plantation au début de la récolte. Sinon, il y a p.ex. sur brocoli un risque de dégâts tardifs pour les têtes prêtes à être récoltées.



Photo 12: Taches arrondies brun chocolat de la maladie des taches noires du chou sur une feuille de chou de Chine criblée de trous causés par une attaque d'altises (photo: Agroscope).



Photo 13: Taches foliaires claires occasionnées par le mildiou sur radis de plein champ (photo du 16 août 2021 par Agroscope).



Photo 14: Les taches blanches arrondies sur les feuilles sont typiques d'une attaque de *Botrytis squamosa* (photo: Agroscope).

### La maladie des taches noires du chou et le mildiou se répandent largement dans les cultures de brassicacées

Les attaques de la maladie des taches noires du chou (*Alternaria brassicae*) se sont nettement étendues sur les choux de Chine et les choux-fleurs au cours des dernières semaines. Les attaques de mildiou (*Peronospora parasitica*) se multiplient sur radis et choux-raves. Contrôlez les cultures et faites un traitement si nécessaire.

Dans les cultures de **choux de Chine** et de **choux-fleurs** de plein champ, les substances autorisées contre la maladie des taches noires sont : trifloxystrobine (Flint, Tega), délai d'attente 1 semaine ou cuivre (divers produits ; délai d'attente 3 semaines). Contre la maladie des taches noires on peut aussi utiliser, dans les cultures mentionnées ci-dessus, difénoconazole (divers produits) ou la préparation combinée azoxystrobine + difénoconazole (Alibi Flora, Priori Top) avec un délai d'attente de 2 semaines. Contre cette affection en cultures de **choux-fleurs**, on peut aussi utiliser les préparations combinées hydrochlorure de propamocarbe + fénamidon (Arkaban, Consento, délai d'attente 2 semaines), tébuconazole + fluopyram (Moon Experience; délai d'attente 2 semaines) ou tébuconazole + trifloxystrobine (Nativo; délai d'attente 3 semaines). De plus, sur **brocoli**, le boscalid + pyraclostrobine (Signum) est autorisé avec un délai d'attente de 2 semaines

Contre le mildiou (*Peronospora parasitica*) sur les **radis**, on peut utiliser en plein champ et sous abris azoxystrobine (divers produits) ou propamocarbe + fosétyl (Previcur Energy) avec un délai d'attente de 2 semaines, ou acibenzolar-S-méthyle (Bion) avec un délai d'attente d'une semaine.

Durant l'élevage des plantons, des préparations à base de mancozèbe (divers produits) sont homologuées contre le mildiou sur **colraves** de plein champ et sous abris. Dans les cultures déjà en place sont autorisés, par exemple : azoxystrobine + difénoconazole (Alibi Flora, Priori Top ; délai d'attente de 2 semaines), et le cuivre (Airone ; délai d'attente de 3 semaines).

### Botrytis de l'oignon et mildiou sur oignons à bottelet

Lors des contrôles aux champs de lundi, on a constaté sur oignons à bottelet des attaques de mildiou (*Peronospora destructor*) ainsi que de botrytis de l'oignon (*Botrytis squamosa*). Il est recommandé de contrôler les cultures.

Pour lutter contre le botrytis de l'oignon sur **oignons de plein champ**, on peut utiliser tébuconazole + fluopyram (Moon Experience) avec un délai d'attente d'une semaine. Si l'on utilise cyprodinil + fludioxonil (Avatar, Play, Switch) ou mépanipryme (Frupica SC), le délai d'attente est de 2 semaines.

La préparation combinée azoxystrobine + difénoconazole (Alibi Flora, Priori Top) peut être utilisée sur oignons contre le mildiou ainsi qu'avec une efficacité partielle contre le botrytis de l'oignon. Le délai d'attente est de 2 semaines.



Photo 15 : Tache du mildiou à la face inférieure d'une feuille de concombre (photo: Agroscope).

### Le mildiou est en progression chez les cucurbitacées

Au cours des dernières semaines, les attaques de mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*) se sont étendues à de nouveaux sites et à de nouvelles cultures de cucurbitacées. Dans les cultures déjà atteintes, la maladie peut récidiver même après des traitements fongicides efficaces.

Dans les cultures de **concombres de serre**, en raison de l'augmentation de la pression d'infection, on utilise préférentiellement des fongicides (partiellement) systémiques ou translaminaires, pénétrant les tissus foliaires, par exemple fosétyl-aluminium (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG ; délai d'attente 3 jours) ; fosétyl-aluminium + fénamidon (Verita, délai d'attente 3 jours) ; cyazofamide (Ranman avec ajout des composants B, Ranman Top ; délai d'attente 3 jours) ; diméthomorphe (Forum avec ajout de Strobry, délai d'attente 3 jours) ; propamocarbe + fosétyl (Previcur Energy ; délai d'attente 5 jours) ; hydrochlorure de propamocarbe (Proplant, délai d'attente 5 jours) ; hydrochlorure de propamocarbe + fénamidon (Arkaban, Consento ; délai d'attente 3 jours).



Photo 16 : Plages décolorées en échiquier causées par le mildiou, à la face supérieure d'une feuille de courgette, (photo: Agroscope).

Sont autorisés contre le mildiou sur **courgettes de plein champ**, les fongicides suivants p.ex.: fosétyl-aluminium (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG ; délai d'attente 3 jours) ; fosétyl-aluminium + fénamidon (Verita, délai d'attente 3 jours) ; ametoctradin + diméthomorphe (Dominador, Orvego ; délai d'attente 1 jour) ; cyazofamide (Ranman avec ajout des composants B ; Ranman Top ; délai d'attente 3 jours) ; hydrochlorure de propamocarbe (Proplant, délai d'attente 5 jours) ; ou hydrochlorure de propamocarbe + fénamidon (Arkaban, Consento ; délai d'attente 3 jours).

