



Rapport d'activité 2013 : Protection des végétaux grandes cultures, vigne et horticulture

Auteurs

O. Viret, K. Gindro, S. Schaerer, T. Steinger, J. Wirth, M. Jermini





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Impressum

Éditeur: Agroscope
Route de Duillier 50, Case postale 1012
1260 Nyon 1
www.agroscope.ch

Rédaction: O. Viret *et al.* Agroscope

Illustration: O. Viret *et al.* Agroscope

Couverture: Carole Parodi, Christian Bohren, Agroscope

Mise en page: Martine Kaeslin

Copyright: © Agroscope 2014

ISSN: 2296-7222

Avant-propos

Nous avons le plaisir de vous remettre le rapport annuel 2013 de la division de recherche **Protection des végétaux en grandes cultures et vigne** d'Agroscope qui présente les résultats des groupes de recherche spécialisés dans les différents organismes nuisibles des cultures, y compris la protection des végétaux au Sud des Alpes.

Programme d'activité et réorganisation

2013 a été marqué par la fin du programme d'activité 2012-13 et le lancement des projets pour la période 2014-2017 dans une nouvelle organisation de la recherche agronomique suisse. A partir du 1^{er} janvier 2014, Agroscope est composé de quatre instituts de recherche : l'institut des sciences en production végétale (IPV), l'institut des sciences en production animale (IPA), l'institut des sciences en durabilité agronomique (IDU) et l'institut des sciences en denrées alimentaires (IDA). Les synergies établies entre ces instituts dans les six pôles thématiques retenus (intensification écologique, préservation des ressources naturelles, changement climatique, qualité des denrées alimentaires, compétitivité, vitalité et attractivité des espaces ruraux) devraient permettre de mieux répondre aux attentes de l'agriculture et de la population. La protection des végétaux contribue essentiellement à l'intensification écologique, mais également aux autres thèmes, par le développement de méthodes d'identification rapides et fiables des organismes nuisibles, leur prévention, la prévision des risques et l'anticipation de nouveaux organismes. Des stratégies de lutte efficace et écologiquement supportable sont recherchées. La protection des végétaux est également impliquée dans la certification du matériel végétal (pommes de terre, viticulture et arboriculture), premier pilier de la réussite d'une culture au niveau phytosanitaire. En 2013, un grand travail a été fourni dans le cadre de la certification des plants de vigne par l'analyse virologique de tout le matériel des parcelles de multiplication P2 qui se sont montrées exemptes de viroses graves et sont en conformité avec l'ordonnance fédérale en la matière.

L'inspection phytosanitaire s'appelle maintenant Service phytosanitaire et a été intégré à la nouvelle division de recherche Diagnostic et évaluation des risques phytosanitaires sous la responsabilité de J. Frey à Wädenswil. La mission de ce groupe ne change pas et consiste à coordonner le diagnostic, la prévention et la lutte contre les organismes de quarantaine. Une répartition des responsabilités par culture a été définie avec les grandes cultures, la viticulture, les baies, plantes médicinales et ornementales à Changins (L. Schaub) et l'arboriculture et les cultures maraîchères à Wädenswil (M. Bünter).

Conditions climatiques

2013 est une année légèrement plus chaude que la nouvelle norme de 30 ans de MétéoSuisse (1981-2010). Dans le Bassin lémanique le climat se résume par une première période humide et froide qui s'est étendue de janvier à mai, suivie par une période estivale chaude avec un excédent de pluie en juillet, nettement plus sèche en août et une période automnale également chaude et humide, surtout en octobre sous l'influence de courants dominants du Sud et du Sud-Ouest. Ces régimes de foehn ont été favorables pour la viticulture en Valais et en Suisse alémanique avec nettement moins de précipitations que dans les autres régions du pays. La fin de l'année s'est distinguée par des précipitations très abondantes dans toute la Suisse. L'été restera en mémoire pour ses différents épisodes de grêle particulièrement dévastateurs pour l'agriculture. Plus de mille hectares de vigne ont été détruits en quelques minutes le 20 juin et les dégâts à l'ensemble des cultures se chiffrent en dizaine de millions de francs. Les conditions chaudes et humides de l'été ont été favorables aux maladies et aux ravageurs, mettant fortement à contribution la Protection des végétaux d'Agroscope.

Infrastructures

En 2013, le nouveau bâtiment AO à Changins est sorti de terre. Ce projet se concrétise et donne un important signal de modernisme et de pérennité des activités de la protection des végétaux qui disposera d'infrastructures de recherche adaptées aux exigences actuelles de sécurité et de biosécurité. Le déménagement est prévu en 2015 pour les laboratoires et les bureaux et sera suivi par la démolition du bâtiment AH actuel qui sera remplacé par les nouvelles serres, le conservatoire « insect-proof » pour le matériel de base en viticulture ainsi qu'une unité de quarantaine.

Nouvel ouvrage

La rédaction du premier volume d'une série de quatre sur les aspects phytosanitaires de la vigne est achevée. Sorti de presse au début 2014, ce premier numéro de plus de 250 pages sur les maladies fongiques est le fruit de plus de vingt ans de travaux d'Agroscope initiés par nos prédécesseurs que je remercie. Les volumes suivants sortiront de presse ces prochaines années et traiteront des ravageurs et auxiliaires, des virus et phytoplasmes et de la nutrition, carence et accidents physiologiques.

Confidentialité

Les informations contenues dans ce rapport ont un caractère confidentiel et ne sont pas destinées à être reproduites ou diffusées. La plupart des résultats sont annuels et doivent encore se confirmer. Lorsque nos données le permettent, elles sont publiées ou présentées dans des conférences en Suisse ou à l'étranger. La liste de ces publications scientifiques et pratiques, ainsi que les conférences se trouve à la fin de ce rapport.

Remerciements

Les nombreux résultats obtenus ne pourraient pas l'être sans la collaboration et le soutien des Services cantonaux et fédéraux de protection des végétaux et tous nos partenaires avec qui nous partageons les mêmes préoccupations au service de l'agriculture et de la population. Nous les remercions vivement pour leurs précieuses contributions et pour les fructueux échanges techniques et scientifiques qui permettent un enrichissement mutuel permanent.

Je remercie l'ensemble des collaboratrices et des collaborateurs de la protection des végétaux pour leur engagement, leur motivation et leurs compétences au service d'Agroscope, de l'agriculture et de la communauté scientifique nationale et internationale.

En vous souhaitant bonne lecture,

Olivier Viret

Photo de couverture : Le souchet comestible (C. esculentus L.)

Photo : Carole Parodi et Christian Bohren, Agroscope à Changins

Table des matières

Avant-propos	3
Table des matières	5
Entomologie	7
Grandes cultures	7
Céréales	7
Colza	7
Maïs	10
Pois protéagineux	12
Pommes de terre	13
Tournesol	14
Piège à aspiration	16
Arboriculture	17
Situation des insectes dans les vergers vaudois en 2013	17
Résurgence de <i>Grapholita molesta</i>	17
Vol de <i>Cacopsylla pruni</i> à Changins	18
Baies	18
Framboise	18
Viticulture	18
Situation dans les vignobles vaudois en 2013	18
Acariose	20
<i>Drosophila suzukii</i> en viticulture	22
Cultures maraîchères de pleine terre	24
Mouche de la carotte <i>Psila rosae</i>	24
Psylle de la carotte <i>Trioza apicalis</i>	24
Premières observations sur la punaise <i>Liocoris tripustulatus</i> , ravageur émergeant en culture de fraise	25
Prospection de parasitoïdes indigènes contre la punaise invasive <i>Halyomorpha halys</i>	25
Lutte biologique contre <i>Tetranychus urticae</i> sur tomate	26
Etudes diverses sur <i>Drosophila suzukii</i>	27
Interactions entre <i>D. suzukii</i> et <i>D. melanogaster</i>	28
Essai de lutte par piégeage intensif	28
Identifications et conseils divers	29
Malherbologie	30
Grandes cultures	30
Engrais verts allélopathiques	30
Suppression des adventices par des couverts végétaux vivants	30
Développement d'une stratégie de lutte contre le souchet comestible (<i>Cyperus esculentus</i>)	31
L'état des résistances aux herbicides en Suisse	32
Mycologie	34
Grandes cultures	34
Demandes de renseignements	34
Sclérotiniose du colza (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	34
Essais fongicides sur céréales	34
Mycothèque	34
Pomme de terre : gale argentée (<i>Helminthosporium solani</i>) et dartrose (<i>Colletotrichum coccodes</i>)	35
Ramulariose : nouvelles formes de spores	35
Fusariose de l'épi sur maïs-grain	35
MYCOLOGIE VIGNE ET CULTURES SPÉCIALES	37
Vigne	37
Mildiou	37
Lutte anti-oïdium en 2013 et résistance aux strobilurines	37
Essais traitements bio par voie aérienne	40
Folletage des grappes : quand la physiologie rencontre la microscopie	40
Le traitement à l'eau chaude (TEC) et la dormance induite	41
Maladies du bois de la vigne : esca et eutypiose	41
Champignons du genre <i>Fusarium</i> impliqués dans les kératites fongiques	42
Arboriculture	43

Biotechnologie végétale.....	46
Vignes.....	46
Pommes de terre.....	46
Petits fruits	46
Artichaut.....	47
Virologie-bactériologie	49
Grandes cultures (Pomme de terre).....	49
Mise en place du diagnostic moléculaire pour la certification de la pomme de terre.....	49
Contrôles obligatoires de la pourriture annulaire et de la pourriture brune sur plant de pomme de terre suisse et d'importation, récolte 2012.....	49
Contrôles de la pourriture annulaire et pourriture brune sur pomme de terre de consommation	49
Contrôles des maladies à «Erwinia» sur pomme de terre certifiée suisse et d'importation, récolte 2012	49
Recherche et développement (pomme de terre).....	50
Viticulture	51
Certification de la vigne et thérapie.....	51
Le maladie du Red Blotch.....	51
Phytoplasmoses et bactérioses de la vigne : Flavescence dorée (FD), Bois noir (BN) et Nécrose bactérienne (NB).....	51
Recherche et développement (vigne)	52
Projet Eupresco II GRAFDEPI	52
Arboriculture	52
Maladie virale de la petite cerise	52
Phytoplasmoses de quarantaine en arboriculture fruitière	53
Recherche et développement (abricotier)	53
Cultures maraîchères, baies, plantes médicinales et ornementales.....	53
Risque phytosanitaire en Suisse lié au virus de la mosaïque du pépino de la tomate	53
PV Sud des Alpes (DR14).....	54
Viticulture	54
GRAFDEPI.....	54
Longévité et fertilité des femelles de <i>Scaphoideus titanus</i>	54
Culture maraîchère sous abris	55
Dosage des produits selon la surface de la haie foliaire	55
Lutte contre l'oïdium de la tomate <i>Oidium neolycopersici</i>	56
Service phytosanitaire Agroscope	57
Coordination et mission.....	57
Recherche et diagnostic	57
Virus/phytoplasmes/bactéries	57
Insectes/nématodes	57
Mauvaises herbes.....	57
Publications.....	58
Publications scientifiques (journaux à comité de lecture, chapitre de livre, actes de congrès).....	58
Publications techniques et pratiques	59
Congrès et conférences	61
A l'étranger.....	61
En Suisse.....	62
Personnel DR 15	66
Malherbologie.....	66
Entomologie	66
Mycologie - Biotechnologie Végétale	66
Virologie et Bactériologie	67

Entomologie

Grandes cultures

Céréales

Mouche jaune des chaumes, *Chlorops pumilionis*

Le vol de la mouche jaune a été suivi à Changins au moyen du piège à aspiration qui n'est pas le piège le mieux adapté pour ce ravageur. Les captures ont été extrêmement faibles. Les totaux annuels sont comparés dans la Figure 1.

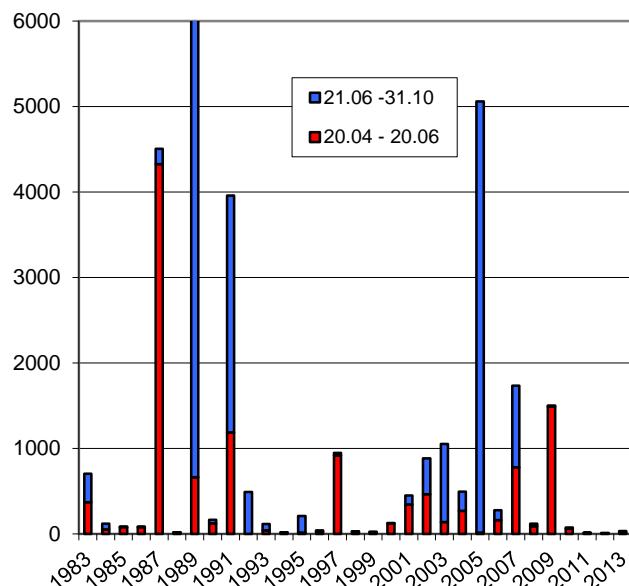


Figure 1. Captures annuelles de la mouche jaune des chaumes au piège à aspiration de Changins. Le vol de printemps (20.04 – 20.06) est celui qui cause généralement le plus de dégâts

Cécidomyie orangée du blé, *Sitodiplosis mosellana*

Dans le cadre de l'étude de cette espèce en Suisse, un essai a été mis en place conjointement avec le groupe POP afin de déterminer la présence, le suivi du vol ainsi que l'étude de la sensibilité variétale. Dans ce contexte, le vol de la cécidomyie orangée du blé a été suivie à Prangins dans un essai variétal de blé tendre (parcelle 42). Un piège à phéromone de type delta (Temmen GmbH, Allemagne) a été installé au centre de la parcelle le 30.04 jusqu'au 16.07. Le 14.05 les trois premiers individus de *S. mosellana* ont été capturés. La

Figure 2 présente la courbe de vol de cette cécidomyie.

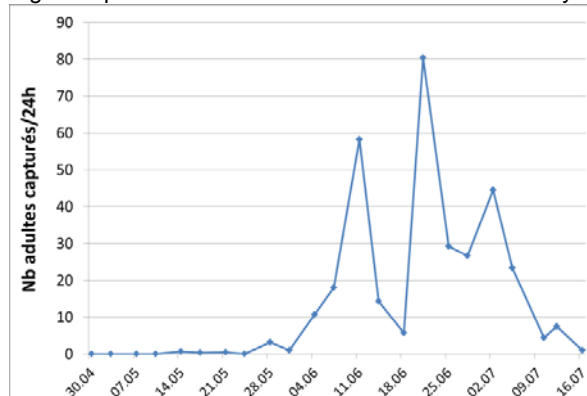


Figure 2. Courbe de vol de la cécidomyie orangée du blé (*Sitodiplosis mosellana*) dans un essai variétal de blé à Changins en 2013

Un contrôle du nombre de larves de cécidomyies du blé par épi, dans 15 variétés de blé (différentes précocités), a été effectué par un prélèvement d'épis le 10.07. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1. Ils montrent la présence de deux espèces de cécidomyie : la cécidomyie orangée du blé (*S. mosellana*) et la cécidomyie jaune du blé (*Contarinia tritici*). Le nombre moyen de larves de cécidomyie orangée du blé par épi varie de 0 (variété Altigo) à 2.2 (variété Arina). Pour *C. tritici*, le nombre moyen de larves/épi varie de 0 à 3.9 larves/épi (Arina).

Tableau 1. Contrôle du nombre de larves de cécidomyies dans un essai variétal de blé à Prangins (parcelle 42) en 2013. Prélèvement et contrôle le 10.07.2013. Dix épis contrôlés par variété

Variété	Type de blé	Classe	Précocité - Epilaison		Cécidomyie orangée	Cécidomyie jaune	Thrips	Pucerons
			Epilaison (N° jour depuis 01.01.2013)	Date	<i>Sitodiplosis mosellana</i>	<i>Contarinia tritici</i>		
					Nb larve moyen/épi	Nb larve moyen/épi	Nb moyen/épi	Nb moyen/épi
Sertori	printemps	I	154	04.06.2013	0.6	0.0	3.7	0.5
Zinal	automne	I	156	06.06.2013	0.9	0.7	3.7	0.9
Runal	automne	Top	155	05.06.2013	0.6	0.0	3.3	0.8
Arina	automne	I	158	08.06.2013	2.2	3.9	5.6	2.1
Claro	automne	Top	155	05.06.2013	1.1	0.5	2.4	9.4
Altigo	automne	pas homol. en CH	150	31.05.2013	0.1	0.0	2.7	0.7
Forel	automne	I	155	05.06.2013	0.1	0.1	0.7	0
Hanswin	automne	pas homol. en CH	156	06.06.2013	1.6	0.1	3.9	1.4
Vani noir	automne	pas homol. en CH	157	07.06.2013	0.8	2.4	2.1	0.2
Surette	automne	I	156	06.06.2013	0.0	0.0	1.1	0.9
Simano	automne	I	152	02.06.2013	0.4	0.0	1	0.2
Combin	automne	I	155	05.06.2013	0.4	0.2	3.6	0.3
Camedo	automne	Top	156	06.06.2013	0.8	0.3	3.1	2.5
Apache	automne	pas homol. en CH	155	05.06.2013	1.8	0.5	4.2	0.2
Rubisko	automne	pas homol. en CH	156	06.06.2013	0.4	0.2	2.2	1.9

Colza

Grosse altise, *Psylliodes chrysocephala*

Le contrôle annuel de la population larvaire (Figure 3) a été réalisé le 4.03 sur la parcelle 19; variété: Visby (levée 10.09.); semence enrobée avec du Modesto (Clothianidin+betaCylfluthrin) et TMTD (Thiram). Le contrôle a donné une moyenne de 1 larve par plante majoritairement au stade L1.

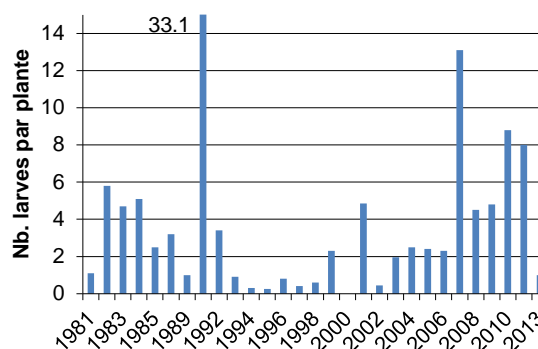


Figure 3. Evolution des populations larvaires par plante à Changins lors des contrôles effectués à la fin de l'hiver

Le vol des adultes (Figure 4) a été suivi à l'aide d'une cuvette jaune placée sur le sol le 3.09 sur la parcelle 18 ; variété: Avatar (levée 10.09.); semence non traitée. La 1^{ère} capture a eu lieu le 17.09 et le maximum de captures le 23.09 (22). Le total d'individus piégés a été plutôt moyen (150 captures dont 105 mâles et 45 femelles). La première femelle prête à pondre a été notée le 27.09. Les résultats de piégeage sont inclus dans le réseau de surveillance des ravageurs du colza en automne en Suisse romande.

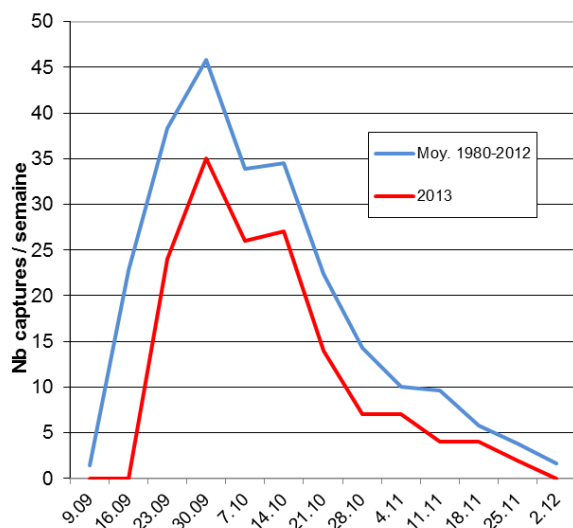


Figure 4. Vol de l'altise du colza à Changins en 2013 comparé à la moyenne des vols de 1980 à 2012

Charançon du bourgeon terminal, *Ceutorhynchus picitarsis*

A Changins, on note avec 7 captures, une nette diminution du charançon du bourgeon terminal qui ne semble pas augmenter.

Tenthrede de la rave, *Athalia rosae*

La présence de ce ravageur a été très faible à Changins.

Charançons du colza, *Ceutorhynchus napi*, *C. quadridens*, *C. assimilis*

Le vol du gros charançon ainsi que celui des deux autres espèces de charançons volant au printemps a été suivi à Changins (parcelle 19) à l'aide d'une cuvette jaune Ringot. Les captures de *C. napi* (total : 25, début du vol: 11.03., max.: 17.04.) se sont montrées faibles. Celles du charançon de la tige du chou (*C. quadridens*) et du charançon des siliques (*C. assimilis*) ont été moyennes. Les contrôles de pontes du gros charançon ont montré que le seuil n'a pas été atteint.

Méligèthes, *Meligethes* spp.

Le piège de Changins fait partie intégrante du réseau de surveillance des ravageurs du colza dirigé par la Station de protection des Plantes Agrilogie de Grange-Verney (spp). Les résultats sont publiés dans le bulletin grandes cultures et herbages d'Agrilogie Grange-Verney. La première capture a été observée le 11.03 et le nombre de méligèthes capturés a été de 471 jusqu'au stade BBCH 60 (début floraison 24.04.)

et de 697 au stade BBCH 69 (fin floraison, 17.05.). Le piège a été contrôlé jusqu'au début juillet où de très nombreux *M. aeneus* quittant vraisemblablement le colza ont été capturés. Dans la cuvette jaune, la proportion finale de *Meligethes aeneus* est de 95.3%.

Résistance du méligèthe du colza (*Meligethes aeneus*)

Au total 17 parcelles de colza ont été échantillonnées sur l'ensemble du Plateau suisse de Genève en Thurgovie en 2013. Les méligèthes ont été récoltées par frappage par le groupe Entomologie Agroscope ou par les Services phytosanitaires cantonaux et AgriGenève. En 2013, comme l'année précédente, les deux espèces de méligèthes ont été séparées avant le test par anesthésie au CO₂ durant quelques secondes. Cette méthode est efficace pour trier les deux espèces sans affaiblir les individus. Ainsi les résultats de sensibilité des méligèthes aux substances actives ne tiennent uniquement compte de l'espèce *Meligethes aeneus*. En 2013, les tests de sensibilité ont été réalisés, comme en 2011 et 2012, sur la bifenthrine (pyréthrianoïde B), ainsi que nouvellement sur le thiaclopride (néonicotinoïde). Les essais ont été par contre conduits avec des tubes imprégnés de substances actives selon les méthodes Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) (n°11 pyréthrianoïdes et n°21 néonicotinoïdes). Procédés : il y a un témoin et plusieurs dosages dont la dose d'emploi 100% et deux répétitions par procédé. Vingt individus de *M. aeneus* sont introduits par tube puis laissés à 20°C en chambre climatisée. Le contrôle a lieu 24 heures après. Seuls le thiaclopride a été testé pour les échantillons de Meinier et de Nassenwil à cause du nombre restreint de *M. aeneus*. La différenciation des deux espèces permet également de donner la proportion de présence des deux espèces pour chaque parcelle au moment du prélèvement (Tableau 2). Les résultats de la sensibilité de *M. aeneus* à la bifenthrine sont présentés dans la Figure 5 et le Tableau 2. Les résultats de la sensibilité de *M. aeneus* au thiaclopride sont présentés par le Tableau 3. L'interprétation des résultats correspond aux codes et valeurs limites édictées par l'IRAC respectivement des méthodes n°11 (pyréthrianoïdes) et 21 (néonicotinoïdes) pour la bifenthrine et le thiaclopride. Pour la bifenthrine, l'interprétation est relativement sévère. En effet, les résultats peuvent être relativisés, car dans tous les cas sauf à Ermatingen (TG), le taux de mortalité (à la dose d'emploi 100%) est > 90%. Ainsi malgré la classification IRAC, *M. aeneus* reste globalement plutôt sensible à la bifenthrine qui reste donc utilisable dans la majorité des cas et maintenue dans la stratégie anti-résistance. Pour le thiaclopride, ces premiers résultats pour la Suisse permettent d'avoir un point de départ, un état de la situation de la sensibilité de *M. aeneus* au thiaclopride. Il y a une variabilité dans les résultats. Par rapport aux résultats européens, globalement les résultats suisses se trouvent dans la moyenne. Suite aux résultats 2013, il n'y a aucune résistance avérée au thiaclopride (Biscaya) en Europe comme en Suisse et naturellement le thiaclopride reste maintenu dans la stratégie anti-résistance.