Peuvent être utilisés contre le mildiou sur **courges comestibles** (mais à enveloppe non comestible) **en plein champ**, p.ex.: fosétyl-aluminium (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG ; délai d'attente 3 jours) ; fosétyl-aluminium + fénamidon (Verita, délai d'attente 7 jours) ; cyazofamide (Ranman avec ajout des composants B ; délai d'attente 3 jours) ; ou hydrochlorure de propamocarbe + fénamidon (Arkaban, Consento ; délai d'attente 3 jours).

**BIO** : En traitement préventif contre le mildiou, on peut utiliser p.ex. laminarine (Vacciplant) dans les cultures de cucurbitacées, avec un délai d'attente de 3 jours.

Toutes les données sont fournies sans garantie. Pour l'utilisation de produits phytosanitaires, respecter les consignes d'application, les charges et les délais d'attente. De nombreuses indications et charges sont révisées dans le cadre du réexamen ciblé des produits phytosanitaires autorisés. Il est recommandé de consulter DATaphyto ou la banque de données de l'OFAG avant toute utilisation. Pour consulter les résultats du réexamen ciblé, voir :

<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel.html>

## Mentions légales

Données, Informations :	Daniel Bachmann, Christof Gubler & Flora Zourek, Strickhof, Winterthur (ZH) Daniela Hodel, Kevin Piato & Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux (FR) Vincent Doimo, Gaëtan Jaccard, Julie Ristord & Max Baladou, OTM, Morges (VD) Martin Keller & Esther Mulser, Beratungsring Gemüse, Ins (BE) Eva Körbitz, Viviane Fahmi, Simone Aberer & Daniela Büchel, Landwirtschaftliches Zentrum SG, Salez (SG) Suzanne Schnieper & Christian Wohler, Liebegg, Gränichen (AG) Philipp Trautzl & Michael Mannale, Arenenberg, Salenstein (TG) Markus Bünter, Matthias Lutz & Olivier Schumpp (Agroscope)
Éditeur :	Agroscope
Auteurs :	Cornelia Sauer, Matthias Lutz, Serge Fischer, Lucia Albertoni, Mauro Jermini (Agroscope) et Anja Vieweger (FiBL)
Photos:	photos 1-5, 8, 12-16: C. Sauer (Agroscope); photos 6-7: R. Total (Agroscope); photos 9-10: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux; photo 11: J. Samietz (Agroscope)
Coopération :	Offices cantonaux et Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL)
Adaptation française :	Serge Fischer, Christian Linder (Agroscope)
Copyright :	Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Changements d'adresse, Commandes :	Cornelia Sauer, Agroscope <a href="mailto:cornelia.sauer@agroscope.admin.ch">cornelia.sauer@agroscope.admin.ch</a>

# Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)

Auteure et auteurs: Tanja Sostizzo, Vincent Michel, Matthias Lutz, Markus Bünter, Olivier Schumpp, Agroscope

**Le Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) est apparu pour la première fois en 2014 en Israël. Par la suite, des foyers se sont déclarés en Allemagne, en Italie et en Grande-Bretagne notamment. Le virus s'attaque aux tomates ainsi qu'aux plants de poivrons. Il a déjà occasionné d'importants dommages, particulièrement dans les cultures de tomates. Les plants infectés présentent le plus souvent des décolorations en mosaïque sur les feuilles, de même que des taches jaunes sur les fruits. Depuis janvier 2020, le ToBRFV est considéré en Suisse comme un organisme de quarantaine potentiel et doit obligatoirement être déclaré et combattu.**

## 1. Origine et propagation

Le Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV), également connu sous le nom de «virus du fruit rugueux brun de la tomate», est présent depuis 2014 en Israël. En l'absence de mesures de quarantaine, il s'y est répandu en l'espace de quelques mois dans pratiquement toutes les zones de production de tomates et jusqu'en Palestine. Mais ce n'est qu'en 2015 que le virus a été identifié et décrit en Jordanie. En 2018, des foyers se sont déclarés en Allemagne dans plusieurs serres de tomates mais le virus a pu être éliminé grâce à des mesures de quarantaine et d'éradication. La même année, le ToBRFV a été décelé au Mexique chez plusieurs producteurs de plants de tomates et de poivrons. En 2019, les services phytosanitaires italiens ont signalé des foyers dans plusieurs serres et chez des producteurs de jeunes plants. Dans l'Union européenne, durant la même année, d'autres foyers de ToBRFV ont été signalés en Grèce, aux Pays-Bas et en Espagne. De plus, la Turquie, la Chine et les États-Unis ont à leur tour diagnostiqué le virus sur des plants de tomates. La base de données mondiale de l'OEPP, régulièrement mise à jour et librement accessible sous <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV>, permet de visualiser la situation telle qu'elle se présente dans le monde. Tout comme d'autres maladies graves des cultures maraîchères, ce virus appartient au groupe des tobamovirus. Les plus connus sont le virus de la mosaïque du tabac et celui de la mosaïque de la tomate. Les variétés de tomates actuelles possèdent deux résistances aux virus (Tm-2 et Tm-2<sup>2</sup>) et sont donc protégées contre les tobamovirus connus. Le ToBRFV est capable de briser ces résistances et représente ainsi une nouvelle menace pour les producteurs de tomates. Le virus est également capable de surmonter les résistances (L1–L4) présentes dans diverses variétés de poivrons (*Capsicum* spp.).