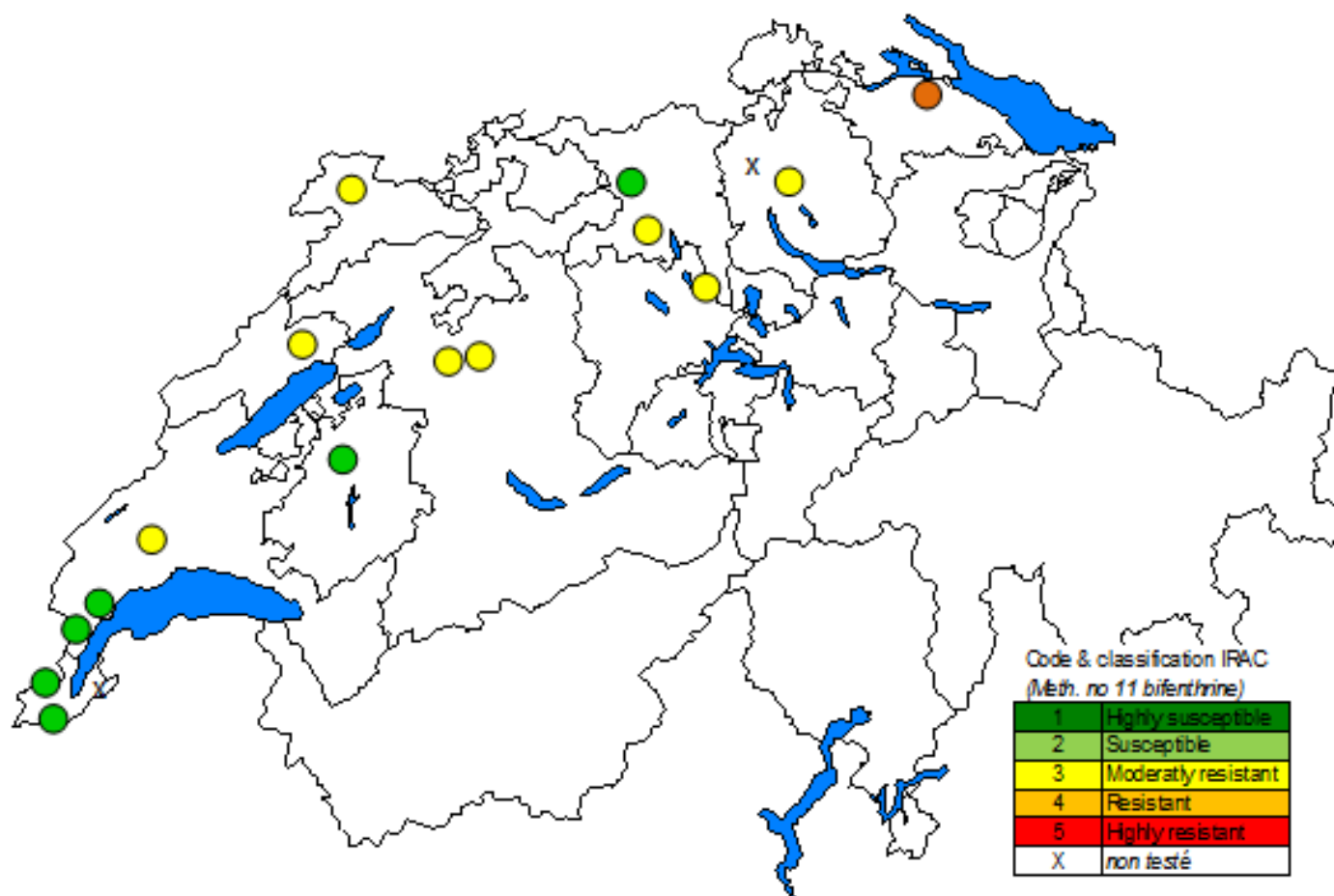


Figure 5. Carte de situation de la résistance de *Meligethes aeneus* à la bifenthrine (pyréthrinoïdes B) en Suisse en 2013. Résultats du taux de mortalité de *M. aeneus* selon la méthode IRAC n°11 « pyréthrinoïdes ». Code IRAC : Vert foncé : très sensible ; vert clair : sensible ; jaune : moyennement résistant ; orange : résistant ; rouge : très résistant ; X non testé

Tableau 2. Résultats des tests de sensibilité de *Meligethes aeneus* à la bifenthrine (pyréthrinoïdes B) selon la méthode IRAC n°11 pyréthrinoïdes et proportion des deux espèces dans chaque parcelle échantillonnée en Suisse en 2013

Bifenthrin		% mortalité <i>Meligethes aeneus</i>		code et classification IRAC	% <i>M. aeneus</i>	% <i>M. viridescens</i>	Date prélèvement
		0.1 ug/cm ²	0.02 ug/cm ²				
		100% field rate	20% field rate				
Kt.	Lieu						
AG	Biberstein	100	85.0	2 Susceptible	95.8	4.2	13.05.2013
VD	Borex	100	80.0	2 Susceptible	88.7	11.3	15.04.2013
GE	Laconnex	100	65.0	2 Susceptible	73.0	27.0	24.04.2013
GE	Satigny	100	60.0	2 Susceptible	59.9	40.1	18.04.2013
FR	Neyruz	100	59.5	2 Susceptible	97.6	2.4	23.04.2013
VD	Changins	100	53.4	2 Susceptible	57.0	43.0	16.04.2013
VD	Pampigny	97.6	78.2	3 Mod. resistant	73.0	27.0	07.05.2013
LU	Hohenrain	97.5	90.0	3 Mod. resistant	89.6	10.4	01.05.2013
BE	Wiggiswil	97.5	62.5	3 Mod. resistant	95.5	4.5	30.04.2013
AG	Teufenthal	95.1	66.7	3 Mod. resistant	92.1	7.9	13.05.2013
JU	Porrentruy	92.9	82.5	3 Mod. resistant	81.2	18.8	23.04.2013
BE	Diemerswil	90.5	63.3	3 Mod. resistant	95.6	4.4	30.04.2013
ZH	Kloten	90.5	57.1	3 Mod. resistant	86.0	14.0	07.05.2013
NE	Cernier	90.2	33.2	3 Mod. resistant	70.4	29.6	13.05.2013
TG	Ermatingen	84.6	35.0	4 Résistant	97.7	2.3	25.04.2013
GE	Meinier	-	-	- -	22.8	77.2	24.04.2013
ZH	Nassenwil	-	-	- -	86.9	13.1	06.05.2013

Tableau 3. Résultats des tests de sensibilité de *Meligethes aeneus* au thiaclopride selon la méthode IRAC n°21 néonicotinoïdes en 2013

Thiaclopride		% mortalité <i>Meligethes aeneus</i>							
		1.44 ug/cm ²		0.72 ug/cm ²		0.144 ug/cm ²		Control	
		% field rate		% field rate		% field rate			
Canton	Lieu	200%	+/- SD	100%	+/- SD	20%	+/- SD		+/- SD
LU	Hohenrain	100.0	0.0	97.5	2.5	77.5	12.5	0.0	0.0
GE	Meinier	100.0	0.0	95.2	4.8	58.3	2.8	0.0	0.0
VD	Changins	100.0	0.0	95.0	5.0	45.0	0.0	0.0	0.0
VD	Pampigny	100.0	0.0	90.1	5.1	65.8	0.8	0.0	0.0
JU	Porrentruy	100.0	0.0	83.3	2.4	68.3	1.7	0.0	0.0
VD	Borex	100.0	0.0	81.0	0.0	70.0	10.0	0.0	0.0
FR	Neyruz	100.0	0.0	80.0	0.0	45.0	15.0	2.5	2.5
ZH	Kloten	97.8	2.2	90.5	9.5	42.7	2.7	0.0	0.0
GE	Laconnex	97.6	2.4	100.0	0.0	60.0	5.0	0.0	0.0
GE	Satigny	97.6	2.4	97.5	2.5	75.7	4.3	0.0	0.0
TG	Ermatingen	97.5	2.5	82.9	2.9	44.2	10.8	0.0	0.0
AG	Biberstein	95.5	4.5	70.7	0.7	45.0	10.0	2.5	2.5
AG	Teufenthal	95.2	4.8	85.7	0.7	38.2	1.8	0.0	0.0
BE	Diemerswil	93.0	2.5	78.0	3.0	25.0	0.0	2.5	2.5
BE	Wiggiswil	90.5	4.8	69.0	7.1	40.0	0.0	0.0	0.0
NE	Cernier	90.1	5.1	80.5	0.5	38.8	8.8	0.0	0.0
ZH	Nassenwil	88.2	11.8	59.5	16.7	21.1	2.4	0.0	0.0
IRAC value		98.0	3.0	93.0	6.0	50.0	10.0	only valid tests (control < 20%)	

Maïs

Pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*

Afin de suivre le vol du mélange des deux races de pyrale du maïs (uni- et bivoltine) dans la région de La Côte (VD), deux pièges nasses (Coretrap) à phéromone ont été installés en bordure de parcelles de maïs à Gland et Bursins en 2013. Ils ont été suivis durant la saison entre le 30.04 et le 1.10 (changement de capsule phéromonale chaque semaine). A Gland, la première pyrale a été capturée le 14.06 à 173.3 degrés-jours (méthode min-max, seuil 10°C) et à Bursins les premières pyrales (au nombre de neuf) ont été capturées le 11.06 à 148.6 degrés-jours. A Gland, un total de 118 pyrales ont été capturées durant la saison. A Bursins, un total de 264 pyrales ont été capturées durant la saison. La courbe de vol du mélange des deux races est présentée dans la Figure 6.

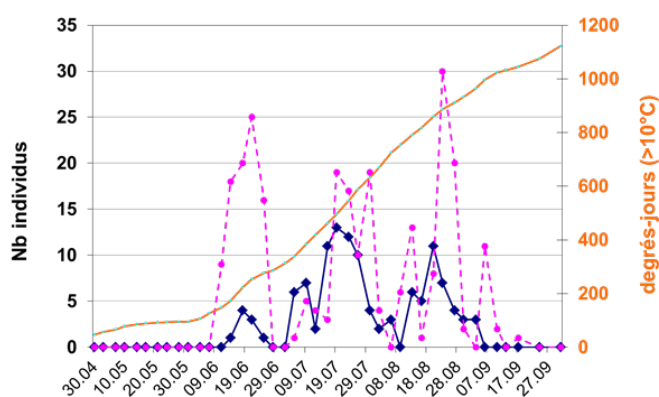


Figure 6. Courbes de vol du mélange des deux races de la pyrale du maïs à La Côte VD en 2013. Pièges nasses à phéromone à Gland (trait bleu) et à Bursins (pointillé rose). La somme de température (en degrés-jours, méthode min-max, seuil 10°C) est représentée par le trait orange

Afin de connaître la situation de la présence de la race bivoltine au nord des Alpes en Suisse, un réseau de piégeage a été poursuivi en 2013 sur tout le Plateau suisse et a été organisé et coordonné par le groupe Entomologie (Agroscope) et a été intégré pour la première fois au réseau Agrométéo (<http://www.agrometeo.ch/fr/pyrale-du-mais>). Les résultats du vol et de la nymphose, ainsi que les avertissements peuvent être suivis par tous les acteurs. Au total 26 pièges nasses (Coretrap) à phéromone et trois pièges lumineux ont été relevés une fois par semaine entre le 10.05 et le 6.09 par les Stations phytosanitaires cantonales de AG, BE, FR, GE, LU, NE, VD, ZH, les firmes vendant les trichogrammes (UFA Samen-Nützlänge, Fenaco, Omya, Andermatt Biocontrol) ainsi qu'Agroscope (Figure 7). Les résultats du Réseau 2013 ont montré que selon les courbes

de vol, seuls les pièges de Gland, Bursins, Denens et Ecublens dans le canton de Vaud comptent cette race bivoltine. Ce résultat vient confirmer la présence de la race bivoltine détectée sur La Côte (de Bogis-Bossey VD à Ecublens VD) entre 2004 et 2012 et s'ajouter à la situation déjà connue au Tessin.

Il est à noter que le 30.08.2013 à Schinznach (AG), trois individus nous ont été envoyés pour identification. Il ne s'agissait pas de *Ostrinia nubilalis* mais d'une espèce très ressemblante de la famille des pyralidae *Pleuroptya ruralis*. Ainsi les individus capturés tôt ou tardivement dans la saison doivent être vérifiés afin de ne pas faire de fausse interprétation quant à l'expansion-distribution de la race bivoltine.

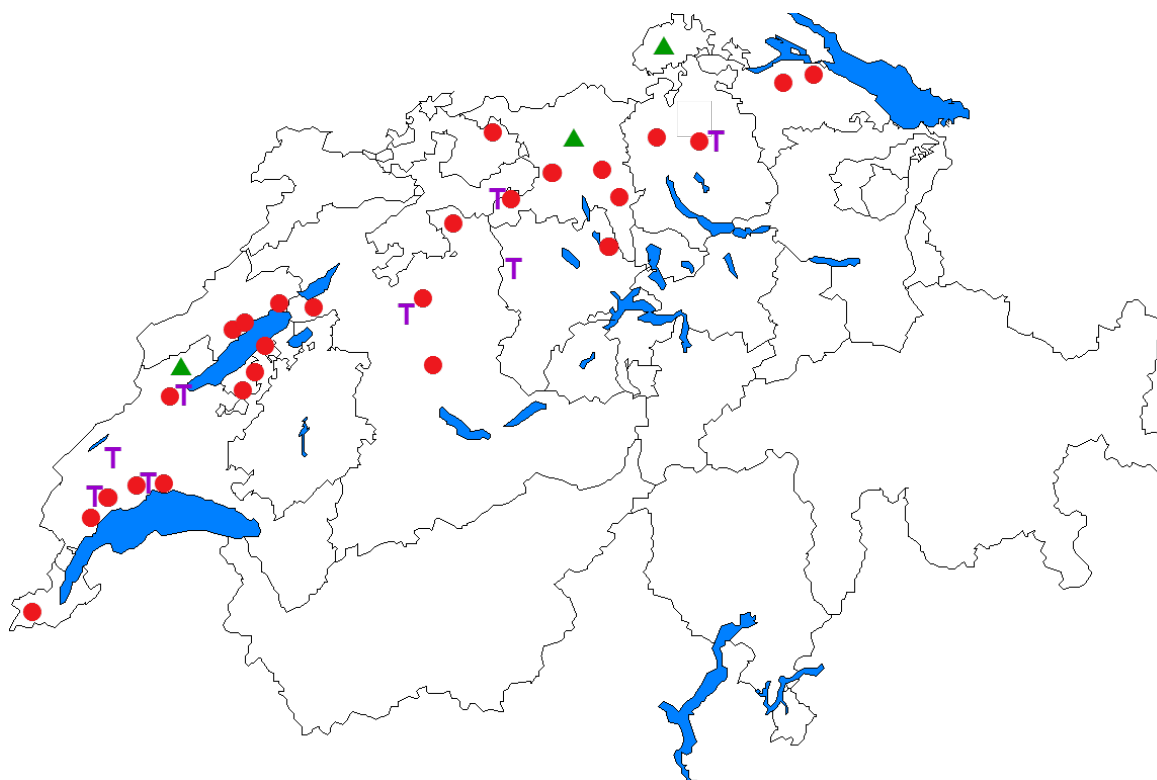


Figure 7. Réseau pyrale du maïs en Suisse en 2013. Points rouges : pièges nasses (Coretrap) à phéromones. Triangles verts : pièges lumineux. « T » violets : tas de chaumes

Pour la définition de la date optimale de lâcher des Trichogrammes dans le cadre du Réseau pyrale 2013, la nymphose et l'émergence des pyrales de la race univoltine ont été suivies sur six tas de chaumes récoltés en automne 2012 à Grossdietwil (LU), Zollikofen (BE), Oftringen (AG), Ballens (VD), Method (VD) et Strickhof (ZH) par les Stations phytosanitaires cantonales, les firmes et Agroscope. A titre de comparaison pour le mélange des deux races (uni- et bivoltine), du matériel a été prélevé par Agroscope à Bursins (VD) en automne 2012. Le 5% de nymphose a été dépassé dans le tas de chaume de Ballens le 17.06 avec 6.3% (à 209 dj, seuil >10°C, méthode min-max, station Agrometeo de

Changins) et le 5% de nymphose moyen a été dépassé le 21.06 dans le Réseau pyrale (six tas). Concernant la nymphose et l'émergence des pyrales provenant de Bursins, étant donné qu'il s'agit d'un mélange des deux races, les pourcentages atteints aux différentes dates ne veulent rien dire car la proportion des deux races n'est pas connue (le 5% de nymphose a eu lieu le 15.05 à Bursins).

Modèle phénologique de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*

Afin de mieux comprendre la phénologie de la race univoltine de la pyrale du maïs, des pièges lumineux ont été suivis et

l'émergence des adultes a été observée depuis 1972. Les observations de Derron et al. (Revue suisse Agric. 41 (3) : 179-184, 2009) permettent de paramétrer un modèle et de valider ses simulations.

Les paramètres biométriques sont programmés dans SOPRA. Le modèle utilise les températures moyennes horaires des stations MeteoSuisse (1981-2013). Il distribue une cohorte selon la vitesse de développement et sa variabilité dans le stade post-diaposant de la larve L5 et le stade pupal. L'émergence des adultes est simulée pour les stations météo de Changins, Cointrin et Aigle représentant Changins, Genève et le Chablais. Le jour de 50% (J50) d'émergence basé sur des observations et sur la simulation et le J50 du vol basé sur le piégeage sont calculés à l'aide d'une régression des données, transformées par logit.

Le modèle avec paramètres originaux simule bien les observations de l'émergence à Changins avec une différence moyenne de 1.2 ± 4.9 jours. Les simulations de l'émergence sont 1.6 ± 4.7 jours plus tard que le vol à Changins. En comparaison, la différence moyenne entre les observations de l'émergence et le vol est 0.6 ± 4.0 jours. Les recommandations basées sur le modèle sont équivalentes à celles émanant des observations de l'émergence (Figure 8). A Genève et au Chablais, les simulations de l'émergence par rapport aux piégeages ont un retard de 1.7 ± 2.1 jours, acceptable pour la pratique.

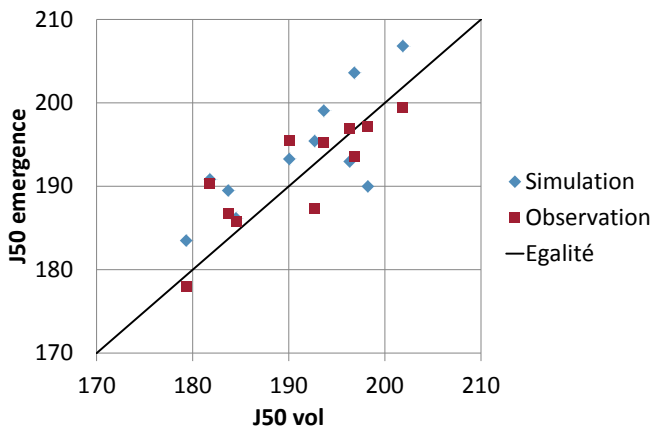


Figure 8. Le jour de 50% (J50) d'émergence simulée (modèle) et observée (tas et boîtes) en comparaison avec le J50 du vol (pièges) à Changins

Le modèle estime l'émergence de la pyrale du maïs aussi bien que les observations journalières du développement des pupes. Le modèle offre la possibilité d'éviter un travail laborieux et d'estimer le vol dans toutes régions avec la race univoltine. Le modèle sera mis à disposition de la pratique sur la plateforme Agrometeo.

Pois protéagineux

Tordeuse du pois, *Cydia nigricana*

Trois pièges deltas à phéromone (Andermatt Biocontrol) ont été installés dans deux parcelles de pois de printemps à Prangins (parcelle 55) et à Goumoëns (parcelle 1) ainsi que dans une parcelle de pois d'automne à Changins (parcelle 18). Ces pièges ont été inclus au réseau romand « Tordeuse du pois » coordonné par la Station de protection des plantes du Canton de Vaud. Le suivi du vol des papillons commence

dès que la somme de température atteint 150 degrés-jours (> 10°C, méthode sinus) et permet de déterminer la date d'intervention (seuil : 100 papillons cumulés au stade deux étages de gousses plates : BBCH 72). A Prangins et à Changins le vol a débuté le 28.05 à 126.5 dj avec un papillon chacun. A Goumoëns le vol a débuté le 11.06 avec un papillon. Le vol a été suivi d'avril-mai (installation des pièges le 23.04 à Prangins, le 21.05 à Goumoëns et le 24.05 à Changins et Goumoëns) jusqu'au 12 juillet à Prangins et Changins et le 16 juillet à Goumoëns (Figure 9).

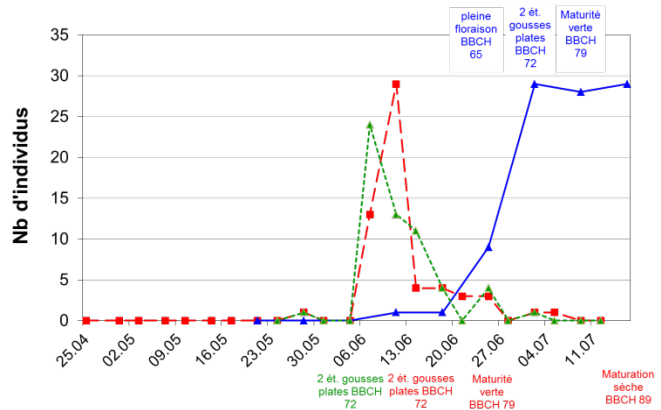


Figure 9. Courbes de vol de la tordeuse du pois suivie en 2013. En rouge le vol à Prangins (P.55), en vert le vol à Changins (P.18) et en bleu le vol à Goumoëns (P.1)

A Prangins, Changins et à Goumoëns le seuil de >100 captures au stade de deux étages de gousses plates (BBCH 72) n'a pas été atteint et aucun traitement n'a été effectué. Respectivement 47, 25 et 40 tordeuses cumulées ont été capturées dans les pièges de Prangins (14.06), Changins (7.06) et Goumoëns (2.07) au stade BBCH 72 (Figure 10). Les résultats du contrôle d'attaque et du rendement sont présentés dans Tableau 4. A Changins et à Goumoëns les dégâts n'ont pas dépassé la limite du seuil économique, tandis qu'à Prangins les dégâts atteignent la valeur limite supérieure qui est de 5% de grains véreux ou 10% de gousses attaquées.

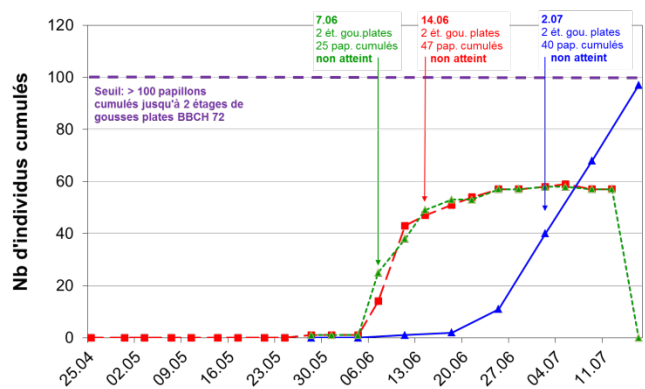


Figure 10. Courbes de vol cumulées de la tordeuse du pois suivie en 2013. En rouge le vol à Prangins (P.55), en vert le vol à Changins (P.18) et en bleu le vol à Goumoëns (P.1). Le pointillé violet indique le seuil de 100 papillons cumulés. Les flèches indiquent le stade critique pour le seuil de 2 étages de gousses plates BBCH 72

Tableau 4. Observation du nombre cumulé d'adultes et du taux d'attaque de la tordeuse du pois en 2013

Parcelles		Captures tordeuses		Seuil	Traité	Contrôle d'attaque		Rendement
Lieu Parcelle Altitude Surface [ares]	Pois Date de semis Variété	Nb de tordeuses cumulées au stade sensible de 2 gousses plates (BBCH 72)		Seuil atteint	Appl. Insecti- cide	% gousses attaquées (N=200)	% grains attaqués	en [dt/ha] à 13.5% H2O
		Date	Nb tordeuses					
Prangins P.55 395 msm 79	printemps 06.03.2013 Divesres	14.06.2013	47	NON	NON	11.9%	4.8%	28.37
Changins P.18 440 msm 193	automne 24.10.2012 Amazona Enduro	07.06.2013	25	NON	NON	3.2%	1.3%	24.91 grêlé !
Goumoëns P.1 605 msm 17	printemps 18.04.2013 Alvesta	02.07.2013	40	NON	NON	3.9%	1.0%	42.80

Pommes de terre

Dynamique des pucerons vecteurs du virus Y de la pomme de terre (PVY)

Parcelle de pommes de terre à Goumoëns

Le dénombrement des espèces de pucerons colonisatrices a été réalisé chaque semaine par la méthode des 100 feuilles dès la levée et jusqu'à la destruction des fanes. Le maximum de pucerons atteint le 16.07 s'est élevé à 6042 pucerons par 100 feuilles (Figure 11). Cette population était constituée essentiellement d'*Aphis nasturtii*.

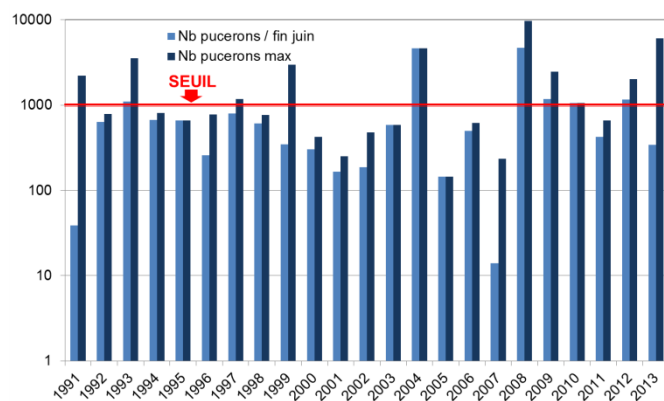


Figure 11. Nombre maximum de pucerons colonisateurs par 100 feuilles de 1991 à 2013. Le seuil d'intervention pour les pommes de terre de consommation est de 1000 pucerons par 100 feuilles (10 pucerons/feuille) à la fin juin

Piège à aspiration de Changins

Le dénombrement et l'identification des pucerons (aillés) vecteurs de virus permettent de calculer la pression vectorielle (Figure 12) des vecteurs de virus de la mosaïque de la pomme de terre (PVY) et de produire un bulletin hebdomadaire à l'intention des producteurs de plants de pommes de terre.