## 2. Symptômes et dégâts

Les tobamovirus, des particules en bâtonnets d'environ 300 nm, sont visibles au microscope électronique à transmission. Ils possèdent un très petit génome à ARN (environ 6400 nucléotides), codant quatre protéines différentes.

Le ToBRFV provoque des symptômes différents selon les variétés affectées. C'est pourquoi on ne peut l'identifier avec certitude sur la base des symptômes. En Jordanie, les plants de tomates infectés ne montraient que de légers symptômes sur

les feuilles. Mais les fruits présentaient des taches brunes ridées et n'étaient plus commercialisables. Presque tous les plants de la serre étaient contaminés et la perte de rendement avoisinait les 100 %.

En Israël, les plants de tomates touchés présentaient des décolorations en mosaïque plus ou moins prononcées et, occasionnellement, une atrophie des feuilles (fig. 1 et 2). Sur les plants infectés, seuls 10–15 % des fruits présentaient des taches jaunes (fig. 4). En Allemagne, les feuilles étaient atrophiées, chlorotiques, et présentaient des décolorations en mosaïque accompagnées de cloques sombres. Les fruits montraient des taches jaunes, principalement autour des sépales. D'autres symptômes, telles que des déformations ou une maturation irrégulière des fruits, peuvent également apparaître (fig. 3). Des essais ont montré que les tomates développent des symptômes environ 12–18 jours après l'infection.



Fig. 1 | Décolorations en mosaïque sur des feuilles de tomates.



Fig. 2 | Feuilles de tomates atrophiées.

Les plants de poivrons (*Capsicum annuum*) développent des symptômes analogues: les feuilles sont déformées et comportent des taches chlorotiques en mosaïque. Les fruits sont également déformés et présentent des taches jaunes ou brunes ou encore des veinures vertes (fig. 5).

D'autres essais ont montré que des plants de poivrons présentant une résistance à d'autres tobamovirus réagissaient de manière hypersensible et perdaient leurs feuilles quelques jours après avoir été infectés. Lors d'infections des racines, combinées à de hautes températures (> 30° C), les plants développaient des nécroses sur les racines et la tige et s'affaissaient souvent complètement.

#### De nombreuses plantes hôtes potentielles

Les pétunias (*Petunia* spp.) peuvent être infectés mais ne développent pas de symptômes. Les pommes de terre (*Solanum tuberosum*) et les aubergines (*Solanum melongena*) ne sont par contre pas touchées par le virus. Les adventices, telles que la morelle noire (*Solanum nigrum*) et le chénopode des murs (*Chenopodium murale*), peuvent être infectées. La morelle noire demeure asymptomatique alors que le chénopode des murs commence par réagir de manière hypersensible, avant de se révéler finalement tout aussi asymptomatique. Ces adventices peuvent donc devenir des sources d'infection pour les plantes cultivées. Le quinoa (*Chenopodium quinoa*), le chénopode couleur d'amarante (*Chenopodium giganteum*), *Nicotiana benthamiana*, *N. glutinosa*, *N. sylvestris*, *N. clevelandii* ou les hybrides de tabac (*N. tabacum*) sont également des plantes hôtes potentielles et développent parfois des symptômes. Toutefois, des infections naturelles ne sont apparues jusqu'ici que sur des plants de tomates ou de poivrons. Les autres espèces mentionnées plus haut ont été infectées en conditions expérimentales.

#### Diagnostic complexe

Comme le virus n'a été découvert que récemment, il n'existe pas encore de méthode de détection rapide et fiable. La combinaison de deux méthodes de biologie moléculaire (RT-PCR afin de détecter les tobamovirus en général, suivie d'un séquençage) est actuellement recommandée, ce qui rend l'établissement du diagnostic plus long et onéreux.



Fig. 3 | Les tomates mûrissent de manière irrégulière.



Fig. 4 | Taches jaunes sur des tomates.

### 3. Prévention et lutte

Le virus pénètre dans les plantes par de toutes petites blessures et se reproduit en très grande quantité dans la plante hôte. C'est pourquoi il se transmet très facilement de manière mécanique par un simple contact des mains, des vêtements ou des outils, mais aussi par contact de plante à plante, par les systèmes d'arrosage, les semences contaminées ou encore la multiplication végétative des plantes. En outre, les bourdons peuvent disséminer le virus lors de la pollinisation, aussi bien à l'intérieur d'une serre qu'entre des serres (déplacement de colonies).

À plus longues distances, le virus se répand par l'intermédiaire de semences ou de jeunes plants contaminés. Les tobamovirus sont très stables et peuvent survivre pendant des mois sans plantes hôtes sur divers types de surfaces, dans le sol ou sur des déchets végétaux.



Fig. 5 | Symptômes sur des poivrons.

Après détection de l'infection au laboratoire de virologie, les plantes contaminées et les plantes voisines doivent être enlevées et détruites de manière professionnelle conformément aux instructions du service phytosanitaire cantonal (brûler, ne pas composter!). Lors de l'évacuation, veiller à ne pas toucher d'autres plantes. Des mesures d'hygiène strictes sont par ailleurs nécessaires. Après un nettoyage minutieux, les outils et autres équipements doivent être désinfectés avec Menno Florades. Ce désinfectant a été utilisé avec succès en Allemagne pour éradiquer le virus. D'autres désinfectants sont en cours d'évaluation. Pour prévenir les risques de contamination, les producteurs doivent s'assurer qu'ils utilisent des semences et des jeunes plants sains munis d'un passeport phytosanitaire. L'expansion rapide du ToBRFV en Israël a montré qu'il n'est pas facile de lutter contre ce virus et que des mesures de quarantaine strictes sont nécessaires pour empêcher sa propagation. En raison de son fort potentiel de nuisance, depuis janvier 2020 ToBRFV est considéré en Suisse comme un organisme de quarantaine potentiel et doit obligatoirement être déclaré et combattu. Tout cas suspect doit être signalé au service phytosanitaire cantonal (SPC).

#### Impressum

Éditeur:	Agroscope www.agroscope.ch
Infos:	Agroscope Service phytosanitaire ou Virologie, bactériologie et Phytobiologie Base de données mondiale de l'OEPP : <a href="https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV">gd.eppo.int/taxon/TOBRFV</a>
Rédaction:	Erika Meili
Conception:	Tanja Sostizzo
Photos:	Fig. 1 et 3: Salvatore Davino, <a href="https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV">https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV</a> Fig. 2 et 5: Alkowni et al., 2019. Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. J Plant Pathol. <a href="https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7">https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7</a> Fig. 4: Dr Aviv Dombrovsky, <a href="https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV">https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV</a>
Copyright:	© Agroscope 2020

# Mesures prophylactiques et désinfection des serres

Auteurs: Céline Gilli<sup>1</sup>, Markus Bünler<sup>1</sup>, Santiago Schaerer<sup>1</sup>, Vincent Günther<sup>2</sup>, Julie Ristord<sup>3</sup>, Lutz Collet<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Agroscope

<sup>2</sup>Office d'arboriculture et cultures maraîchères, Case postale 437, 1950 Sion (Châteauneuf)

<sup>3</sup>Office Technique Maraîcher, Avenue de Marcelin 29, 1110 Morges

<sup>4</sup>Grangeneuve, Institut Agricole de l'Etat de Fribourg, Route de Grangeneuve 31, 1725 Posieux

**Août 2018**

## Introduction

Les serres sont un milieu confiné dans lequel les organismes nuisibles (bactéries, phytoplasmes, virus, viroïdes, champignons, nématodes et ravageurs) peuvent se disséminer rapidement. Pour limiter l'introduction et le développement de ces organismes, des mesures prophylactiques doivent être mises en place avant et tout au long de la culture. Aucune méthode de contrôle direct efficace n'existe contre certains de ces organismes nuisibles. C'est pourquoi ces mesures prophylactiques sont très importantes pour se prémunir contre leur propagation, d'autant plus s'il s'agit d'organismes de quarantaine. En effet, leur mode de transmission ainsi que leur mode de conservation peuvent varier de l'un à l'autre et par conséquent les mesures à prendre doivent être adaptées, et renforcées si un organisme nuisible est déclaré. A la fin de la culture, l'élimination des plantes (compostage ou incinération), le nettoyage et la désinfection des serres et des équipements doivent être raisonnés en fonction des problèmes phytosanitaires rencontrés durant la culture.

Les mesures d'hygiène font donc partie intégrante de la prophylaxie. Elles concourent à limiter les risques et éventuellement les interventions phytosanitaires.

## Mesures préventives: aucun organisme nuisible n'a encore été observé dans la culture

Elles doivent être mises en place dès le début de la culture.

**Utiliser** du matériel sain (plants et semences), muni d'un passeport phytosanitaire (ce dernier doit être conservé au minimum 3 ans) et l'introduire dans une serre propre et préalablement désinfectée (voir chapitre: Changement de culture: pas de problème particulier pendant la culture).

**Instruire**, à l'aide de photos ou de posters, le personnel sur les principaux bio-agresseurs afin qu'il puisse repérer les premiers symptômes.

**Surveiller** les cultures périodiquement afin de détecter tout symptôme suspect. Consulter les documents de conseils comme les Infos Cultures Maraîchères. Si nécessaire faire appel à un expert (conseillers des offices maraîchers cantonaux ou indépendants) pour un diagnostic des plantes. Le dépistage précoce des organismes nuisibles est essentiel

pour restreindre leur dissémination. Si un organisme de quarantaine est suspecté, il doit être annoncé au service phytosanitaire cantonal (SPC). Si l'échantillon suspect est positif, le SPC informe le Service Phytosanitaire Fédéral (SPF).

**Placer** un pédiluve fonctionnel (fig. 1) à l'entrée de chaque serre ou compartiment. Il doit contenir une lame d'eau suffisante et un produit désinfectant efficace (voir encadré). Il doit être régulièrement nettoyé pour maintenir l'activité désinfectante du produit et la solution doit être renouvelée régulièrement selon les recommandations du mode d'emploi. Le pédiluve doit toujours rester humide. Si des dépôts organiques (terre, débris de végétaux, etc.) salissent le pédiluve, il doit être nettoyé et la solution renouvelée.



Figure 1. Pédiluve fonctionnel, placé à l'entrée de la serre. La solution doit être changée régulièrement.

**Affecter** les travailleurs à des zones définies de la serre et identifier le matériel (outils, caisses, etc.) qui appartient à ces zones, afin de limiter les risques de transmission des organismes nuisibles d'une zone à l'autre.

**Désinfecter** régulièrement mains et outils pendant le travail dans la culture (entre chaque plante ou au changement de ligne): prévoir un flacon de désinfectant pour les mains et les outils à chaque entrée de serre et/ou d'unité (fig. 2a, 2c). Pour les outils, le plus pratique est d'utiliser un jeu et d'en laisser tremper un ou plusieurs pendant qu'un autre est employé. Au minimum une désinfection des mains et des outils est nécessaire à chaque entrée et sortie d'unité de culture.