Une nouvelle formule est utilisée depuis 2011 pour calculer la pression vectorielle :

$$\text{Pression vectorielle} = 1 * \sum \text{BH} + 0.3 * \sum \text{Aspp.}$$

$\sum \text{BH}$ = somme des *Brachycaudus helichrysi* capturés

$\sum \text{Aspp}$ = somme des *Aphis* spp. capturés

Cette formule se base sur de nouveaux résultats de recherche issus d'Agroscope.

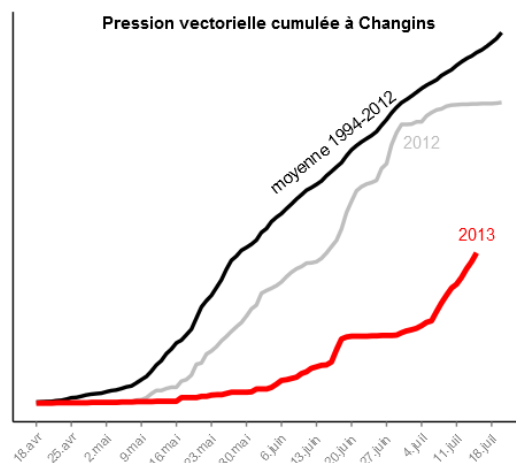


Figure 12. Courbe de la pression vectorielle au piège à aspiration de Changins-Nyon (Agroscope)

Les prévisions du taux de viroses se basent depuis 2011 sur le nouveau modèle. Les prévisions en mi-juin correspondaient très bien avec les observations (taux de viroses moyen en Suisse : 1.8% (Charlotte, Bintje), prévision du modèle : 2.5% (avec traitement d'huile).

Essai couverture

Un essai a été conduit à Changins pour la troisième année consécutive en collaboration avec B. Dupuis du groupe POP de Agroscope. L'objectif était d'évaluer l'effet de différentes couvertures du sol (paille 1000 kg/ha, 1500 kg/ha, 2000 kg/ha, 2500 kg/ha, 2500 kg/ha avec huile minérale et huile minérale seule) sur la colonisation des pommes de terre par les pucerons et la dissémination du virus PVY (4 répétitions par procédé). Les pucerons capturés dans des bacs verts placés dans chaque répétition ont été comptés et identifiés deux fois par semaine. Un piège à fils girouette a également été mis en place dans l'essai et relevé deux fois par semaine également. Le vol des pucerons a été plus important qu'en 2012. Les résultats des captures ne montrent pas de différences claires entre les modalités paille et témoin (Figure 13).

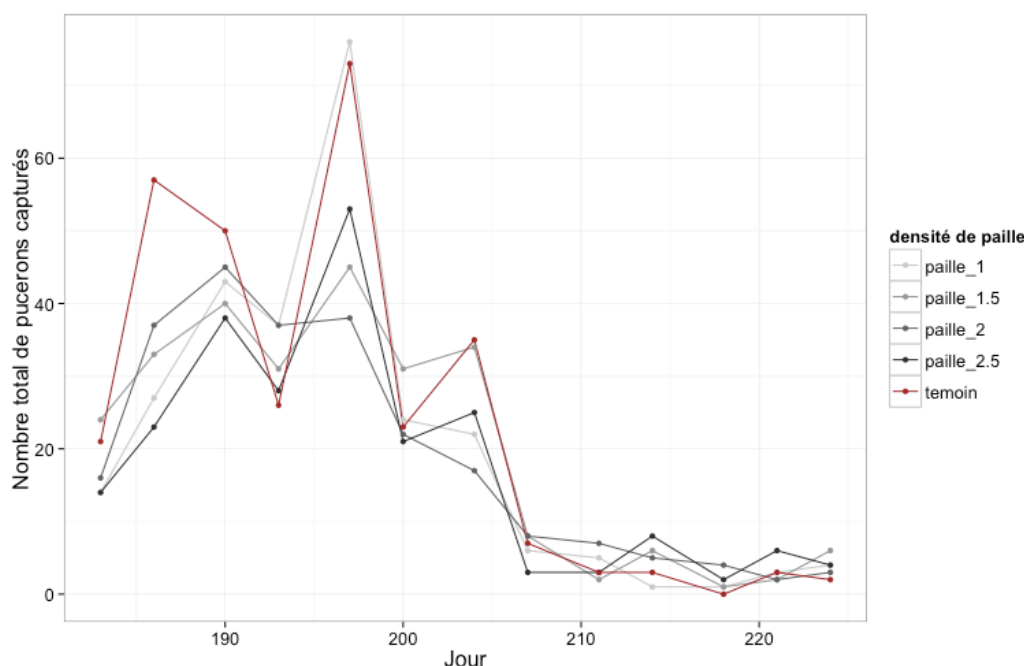


Figure 13. Nombre de pucerons piégés dans des bacs verts dans les différentes modalités (densités de paille)

Vers fil de fer (taupins), *Agriotes* spp.

Suite à une forte attaque de vers fil de fer dans une parcelle de pommes de terre nouvelles à Trélex VD en 2011, une confirmation de ou des espèces impliquées a été conduite en 2012 et poursuivie en 2013 par un piégeage des adultes. Un piège avec diffuseur phéromonal Unitrap (à eau) pour quatre espèces de taupins (*Agriotes lineatus*, *A. obscurus*, *A. sordidus*, *A. sputator*) a été utilisé. Quatre pièges ont ainsi été installés à 20 m de distance du 15.04 au 23.07 entre la parcelle en question cultivée cette année en orge d'automne extenso (précédent cultural : blé d'automne) et une parcelle de lupin de printemps (précédent : pâturage bovin). Les résultats (Tableau 5) montrent une faible émergence de taupins, parmi les espèces problématiques du genre, seul *A. lineatus* a été détecté. Aucun *A. sordidus* (espèce méridionale à cycle court) n'a été piégé. Les résultats montrent également la spécificité relative des diffuseurs phéromonaux avec la présence d'autres genres de taupins dans les différents pièges.

Afin de rechercher la présence de *A. sordidus* en Suisse, des pièges supplémentaires (Unitrap phéromonal) ont été installés pour la même période à Porrentruy JU (orge d'automne, précédent pommes de terre) et à Collombey-Muraz VS (carottes). Aucun *A. sordidus* n'a été piégé.

Tableau 5. Résultats des captures de taupins à Trélex VD entre une parcelle d'orge d'automne et de lupin de printemps en 2013. Pièges Unitrap à phéromone pour quatre espèces de taupins ravageurs du genre *Agriotes*. Les individus inscrits en rouge ne correspondent pas au diffuseur phéromonal spécifique

Date	Stade (BBCH) orge	Stade (BBCH) lupin	Nombre d'adultes capturés				Nb total
			Phéromone <i>Agriotes lineatus</i>	Phéromone <i>Agriotes sputator</i>	Phéromone <i>Agriotes sordidus</i>	Phéromone <i>Agriotes obscurus</i>	
			505.132/ 140.199	505.120/ 140.218	505.111/ 140.236	505.100/ 140.255	
15.04.2013	fin tallage 29	germination 05-09	Installation des pièges				
16.04.2013	idem	idem	0	0	0	0	0
23.04.2013	début mont. 30	cotylédons 10	0	0	0	0	0
30.04.2013	33-37	2-3 files étalées 12-13	0	0	0	0	0
07.05.2013	39	4 files étalées 14	0	0	0	0	0
14.05.2013	57	7 files étalées 17	0	0	0	0	0
21.05.2013	59	8-9 files étalées 18-19	0	0	0	0	0
28.05.2013	61	10 files étalées 20	0	0	0	0	0
04.06.2013	69 (fin flor.)	51 apparition inflo.	0	0	0	0	0
11.06.2013	75	61	0	0	0	0	0
18.06.2013	85	65	1 <i>Agriotes acuminatus</i>	0	0	0	1
25.06.2013	grêlé	grêlé	5 <i>Agriotes lineatus</i>	0	0	1 <i>Agriotes lineatus</i>	6
02.07.2013	mûr	71 form. des gousses	0	0	0	0	0
09.07.2013	récolté	71 form. des gousses	0	0	0	0	0
16.07.2013	récolté	79 Maturité verte	2 <i>Agriotes lineatus</i>	0	0	0	2
23.07.2013	récolté	81	1 <i>Agriotes lineatus</i>	1 <i>Athous bicolor</i>	2 <i>Agriotes gallicus</i>	1 <i>Agriotes gallicus</i>	5

Tournesol

Pucerons du tournesol, *Brachycaudus helichrysi*

Le vol de cette espèce est suivi au piège à aspiration depuis 1983 (Figure 14). L'augmentation des surfaces de tournesol depuis le début des années 90 autour de Changins n'influence pas l'importance des captures de pucerons au printemps qui proviennent des pruniers, à l'inverse des vols d'été provenant eux essentiellement du tournesol.

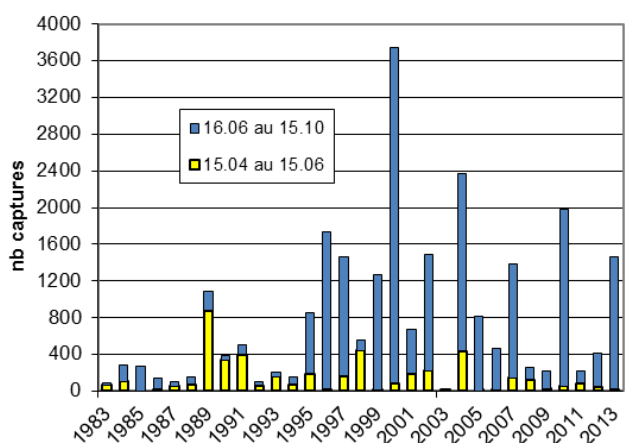


Figure 14. Vols de printemps (jaune) et d'été (bleu) des ailés de *B. helichrysi* provenant respectivement des pruniers et du tournesol

Essai aphicide-fongicide dans le tournesol

Un essai aphicide-fongicide a été conduit à Changins sur la parcelle 8 en 2013 conjointement entre les groupes Entomologie, Mycologie et Céréales panifiables-Oléagineux-Pomme de terre. Le tournesol, variété Sanluca, a été semé le 17.04.2013. L'essai consiste en huit procédés avec quatre répétitions disposés en blocs randomisés. Les procédés et les dates d'applications aphicides et fongicides sont présentés dans le Tableau 6. Les applications aphicides ont été réalisées le 7.06 après dépassement du seuil (>50% des feuilles crispées) au stade phénologique de 10 feuilles. Les applications fongicides ont été réalisés le 5.06 au stade phénologique de 8 feuilles et la seconde application prévue au stade phénologique BBCH 51 (bouton étoilé) n'a pas pu être réalisée. En effet, la parcelle a été fortement grêlée le 20.06.

Tableau 6. Essai aphicide-fongicide dans le tournesol (parcelle 8) en 2013. Détail des procédés, produits, dosages, substances actives et dates d'applications

Procédés	Substances actives	Application
1 Témoin		
2 Aztec 0,4 l/ha	Triazamate 140 g/l (=56 g ai/ha)	07.06.2013
3 Tepeki 0,140 kg/ha	Flonicamide 500 g/kg (=70 g ai/ha)	07.06.2013
4 Pirimor 0,250 kg/ha	Pirimicarb 500 g/kg (=125 g ai/ha)	07.06.2013
5 Aztec 0,4 l/ha + Priori Top 1,0 l/ha	Triazamate + (Azoxytrobine +Difénoconazole)	7.06 + 5.06.2013
6 Priori Top 1,0 l/ha	Azoxytrobine 200 g/l +Difénoconazole 125 g/l	05.06.2013
7 Aztec 0,4 l/ha + Priori Top 1,0 l/ha (BBCH 51)	Triazamate + (Azoxytrobine +Difénoconazole)	7.06 + non effectué (grêle)
8 Priori Top 1,0 l/ha (BBCH 51)	Azoxytrobine 200 g/l +Difénoconazole 125 g/l	non effectué (grêle)

Quatre contrôles du nombre de pucerons (*Brachycaudus helichrysi* et *Aphis fabae*) par plante étaient prévus, mais seules les trois premiers contrôles après traitements ont été réalisés le 7.06 (J=0), 10.06 (J+3), 17.06 (J+10). Le dernier contrôle qui était prévu le 27.06 (J+20) et la mesure du rendement n'ont pas pu être réalisés à cause des forts dégâts occasionnés par la grêle. A J=0, le contrôle a été effectué aléatoirement dans les différents procédés à raison de huit plantes prélevées. Le résultat est de 76.1 pucerons/plante. A J+3 et J+10, deux plantes par répétition (8 plantes/procédé) ont été prélevées et analysées. Le nombre de pucerons a été dénombré et les résultats sont présentés par dans Figure 15.

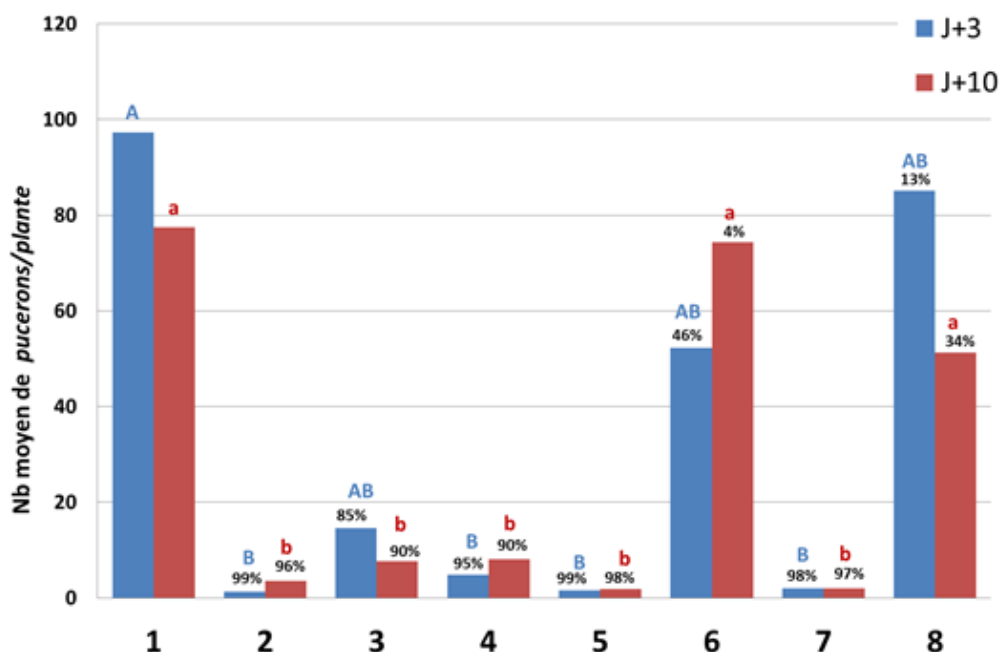


Figure 15. Essai aphicide-fongicide dans le tournesol à Changins (variété Sanluca, parcelle 8) en 2013. En abscisse : les huit procédés (Tableau 6). En ordonnée : nombre moyen de pucerons (*Brachycaudus helichrysi* et *Aphis fabae*) par plante. Application aphicide le 7.06 (J=0) et applications fongicides le 5.06. Contrôle du nombre de pucerons à J+3 (10.06), J+10 (17.06). Pourcentage d'efficacité selon Abbott. Les résultats portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents (Test de Student-Newman-Keuls (SNK), $P=0.05$)

Piège à aspiration

Les données du piège à aspiration de Changins font partie intégrante de la base de données du projet européen EXAMINE (EXploitation of Aphid Monitoring IN Europe) qui a pour but l'étude à long terme de l'effet du changement climatique sur la dynamique des populations de pucerons.

En 2013, le piège a capturé 16050 pucerons dont 63.3% sont des espèces ayant un intérêt agronomique. Le vol de *Rhopalosiphum padi* (6325 captures) s'est comme toujours montré le plus important suivi de celui de *Brachycaudus helichrysi* avec 1461 individus et *Aphis spp.* avec 960 pucerons (Figure 16, Figure 17, Figure 18).

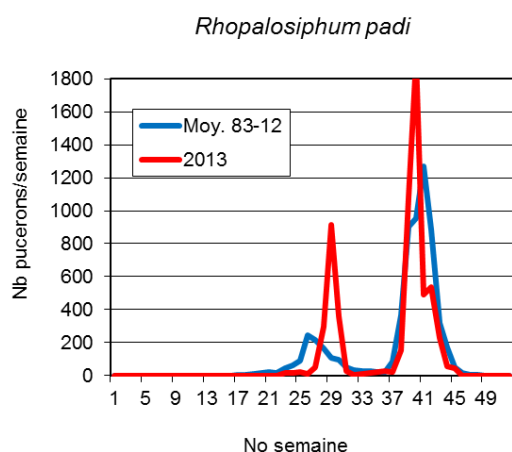


Figure 16. Captures hebdomadaires de *R. padi* vecteur de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV) au piège à aspiration de Changins

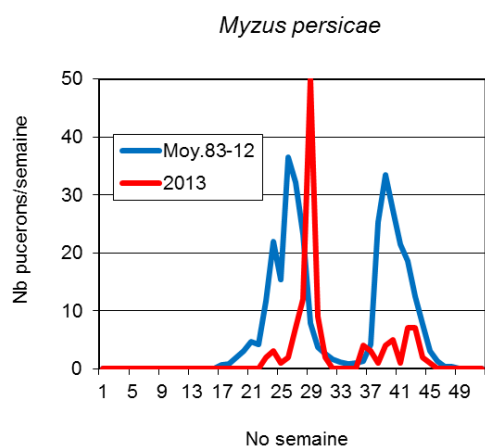


Figure 17. Captures hebdomadaires de *M. persicae* (vecteur de nombreux virus des plantes cultivées) au piège à aspiration de Changins

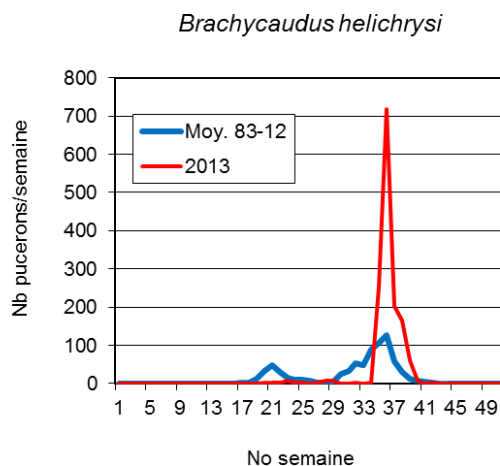


Figure 18. Vol de *B. helichrysi* puceron du tournesol et vecteur de la mosaïque de la pomme de terre au piège à aspiration de Changins

Les araignées se déplaçant par « ballooning » grâce au vent, emportées par leur fil et prises au piège à 12.2 m, ont été dénombrées à Changins puis identifiées à Neuchâtel par Gilles Blandenier du Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF). De 1993 à 2004 puis de 2009 à 2013 (Figure 19), près de 25'000 araignées appartenant à 16 familles et à plus de 100 espèces ont été enregistrées. La famille des linyphiides est la plus représentée.

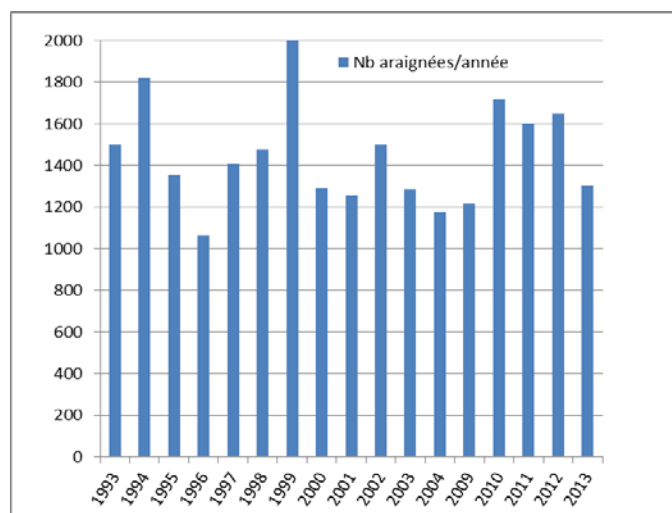


Figure 19. Captures annuelles des araignées au piège à aspiration de Changins de 1993 à 2004 puis de 2009 à 2013

Arboretum

Depuis 1983, le contrôle régulier des arbustes de l'arboretum (hôtes d'hiver) dès février, permet de suivre l'éclosion des œufs de pucerons (fondatrices) ainsi que l'apparition des premiers ailés (migrants) de plusieurs espèces ayant un intérêt agronomique.

Différentes espèces de pucerons sont régulièrement utilisées pour renouveler les élevages en laboratoire ainsi que pour des tests de transmission de virus.

Arboriculture

Situation des insectes dans les vergers vaudois en 2013

La pression des différents ravageurs arboricoles a été faible à moyenne en 2013 (Figure 20). En moyenne 1,5% des pommes ont été attaquées dans les vergers commerciaux vaudois. Les premiers mâles du carpocapse des pommes (*Cydia pomonella*) ont été capturés le 13 mai et le 2ème vol s'est terminé le 19 août. Au total, l'intensité du vol a été moyenne à importante. Avec 0,9% de dégâts le carpocapse a été le ravageur principal. Même si la pression du carpocapse a augmenté dans le canton de Vaud, seules 10% des parcelles ont dépassé le seuil économique de 1% de dégâts. Les premiers capua (*Adoxophyes orana*) ont été capturés le 15 juin et la pression est restée faible. Les premiers individus de la petite tordeuse des fruits (*Grapholita lobarzewskii*) ont été capturés le 31 mai et les populations ont diminué par rapport à l'année précédente. Les dégâts provoqués par les noctuelles, les cheimatobies et les insectes piqueurs (=punaises et rhynchites) ont été faibles à moyens.

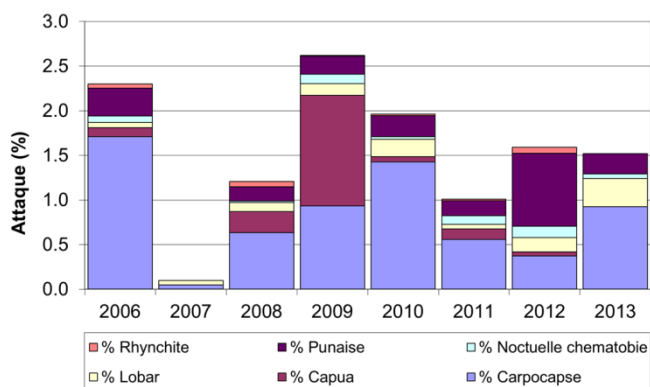


Figure 20. Dégâts moyens par insectes dans les vergers vaudois en 2013 (18 ≤ N ≤ 42)

Résurgence de *Grapholita molesta*

Présente en Suisse depuis plusieurs décennies, la tordeuse orientale du pêcher (*Grapholita molesta*) est demeurée très discrète jusqu'ici. En 2012, les producteurs du bassin lémanique ont signalé pour la première fois des attaques marquées sur les pêches et les poires. Dans certaines exploitations de la Côte, plus de 10% de fruits ont été touchés et nos identifications ont confirmé qu'il s'agissait bien de larves de *G. molesta*. Suite à ces dégâts, nous avons suivi l'évolution des populations de *G. molesta* de concert avec les services cantonaux. A l'aide de pièges à phéromone, la présence de l'espèce a pu être confirmée dans les vergers genevois, vaudois, fribourgeois, tessinois et zurichois (Figure 21). Cependant les relevés de ces pièges ont également démontré que la phéromone actuellement disponible est peu spécifique et attire d'autres espèces du genre *Grapholita*, dont le carpocapse des prunes (*Grapholita funebrana*), ainsi que des papillons des genres *Pammene*, *Celypha*, *Cnephasia* et *Oegoconia*. Cette diversité ne facilite pas, pour des non-spécialistes, l'utilisation des pièges à phéromone pour suivre l'évolution des populations de la tordeuse orientale du pêcher, d'en déduire son stade phénologique et par conséquent les moments d'intervention les plus appropriés. A partir de mi-juillet 2013, des premiers symptômes ont été observés sur pousses de pêchers, puis le taux de rameaux attaqués a augmenté. Cependant des dégâts sur pêches n'ont été signalés qu'exceptionnellement. Les poires et les pommes ont été totalement épargnées par le ravageur cette année. L'impact économique de *G. molesta* s'est donc avéré négligeable cette année. Les faibles attaques en 2013 sont probablement liées aux conditions météorologiques défavorables et à la stratégie de lutte suggérée. Toutefois, il est recommandé aux producteurs de rester vigilants et de privilégier les mesures de lutte durables, telles que la confusion sexuelle et les traitements biologiques à base de virus.

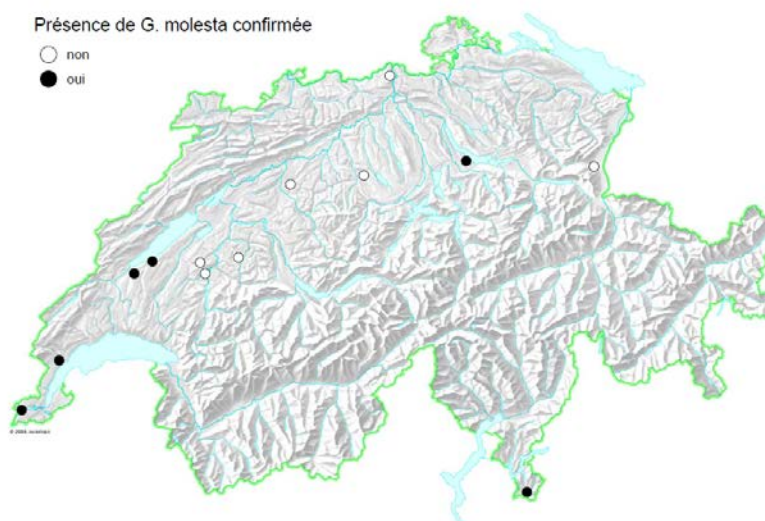


Figure 21. Régions en Suisse où la présence de *Grapholita molesta* a été confirmée en 2013

Vol de *Cacopsylla pruni* à Changins

L'enroulement chlorotique de l'abricotier (ESFY) est une maladie épidémique qui affecte plusieurs espèces d'arbres à noyaux tels que l'abricotier, le prunier et le pêcher. Même si cette maladie est provoquée par un phytoplasme, elle est transmise par le psylle *Cacopsylla pruni*. Cependant, on soupçonne que l'espèce *C. pruni* est constituée de deux différents types, même sous-espèces ou espèces. L'objectif de cette étude était de suivre la phénologie du vol du vecteur à Nyon et d'identifier le type de vecteur et son taux de contamination par le phytoplasme. Par des frappages sur le prunellier (*Prunus spinosa*), des adultes de *C. pruni* ont été capturés de mi-avril jusqu'en juin (Figure 22). Dans un échantillon partiel, la population de *C. pruni* était constituée d'un seul adulte de type A (=0.4%) et de 279 individus de type B (=99.6%). Le phytoplasme d'ESFY n'a été identifié que dans quatre individus de type B sur les 294 adultes analysés (=1.4%).

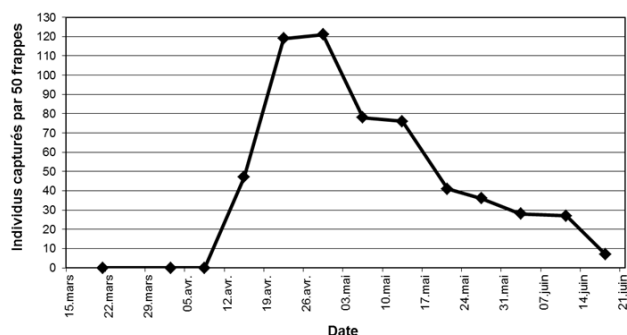


Figure 22. Nombre d'adultes de *C. pruni* capturés au printemps 2013 sur des prunelliers échantillonnés à Nyon

Baies

Framboise

Lutte contre l'acarien jaune *Tetranychus urticae* et l'anthonome du framboisier *Anthonomus rubi*

Dans le cadre d'un suivi à long terme, l'évolution des populations de l'acarien jaune commun (*Tetranychus urticae*) et de son prédateur typhlodrome (*Typhlodromus pyri*) a été suivie dans une parcelle de framboises de la variété Glen Ample située sur la commune de Nendaz.

La saison 2013 a été particulièrement défavorable au développement de l'acarien jaune (Figure 23). Ainsi, la charge en acariens n'a atteint que 4 acariens-jour/feuille contre près de 836 en 2009 ! Sur les cinq années d'étude, la lutte biologique contre l'acarien jaune a donné entière satisfaction. Le traitement acaricide initial, avant l'introduction de typhlodromes et une application post-récolte en 2011 ont

permis le développement et le maintien des prédateurs dans la culture. Ces derniers suffisent à maintenir les populations d'acariens jaunes à des niveaux suffisamment bas qui ne nécessitent pas d'interventions chimiques avant floraison. Cette stratégie permet d'assurer une production de fruits exempts de traces de résidus acaricides et peut donc être validée pour les framboises d'été.

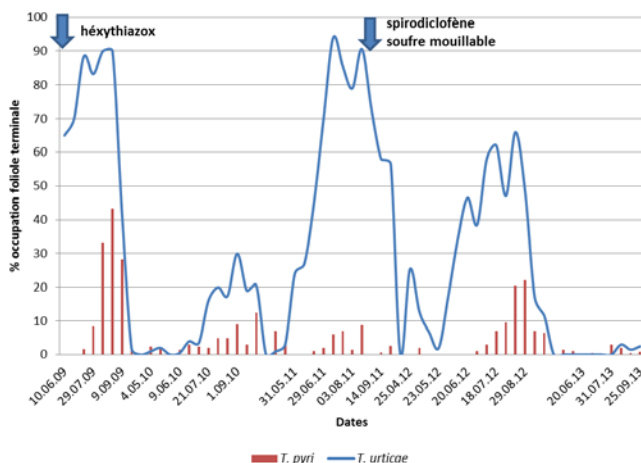


Figure 23. Evolution du taux d'occupation des folioles terminales par *T. urticae* et *T. pyri* à Nendaz de 2009 à 2013. Les flèches verticales indiquent les traitements acaricides effectués. Un lâcher de typhlodromes a été réalisé dans la parcelle entre le 8 et le 15.05.2009

Viticulture

Situation dans les vignobles vaudois en 2013

Les vers de la grappe eudémis (*Lobesia botrana*) et cochylys (*Eupoecilia ambiguella*) sont les principaux ravageurs de la vigne en Suisse. Les 1^{ers} eudémis ont été piégés le 6 mai, ce qui est tard en relation avec la date mais moyen par rapport à la somme des températures. Le 2^{ème} vol a commencé le 15 juillet, ce qui est tardif mais moyen en référence à la somme des températures. L'intensité du vol d'eudémis a été très faible pour la première et seconde génération. Pour toute la saison 2013, aucune cochylys n'a été capturée. Eudémis reste donc l'espèce largement majoritaire (Figure 24). Le taux de dégâts est très faible et comme les années précédentes, le taux d'attaque sur grappes est plus élevé dans les vignobles traités de façon classique que dans les vignes protégées par la confusion sexuelle (Figure 25). En conclusion, la densité de la population hivernante de 2013 est faible et constituée principalement d'eudémis. Par conséquent, les risques pour la saison 2014 sont faibles.

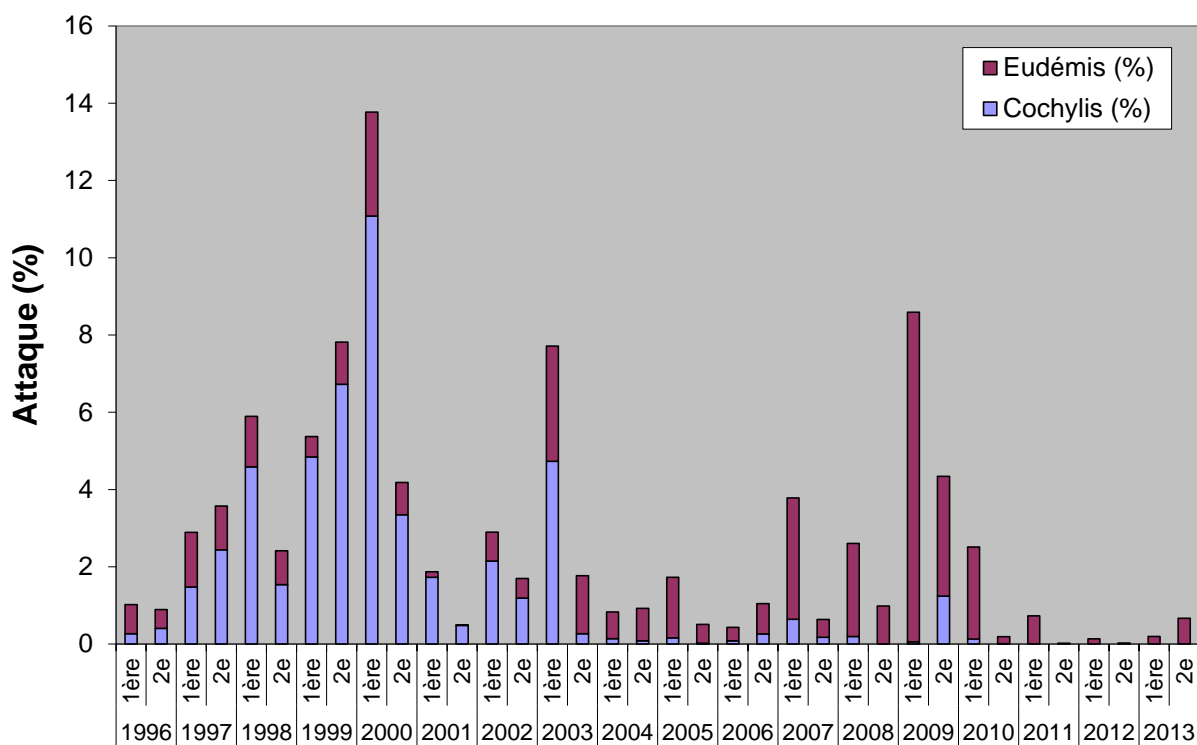


Figure 24. Dynamique du taux d'attaque moyen des vers de la grappe de 1996 à 2013 dans les vignobles vaudois ($9 \leq N \leq 46$)

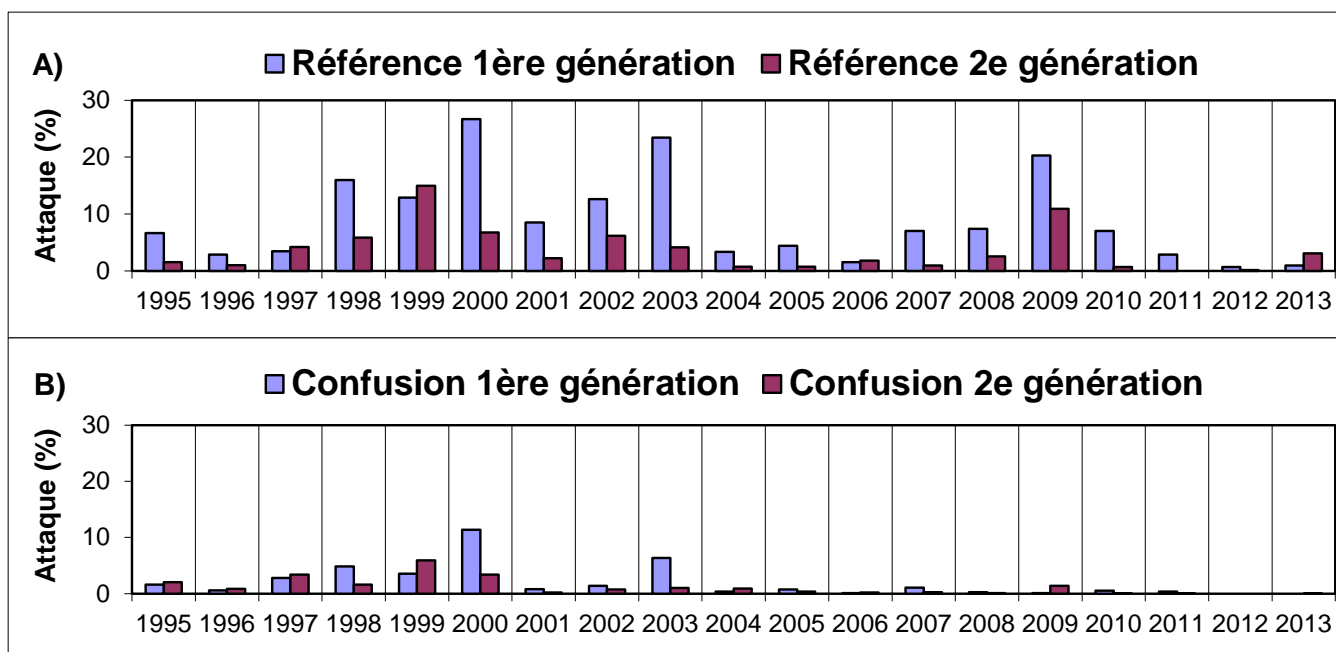


Figure 25. Développement du taux d'attaque moyen des vers de la grappe de 1995 à 2013 dans les vignobles vaudois de référence, A) traités de façon classique et B) où est pratiquée la lutte par confusion sexuelle ($4 \leq N \leq 30$)

Acariose

Contrôles d'hiver et traitements

Des contrôles de populations hivernantes de l'agent de l'acariose de la vigne, l'ériophyde *Calepitrimerus vitis*, ont été réalisés dans 18 parcelles valaisannes ayant connu des blocages de végétation ces dernières années. En 2013, aucun site ne dépasse le seuil de 20 acariens par bourgeon (Figure 26) et aucun traitement préventif n'a été recommandé. Au printemps 2013, malgré de mauvaises conditions météorologiques, ces parcelles n'ont pas particulièrement montré de symptômes d'acariose. Les blocages observés ont été peu nombreux et atypiques. Ces arrêts de croissance sont attribués à la proportion d'individus qui migrent du vieux bois vers les jeunes pousses. Il est extrêmement difficile de déterminer la part de la population qui hivernera sur le cep plutôt que dans les bourgeons. Les suivis de 2011 avait montré que le retour des acariens vers la base des pousses s'effectuait très tardivement dans la saison lorsque le feuillage restait vert plus longtemps suite à des applications de fumure foliaire en juillet – août par exemple. En fin de saison, il est ainsi plus facile pour les acariens de se réfugier sous les écorces du vieux bois plutôt que dans les bourgeons prêts à affronter les conditions hivernales.

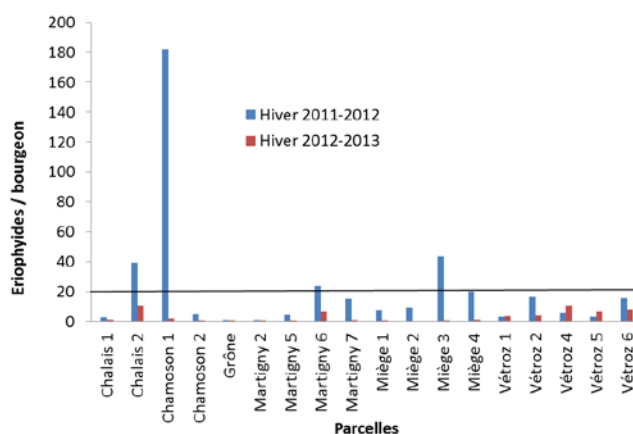


Figure 26. Populations moyennes de *C. vitis* par bourgeon dans 18 parcelles valaisannes en 2012 et 2013. Le trait noir plus épais représente le seuil empirique provisoire de 20 acariens/bourgeon nécessitant un traitement préventif (pré-débourement)

Migrations 2013

Selon des travaux allemands, l'application d'un acaricide peut se décider sur la base des sommes de températures moyennes journalières accumulées au printemps. Ce mouvement migratoire dure environ deux à trois semaines et débute lorsque la somme des températures moyennes quotidiennes en dessus de 0°C calculées depuis le 1^{er} mars atteint au moins 300°C. En 2013, nous avons suivi la migration des ériophydes dans six parcelles valaisannes proches de stations météo à l'aide de la méthode de scotchs double face placés sur 10 sarments par parcelle.

A l'exception d'un site, où la migration des individus vers les jeunes pousses a débuté quelques jours avant, le seuil de 300°C a donné pleine satisfaction (Figure 27). La migration est fortement freinée lorsque la température moyenne passe

en-dessous de 10°C, mais reprend rapidement dès que les conditions climatiques se réchauffent. Afin d'assurer une efficacité maximale, le traitement devrait intervenir dès le début de la migration et par des températures moyennes supérieures à 10°C. Pour la saison 2013, cela correspond à deux fenêtres d'intervention : entre le 15 et le 18.04 et entre le 21 et le 26.04.

L'utilisation des sommes de températures donne de bonnes indications sur le début de la migration des ériophydes. Durant cette phase, ils sont particulièrement sensibles aux traitements qui devraient intervenir durant cette période. L'intégration des prévisions de températures moyennes disponibles dans Agrométéo devraient permettre même de définir la longueur approximative des fenêtres de traitement optimales.

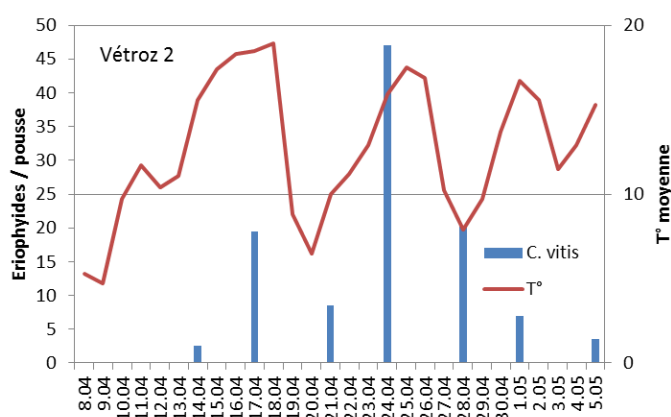


Figure 27. Nombre moyen de *C. vitis* par pousse migrant du vieux bois vers les jeunes pousses dans une parcelle valaisanne (Vétroz) et évolution de la température moyenne. Somme de température de 300°C atteinte le 15.04

Effets secondaires

Essai « Fongicide » - Changins

Un fongicide à base d'extraits de bois de vigne, inclus dans diverses stratégies de traitement, a été testé durant toute la saison dans une parcelle du domaine de Changins (voir Rapport PV – Mycologie pour la description des diverses variantes).

L'évolution des populations de typhlodromes (*Typhlodromus pyri*) a été suivie et quatre contrôles ont été effectués les 08.05 ; 17.06 ; 17.07 et 02.09. Ils ont porté sur 16 feuilles par variante. Les densités d'acariens ont été dénombrés sous loupe binoculaire au laboratoire (Figure 28). Le premier contrôle, intervenu avant le premier traitement, montre une certaine hétérogénéité entre les variantes, sans différences significatives. Durant le mois de mai, les populations se développent de manière très satisfaisante dans toutes les variantes et particulièrement dans le témoin non traité, ce qui se traduit par d'importantes populations de prédateurs à mi-juin. L'épisode de grêle du 20.06 influe directement sur la dynamique des populations de *T. pyri* qui diminuent fortement lors du contrôle du mois de juillet. Les typhlodromes se maintiennent cependant au-dessus du seuil d'individu par feuille. En fin de saison, les populations de typhlodromes se

reconstituent dans la moitié des variantes. Durant l'ensemble des contrôles, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les variantes et aucune des stratégies testées n'a eu d'impacts négatifs sur les acariens prédateurs. Les épisodes de grêle n'ont cependant pas facilité les contrôles et l'essai devrait être répété sur plusieurs sites afin de confirmer ces premières observations.

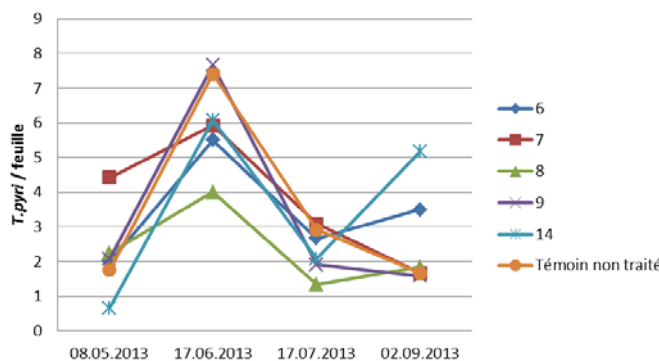


Figure 28. Densités moyennes de *T. pyri* par feuille dans les variantes de l'essai fongicide de Changins comparées à un témoin non traité. Les programmes de traitements des diverses variantes sont détaillés dans le rapport PV - Mycologie

Comparaisons de pièges Rebell

Dans le cadre d'un projet CTI, Agroscope à Wädenswil, étudie deux nouvelles variantes de pièges jaunes pour suivre notamment le vol de la cicadelle verte de la vigne (*Empoasca vitis*) et du thrips de la vigne (*Drepanothrips reuteri*). Ces deux nouveaux pièges jaunes (N07 et N68) sont comparés à l'ancienne version (A) qui ne sera bientôt plus disponible. Agroscope Changins a réalisé des essais de piégeages dans les conditions du vignoble valaisan. Le vignoble est situé à St-Pierre de Clages Les pièges sont disposés dans la parcelle du 27.06.2013 au 30.08.2013 et sont relevés hebdomadairement. Ils sont conservés au congélateur dans l'attente du dénombrement des insectes. Pour *D. reuteri* seuls les mâles ont été dénombrés.

Les deux nouveaux pièges ont donné les mêmes informations que l'ancienne version pour les deux ravageurs considérés (Figure 30). Aucune différence significative n'a été obtenue. Les deux nouveaux pigments sont donc comparables. Le choix du pigment final s'effectuera en tenant compte des captures réalisés dans d'autres cultures avec d'autres ravageurs.

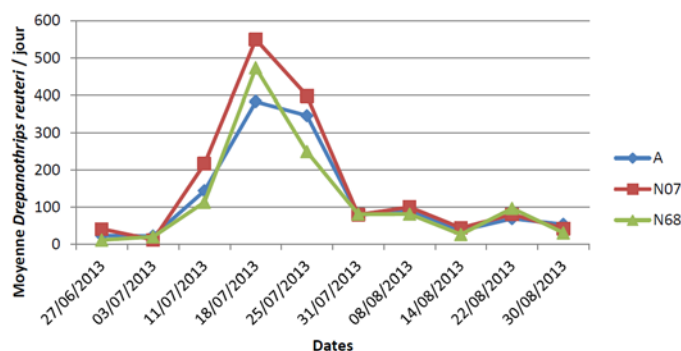
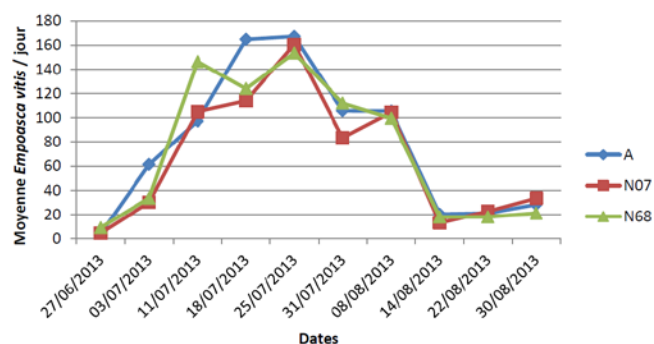


Figure 29. Captures de *E. vitis* (en haut) et de *D. reuteri* (en bas) selon les 2 types de pièges testés (A : Alt ; N : Neu pigment 07 et 68)

Scaphoideus titanus en Suisse

En 2012, une campagne de surveillance nationale coordonnée par Agroscope a permis d'établir la présence diffuse de l'insecte dans l'arc lémanique et dans le Chablais vaudois et valaisan. À l'exception du Tessin et du canton de Genève, le vecteur n'a pas été détecté dans les autres régions viticoles de Suisse. En 2013, les contrôles se sont limités à la Suisse romande et ont porté sur des vignes situées dans des zones en principe épargnées par *S. titanus* mais proches de régions colonisées par l'insecte. Un total de 57 parcelles réparties dans 40 communes ont été contrôlées entre mi-juillet et début septembre 2013. Sur l'arc lémanique, la cicadelle a été nouvellement découverte dans les communes de Mont-sur-Rolle et d'Aubonne. Pour la première fois, quelques individus ont également été observés en Valais central dans les régions de Fully, Sion et Siere. Ces nouvelles données confirment la lente expansion de l'insecte en Suisse romande, qui aura mis 17 ans pour gagner le Valais central depuis Genève.

Pour rappel, à l'exception du Tessin et de la vallée du Misoix (GR), la Suisse a, dans le contexte phytosanitaire européen, le statut de zone protégée par rapport à la FD. Cela signifie que tout plant et matériel de multiplication de *Vitis* ne peut être introduit dans cette zone qu'accompagné d'un passeport phytosanitaire spécial comportant le sigle ZP-d4. Il est primordial que les viticulteurs des régions concernées signalent rapidement aux services compétents tout foyer de jaunisse suspect. Des recommandations plus détaillées sont disponibles sur le site internet d'Agroscope et auprès des services cantonaux de la viticulture.



Figure 30. Nympe de *Scaphoideus titanus* au 5e stade larvaire

Drosophila suzukii en viticulture

Importance de *Drosophila suzukii* pour le vignoble

En 2011, la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*) originaire d'Extrême-Orient a été identifiée pour la première fois en Suisse. La femelle de *D. suzukii* est capable, grâce à un ovipositeur particulièrement denté, de pondre ses œufs dans un grand nombre de fruits, entre autre le raisin. En 2012, les populations de *D. suzukii* ont fortement augmenté dès le mois de septembre exposant les vignobles à un risque potentiel d'infestation.