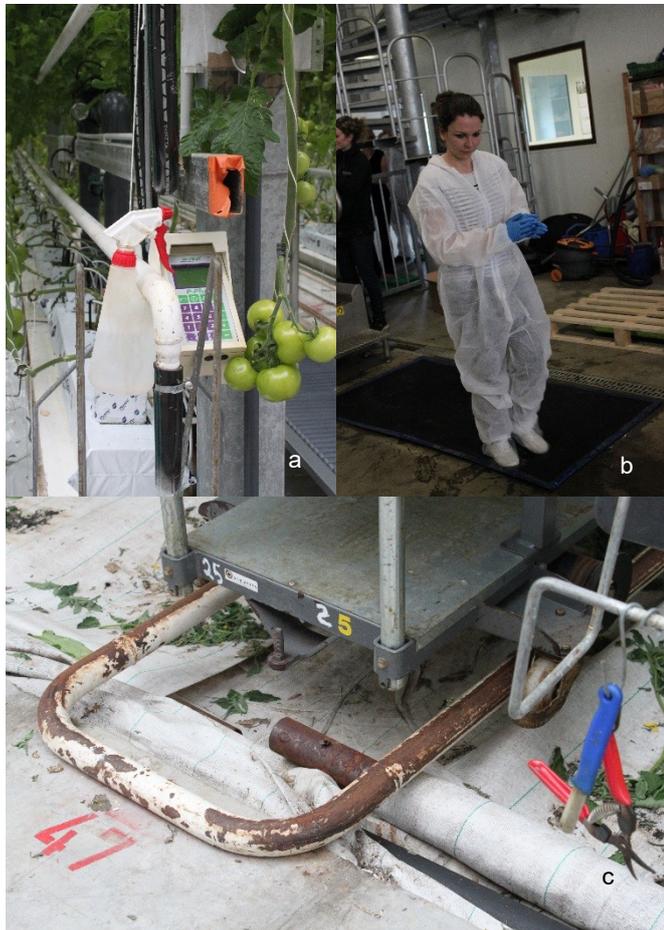


Figure 2. a) produit désinfectant pour les mains et les outils b) visiteur correctement équipé c) outils affectés à chaque ligne (Photo : C. Gilli)

**Se laver et se désinfecter** régulièrement les mains: elles doivent être lavées avant le début du travail, avant et après les pauses. Lors des travaux d'entretien des cultures, il est recommandé de les laver après avoir été en contact avec des salissures (terreau, déchets, etc.). Le port de gants ne remplace pas le lavage des mains !

**Laver** régulièrement les vêtements de travail (au moins une fois par semaine) à 60°C au minimum: les vêtements salis deviennent eux-mêmes des vecteurs de contamination et peuvent transporter de nombreux micro-organismes.

**Empêcher** les animaux de compagnie (chiens, chats), vecteurs potentiels d'organismes nuisibles, de circuler dans les zones de culture.

**Contrôler** l'accès aux cultures. Aucune personne non autorisée ne doit entrer dans les serres. Si possible fermer les portes des serres. Lors de visites, des mesures de prévention doivent être prises (gants, combinaisons propres et sur-chaussures à usage unique) (fig. 2b, 3).

**Maintenir** les abords des cultures propres et désherbés.

**Eviter** le prêt de matériel et de machines entre exploitations. Le cas échéant, ils doivent être désinfectés. Les centres d'importation et de tri peuvent également être des sources d'infestation, notamment pour les ravageurs (par exemple *Tuta absoluta*).



Figure 3. Désinfection des mains et des chaussures avant l'entrée dans l'exploitation. Port de la blouse, de gants et de sur-chaussure. (Photo : C. Gilli)

### Renforcement des mesures prophylactiques: des symptômes suspects ont été observés dans la culture.

Si la présence d'un organisme de quarantaine est soupçonnée ou avérée, contacter immédiatement le service phytosanitaire cantonal. L'annonce est obligatoire.

**Faire confirmer** le diagnostic par un spécialiste ou par un laboratoire, par exemple de l'office cantonal maraîcher ou du service phytosanitaire cantonal.

Les mesures ci-dessous doivent être prises dès la suspicion des symptômes et au minimum jusqu'au résultat du diagnostic.

**Instruire le personnel** sur l'organisme nuisible (bactérie, phytoplasme, virus, viroïdes, champignon, nématode et ravageur) et sur son mode de transmission.

**Marquer** la zone infectée.

Si un organisme nuisible est identifié pour lequel de bonnes possibilités de contrôle existent (comme par exemple *Botrytis*, *Phytophthora*, etc.), il convient de les utiliser avant l'arrachage des plantes.

Jusqu'à la confirmation du diagnostic, intervenir le moins possible dans la culture et prendre les précautions suivantes:

**Restreindre le plus possible l'accès à la zone infectée** et travailler cette zone en dernier, toujours dans le même sens. Seules les personnes devant travailler dans la serre sont autorisées à y entrer.

**Réserver** du matériel spécifiquement pour les zones infectées. Il faut attribuer des vêtements et du matériel (sécateurs, caisses de récolte, chariots etc.) à la zone contaminée et ne pas les employer ailleurs. Cela concerne tout particulièrement les outils qui sont en contact avec les plantes (couteaux pour effeuiller les tomates, sécateurs pour les récoltes de roses, etc.).

**Éliminer tout déchet de culture:** les restes d'effeuillages et autres déchets végétaux, tout particulièrement les fruits, peuvent être des sources importantes de maintien des bio-agresseurs dans la culture. Il est conseillé de les évacuer et de les éliminer le plus rapidement possible par incinération en accord avec le responsable de l'usine d'incinération.

**Signaler sur la porte d'entrée la présence d'une infection et y interdire l'accès.**

**Arracher** les plantes infectées, selon les résultats du laboratoire et les recommandations ou directives du service phytosanitaire cantonal. Les plantes présentant des symptômes, ainsi qu'une zone tampon d'une vingtaine de plantes de part et d'autre de cette zone, doivent être arrachées. Les plantes doivent être mises dans des sacs en plastique à l'endroit de l'arrachage et ensuite être sorties de la serre. Les plantes doivent être incinérées.

### Changement de culture: pas de problème particulier rencontré pendant la culture.

Le type de nettoyage et de désinfection à effectuer doit être raisonné au cas par cas en fonction des organismes nuisibles rencontrés sur la culture.

Selon le système de culture (sur substrat ou en pleine terre), certaines étapes du nettoyage et de la désinfection pourront être omises.

**Nettoyer: le nettoyage de base peut être fait à l'eau chaude et avec un détergeant.**

En fin de culture, il est nécessaire d'établir un état sanitaire pour cibler les traitements phytosanitaires à appliquer avant l'arrachage afin de limiter la dissémination des ravageurs, comme par exemple les aleurodes, les punaises et les acariens. Pour améliorer l'efficacité de ces traitements, il est pertinent de diminuer la masse foliaire en provoquant un léger flétrissement des plantes (24 h avant l'application couper les tiges ou stopper les irrigations en culture sur substrat). Ces traitements sont réalisés après la dernière récolte. Si l'on envisage une lutte biologique sur la culture suivante, les produits utilisés devront être peu rémanents.

Quelques jours après les derniers traitements, la culture peut être arrachée et compostée ou éliminée: retirer de la serre l'ensemble des plantes, des déchets végétaux et matériaux (ficelles de palissage, pains de cultures, pots, etc.). Les abords des serres doivent être nettoyés et désherbés pour éliminer les adventices, réservoirs potentiels d'organismes nuisibles.

Une fois la serre vide, il est nécessaire de réaliser un bon nettoyage des structures (parois et toit) à l'eau, si possible chaude, avec un jet sous pression. En effet, de nombreux désinfectants sont inactivés par la matière organique. L'eau de lavage devrait contenir un savon doux ou un détergent commercial non moussant. Il est également important d'éliminer les dépôts de sel, car ils peuvent protéger les micro-organismes du désinfectant. Un nettoyant à base d'acide sera nécessaire pour éliminer les dépôts de sel. La désinfection des

serres doit être une occasion pour nettoyer les différents locaux de l'entreprise. En culture sur substrat, les supports de culture (chenaux, tables) doivent également être nettoyés.

**Vider et nettoyer les bacs de drainage** (cultures sur substrat).

**Nettoyer et désinfecter les systèmes d'irrigation** notamment en cas de recyclage de la solution nutritive. Nettoyer les filtres, purger et détartrer à l'acide le réseau de goutteurs. Puis injecter une solution désinfectante. Finalement, rincer l'ensemble du réseau à l'eau claire. Parmi les différentes méthodes, on citera ici celle proposée par le Ctifl dans la publication « Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat »:

**Attention, l'acide nitrique et l'eau de javel ne doivent jamais être en contact. Le mélange est explosif !**

1. Préparer une solution d'acide nitrique de manière à obtenir un pH de 2,0-2,2 aux goutteurs, soit une solution à 1,8-2%.
2. Faire passer 0,5 litre par goutteur et laisser agir 24 h au minimum. Rincer rapidement la pompe d'injection.
3. Rincer à l'eau claire, laisser passer environ 1 litre par goutteur. Purger les bouts de rampe. Pour vérifier si le rinçage a été efficace, mesurer le pH au goutteur. Il doit être identique à celui de l'eau claire.
4. Préparer une solution d'eau de javel à 40 mg/litre de chlore actif. L'idéal est de mesurer le chlore actif en sortie de goutteur, il doit être entre 2 et 3 ppm. Pour cela des bandelettes de test peuvent être utilisées.
5. Faire passer 0,5 litre par goutteur et laisser agir 24 h au minimum.
6. Bien rincer à l'eau claire à raison de 3 litres par goutteur, puis purger les bouts de rampe.

En système fermé, avec recyclage de la solution nutritive, la désinfection de l'ensemble du réseau et de la station de fertilisation est difficile à réaliser. Il faudra faire au mieux selon le protocole ci-dessus. La mise en place de différents secteurs d'irrigation, pouvant être traités séparément est à réfléchir lors de la construction ou de la rénovation de la serre.

En culture sur substrat, **enlever** le paillage. Le nouveau devra être installé en prenant soin de ne pas le salir avec de la terre. Pour cela, il faut le mettre en place sur un sol sec et propre, avoir recours si possible à deux équipes (une qui reste sur le sol nu, l'autre qui reste sur le paillage), s'assurer que les lés se recouvrent suffisamment pour éviter toute mise à jour du sol pendant la culture, éviter de le salir.

#### Désinfecter le sol

Dans les serres où les végétaux sont cultivés en pleine terre, le sol peut héberger différents organismes nuisibles. La désinfection du sol a pour but d'éliminer les adventices, les pathogènes telluriques et les nématodes. Elle peut être faite en surface ou plus en profondeur.

En Suisse, seul le dazomet contenu dans différentes spécialités commerciales est homologué comme désinfectant. Les autorisations sont différenciées selon les cultures et selon les problèmes phytosanitaires à combattre. Pour les connaître en détail, il faut se référer à l'index des produits phytosanitaires (<https://www.psm.admin.ch/fr/wirkstoffe/451>). Dans tous les cas, le produit est appliqué sur sol nu. Entre le traitement au

Dazomet et l'installation de la nouvelle culture, il faut respecter un délai qui varie de 10 à 40 jours selon l'humidité et la température. Des informations détaillées se trouvent dans le mode d'emploi des produits.

La désinfection à la vapeur est une alternative à la désinfection chimique. Pour plus d'informations, consulter la fiche technique « la désinfection du sol à la vapeur » N° 34/2016, éditée par Agroscope.