Dans le cadre d'un projet Euphresco, nous avons évalué par un questionnaire électronique la menace que *D. suzukii* a posé aux vignobles européens en 2012. Nous avons reçu 22 réponses, dont six de la Suisse, de 14 différents vignobles couvrant environ 10 % de la surface viticole européenne. À huit endroits, la population de drosophiles est constituée d'un assemblage d'espèces indigènes et de *D. suzukii*, mais cette dernière n'est jamais dominante. Bien que *D. suzukii* soit présente, elle n'a pas causé des dégâts majeurs aux raisins de table et de cuve en 2012. Cependant, les cépages rouges se sont montrés plus attractifs, même si le niveau d'infestation est resté dans l'ensemble très faible. La plupart des répondants ont donc considéré que le potentiel de *D. suzukii* comme ravageur viticole important est faible à moyen (Figure 31). Ces indications témoignent que le raisin est un fruit potentiellement susceptible d'être attaqué par *D. suzukii*, mais qu'il n'est pas particulièrement favorable au développement des populations du ravageur. Malgré ces résultats rassurants, il convient de rester attentif à l'évolution de *D. suzukii* dans le vignoble.

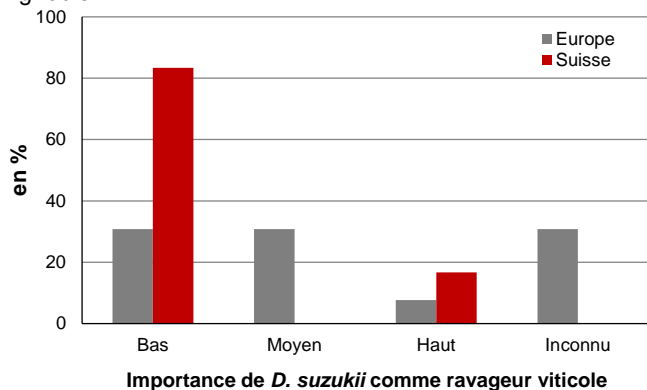


Figure 31. Jugement de l'importance de *D. suzukii* comme ravageur viticole par les répondants de l'enquête Euphresco

Piégeages 2013

L'insecte a été capturé dans les vignobles de dix cantons (AG, BL, BE, GR, LU, SG, TI, VD, VS et ZH). Tout comme en 2012, le Tessin semble héberger les populations les plus importantes et des adultes y sont piégés dans le vignoble dès le mois d'avril. Le pic d'activité est observé de fin août à fin octobre. Par ailleurs, dans la cave de Changins qui réceptionne de la vendange en provenance du Tessin, du Valais et du canton de Vaud, plus de 1000 *Drosophilidae* ont été capturées de mi-septembre à mi-novembre, mais seules six drosophiles du cerisier ont été identifiées parmi elles. Les courbes de vol ne peuvent pas être directement comparées d'une année à l'autre car les mélanges attractifs utilisés varient d'un site à l'autre et le piégeage n'a pas toujours été réalisé dans les mêmes parcelles. La Figure 32 illustre néanmoins le niveau moyen des captures en viticulture en comparaison des autres types de cultures. *D. suzukii* s'avère ainsi moins abondante dans le vignoble que dans d'autres milieux cultivés.

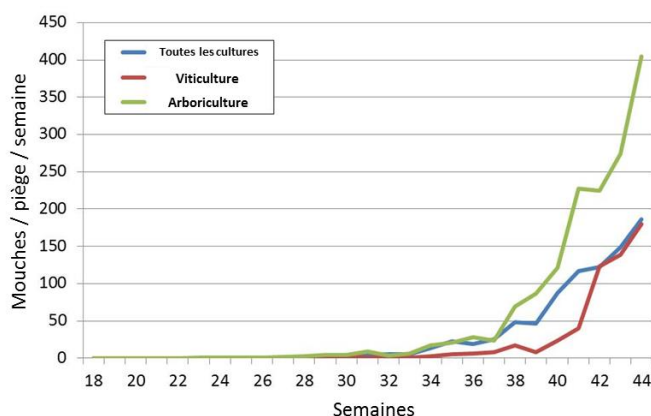


Figure 32. Captures moyennes de *D. suzukii* par piège et par semaine dans divers types de cultures en Suisse en 2013

Estimation des dégâts et essais de plein champ 2013

Au niveau suisse, des dégâts ont été signalés dans le canton du Tessin (Valle Maggia) et à Bâle-campagne. Dans ce dernier cas, il ne semble cependant pas que *D. suzukii* soit à l'origine des problèmes signalés. D'une manière générale, les responsables viticoles cantonaux ne nous ont pas fait part de dégâts particuliers dus à la drosophile du cerisier en 2013.

Des contrôles de grappes réalisés à La Côte juste avant les vendanges n'ont montré qu'une faible présence de *D. suzukii* dans le vignoble (Tableau 7). Aucun individu n'a été observé sur cépage blanc. Sur cépage rouge, quelques individus ont été sporadiquement isolés. Seul un site semble présenter des populations importantes, mais sans montrer de symptômes particulièrement marqués de pourritures. Lors de ces contrôles de terrain, il n'a pas été possible de corréler la présence de la drosophile du cerisier et d'autres *Drosophilidae* avec les taux d'attaque de pourriture grise et pourriture acétique observés.

Tableau 7. Résultats des contrôles de trois grappes par parcelle prélevées aléatoirement dans divers lieux de La Côte vaudoise en 2013. NA = non analysé

Lieux	Cépages			
	Blancs		Rouges	
	D. suzukii	Drosophila spp	D. suzukii	Drosophila spp
Pully	NA	NA	0	0
Mont-sur-Rolle	0	0	0	0
Luins	0	56	0	0
Vinzel	0	0	4	0
Gland	0	0	0	0
Allaman	NA	NA	2	0
Villars-dessous	0	0	0	0
Féchy	0	0	2	0
Perroy	0	0	110	263
Aubonne	0	0	NA	NA
Gilly	0	0	0	0
Essertine	0	0	0	0
Mont-sur-Rolle (2)	0	4	0	0
Aubonne (2)	0	0	0	1

Dans un essai réalisé à Pully dans une parcelle de Gamay, 15 femelles adultes prêtes à pondre ont été encagées durant 48 heures sur des grappes, à trois reprises de mi-septembre à début octobre. Les grappes ont été ramenées au laboratoire et les émergences d'adultes ont été enregistrées après 21 jours. Cette variante a été comparé à un témoin et à une série de grappes préalablement blessées avec une fine aiguille pour simuler des dégâts d'oviposition de *D. suzukii*. Les raisins prêts à être vendangés et infestés le 9.10 se sont

montrés les plus favorables au développement des populations de drosophiles du cerisier et des drosophiles indigènes. Les niveaux d'émergence observés restent cependant très faibles et peuvent être considérés comme négligeables pour du raisin de cuve. Les raisins du témoin et de la variante « baies blessées » n'ont pratiquement pas été colonisés par les *Drosophilidae*. Tout comme dans les observations de terrain, aucune corrélation n'a pu être établie entre *Drosophilidae* et présence de pourritures.

Essais de laboratoire 2013

Les essais de laboratoire ont été consacrés à étudier les interactions entre *D. suzukii* et *D. melanogaster*. Plusieurs cépages ont ainsi été exposés aux deux espèces de *Drosophilidae*, soit seules ou en combinaison. Les résultats montrent que les raisins sains prélevés juste avant les vendanges sont plus favorables au développement de *D. suzukii* que de *D. melanogaster* (Figure 33B et C). Lorsque les deux espèces se trouvent conjointement sur les raisins (Figure 33D), on observe la même tendance sauf sur les cépages Chardonnay et Merlot où le développement d'adultes est nettement inférieur à celui observé sur Bondolleta, Chasselas et Pinot noir. Il est intéressant de remarquer que la présence préalable de *D. melanogaster* semble limiter le développement de *D. suzukii* (Figure 33E) mais que contrairement à une hypothèse répandue, il ne semble pas que la présence préalable de *D. suzukii* sur les baies favorise le développement de *D. melanogaster* (Figure 33F).

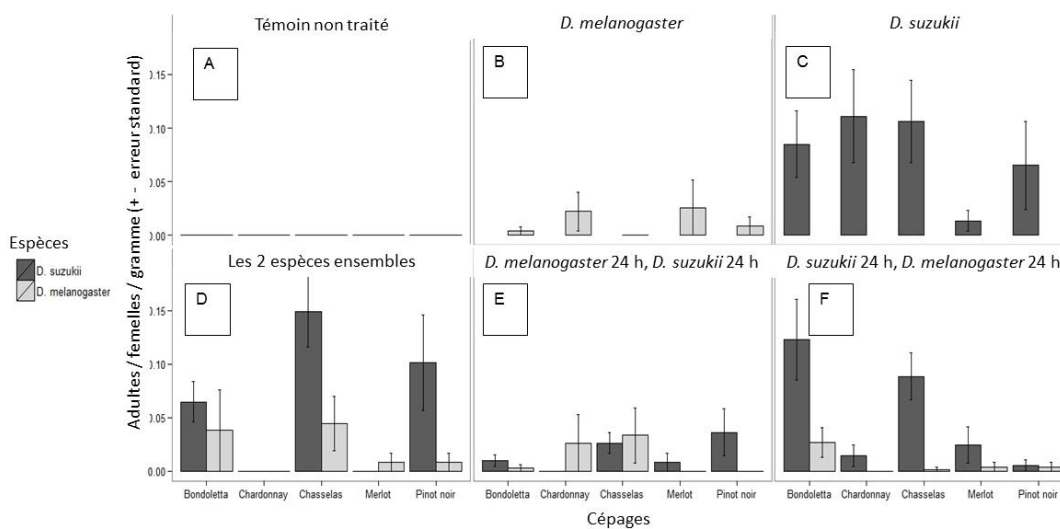


Figure 33. Emergences de *D. suzukii* et *D. melanogaster* par femelle et gramme de poids frais sur divers cépages après 21 jours. A : témoin ; B : *D. melanogaster* 24h ; C : *D. suzukii* 24h ; D : les deux espèces ensemble 24h ; E : *D. melanogaster* 24h suivi de *D. suzukii* 24h ; F : *D. suzukii* 24h suivi de *D. melanogaster* 24h

Cultures maraîchères de pleine terre

Mouche de la carotte *Psila rosae*

En ce qui concerne ce ravageur, les piégeages destinés à l'avertissement phytosanitaire en 2013 ont porté sur 6 parcelles réparties entre Vouvry et Massongex, dans le Chablais valaisan, ainsi que sur une parcelle en production biologique située à Saillon, dans le Valais central. Ils n'ont concernés que les deuxième et troisième vols du ravageur. Le piégeage a débuté le 10 juillet 2013, au moyen de 5 pièges/parcelle (plaques jaunes 20 x 20 cm, type ICI 229, inclinée de 45° vers l'intérieur de la parcelle, dont seule la face inférieure est engluée). Le seuil d'intervention est fixé à 1 mouche par piège et par semaine (= 5 mouches / parcelle / semaine). En cas de dépassement, le cultivateur de la parcelle concernée est averti.

Dans le Chablais, par rapport à 2012, le vol moyen du ravageur a été plus intense, mais retardé, avec des maxima de captures en octobre (Figure 34). Quatre parcelles ont dépassé le seuil d'intervention, mais une seule a nécessité un traitement, les autres étant suffisamment proche de la récolte pour éviter tout risque de dégâts économiques.

En Valais central, les fortes températures régnant en été induisent une estivation prolongée des pupes issues de la première génération du ravageur. Ce phénomène explique que le vol automnal ait débuté très brusquement dans la parcelle biologique de Saillon. De plus il a été étonnamment intense, avec plus de 60 captures hebdomadaires en octobre (Figure 35), ce qui a contraint le producteur à récolter rapidement l'ensemble de sa parcelle. L'absence de cultures précoces de carottes dans la région indique en outre que ce sont les ombellifères sauvages à développement printanier, abondantes en bordure du cours d'eau et de l'adret voisins, qui autorisent la forte reproduction de la première génération du ravageur, alors qu'elle est généralement insignifiante dans les autres zones de production de Suisse romande.

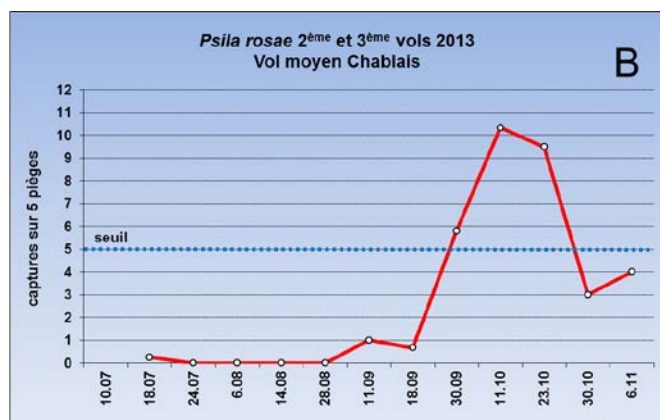
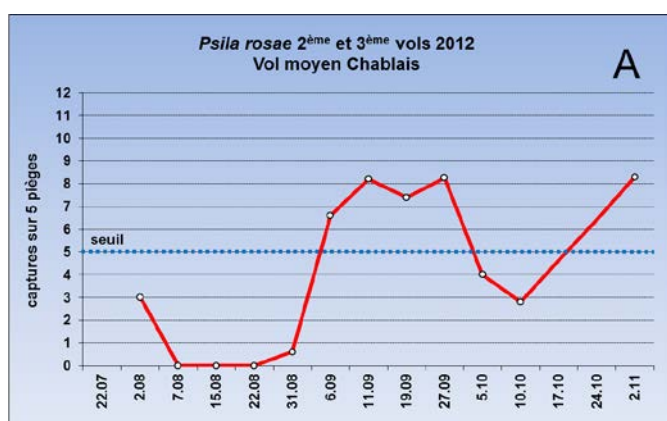


Figure 34. Comparaison des moyennes des captures de *P. rosae* au cours des 2^{ème} et 3^{ème} vols de 2012 (A) et 2013 (B) dans le Chablais

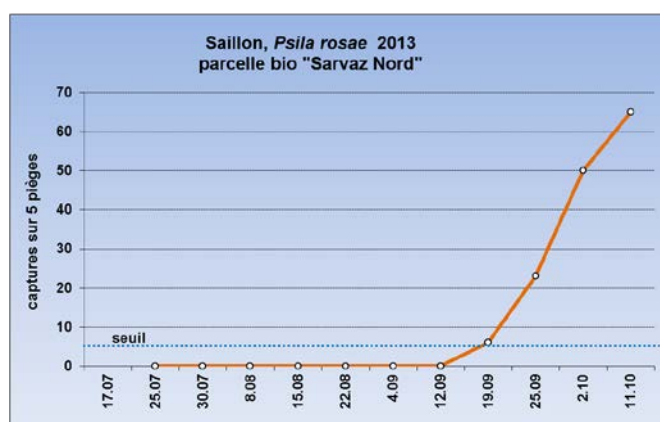


Figure 35. Captures de *P. rosae* sur une parcelle de carotte en production biologique du Valais central

Psylle de la carotte *Trioza apicalis*

Dans le Chablais, l'immigration de *T. apicalis* a été suivie par piégeage (5 plaques/parcelle, modèle ICI 229 idem que pour la mouche de la carotte) dans 3 parcelles à semis tardifs décalés, situées à Muraz, Monthey et Vouvry, dont la position géographique et l'environnement dégagé les rend représentatives pour estimer la pression régionale du ravageur. Les pièges ont été déplacés d'une parcelle à l'autre en fonction de la phénologie des cultures, sachant que les très jeunes stades de carotte sont les plus attractifs pour les populations immigrantes du ravageur (Figure 36).

L'intensité du vol de 2013 était moyenne, mais nettement plus importante que l'année précédente, avec un total de capture trois fois plus élevé (109 individus contre 37 en 2012). Le taux maximal de déformations est toutefois demeuré modéré : il n'a pas dépassé 14 % des plantules de stade sensible (du stade cotylédons à 5 feuilles). Grâce au système d'avertissement en place (collaboration Office d'arboriculture et de culture maraîchère du Valais), les producteurs ont pu intervenir à temps et aucune perte économique n'a été déplorée.

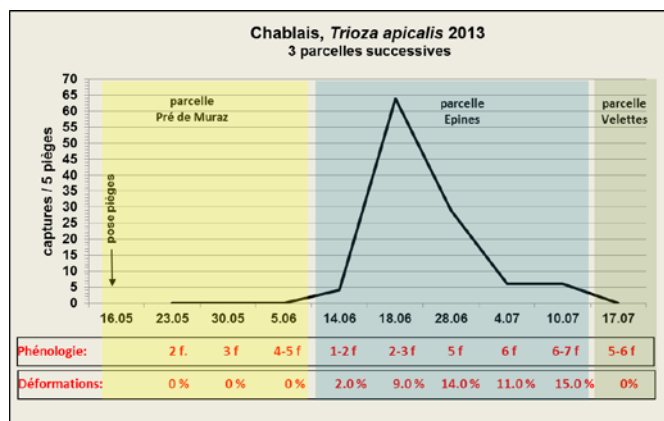


Figure 36. Chablais (VS) : courbe d'immigration de *T. apicalis*. stades phénologiques des cultures et taux de plantules déformées sur trois parcelles à semis successifs (chaque couleur de trame indique le suivi d'une des parcelles). Plutôt que la situation géographique des parcelles, c'est leur stade phénologique qui est déterminant, les jeunes plants de < 5 feuilles étant les plus attractifs, ce qui autorise l'établissement d'une telle courbe de vol régionale à partir des captures de plusieurs parcelles à semis décalés

Premières observations sur la punaise *Liocoris tripustulatus*, ravageur émergent en culture de fraise.

Cette espèce indigène (Figure 37), dénommée communément Punaise de l'ortie pour son association particulière avec cette plante, provoque depuis quelques saisons des dégâts sur fraise hors sol dans le canton de Genève. Dans certains abris, sa nuisibilité surpasse nettement celle de *Lygus rugulipennis*. La biologie de cette espèce a été très peu étudiée jusqu'ici. Un premier suivi de ses populations a été effectué par frappage sur assiette dans des tunnels et serre de 'Mara des Bois' à Lully. En 2013, ce n'est qu'à partir de juillet que la colonisation des cultures de fraise a réellement débuté. Un gradient d'infestation très net est constaté entre les tunnels, le plus proche d'une zone rudérale riche en orties étant le plus atteint (Figure 38) alors que le plus éloigné est quasiment exempt du ravageur. La population, en fin de saison, est composée majoritairement d'adultes, stade d'hivernage de la plupart des Miridae. En novembre, une ultime visite n'a pas permis de retrouver d'adultes, ce qui signifie que ces derniers quittent les cultures pour rejoindre leur quartier d'hiver.



Figure 37. Adulte de *Liocoris tripustulatus* (photo A. Konrad, www.heteroptera.eu)

Le graphique indique également que, parmi les traitements phytosanitaires appliqués contre d'autres ravageurs, le thiaclopride semble actif contre *Liocoris*, alors que l'abamectine et le spinosade ne perturbent pratiquement pas la courbe d'infestation (Figure 38).

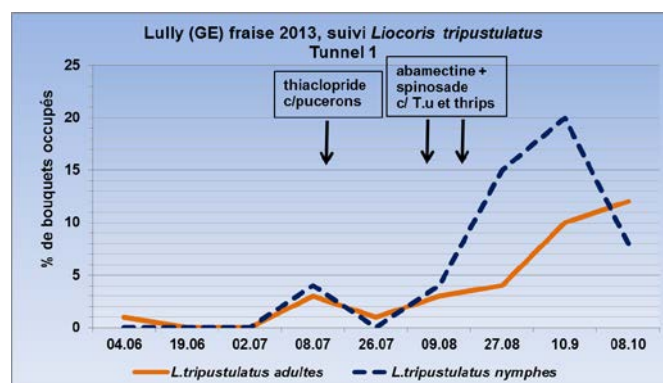


Figure 38. Evolution de l'infestation de *L. tripustulatus* dans le tunnel le plus infesté de l'exploitation suivie

Le cycle probable de l'espèce à Genève serait donc le suivant : après l'hivernage des adultes, dont les modalités restent à déterminer, une première génération se développe au printemps, sur l'ortie dioïque (*Urtica dioica*), puis une partie des nouveaux imagos migrent vers les cultures et y engendrent la seconde génération, dont les adultes formés hiverneront hors des abris. Notons qu'au Royaume-Uni, d'où proviennent les rares éléments bibliographiques disponibles, l'espèce est considérée comme univoltine.

Enfin en ce qui concerne les dégâts, très semblables à ceux causés par *Lygus rugulipennis*, deux pointages effectués en août et septembre montrent une explosion du taux de fruits déformés dans le tunnel le plus touché (Tableau 8), prouvant le potentiel de nuisibilité élevé de ce ravageur émergent.

Un travail de bachelor a débuté pour étudier la biologie et la nuisibilité de cette punaise.

Tableau 8. Dégâts comparés de *L. tripustulatus* dans deux tunnels de fraises, fortement (T1) et faiblement (T9) infestés

Dates	Taux de fruits déformés	
	Tunnel 1	Tunnel 9
27.08	7.5 %	0 %
10.09	58.0 %	0.5 %

Prospection de parasitoïdes indigènes contre la punaise invasive *Halyomorpha halys*.

H. halys, punaise pentatomide phytophage originaire de Chine (Figure 39), a été détectée, pour la première fois en Europe, dans des parcs et jardins de Zürich en 2004. On assiste depuis lors à une lente extension de l'insecte, aujourd'hui présent dans les agglomérations de Berne, Bâle, Genève, et dans des localités tessinoises. Dépassant nos

frontières, il s'est récemment installé dans la région de Strasbourg et dans plusieurs villes d'Italie du Nord. Pour le moment, ses populations européennes sont donc confinées aux espaces verts des zones urbaines, où elles constituent surtout une gêne domestique en envahissant les habitations en automne.

Leur potentiel de nuisance en agriculture doit cependant être anticipé. En effet, dans l'Est de l'Amérique du Nord, l'espèce, introduite au milieu des années 1990, s'était également cantonnée aux milieux urbains durant près de 15 années, avant de devenir soudainement le ravageur le plus important de diverses cultures, notamment fruitières.



Figure 39. Punaise *H. halys* adulte

Dans les contrées où *H. halys* sévit déjà, la lutte chimique est basée sur l'usage de produits à large spectre, incompatibles avec une approche phytosanitaire raisonnée. Afin d'anticiper sur les difficultés de gestion de ce ravageur émergent, nous souhaitons donc privilégier une approche biologique par l'usage de parasitoïdes oophages, particulièrement adaptés à la lutte contre les punaises de la famille des pentatomides. Deux sites valaisans (Fully-Follatères et Conthey-Fougères) ont été choisis pour faire une première prospection de parasitoïdes indigènes susceptibles de s'adapter à ce ravageur exotique. Pour ce faire, des pontes de *H. halys*, provenant de notre élevage, ont été stérilisées par un stockage à -80°C . En août et septembre 2013, 25 pontes stériles ont été exposées sur des végétaux sauvages dans chaque site durant 7 jours. Après récupération elles ont été placées en étuve à 27°C jusqu'à l'éventuelle émergence de parasitoïdes. Notre prospection a fourni à deux reprises *Anastatus bifasciatus* un hyménoptère de la famille des Eupelmidae (Figure 40). En laboratoire, cet auxiliaire parvient à faire son cycle aux dépens de pontes fraîches non stérilisées de *H. halys*.

Cette observation est intéressante, car les chercheurs du CABI Delémont, utilisant la même méthode de prospection dans le Nord du pays, n'ont obtenu jusqu'ici que des parasitoïdes du genre *Trissolcus* (Hymenoptera, Scelionidae), qui s'avèrent inadaptées au nouveau ravageur, car leurs larves ne parviennent malheureusement ni à se développer, ni même à tuer les œufs vivants de la punaise (probablement par effet d'antibiose ou d'encapsulation du parasitoïde par l'embryon-hôte). Un élevage d'*A. bifasciatus* a d'ores et déjà été initié afin d'évaluer le potentiel de l'auxiliaire en laboratoire, ainsi que pour des pré-tests en plein air à Bâle ou Zürich.



Figure 40. Femelle d'*Anastatus bifasciatus* inspectant une ponte d'*H. halys*

Notons que notre élevage de *H. halys* permettra de débiter une nouvelle campagne de prospection d'ennemis naturels dès mai 2014, ce qui pourrait aboutir à l'obtention d'autres espèces de parasitoïdes.

Lutte biologique contre *Tetranychus urticae* sur tomate

Suite à la décision de la firme Biobest de renoncer à la commercialisation du prédateur *Phytoseiulus macropilis*, objet de plusieurs essais aux résultats prometteurs en 2011 et 2012, l'introduction de la punaise prédatrice *Macolophus pygmaeus* en pépinière a été testé contre l'acarien *T. urticae*, dans 3 serres de tomates en production biologique de 4000 m² chacune, situées à Saillon (VS). Depuis des années, cet établissement est régulièrement victime d'attaques très précoces et violentes du ravageur, conduisant souvent à une quasi interruption de la récolte en août déjà.



Figure 41. Enceinte de confinement pour l'introduction de *Macrolophus* en pépinière de tomate

Après réception, les très jeunes plants de tomate sont repiqués en mottes, et leur élevage est achevé, durant 2-3 semaines, dans une enceinte formée d'un filet insectproof fixé sur gabarits de bois (Figure 41). Les prédateurs sont immédiatement introduits dans cette enceinte et nourris une fois par semaine avec des œufs d'*Ephestia* (teigne de la farine), et ceci jusqu'à la plantation. Cette méthode, qui assure une répartition homogène et un développement précoce des populations du prédateur dans les abris, a permis de maintenir les effectifs de *T. urticae* à un niveau acceptable, bien que l'installation de l'auxiliaire dans la 3^{ème} série de semis était moins bonne que dans les deux premières (Figure 42). Il faut toutefois souligner que le printemps très frais de 2013 a peut-être contribué à ce succès, en retardant l'installation des tétranyques.

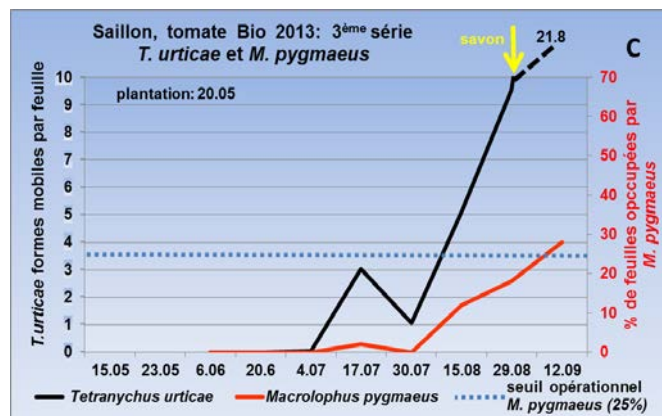
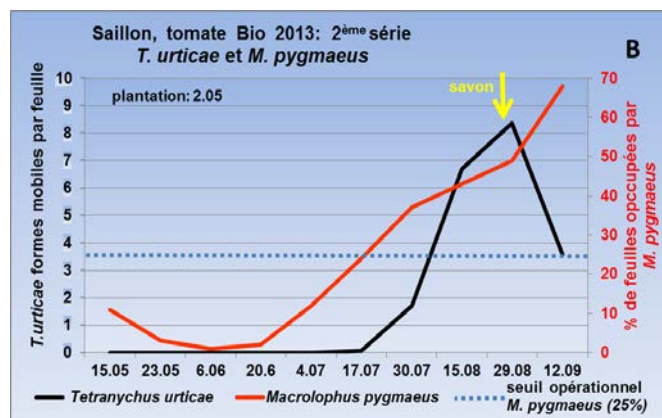
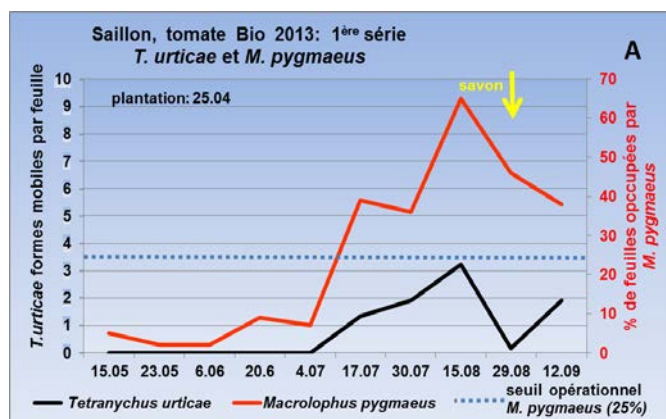


Figure 42. Lutte bio contre *T. urticae* sur tomate dans un établissement de Saxon (VS), au moyen de lâcher de *M. pygmaeus* en pépinière. Rapidement implanté dans les deux premières séries culturales (A et B), le prédateur s'est développé nettement moins vite dans la dernière série (C), à plantation tardive

Études diverses sur *Drosophila suzukii*

Expérimentations en laboratoire

Attractifs

Comme en 2012, des tests de laboratoire, en cages de 1 m³, ont été menés en collaboration avec la firme RIGA AG (Ellikon, ZH) afin de déterminer l'efficacité potentielle de nouvelles formules d'attractifs liquides. Aucun des nouveaux mélanges testés n'a montré d'amélioration notable par rapport au produit « standard » commercialisé en 2012. Nous avons également évalué l'influence de nouveaux mouillants d'origine végétale destinés à être ajoutés au mélange attractif mis sur le marché par cette même entreprise, dans le but de commercialiser un produit de composition totalement naturelle.

Tourteau de pomme et *D. suzukii*

A la demande de Heidrun Vogt (Julius Kühn Institut, Dossenheim Allemagne), nous avons testé l'attractivité du tourteau de pomme ainsi que les possibilités de reproduction de *D. suzukii*, dans ce substrat. En effet, cette région est productrice de jus de pomme, et les résidus de pressage sont épanchés dans les vergers en tant qu'amendement organique. Il était donc intéressant de déterminer si cette pratique est susceptible de favoriser le ravageur. Les résultats montrent un effet attractif net sur les adultes, ainsi qu'une possibilité de développement larvaire complet dans le tourteau, même si,

en condition de choix, le milieu de référence (framboises) s'est avéré nettement plus favorable au ravageur (Tableau 9). Le tourteau de pomme est donc un milieu susceptible de permettre le développement larvaire de l'insecte, mais la période tardive de l'épandage, avec des températures déjà basses, diminue fortement le risque du renforcement de la population globale de la drosophile par une ultime génération annuelle. Par contre, il reste à déterminer si une attractivité du tourteau sur les adultes pourrait modifier la répartition de l'espèce à l'échelle locale. Cas échéant, l'effet pourrait être positif au niveau phytosanitaire, en constituant un «milieu piège» augmentant la mortalité des femelles hivernantes, en les détournant de leurs abris d'hivernage plus favorables (haies, lisières).

Tableau 9. Résultat du test de développement larvaire de *D.suzukii* sur tourteau de pomme

Procédés		Nb d'adultes émergés
Framboises	non choix	82.67
Tourteau de pommes	non choix	8.00
Framboises	choix	146.67
Tourteau de pommes		19.00

Interactions entre *D. suzukii* et *D. melanogaster*

Les prélèvements de fruits en cultures de fraises montrent très fréquemment que la majorité des larves de drosophiles présentes à l'intérieur des fruits n'appartiennent pas à *D. suzukii*, mais à des espèces indigènes de drosophiles, (essentiellement *D. melanogaster*) qui ne se développent normalement que dans les fruits abimés ou surmaturés. Il pourrait s'agir d'un phénomène de stimulation interspécifique qui, s'il se confirmait, augmenterait gravement l'impact du nouveau ravageur, indépendamment du niveau réel de ses populations.

Suite à ces observations, une première étude des influences réciproques entre *D. suzukii* et *D. melanogaster* sur fraise a fait l'objet d'un travail de bachelor (Mélanie Dorsaz, HEPIA Lullier). Les expériences, réalisées en laboratoire, ont essentiellement porté sur l'exposition successive de fruits, de divers stades de maturité, aux adultes reproducteurs des deux espèces. Les résultats ne sont malheureusement pas explicites au niveau statistique, mais les tendances indiquent que la reproduction de *D. melanogaster* serait effectivement favorisée lorsque les adultes des deux espèces sont réunis dans une même cage, alors que cet effet est inversé pour *D. suzukii*. Des tests complémentaires semblent même montrer que cette présence simultanée des deux espèces a plus d'influence sur *D. melanogaster* que les émanations olfactives issues des blessures de ponte de *D. suzukii*. Mieux, et contre toute attente, l'infestation larvaire préalable des fruits par *D. suzukii* ne montre aucune influence sur leur attractivité pour *D. melanogaster*. S'il semble bien y avoir des interactions entre les deux espèces, elles sont donc nettement plus complexes que prévues, et nécessiteront d'autres recherches.

Essai de lutte par piégeage intensif

Il a été conduit à Riddes (VS), dans des tunnels de culture hors sol de framboises remontantes. Une zone comprenant plusieurs abris adjacents a été entourées d'env. 70 pièges prêts à l'emploi (modèle Gasser 2012), placés à intervalles de 2 m et à ~80 cm de hauteur, sur des supports de faible coût, constitués de gobelets plastiques fixés sur des tuteurs en bambou enfoncés dans le terrain (Figure 43).

Ils ont été remplacés toutes les 3 semaines. Le dispositif a été mis en place à la mi-août, dès détection du ravageur dans un piège de contrôle situé près de la culture, et retiré en fin de culture, le 30 octobre. Une zone, comptant également plusieurs tunnels, dépourvue de pièges et séparée de la première par un cheminement d'env. 4 m de largeur, a fait office de procédé Témoin. L'entreprise commercialisant ses framboises en Self-cueillette, les recommandations en matière de prophylaxie contre *D. suzukii* (récolte et élimination des fruits abimés ou sur-maturés) n'ont pas été respectées ; il s'agit donc d'un essai en conditions «worst-case». L'efficacité du piégeage de masse a été estimée en récoltant, au hasard et si possible chaque semaine, 50 fruits murs dans chacun des deux procédés. En laboratoire, les baies ont été placées individuellement dans les puits de plateaux alvéolés, et recouvertes d'un capuchon transparent, jusqu'à émergence des adultes. Ceux-ci ont été dénombrés en distinguant *D. suzukii* et *Drosophila* spp (indigènes). Le taux de fruits attaqués par chaque type de drosophile a ensuite été calculé.

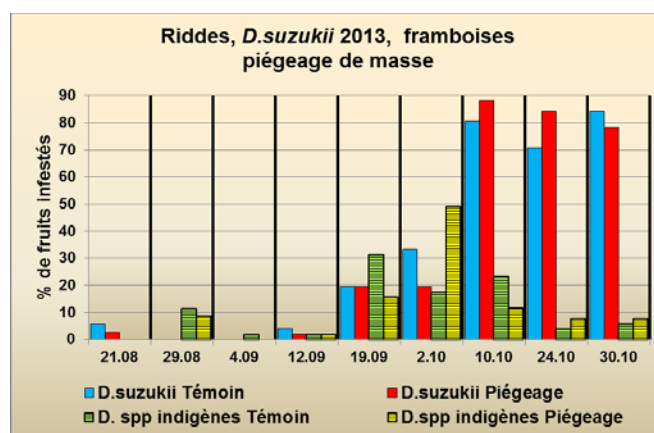


Figure 43. Essai de lutte contre *D. suzukii* par piégeage intensif dans des tunnels de framboises hors sol à Riddes (VS). Dans les conditions de cette culture, commercialisée en self-cueillette, les mesures d'hygiène préventives n'ont pu être mises en œuvre, et le taux de fruits infesté dans la parcelle protégée par le piégeage de masse ne différait pas de la parcelle témoin

Les résultats, présentés à la Figure 43, montrent que le piégeage intensif n'a pas permis d'éviter une très forte infestation des framboises par *D. suzukii*. Atteignant plus de 80% des fruits en octobre, elle s'avère en effet aussi importante que dans le témoin. D'autre part on observe une infestation conjointe de drosophiles indigènes dans les fruits. Au début d'octobre, le taux de fruits occupés par des drosophiles indigènes dépasse même celui dû à *D. suzukii*, confirmant qu'une infestation larvaire de cette espèce n'est pas forcément obligatoire à l'établissement des autres

drosophiles. Cela semble donc confirmer les premiers résultats de l'étude en laboratoire des effets interspécifiques sur fraises, dont il est question plus haut.

Identifications et conseils divers

Nous répondons régulièrement à des demandes de renseignements ou de conseils concernant l'entomologie des plantes maraîchères ou autres. Ce sont essentiellement des collègues des offices cantonaux et fédéraux, des organisations ou des entreprises qui nous soumettent des organismes à identifier, prélevés dans des cultures, sur des arbres, dans des entrepôts ou lors de contrôles à l'importation. Quelques personnes privées ou des journalistes nous apportent parfois des échantillons ou, de plus en plus souvent, nous font parvenir des photographies pour tenter de débrouiller un problème entomologique, notamment via le portail Agroscope-info. A un niveau interne, les responsables de la photothèque de Changins nous soumettent régulièrement des clichés d'insectes à identifier.

Ces tâches n'exigent pas trop de temps et permettent souvent de calmer les inquiétudes et d'éviter des traitements inutiles. De plus, les retours très positifs des demandeurs externes procurent une bonne image d'Agroscope auprès du citoyen.

Nous ne soulignerons ici que quelques cas particuliers, parmi ceux qui nous ont été soumis:

- Identification de nymphes de blattes indigènes (du genre *Ectobius*), trouvée près d'une habitation et prises par les habitants pour des blattes de cuisine.
- Demandes d'information sur les abeilles sauvages et les moyens de les favoriser.
- Identification d'un hyménoptère floricole attaquant les abeilles domestiques en train de butiner; il s'agit d'*Anthidium manicatum*, une abeille sauvage dont les mâles sont très territoriaux et agressifs envers tous les insectes volants.
- Demande d'identification de psylles piégés sur carotte par un conseiller agricole de la région d'Angers (France).
- Nombreuses demandes concernant la pyrale du buis, ravageur invasif d'origine extrême-orientale.
- Identification de *Polydesmidae* (myriapodes saprophytophages) sur cultures de fraise hors sol.
- Identification de larves de *Sciophilidae* (Diptères saprophages) dans des potées d'*Helleborus niger*; les abondant tissages de ces asticots faisaient craindre au producteur qu'il était en présence de chenilles de *Duponchelia*, un lépidoptère exotique en phase d'invasion européenne.

Malherbiologie

Grandes cultures

Engrais verts allélopathiques

Suppression des adventices par des couverts végétaux vivants

Essai au champ

Pendant plusieurs années consécutives nous avons observé que certains couverts végétaux montraient une forte pression sur les adventices pendant leur croissance au champ. Dans notre essai en 2013 nous avons pu confirmer que la moutarde sarepta (*Brassica juncea*), le sorgho hybride (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) et la sarrasin (*Fagopyrum esculentum*) suppriment complètement les adventices (entre 99 et 100%) comparé à un témoin sol nu (Figure 44). Ce phénomène de suppression peut être expliquer par la concurrence des ressources (eau, éléments nutritifs et lumière) ainsi que par des éventuels effets allélopathiques dus à des molécules phytotoxiques exsudés par les racines dans le sol.

Notre approche expérimentale est de séparer les facteurs de concurrence et les effets allélopathiques pour pouvoir identifier les raisons pour lesquelles les engrais verts étudiés suppriment la croissance des adventices. Pour éliminer le facteur ombrage nous avons travaillé avec des filets qui écartent les feuilles des couverts (Figure 44). Pour exclure le facteur interactions racinaires, c'est-à-dire les interactions allélochimiques entre adventices et couverts végétaux, nous avons enterré des tuyaux en PVC dans la terre (Figure 45). Dans les tuyaux nous avons semé notre adventice modèle ; l'amarante réfléchi (*Amaranthus retroflexus*).

En 2013, notre protocole expérimental n'était pas encore suffisamment précis pour tirer des conclusions sur le potentiel allélopathique des trois espèces étudiées. Néanmoins, nous pouvons déjà constater que l'ombrage joue un rôle très important dans la suppression de l'amarante. L'essai au champ sera répété en 2014 avec les mêmes couverts végétaux et un protocole amélioré.



Figure 44. Dispositif expérimental au champ. Ecartement des feuilles pour éviter l'ombrage



Figure 45. Dispositif expérimental au champ. Tuyaux en pvc dans le sol pour éviter les interactions racinaires. Adventices présentes : Amarantes réfléchies

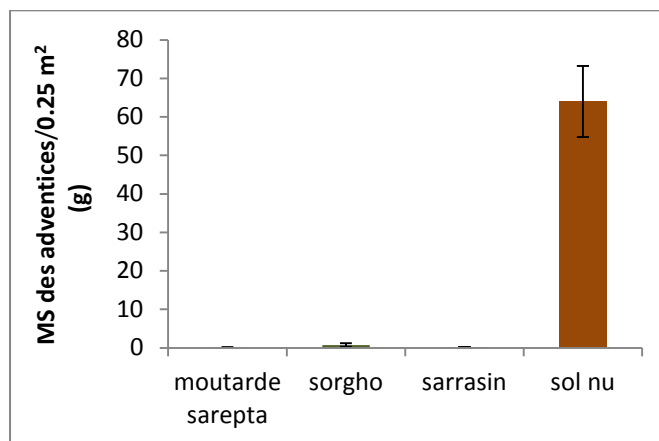


Figure 46. La masse sèche (MS) des adventices par 0.25 m² a été déterminé 57 JAS (jours après semis). Les valeurs sont les moyennes de 4 répétitions ± erreur standard

Essais en phytotron

En phytotron plusieurs types d'essais ont été réalisés.

Charbon actif

Grace à son importante surface interne, le charbon actif (CA) est sensé séquestrer les molécules organiques présentes dans le sol, y compris les molécules allélopathiques. Nous avons testé le CA à différents dose (20, 50 et 80 ml CA/litre de terre) avec le but de fixer les molécules allélopathiques. Après plusieurs essais nous avons abandonné cette méthode car la présence du CA dans le sol montrait un fort effet stimulant à la croissance de l'amarante. Cette effet de stimulation de la croissance ne peut pas être distinguer d'un éventuel séquestration des molécules allélopathiques.

Prélèvement de la solution du sol avec des échantillonneurs

Nous avons utilisé des sondes rhizon pour récupérer la solution du sol (Figure 48) afin de pouvoir étudier son effet sur la germination de différentes graines (cresson, laitue, amarantes). Ces sondes permettent de récolter en continue pendant plusieurs semaines de la solution du sol. Avec les solutions obtenues, des tests de germination ont été effectués.

Dans un des essais des pots avec du sarrasin et avec sarrasin + amarantes ainsi que des pots témoins avec la terre nue ont été cultivés en phytotron pendant 10 jours. Puis, 7 ml de solution de sol ont été posés sur 10 graines de cresson et incubés à l'obscurité pendant 4 jours avant de mesurer la longueur des radicelles (Figure 47). Nous avons pu constater que les solutions du sol issu des pots de l'expérience ont un effet suppressif sur la croissance des radicelles du cresson. Cela pourrait indiquer une présence de molécules allélopathiques dans la terre. Néanmoins, la solution du sol issue des pots avec de la terre nue montre également un effet suppressif. Nous sommes en train d'étudier les causes de cette suppression et nous améliorons le protocole. D'autres essais avec les solutions du sol sont prévus en 2014 (pots en phytotron et au champ).

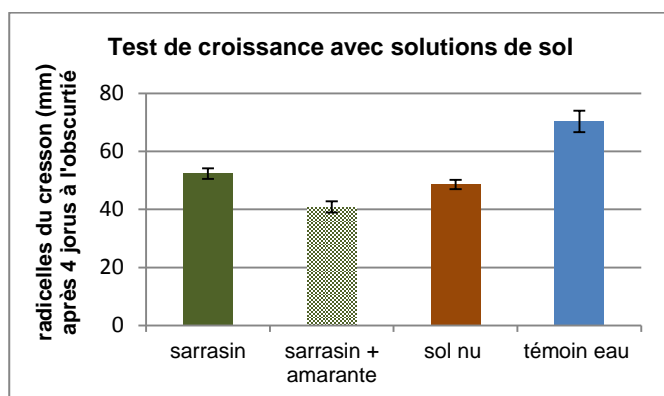


Figure 47. Les valeurs sont les moyennes (\pm erreur standard) de 30 graines

Autre types d'essais

Nous avons testé d'autres méthodes pour démontrer un effet allélopathique dans une terre dans laquelle des engrais verts ont poussé préalablement.

Nous avons par exemple travaillé avec de la terre fraîche provenant du champ et des pots en phytotron, qui ont contenu différents couverts végétaux, dans laquelle nous avons semés différentes graines. Une autre méthode est l'extraction de la terre à l'eau bouillante suivie par des tests de germination. Nous avons également essayé de simuler un couvert de mulch d'engrais au champ (engrais verts après le gel ou sa destruction) en mélangeant des morceaux d'engrais verts coupés avec de la terre suivi par un semis d'amarante.

Une autre méthode est l'extraction de la terre à l'eau bouillante suivie par des tests de germination. Mais les

longueurs de radicelles de cresson ne varient pas de manière significative d'une terre à l'autre.

Nous avons également essayé de simuler un couvert de mulch d'engrais au champ (engrais verts après le gel ou sa destruction) en mélangeant des morceaux d'engrais verts coupé avec de la terre suivi par un semis d'amarante. La méthode utilisée n'a cependant pas donné de satisfaction suffisante pour pouvoir obtenir des résultats fiables.



Figure 48. Echantillonneurs pour prélèvement de la solutions du sol

Développement d'une stratégie de lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*)

Le souchet comestible fait partie de la famille des Cyperaceae. Il se multiplie exclusivement par ses tubercules hypogés et s'est largement disséminé en Suisse au cours des deux dernières décennies. Cette progression de l'infestation a été favorisée par les changements dans les modes d'exploitation des champs, par la grande difficulté de la lutte herbicide et par la méconnaissance de cette adventice parmi les exploitants. Le déplacement et le transport des tubercules par les véhicules, les machines avec les légumes racines, le manque de données sur les parcelles infestées et l'absence de mesures d'accompagnement favorisent la dissémination du souchet. La lutte obligatoire rendrait service aux exploitants, aux entrepreneurs de travaux pour tiers et aux acheteurs des produits récoltés en facilitant la coordination des mesures. L'assainissement des parcelles fortement infestées coûte beaucoup de temps et d'argent aux exploitants.

Suite aux essais préliminaires en serre, nous avons mis en place un essai de deux ans au champ à deux endroits : à Crebelley (plaine de Rhône, terre minéral, MO 5.1%) et à Witzwil (Seeland, terre noire, MO 31.2%). Les essais identiques étaient arrangés selon un design en split-plot à deux facteurs ; le travail du sol comme facteur principal (incorporation de l'herbicide à 10 cm après le traitement/pas d'incorporation) et le traitement herbicide comme sous-facteur

(11 herbicides différentes, un témoin sans herbicide). Chaque combinaison de traitement était répétée quatre fois. Les herbicides étaient appliqués deux fois/an avec un intervalle de huit semaines entre les traitements (1^{er} traitement en mai et 2^{ème} traitement en juillet). Au printemps 2012 et 2013, ainsi qu'en automne 2012 et 2013 (un dernier échantillonnage est prévue pour printemps 2014) des échantillons de terre ont été récoltés pour pouvoir déterminer la quantité de tubercules formés. Etant donné qu'il s'agit d'un essai qui se déroule sur deux ans nous pouvons en tirer des conclusions seulement après avoir effectué le dernier échantillonnage qui aura lieu en Avril 2014. Néanmoins, nous pouvons déjà constater que l'incorporation des herbicides dans le sol réduit de manière significative le nombre de tubercules formés.



Figure 49. Essai de lutte contre le souchet comestible à Crebelley (VD)

Tableau 10. Nombre de tubercules/l de terre (moyenne par procédé) et la réduction/augmentation en pourcentage pendant la période entre mars 2012 et octobre 2013. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à $p < 0.05$. Les pourcentages suivis par une étoile sont significativement différents ($p < 0.05$) par rapport au nombre initial de tubercules en mars 2012

date du comptage des tubercules	Terre minérale (MO 5.1%) Crebelley		Terre noire (MO 31.2%) Witzwil	
	Herbicides incorporés	Herbicides non-incorporés	Herbicides incorporés	Herbicides non-incorporés
03/12 (n° de tubercules)	6.1 a	23.4 a	5.9 a	6.3 a
%	100	100	100	100
10/12 (n° de tubercules)	3.8 a	31.5 a	1.3 c	7.2 a
%	- 37	+ 35	- 77*	+ 14
03/13 (n° de tubercules)	4.0 a	29.0 a	1.9 c	5.9 a
%	- 34	+ 24	- 68*	- 7
10/13 (n° de tubercules)	4.3 a	26.8 a	3.0 b	16.6 b
%	- 29	+ 15	- 49*	+ 262*

Dans le Tableau 10 nous voyons le nombre initial moyen de tubercules par litre de terre en mars 2012 ainsi que leur développement dans les « whole-plots » indiqué pour chaque type de terre et variante d'incorporation. Les herbicides

incorporés immédiatement après leur application ont une bonne efficacité et réduisent le nombre de tubercules. Dans la terre noire le nombre de tubercule est réduit significativement de 49 à 77%. Dans la terre minérale la réduction est de 29 à 37%. L'application des herbicides sans incorporation n'a jamais eu d'efficacité suffisante et conduit même à une augmentation du nombre de tubercules. Cette augmentation est légère dans la terre minérale (entre 15 et 32%) et très fort dans la terre noire (jusqu'à plus 262% en octobre 2013). Quatre éléments déterminent l'efficacité d'une mesure de lutte : l'efficacité des herbicides, le moment du travail du sol, la concurrence des autres plantes (adventices, cultures) et le type du sol. Dans des essais en serre nous avons pu constater que le souchet comestible est très sensible à l'ombrage et que son développement est fortement inhibé par différents engrais verts. Par conséquent, nous continuons notre réflexion sur le développement d'une stratégie de lutte avec l'association des herbicides avec des engrais verts sur une partie des essais et avec l'association du travail du sol avec des engrais verts sur une autre partie des essais. Si on parle d'un assainissement d'un champ fortement infesté on pourrait s'imaginer de remplacer un engrais vert par une culture pour ne pas perdre de rendement pendant les traitements.

L'état des résistances aux herbicides en Suisse

Après avoir contrôlé 13 échantillons suspects provenant de quatre espèces de plantes adventices de la saison 2012, le groupe de malherbologie en 2013 a contrôlé 15 échantillons toujours issus de quatre espèces. 6 échantillons de vulpins des champs (*Alopecurus myosuroides*) et 5 agrostides jouet-du-vent (*Apera spica-venti*) ont été testés pour des résistances soupçonnées contre 2 familles d'herbicides ayant des modes d'actions différents (inhibiteurs d'ALS et d'ACCase). Deux échantillons de chénopode blanc (*Chenopodium album*) récoltés en 2013 sont actuellement en test dans les serres pour une résistance soupçonnée contre la métribuzine.