La nécessité d'une désinfection du sol est souvent sujette à discussion. Elle pourrait s'avérer inutile lorsqu'un équilibre pathogènes-antagonistes est bien établi, notamment dans le cas des maladies du sol, voire néfaste puisque la suppression de tout organisme par la désinfection laisse la voie libre à la colonisation par les premiers pathogènes. Des solutions alternatives, comme l'incorporation de compost ayant des propriétés suppressives, sont à envisager sur le long terme.

#### **Désinfecter les structures, parois vitrées, parois des tunnels, écrans etc. (fig. 4).**

Une fois la serre propre, la désinfection de la structure et des supports de culture peut avoir lieu. Les désinfectants sont généralement pulvérisés généreusement jusqu'au point de ruissellement. Les tablettes de cultures sont désinfectées de la même manière. Il existe désormais la possibilité d'utiliser des systèmes avec des mousses qui permettent de réduire la quantité d'eau utilisée et d'améliorer les temps de contact du produit avec la surface. En effet, seul le respect du temps de contact garantit l'efficacité des désinfectants. Ces temps peuvent varier selon les surfaces. Une attention particulière doit être portée aux surfaces rugueuses comme le béton.



Figure 4. Désinfection d'une serre avec un produit de désinfection moussant (Photo : C. Gilli)

#### **Désinfecter le matériel et l'outillage**

Il est indispensable d'enlever le maximum de matière organique de tout matériel mis en contact avec les cultures (chariot de récolte, caisses de récolte, outils, chariot élévateur, calibreuse, trieuse etc.). Les petits outils (couteaux, scalpels, sécateurs etc.) sont désinfectés par trempage dans une solution de désinfectant (fig. 5).

Les contenants de culture non poreux, les plaques semis, les caisses de récolte sont désinfectés par trempage dans une solution désinfectante avant toute nouvelle utilisation. La solution perdra de son efficacité au fur et à mesure des trempages, il faudra donc la changer régulièrement. Respecter les prescriptions du produit.

Les tuyaux ou gaines de distribution du CO<sub>2</sub> doivent être changés.

Une fois la désinfection terminée, on devrait fermer la serre à clé et la garder propre jusqu'à l'installation de la nouvelle culture.



Figure 5. Exemple de désinfection des outils. Pour éviter l'attente, l'utilisation de plusieurs jeux d'outils est conseillée. (Photo : P. Sigg)

### **Changement de culture suite à une contamination par un virus ou une bactérie.**

Les mesures ci-dessus devront être adaptées en fonction du problème rencontré. Il faudra notamment choisir un produit de désinfection adapté, reconnu efficace contre le virus ou la bactérie. De plus, selon le mode de survie du bio-agresseur, certains aspects de la désinfection devront être approfondis. Par exemple, la désinfection du système d'irrigation dans le cas de bactéries pouvant former des biofilms (voir encadré Biofilm).

### **Désinfection de la solution nutritive**

La majorité des méthodes de désinfection perd en efficacité en présence de matière organique. Donc, dans la plupart des cas, une filtration est nécessaire.

Pour désinfecter le drainage en cultures sur substrat, il existe différentes solutions, plus ou moins efficaces selon les organismes nuisibles. Généralement, le procédé est déjà inclus dans le système d'irrigation.

**La filtration lente sur sable** (fig. 6) est une méthode d'épuration biologique faisant passer l'eau à traiter à travers un lit de matériau filtrant à une vitesse de 0,1 à 0,2 m/h. Le sable est le matériau le plus approprié. Au cours de ce passage, la qualité de l'eau s'améliore considérablement par la diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus), par l'élimination de matières en suspension et colloïdales et par des changements dans sa composition chimique. Des antagonistes peuvent être ajoutés pour une meilleure efficacité. Selon Pardossi *et al.* (2011) cette méthode convient pour les exploitations de petite taille. Elle élimine complètement les champignons zoospores (*Pythium*, *Phytophthora*) mais partiellement les fusarioses, les virus et les nématodes.

Les informations ci-dessous sur la thermodésinfection et la désinfection à l'ultra-violet sont tirées du livre « Gestion des

effluents des cultures légumières sur substrat » (Le Quillec, 2002).

**La thermodésinfection:** l'efficacité sur les différents micro-organismes dépend du degré de température et de la durée d'exposition de l'eau traitée à cette température. L'efficacité peut varier selon le substrat, notamment s'il contient de la matière organique. Le coût d'investissement est très important.

**L'ultra-violet (fig. 7):** Le principe consiste à générer des rayons ultraviolets au sein d'une chambre d'irradiation. L'efficacité maximale se situe à la longueur d'onde de 253,7 nm. La dose d'exposition nécessaire à la désinfection dépend de la puissance germicide des lampes, de la densité optique de la solution et du temps d'exposition. En UV basse pression, la dose appliquée varie de 120 à 150 mJ/cm<sup>2</sup>. Le drainage peut être mélangé à de l'eau claire avant traitement afin de maintenir un bon taux de transmission. Le mélange est ensuite filtré sur sable et sur tamis à 70 µm de porosité pour éliminer les débris. Le coût d'investissement est modéré.

**Les produits chimiques** visant à protéger les plantes des organismes nuisibles sont considérés comme des produits phytosanitaires (voir encadré) et donc doivent être homologués pour cet usage. Cela inclut les produits utilisés à ces fins dans le drainage.

Comme la plupart des techniques de désinfection sont basées sur l'oxydation, une partie des chélates est détruite durant cette opération. Les métaux liés à ces chélates précipitent. Il faudra donc filtrer la solution après désinfection et augmenter la dose d'injection des éléments détruits.