Le test pour mettre en évidence une résistance, consiste à semer un échantillon de graines issues des adventices d'une parcelle où l'efficacité des applications de certaines familles chimiques d'herbicides tend à diminuer. Sur les plantules nouvellement germées, on applique l'herbicide incriminé au dosage homologué ainsi qu'à la double et quadruple dose. L'effet visuel de ces différents dosages est comparé deux semaines plus tard par rapport au témoin eau ainsi qu'à des plantes témoins résistantes et sensibles de la même espèce (Figure 50 et Figure 51).

L'année passée, un nouveau cas de résistance sur une nouvelle espèce est apparu à Aubonne. Pour la première fois en Suisse, et à la latitude la plus élevée au nord du bassin méditerranéen, l'usage répété du glyphosate dans une parcelle de vigne a développé une résistance sur l'adventice ray-grass hybride (*Lolium sp. multiflorum x perenne*) (Figure 50). Il n'est pas du tout évident que cette parcelle soit celle où la résistance a vu le jour car ces résistances peuvent se transmettre d'une parcelle à une autre au moyen du pollen transporté par le vent ou des graines mûres accrochées aux équipements agricoles.

	ALS (HRAC B) Sulfonyleurea	ACCCase (HRAC A) FOP, DEN, DIM	(HRAC C2) Isoproturon	(HRAC G) Glyphosate
Vulpins testés 2013				
Lufingen ZH	2	4	0	
Merishausen SH	5	5	0	
Hallau SH	2	5	0	
Trasadingen SH	1	5	0	
Frick AG 1	3	5	0	
Frick AG 2	5	5	0	
Agrostides testés 2013				
Vuibroye VD	5	0	4	
Vuarrens VD	5	0	1	
Marthalen ZH	1	0		
Cottens VD	5	0	0	
Bioley-Orjulaz VD	5	0		
Pré-Cerjat Bio VD	4	0	0	
Penthalaz VD				
Loliums testés 2013				
Aubonne VD				5

Classification de la sensibilité selon l'efficacité de l'herbicide (%)

Classe de résistance	
Sensibilité totale	0
	1
	2
	3
	4
Résistance totale	5

Figure 50. Résultats des tests de résistance aux herbicides conduits en 2013 par Agroscope (classification HRAC des essais selon leurs modes actions biochimiques)

Les résultats de ces tests retournent aux services phytosanitaires cantonaux et leur permettent de mieux conseiller les agriculteurs et d'appliquer des stratégies de réduction de risques empêchant la création de nouvelles résistances ou leur extension territoriale.

D'une manière générale, on peut constater que trois cantons suisse alémaniques (SH, ZH, AG) ont envoyé des échantillons de vulpins des champs très résistants aux herbicides ayant des modes d'action du type ACCCase et partiellement pour la mode ALS.

En 2013, le canton de Vaud a présenté des cas de fortes résistances aux ALS et une résistance partielle à l'isoproturon sur l'agrostide jouet-du-vent. Aucun cas de résistance aux ACCCase n'a été signalé l'année passée. Un cas d'une résistance aux ALS a été constaté sur un domaine pratiquant l'agriculture biologique.

Les résistances apparaissent principalement dans des systèmes ayant des rotations chargées en céréales d'hiver ou, comme pour le chénopode, dans les régions riches en betteraves. Les cultures pérennes telles que les vergers ou les vignes peuvent favoriser les résistances contre le glyphosate si l'on ne prend pas soin de changer de matière active entre les applications herbicides.

Au niveau mondial, les cas de résistances aux herbicides augmentent du fait de la modification des structures culturales qui amènent à des rotations simplifiées et la réduction des familles de matières actives herbicides autorisées à la commercialisation.



Figure 51. Vue d'ensemble d'un test de résistance en serre

Outre les facteurs de dispersion de la résistance mentionnée précédemment, un usage répété d'une même matière active favorise la pression de sélection d'une résistance au champ.

Mycologie

Grandes cultures

Demandes de renseignements

Parmi les quarante demandes de renseignements traitées, la moitié concernaient des pommes de terre lors du déstockage pour la consommation ou de la préparation pour la plantation. Des dégâts pendant le stockage causés par la dartrose (*Colletorichum coccodes*) et la gale argentée (*Helminthosporium solani*) ont souvent été observés.

Sclérotinose du colza (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Des dépôts de sclérotés ont été mis en incubation dans quatre lieux d'essais et l'émergence des apothécies a été suivie au printemps dès la reprise de la végétation. Au moment de la floraison du colza, des apothécies étaient formées, mais aucune attaque de sclérotinose n'a pu être observée lors des contrôles de fin de culture. Les conditions favorables à l'infection (humidité suffisante et moyenne de température journalière supérieure à 11°C) n'étaient pas réunies pendant la floraison. Les résultats des comptages des apothécies ont été publiés sur le site agrometeo.ch : rubrique grandes cultures > sclérotinose du colza.

Essais fongicides sur céréales

Les quatre essais ont confirmé l'efficacité des produits en cours d'homologation. Les essais sur le domaine de Changins ont souffert d'un orage de grêle le 20 juin et la majeure partie des parcelles de blé a versé. L'essai orge a été complètement détruit et a dû être abandonné (pas de résultats de rendement).

Orge d'automne

A Goumoëns, comme l'année précédente, entre avril et mai des infections sévères de rhynchosporiose (*Rhynchosporium secalis*) sont apparues. Au stade BBCH37 toutes les plantes témoins présentaient des symptômes. Deux semaines après la floraison, au stade BBCH69, une forte attaque de grillures a été observée. A Changins, les infections sont restées plus modérées. Les maladies dominantes sur cette parcelle ont été la rhynchosporiose (*Rhynchosporium secalis*) et les grillures dont les premiers symptômes ont été observés au stade BBCH45 suivis d'une forte progression jusqu'à l'abandon de l'essai. Comme en 2012, à Goumoëns avec les infections précoces, les traitements au stade BBCH37 ont été plus bénéfiques que les traitements au stade BBCH51. Le contraire est à relever pour Changins où les attaques, en particulier les grillures, ont eu lieu plus tardivement.

Blé d'automne

les parcelles ont bien hiverné et les maladies majeures dans les deux essais étaient les septorioses foliaires (*Septoria tritici* et *S. nodorum*) avec une nette dominance de *Septoria tritici* et plus tard dans la saison la rouille brune (*Puccinia recondita*). Contrairement à 2012, aucune attaque de rouille jaune (*Puccinia striiformis*) n'a été observée à Goumoëns.

Blé de printemps

Suite aux observations de *Ramularia collo-cygni* en 2012, une parcelle a été semée avec la variété Siala à Goumoëns et des plantes prélevées régulièrement pour suivre les infections latentes. Les résultats ne sont pas encore disponibles parce que la méthode de détection par PCR doit encore être affinée pour cette plante hôte afin d'exclure tout résultat « faux positif ».

Réseau d'observation romand des céréales

Comme en 2012, les résultats des observations des maladies foliaires des céréales du réseau romand ont été publiés sur la plateforme agrométéo.ch. Une présentation plus conviviale a pu être proposée avec la nouvelle version du site disponible depuis le printemps 2013.

Pour une étude de population approfondie coordonnée par Dr J. Fontain (SAC : Scottish Agricultural College) 200 souches de *Ramularia collo-cygni* ont été isolées en 2012 et mises à disposition du chercheur anglais. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Phoma du tournesol (*Phoma macdonaldii* forme sexuée : *Leptosphaeria lindquistii*)

Le suivi du vol des ascospores a été mené pour la huitième année consécutive. Les seuils de température ont de nouveau été confirmés (Tableau 11). Les traitements au seuil de température et au stade BBCH51 ont été effectués. L'orage de grêle du 20 juin a mis fin à l'essai parce que 95% des plantes ont été cassées. L'essai sera reconduit en 2014.

Tableau 11. Seuil de température pour la première observation d'une ascospore de *L. lindquistii*

Année	Somme base 9°C	précipitation [mm]	Date 1 ^{ère} ascospore
2005 /2006	154.40	382.30	25.04.2006
2006 /2007	157.40	514.40	30.03.2007
2007 /2008	162.10	491.10	08.05.2008
2008 /2009	161.70	383.70	26.04.2009
2009 /2010	157.50	583.40	24.04.2010
2010 /2011	153.60	365.00	08.04.2011
2011 /2012	158.30	404.50	04.04.2012
2012 /2013	162.5	762.00	18.04.2013

Mycothèque

La collection mycologique du groupe est disponible sur Internet sous www.bcis.mycoscope.ch. Une centaine de nouvelles souches ont été implémentées, ainsi que des séquences génétiques. En 2013 une cinquantaine d'espèces ont gratuitement été mises à disposition d'instituts de recherche suisses et étrangers, dont des instituts de recherche en Allemagne, Pologne, France et Grande-Bretagne.

Pomme de terre : gale argentée (*Helminthosporium solani*) et dartrose (*Colletotrichum coccodes*)

Pour ces deux maladies qui apparaissent lors du stockage des tubercules, une méthode de détection par PCR a été mise au point. Les amorces utilisées ont été tirées des articles de Cullen et al (2001 et 2002) et l'extraction des échantillons simplifiée au maximum pour effectuer la PCR directe sur les pelures des tubercules. Les premiers résultats sont encourageants et il est prévu d'utiliser ces outils pour suivre l'évolution des maladies dès la tubérisation en conditions climatisées et en pleine terre.

Ramulariose : nouvelles formes de spores

De nouvelles formes de spores, en plus des conidies et sclérotés, ont été observées en laboratoire en stressant des souches de *Ramularia collo-cygni* et en créant une surpopulation (*crowding effect*) sur milieu artificiel. Ces dernières sont les microconidies (diamètre 5 µm) et les chlamydospores (spores à paroi épaisses) d'un diamètre d'environ 20 à 30 µm (Figure 52). Il est fort probable que ces nouvelles formes soient les précurseurs de la forme sexuée du champignon. Ces « spermaties » sont maintenant utilisées dans de nombreux croisements afin si possible de pouvoir découvrir la forme sexuée du champignon qui pourrait avoir un rôle important dans l'épidémiologie.

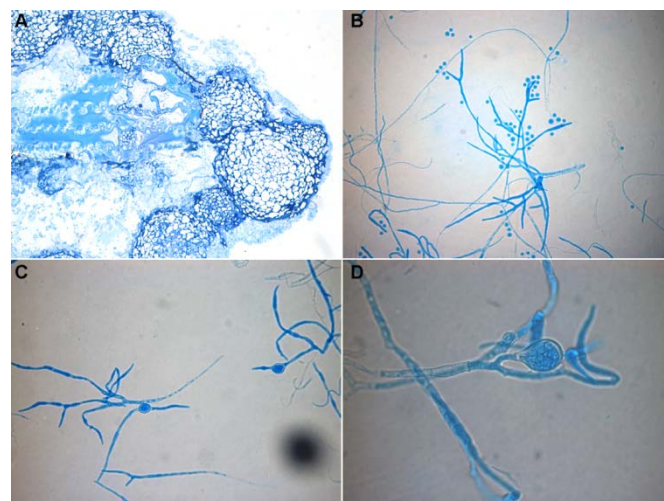


Figure 52. Structures de dissémination de *Ramularia collo-cygni*. A. Sclérote. B. Microconidies. C. Chlamydospores. D. Détail de C

Fusariose de l'épi sur maïs-grain

Sensibilité variétale - Inoculations artificielles

En 2013, la sensibilité variétale de 40 variétés a été testée par inoculation des épis dans les grains et dans le canal des soies avec *Fusarium graminearum*. Les variétés destinées à la culture au sud des Alpes ont été inoculées dans les grains avec *F. verticillioides*. Les résultats obtenus combinés avec ceux des années précédentes permettent d'apprécier la sensibilité de ces variétés (Figure 53). Les différences de sensibilité observées sont statistiquement significatives.

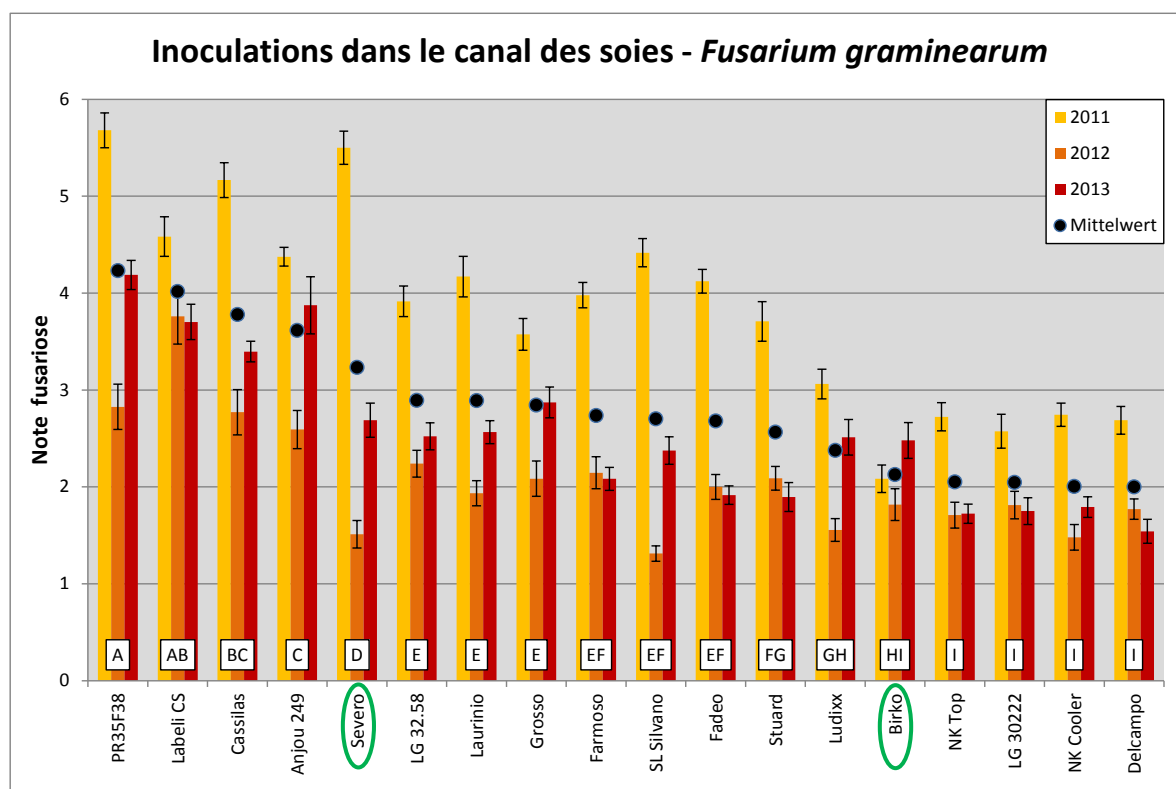


Figure 53. Sensibilité à *F. graminearum* de 18 variétés de maïs-grain (témoins en vert. Sévérité évaluée selon une échelle de 1 à 7, moyenne de 12 épis ± écart-type

Par contre, les variétés tardives destinées à être cultivées au Tessin ne se différencient guère dans leur sensibilité à *F. verticillioides* (Figure 54). Entre 2008 et 2013, 34 hybrides ont été testés avec *F. graminearum* pendant au minimum 3 ans. Une synthèse de ces résultats a été réalisée (Figure 55). Un groupe de variétés très sensibles, un groupe de variétés bien résistantes, ainsi qu'un relativement grand groupe intermédiaire peuvent être identifiés. La sensibilité n'est pas en lien avec la précocité des variétés ni avec leur ancienneté (année d'inscription). Les maïsiculteurs peuvent s'aider de ce classement pour choisir une variété et gérer le risque de contamination en mycotoxines.

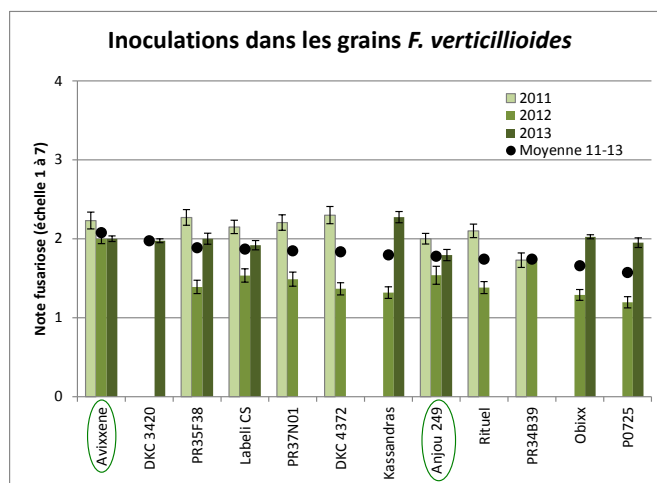


Figure 54. Sensibilité à *F. verticillioides* de 12 variétés de maïs-grain (témoins en vert)

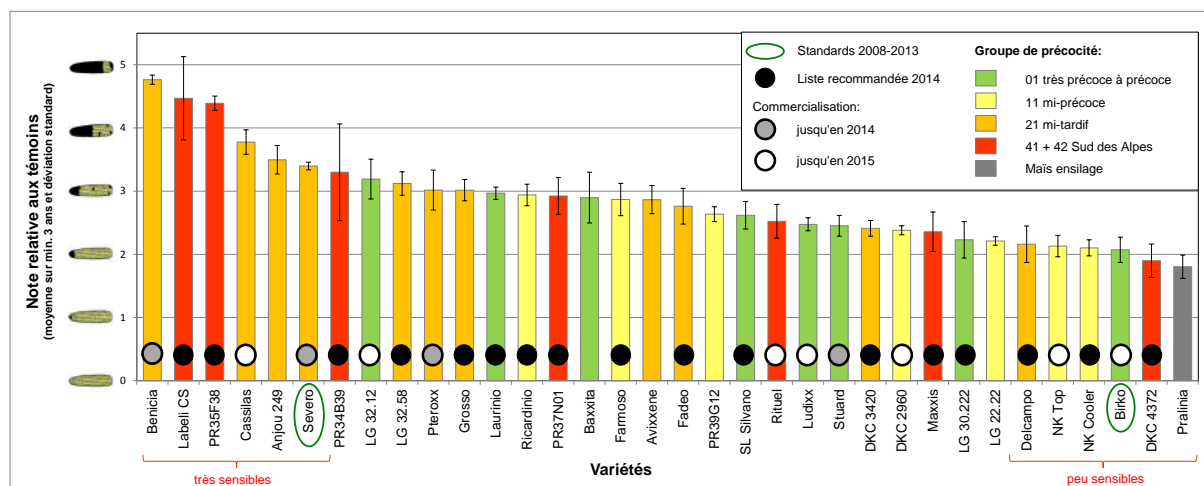


Figure 55. Sensibilité à la fusariose de l'épi de 34 hybrides de maïs-grain (inoculations dans le canal des soies avec *F. graminearum*)

Sensibilité variétale - Infections naturelles

La sévérité des infections de fusariose a été taxée sur 27 variétés de maïs-grain appartenant aux trois groupes de précocité dans les essais variétaux de Goumoens et d'Avenches (VD). A Goumoens, 38 % des épis étaient atteints et la sévérité moyenne se montait à 1.5% de la surface des épis couverte par des symptômes. A Avenches (Figure 56), l'incidence de la maladie était similaire (32 % des épis atteints) avec une sévérité inférieure (0.65 % de la surface atteinte). Par rapport aux années précédentes, les infections de fusariose ont donc été relativement fréquentes, mais leur sévérité est restée tout à fait dans la moyenne malgré des conditions climatiques particulières qui ont retardé semis et récoltes.



Figure 56. Forte attaque de fusariose sur un épi de la variété Sixxtus (Avenches 2013)

Comparaison de souches de *Fusarium* sur blé et sur maïs

Plusieurs souches de *F. graminearum* et *F. culmorum* isolées de blé et de maïs ont été caractérisées morphologiquement et génétiquement (identification et détermination du chemotype). La virulence des souches a ensuite été étudiée par inoculation en champ et en serre sur différentes variétés de blé et de maïs. La virulence ne dépendait ni de l'hôte, ni de l'espèce ou du chemotype. Par contre, la souche la plus virulente sur blé était aussi la souche la plus agressive sur maïs.

MYCOLOGIE VIGNE ET CULTURES SPÉCIALES

Vigne

L'année 2013 restera en mémoire comme une année difficile pour les viticulteurs, parsemée dans certaines régions d'épisodes de grêles catastrophiques. Globalement sur la Côte, elle a été humide à l'exception du mois d'août. Les températures ont été fraîches jusqu'en juin, chaudes en juillet puis dans la norme pour le reste de l'année. Le développement végétatif de la vigne a été caractérisée par un débourrement tardif, une floraison fin juin - début juillet dans de mauvaises conditions météorologiques qui ont amené un millerandage important et une faible récolte. D'une manière générale, l'été chaud et humide a favorisé le mildiou et l'oïdium qui ont nécessité une lutte attentive et laissé peu de marge de manœuvre aux viticulteurs. La pression du mildiou

et de l'oïdium a été localement très forte et la maturation tardive associée à des pluies a favorisé la pourriture grise proche de la récolte. Les vignobles de Genève, de La Côte, de Neuchâtel et du lac de Bière ont été touchés par la grêle du 20 juin qui a provoqué des dégâts sur près de 1000 hectares de vignes et des pertes de récolte pratiquement totales. Localement certains ceps ont été fortement endommagés et la récolte entièrement détruite.

Mildiou

Les importantes pluies de fin juillet sur du feuillage jeune poussé après la grêle a provoqué une explosion du mildiou dans l'ouest du bassin lémanique. Dans ces conditions et malgré des intervalles de traitement serrés, le mildiou a été difficile à maîtriser. Celui-ci a aussi été virulent en Suisse alémanique et au Tessin où malgré les traitements des pertes de récolte ont été totalement enregistrées. Par contre, il a été discret en Valais. A Perroy (VD), l'épisode pluvieux du 20 juin a provoqué de fortes attaques sur grappes où 3 à 13% des inflorescences ont été touchées sur du Chasselas. A Changins, les trois épisodes de grêle des 20 juin, 28 juillet et 8 août ont fortement endommagés les parcelles d'essais rendant une valorisation des essais mildiou et *Botrytis* impossible. Le Tableau 12 résume les observations qui ont été possibles au laboratoire extérieur et dans le témoin non traité de Changins pour les années 2003 à 2013.

Tableau 12. Pour Changins, biologie et épidémiologie du mildiou (maturation des oospores, plantes indicatrices, infections), phénologie (cv. Chasselas) et précipitations pour les années 2003-2012. Infections mildiou : 0, absence ; (+), quelques taches d'huile ; + présence moyenne ; ++, forte ; +++, très importantes, localement pertes économiques. (basé sur le logiciel VM-Plasmopara sauf * 2003-2004 SmartGraph)

Changins, laboratoire extérieur	2003*	2004*	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Date maturité oospores (germination en 24h)	23.avr	15.avr	02.mai	11.mai	30.avr	05.mai	04.mai	12.avr	non atteinte	25.avr	30.avr
Stade BBCH (Baggiolini)	07 (C)	05 (B)	12 (E)	51(F)	51-52 (F)	12 (E)	51 (F)	03 (B)	-	10 (D)	10 (D)
Sporulation maximale (nb max. d'oospores)	23.avr	19.avr	06.mai	11.mai	30.avr	05.mai	11.mai	12.avr	05.avr	25.avr	n.d.
Stade BBCH (Baggiolini)	07 (C)	05 (B)	13 (E)	51 (F)	51-52 (F)	12 (E)	53 (G)	03 (B)	05 (B)	10 (D)	
Nb. moyen oospores par contrôle	168	31.9	70.7	28.1	27.8	121.9	149.1	82.0	63.0	124.4	204.6 (maïs seul. 4 points)
Somme précipitations (janvier-mai)	231 mm	380 mm	339 mm	478 mm	348 mm	369 mm	191 mm	278 mm	154 mm	334 mm	400.7 mm
Somme températures de 140° (>8° C)	30.avr	15.mai	03.mai	07.mai	22.avr	11.mai	30.avr	30.avr	19.avr	30.avr	10.mai
Stade BBCH (Baggiolini)	51 (F)	15 (E)	13 (E)	51 (F)	51 (F)	52 (F)	51 (F)	53 (G)	-	13 (E)	13 (E)
Date 1 ^{ère} inf. primaire	11.mai	01.juin	14.mai	18.mai	30.avr	16.mai	27.mai	05.mai	11.mai	02.mai	17.mai
Date première tache huile : témoin	26.mai	11.juin	06.juin	22.mai	29.mai	26.mai	25.mai	18.mai	16.mai	14.mai	17.mai
Début phase exponentielle épidémie	jamais	mi-août	fin juillet	fin mai	mi-juin	fin mai	fin juin	mi-juin	mi-juin	fin mai	fin mai
Nombre total d'infections secondaires (avant fleur)	7 (0)	3 (0)	1 (+)	4 +	15 +	17 ++	0 (0)	8 (0)	1 (0)	11 (0)	9 (+)
Nombre total d'infections secondaires (durant fleur)	3 (0)	3 (0)	2 (0)	5 (+)	4 (+)	3 (+)	10 (+)	7 (0)	3 (+)	6 (+)	8 (grêle)
Nombre total d'infections secondaires (après fleur)	9 (0)	25 (+)	17 (+)	34 +	37 +++	24 ++	20 ++	24 (+)	26 (+)	25 ++	33 (grêle)
Somme pluies (mai-août)	218 mm	375 mm	256 mm	319 mm	536 mm	323 mm	258 mm	286 mm	338 mm	378 mm	396.9 mm
Intensité minimale des pluies menant à des taches primaires (feuilles à 5 cm de la surface sol)	3.6 mm/h	15.6 mm/h	n.d.	4.8 mm/h	13.5 mm/h	4.8 mm/h	3.0 mm/h	n.d.	3.6 mm/h	4.8 mm/h	4.8 mm/h

Lutte anti-oïdium en 2013 et résistance aux strobilurines

La découverte en 2012 de la forte présence de souches d'*Erysiphe necator* résistantes aux strobilurines en Valais a conduit d'une part, à des modifications de l'homologation des produits concernés et d'autre part, à de nouvelles recommandations d'utilisation. Afin de confirmer le bienfondé de ces recommandations, des essais de lutte ont été réalisés

à Pully (VD) et Chalais (VS). Les questions évaluées étaient de savoir si les strobilurines avaient encore une certaine efficacité et quels mélanges avec un anti-oïdium pouvaient être recommandés. En particulier, l'efficacité du mélange au soufre mouillable a été testée. De plus, le modèle VitiMeteo-Oïdium a été évalué dans l'essai de Chalais.