Figure 6. Filtre à sable pour filtration lente. (Photo : V. Günther)



Figure 7. Système de désinfection de l'eau aux UV. (Photo : V. Günther)

### Désinfection de la terre battue

En 2017, suite à la présence de *Ralstonia solanacearum*, de la chaux vive avec du magnésium a été appliquée à la dose de 1 kg/m<sup>2</sup> pour traiter la terre battue (sol non cultivé) des serres. La chaux vive est un désinfectant, utilisée notamment dans les bâtiments d'élevage. C'est un produit dangereux, très corrosif, à utiliser en respectant les consignes de sécurité. Dans le cas présent, l'eau d'irrigation contaminée provenant du système d'irrigation a été utilisée pour éteindre la chaux vive appliquée au sol. L'eau a ainsi été décontaminée en même temps.

## Produits désinfectants

Les produits utilisés en horticulture pour désinfecter appartiennent à deux catégories: celle des biocides ou celle des produits phytosanitaires. Selon le SECO, les biocides sont des substances actives ou des préparations, utilisées ailleurs que dans l'agriculture, contenant une ou plusieurs substances actives destinées à détruire ou du moins à repousser ou à rendre inoffensifs des organismes nuisibles nocifs (insectes, champignons, bactéries, rongeurs, algues, etc.) par une action chimique ou biologique. Les produits phytosanitaires (PPS) contiennent des principes actifs destinés à protéger les végétaux des organismes nuisibles, à conserver les produits à base de végétaux et à détruire les plantes ou les parties de plantes indésirables.

La liste actuelle des produits phytosanitaires autorisés en Suisse comme désinfectants est disponible auprès de l'Office Fédéral de l'Agriculture (OFAG), notamment via Internet (<https://www.psm.admin.ch/fr/produkte>). Quant aux produits biocides, ils sont gérés, en Suisse, par différents offices dont celui de la Santé Publique (OFSP). Les produits chimiques, y compris les biocides, autorisés en Suisse sont mentionnés dans le registre public des produits disponible sur le site internet de l'OFSP (<https://www.gate.bag.admin.ch/rpc/ui/home>).

La plupart des désinfectants sont désactivés par la matière organique. Il est donc important de bien nettoyer avant de les appliquer. Il est également nécessaire de bien connaître les caractéristiques des produits désinfectants, certains étant corrosifs, d'autres phytotoxiques nécessitent un rinçage soigneux. Lors de l'application, il faut notamment respecter :

- la concentration recommandée d'utilisation du produit,
- la température lors de l'application,
- le pH de l'eau utilisée pour préparer la solution,
- le temps de contact entre la solution désinfectante et la surface à désinfecter,
- la protection de l'applicateur (combinaison, gants, masque, etc.).

## Les biofilms

Selon Briandet *et al.* (2012), d'après les normes en vigueur un désinfectant doit permettre d'abattre 99,999% des micro-organismes ciblés. On est loin d'une stérilisation (ou éradication totale) quand on sait qu'un biofilm peut contenir plus de  $10^9$  bactéries par  $\text{cm}^2$  sur une surface. Dans ce cas, si on applique les normes, un désinfectant efficace pourra laisser plus de 10'000 survivants par  $\text{cm}^2$ . De plus ces normes sont fondées sur des tests réalisés sur des cellules planctoniques, cultivées dans des tubes à essais. L'organisation spatiale des cellules en biofilm n'est jamais considérée ! Il est donc très difficile, voire impossible d'éliminer les bactéries formant des biofilms dans le réseau d'irrigation si celui-ci a été contaminé, notamment par le recyclage du drainage.

## Références

Anonyme, 2016. Les règles et mesures d'hygiène au travail. [http://www.officiel-prevention.com/protections-individuelles/risque-biologique-chimique/detail\\_dossier\\_CHSCT.php?rub=91&ssrub=186&dossid=553](http://www.officiel-prevention.com/protections-individuelles/risque-biologique-chimique/detail_dossier_CHSCT.php?rub=91&ssrub=186&dossid=553) [10.01.2018]

Blancard D., 2009. Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser. Editions Quae, Versailles, 679 p.

Briandet R., Fechner L. & Dreanno C., 2012. Biofilms, quand les microbes s'organisent. Editions Quae, Versailles, 175 p.

Girault J.J., 1995. La désinfection des serres. PHM Revue horticole 365, 33-36.

Grodan, 2011. Nettoyage et désinfection de la serre.

<http://www.grodan.com/files/Grodan/Marketing%20material/TandS/Preparing%20for%20a%20new%20crop/FR/1-3%20Nettoyage%20et%20désinfection%20de%20la%20serre.pdf> [02.08.2017]

HortitecNews, 2017. Comment lutter contre le virus de la mosaïque du pépino dans les tomates sous-serres ?

<http://www.hortitecnews.com/lutter-contre-virus-de-mosaïque-pepino-tomates-serres/> [10.01.2018].

Le Quillec, 2002. Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 197 p.

Lambert L., 2004. Plus de mystères sur la désinfection en serres. Adresse:

<https://www.agrireseau.net/Rap/documents/b22cs04.pdf> [10.01.2018]

Office Fédéral de l'Agriculture (OFAG), Service phytosanitaire fédéral (SPF) – santé des plantes:

<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzengesundheit-eidg-pflanzenschutzdienst/schutz-vor-besonders-gefaehrlichen-schadorganismen/ralstonia-solanacearum.html> [01.06.2017].

Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R. & Massa D., 2011. Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture. EUPHOROS report (UNIFI), 63 p.

## Impressum

Éditeur: Agroscope  
Centre de recherche Conthey  
Route des Eterpys 18  
1964 Conthey  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

Copyright: © Agroscope 2018