Essai à Pully

Dans le but d'évaluer l'efficacité des strobilurines seules, en mélange au soufre mouillable, ou en mélange à de la métrafénone, trois traitements consécutifs avec des strobilurines ont été réalisés les 17.6, 27.6 et 9.7 durant la période de grande sensibilité de la vigne. Le cépage était du Chardonnay qui est très sensible à l'oïdium et le site choisis très favorable à la maladie. Avant chaque traitement une notation des différentes variantes a été réalisée. Dans le témoin non traité l'oïdium était absent le 17 juin. Le 27 juin 10% des feuilles étaient atteintes avec une intensité très faible (0.5%). La maladie a ensuite explosé pour atteindre le 9 juillet 79% des feuilles touchées (intensité 24.5%) et 24.6% des grappes atteintes (intensité 6.2%). Finalement le 30 juillet les 100% des feuilles et des grappes étaient fortement atteintes (intensité 73.8% sur feuilles et 75% sur grappes) amenant à la destruction complète de la récolte. Lors de la deuxième application de strobilurine le 27 juin toutes les variantes étaient propres avec quelques très rares taches sur feuilles (>2%) dans les différentes variantes. Les résultats du 9 juillet, 10 jours après la deuxième application de strobilurine sont présentés dans la Figure 57.

La variante avec la trifloxystrobine seule a lâché et en 10 jours la maladie s'est fortement développée en passant de 0.7% de feuilles atteintes le 27 juin à 58% (intensité 5.3%) le 9 juillet et sur grappes de 0% à 14% de fréquence (intensité 0.5%). Même si les intensités étaient encore faibles le 9 juillet, elles ont fortement augmenté ensuite pour atteindre environ 40% aussi bien sur feuilles que sur grappes le 30 juillet. La variante trifloxystrobine en mélange avec du soufre mouillable montre aussi un développement notable de la maladie. La variante trifloxystrobine + métrafénone a montré un bon contrôle de l'oïdium, tout aussi bon que la référence métrafénone seule. Cette situation s'est confirmée le 30 juillet. Début septembre, malgré une progression généralisée de la maladie dans toutes les variantes dues à des conditions très favorables, les différences observées fin juillet se sont confirmées. Le mélange de la trifloxystrobine à la métrafénone n'a pas montré une meilleure efficacité que la métrafénone seule.

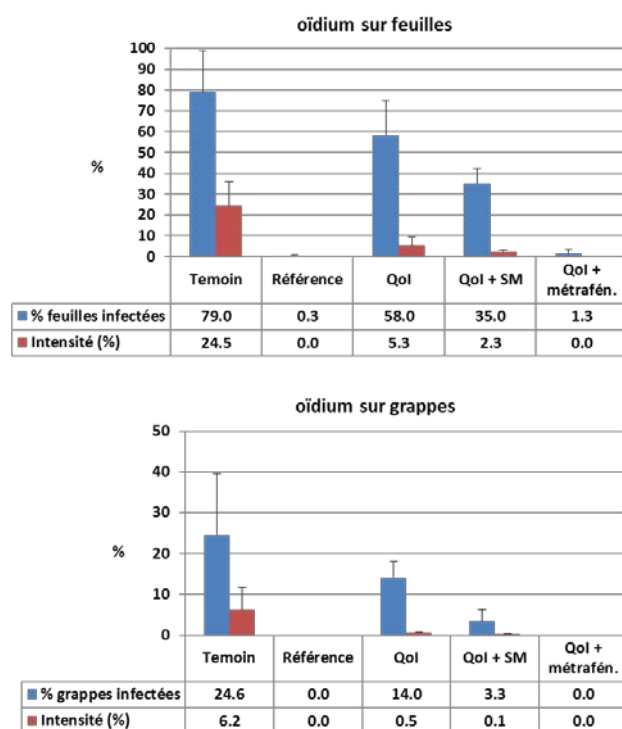


Figure 57. Evaluation de la présence d'oïdium le 9 juillet dans l'essai de Pully (VD) après un bloc deux traitements avec la trifloxystrobine seul ou en mélanges. Qol = trifloxystrobine, SM = soufre mouillable, Référence = 3x lorsque la trifloxystrobine a été appliquée

Essai à Chalais (VS)

Des essais ont aussi été réalisés sur du Riesling-Sylvaner à Chalais. Le plan de traitement est présenté à la Figure 58. Les variantes 1 et 2 ont été réalisées pour valider le modèle VitiMeteo-Oidium et les variantes 3, 4 et 5 pour évaluer l'efficacité des mélanges strobilurine + soufre mouillable et strobilurine + difénoconazole. La pression de maladie a été moyenne à forte en 2013. Le modèle a permis d'économiser un traitement tout en maintenant une efficacité similaire au programme de référence (Figure 59).

A Chalais le mélange azoxystrobine + soufre mouillable a permis de contrôler l'oïdium de manière satisfaisante malgré une efficacité légèrement moins bonne que dans les autres variantes. Le mélange azoxystrobine + difénoconazole a montré d'excellents résultats mais sans apporter un plus par rapport au difénoconazole seul. Le mélange azoxystrobine + difénoconazole a provoqué une légère crispation des feuilles de la zone des grappes.

		+ 13 j	+ 16 j	+ 12 j (+9j)	+ 16 j	+ 14 j	+ 15 j	+ 15 j	+ 15 j (+22j)	+ 21 j	
Variantes		18.5	31.5	3.6	12.6	19.6	26.6	4.7	11.7	26.7	16.8
1	SM	Moon Exp.	-	Moon Exp.	-	Moon Exp.	-	Moon Exp.	-	Vivando	Prosper
Classique	Folpet	Mildicut	-	Mildicut	-	Folpet	-	Folpet	-	Cuprosan	Cuprosan
2	SM	-	Moon Exp.	-	Moon Exp.	-	Moon Exp.	-	Moon Exp.	Vivando	Prosper
VM-Oidium	Folpet	-	Mildicut	Mildicut	Mildicut	Folpet	Folpet	Folpet	Folpet	Cuprosan	Cuprosan
3	SM	Quadris+SM	-	Quadris+SM	-	Vivando	-	Quadris+SM	Vivando	Prosper	
QoI + SM	Folpet	Mildicut	-	Mildicut	-	Folpet	-	Mildicut	Cuprosan	Cuprosan	
4	SM	-	Quadris+Slick	Quadris+Slick	-	Vivando	-	Quadris+Slick	Vivando	Prosper	
QoI + ISS	Folpet	-	Mildicut	Mildicut	-	Folpet	-	Mildicut	Cuprosan	Cuprosan	
5	SM	-	Slick	Slick	-	Vivando	-	Slick	Vivando	Prosper	
ISS	Folpet	-	Mildicut	Mildicut	-	Folpet	-	Mildicut	Cuprosan	Cuprosan	
Témoin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Figure 58. Plan de traitement des essais oïdium de Chalais sur Riesling-Sylvaner. Variantes 1 et 2 pour valider le modèle VitiMeteo-Oidium. Variante 3, 4 et 5 pour évaluer l'efficacité des mélanges strobilurine + soufre mouillable et strobilurine + difénoconazole. SM = soufre mouillable

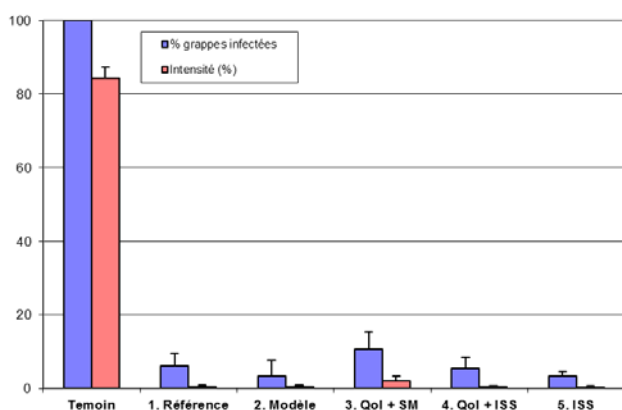


Figure 59. Evaluation de l'oïdium sur grappes dans les essais de Chalais le 30 août 2014. Variantes 1 et 2 pour valider le modèle VitiMeteo-Oidium. Variante 3, 4 et 5 pour évaluer l'efficacité des mélanges strobilurine + soufre mouillable et strobilurine + difénoconazole. QoI = azoxystrobine, ISS = difénoconazole, SM = soufre mouillable, Référence = voir plan de traitement fig. 59

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces deux essais

- Les strobilurines seules ne permettent plus de contrôler l'oïdium et le mélange à un anti-oïdium d'une autre famille chimique se justifie pleinement.
- Le mélange avec le soufre mouillable peut être suffisant dans des conditions de pression modérée mais il n'est pas en cas de très fortes pressions. Il s'agit de rester vigilant, en particulier pour les délais de renouvellement.
- Les mélanges avec la métrafénone ou le difénoconazole ont montrés de très bonnes efficacités, mais sans démontrer un gain d'efficacité par rapport à la métrafénone ou au difénoconazole utilisés seuls.
- Le modèle VitiMeteo-Oidium a permis d'économiser un traitement sur les sept effectués dans le programme de référence tout en montrant des efficacités similaires.

Modifications des homologations de produits suivants Cabrio Star, Quadris Max, Strobey et Flint pour 2014

- Le nombre maximal d'application reste limité à trois par an mais en faisant des blocs de deux applications consécutives au maximum.
- Les strobilurines doivent être appliquées uniquement en mélange extemporané avec un produit anti-oïdium d'un autre groupe chimique et aux doses homologuées.

RECOMMANDATIONS supplémentaires d'utilisation des strobilurines pour 2014

- La lutte contre l'oïdium est préventive; en présence d'oïdium, l'application de fongicides spécifiques à l'exception du soufre favorise la sélection de populations résistantes
- En Valais et à Lavaux, il est conseillé de limiter le nombre d'application à une au grand maximum par an.
- Pour le certificat Vitiswiss, seul le mélange avec le soufre mouillable (0.3% à 0.4%) est admis
- Les intervalles de traitements doivent être raisonnés en fonction de la pression de la maladie, de la sensibilité de la vigne et des produits utilisés. Des informations sur les intervalles appropriés sont fournies par le modèle VitiMeteo-Oïdium sur www.agrometeo.ch. Attention, le modèle ne fournit des indications que pour des parcelles en situation saine, en cas de maladie il ne faut en aucun cas espacer les traitements.

Essais traitements bio par voie aérienne

La demande pour réaliser des traitements par voie aérienne sur des parcelles conduites en bio est en augmentation. Des viticulteurs renommés exploitant des vignes en culture biologique (certifiée ou non) dans des vignobles en terrasses très difficiles d'accès ont contacté Air Glaciers pour savoir si des traitements par voie aérienne avec des produits admis en viticulture biologique étaient envisageables. Des essais avaient déjà été réalisés depuis 2010 sur une parcelle à Chalais avec des résultats encourageants. Air Glaciers souhaitait traiter avec du lait maigre à 10 l/ha contre l'oïdium en plus du soufre et du cuivre. Mais le lait maigre n'étant pas homologué, une autorisation spéciale pour essais avec un produit non homologué a été nécessaire. Air Glaciers ne possédant pas d'autorisation de faire des essais phytosanitaires elle s'est adressée à P.-H. Dubuis car Agroscope est en possession d'une autorisation générale de faire des essais. Parallèlement une demande pour l'inscription du lait maigre sur la liste des substances de bases a été déposée à l'OFAG par Air Glaciers. Un total de 13.4 hectares répartis entre Sion et Granges ont été traités 9 fois par voie aérienne avec du cuivre, du soufre et 10 l/ha de lait maigre. Une partie des parcelles a été traitée en plus une à deux fois au sol. Une visite sur la place de remplissage le lundi 13 mai a permis de voir le dispositif et de constater l'utilisation de lait maigre. Puis des parcelles traitées ont été visitées à deux reprises les 04 juillet et 16 août. L'état phytosanitaire était dans l'ensemble très bon. Par contre, les limites de l'application par voie aérienne étaient clairement rendues visibles par la présence locale d'oïdium. En particulier, en bordure de périmètre où l'hélico ne fait qu'un seul passage sans recouvrement et en présence d'obstacles (arbres, bâtiments) obligeant le pilote à voler plus haut, de l'oïdium pouvait être observé aussi bien sur feuilles que sur grappes.

Toutefois, cette présence limitée d'oïdium n'a pas conduit à des pertes de récoltes significatives et deux ou trois applications ciblées au sol devraient permettre de remédier à ce problème. Toutefois il s'agit de nuancer ces résultats car il faut relever que les parcelles traitées en 2013 avaient des microclimats peu favorables aux maladies et un entretien très soigné. Il n'est pas sûr que les mêmes traitements dans des conditions moins favorables atteindraient une efficacité aussi bonne. La demande étant forte les essais seront poursuivis en 2014. Dans le cadre de l'inscription du lait maigre dans la liste des substances de bases, une évaluation de son efficacité de manière plus précise est nécessaire et cette dernière est à l'étude.

Folletage des grappes : quand la physiologie rencontre la microscopie

Une étude a été initiée afin d'évaluer les causes physiologiques du phénomène de folletage des baies (Figure 60) à travers notamment la mesure de la conductivité hydraulique des rafles de grappes en cours de saison et de réaliser des observations histologiques des tissus conducteurs de sève brute (xylème) et de sève élaborée (phloème) sur des grappes saines et atteintes de folletage. Les mesures ont été effectuées sur des vignes adultes au champ plantées avec la variété Humagne rouge, très sensible à cet accident physiologique, soumise à différents régimes hydriques durant la saison (irrigation différenciée). Des mesures physiologiques (conductivité hydraulique) et des observations anatomiques ont été réalisées à Agroscope au domaine expérimental de Leytron en Valais sur des rafles de grappes saines et de grappes présentant des symptômes de folletage des baies. La manifestation des symptômes de folletage des baies liés à des perturbations de la maturation des raisins est apparue une dizaine de jours après la véraison, et a été largement dépendante du régime hydrique de la vigne durant la saison. L'intensité du folletage des baies a été plus importante dans les vignes n'ayant subi aucune restriction en eau (irrigation importante avant la véraison) que dans des vignes ayant été soumises à une contrainte hydrique modérée à forte dès la véraison. La conductivité hydraulique des rafles a fortement diminué après la véraison et est restée un peu plus élevée chez les grappes saines en comparaison des grappes présentant des symptômes de folletage après la véraison. Les observations anatomiques et histologiques, réalisées dans notre étude, montre une importante désorganisation du contenu cellulaire et l'apparition d'un liber dur (phloème secondaire) lequel n'est plus fonctionnel dans les rafles de grappes atteintes de folletage (Figure 61). Chez les grappes saines, par contre, on note aucune présence de liber dur et tous les tissus conducteurs de sève élaborée sont constitués uniquement de phloème primaire. La cessation d'accumulation des sucres et de l'eau dans les baies atteintes de folletage seraient donc associées à une perte de fonctionnalité du phloème due à une diminution de la viabilité cellulaire à travers la rafle. (en collaboration avec Vivian Zufferey).



Figure 60. Grappe saine (A) et folletée (B) d'Humagne rouge

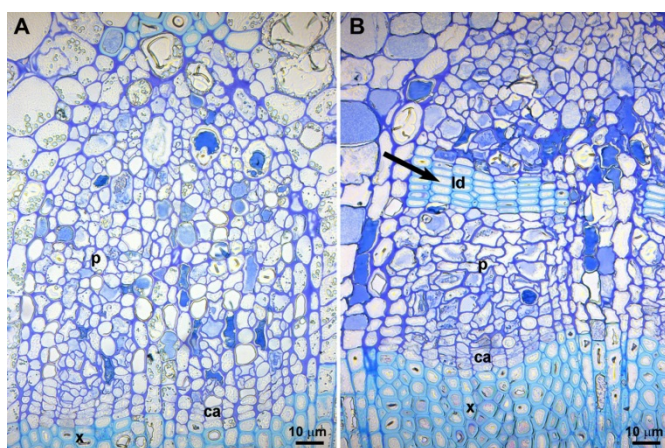


Figure 61. Coupes semi-fines du pédoncule de grappes folletées ou non, colorées avec 1% de bleu de méthylène, tétraborate de sodium et azure II. A. grappe sans symptômes. B. Grappe folletée. Ca: cambium, ld: liber dur, p: phloem, x: xylème

Le traitement à l'eau chaude (TEC) et la dormance induite

Le traitement à l'eau chaude (TEC) des jeunes plants de vignes a pour but de pouvoir offrir au viticulteur des barbes exemptes de flavescence dorée et de la maladie du bois noir. Ce traitement n'est pas totalement anodin, car en plus de la complexité de sa réalisation au niveau des températures, il induit un retard de débournement de l'ordre de deux à trois semaines. Ce retard, s'il n'est qu'un relatif problème pour des plantations précoces, le devient lors de plantations plus tardives et ce surtout dans les régions où il est devenu obligatoire. Une série d'essais a été mise en place afin de trouver des pistes susceptibles de réduire cette période de dormance. Pour pouvoir mener ces tests il fallait tout d'abord savoir s'il était possible d'utiliser des boutures ligneuses en remplacement de barbes trop onéreuses et nécessitant trop de place en serre. Ensuite il a fallu trouver le matériel nécessaire au traitement sachant que le protocole consiste à sortir le matériel végétal de la chambre froide à 5° pour le mettre 24 heures à 14° (réalisé en phytotron)

puis le passer 10 minutes à 30° (en bain-marie étalonné) et ensuite 45 minutes à 50° (ce qui a été réalisé dans une stériliseuse à bocal étalonné afin d'être sûr de la stabilité de la température). Lors de cette phase de mise au point, nous avons pu observer que les boutures traitées présentaient les mêmes retards de débournement, qu'elles soient paraffinées ou non et qu'un dépassement du seuil de 50°, même d'un seul degré, avait des conséquences destructrices mais très irrégulières selon les variétés (tolérance totale pour le Merlot et destruction à 90% pour le Cabernet-Sauvignon). La méthode au point, différentes températures de stockage ont été testées après le traitement : selon le protocole les plantes sont remises 24 heures à 14° après TEC puis soit directement livrées soit re-stockées en chambre froide à 5°. Des cinq variantes testées, allant de 4° à un nouveau trempage à 30° avant mise en végétation, aucune n'a été réellement efficace, les meilleurs résultats ayant été observés sur les plantes laissées 3 jours à 14°. Un apport d'air lors du traitement a été également testé, mais à nouveau aucune différences significatives n'ont pu être détectées. Nous avons également tenté de lever cette dormance en utilisant de la gibbérelline et si nous avons pu observer une meilleure régularité de reprise dans certains cas, nous avons aussi eu des cas de phytotoxicité à aussi une différence marquée entre les variétés. Afin de mener de nouveaux essais, nous allons chercher quelles sont les conséquences physiologiques que ce traitement peut avoir sur le végétal, notamment s'il y a par exemple formation d'embolies dans les vaisseaux.

Maladies du bois de la vigne : esca et eutypiose

Notre étude sur l'esca suggérait que les champignons associés à cette maladie du bois de la vigne n'étaient peut-être pas pathogènes et que la communauté fongique associée à des plantes de pépinière était très différente de celle des plantes adultes, qu'elles soient saines ou malades (Hofstetter *et al.*, 2012). Dans l'idée de préciser l'écologie des champignons de l'esca (saprophytes ou pathogènes ?) nous avons isolé la communauté fongique du bois d'un vignoble adulte (Gamaret, Valais) n'ayant jamais montré le moindre symptôme d'esca ces 15 dernières années. L'identification des champignons par un marqueur moléculaire est en cours. Si le bois d'un vignoble parfaitement sain héberge les champignons de l'esca avec une incidence et une abondance comparables à celles d'un vignoble symptomatique de cette maladie, un nouvel argument contre la pathogénicité de ces champignons sera amené. Obtenir la communauté fongique d'un vignoble sain permettra aussi d'identifier les espèces de champignons ayant un potentiel pour être utilisés comme agents de bio-contrôle.

Un peu moins d'une centaine de cultures d'*Eutypa lata*, espèce de champignon responsable de l'eutypiose mais aussi impliquée dans l'esca de la vigne (Figure 62), ont été obtenues d'un vignoble de Chasselas et caractérisées par le séquençage du marqueur moléculaire ITS (Hofstetter *et al.*, 2012 ; Hofstetter *et al.*, 2013).

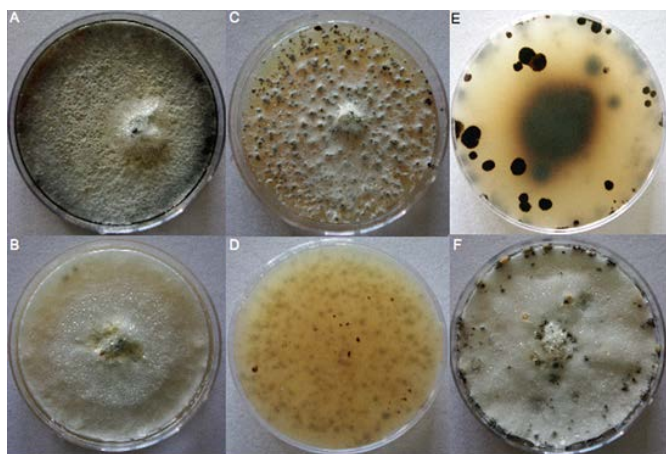


Figure 62. Exemples de la variabilité phénotypique des isolats fongiques du genre *Eutypa* sur une parcelle de Chasselas (Perroy). De A à F : cultures sur milieu gélosé de différentes souches d'*Eutypa*

L'analyse phylogénétique de ce marqueur a permis de vérifier si certains génotypes ITS étaient associés préférentiellement aux plantes saines ou aux plantes malades (esca ou eutypiose). Le support phylogénétique offert par ITS étant faible, trois autres marqueurs ont été séquencés (β -tubuline, calmoduline et RPB2). Ces données sont en cours d'analyse (Hofstetter *et al.* en préparation).

Champignons du genre *Fusarium* impliqués dans les kératites fongiques.

Un échantillonnage de 130 souches de *Fusarium* isolées de patients du CHUV atteints de kératite a été caractérisé par séquençage de cinq marqueurs moléculaires (ITS, RPB2, *tef-1*, β -tubuline et calmoduline). Cinquante-six de ces souches ont été retenues pour comparer différentes méthodes d'identification: par BLAST des séquences individuelles de chaque gène sur la Genbank, par alignement automatique de ces séquences prises individuellement ou ensemble (« multi-locus sequence typing », MLST) sur l'alignement des séquences d'une base de données dédiée au genre *Fusarium* (Fusarium-ID) ou par MALDI-TOF (*matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight*). Une phylogénie combinée des cinq gènes séquencés montre que les complexes d'espèces (*F. oxysporum* et *F. solani*) se scindent en plusieurs clades qui correspondent à différentes espèces. Toutes les méthodes d'identification étudiées (BLAST, MLST et MALDI-TOF) sont capables d'attribuer des souches de *Fusarium* au bon complexe d'espèces. Par contre, aucune de ces méthodes n'est capable de placer une souche de *F. solani* ou de *F. oxysporum* dans le bon sous-clade, donc de reconnaître les différentes espèces au sein d'un complexe d'espèces. Ces résultats remettent en question l'idée d'un barcode des champignons sur la base d'une seule séquence et montrent qu'une identification par MALDI-TOF, technique souvent utilisée en médecine pour identifier les champignons pathogènes, n'est pas suffisamment précise pour identifier les espèces (Hofstetter *et al.* en préparation).

Traiter la vigne par la vigne : extraits fongicides de sarments aoûtés

Des extraits éthanoliques et méthanoliques de sarments de vigne présentent des activités antifongiques contre le mildiou (*Plasmopara viticola*), l'oïdium (*Erysiphe necator*) et la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) dans des tests au laboratoire, alors que les extraits aqueux n'ont montré aucun effet. Les extraits alcooliques ont été séparés selon leur polarité en 4 fractions et analysés par chromatographie. La toxicité de ces fractions a été évaluée et montre que chacune présente une forte activité contre le mildiou, trois d'entre elles sont actives contre la pourriture grise, alors que seule la fraction la plus apolaire est active contre l'oïdium. Sur la grande diversité de molécules constitutives mises en évidence, six composés majoritaires ont pu être identifiés, dont l'Ampelospine A et H, l'Hopeaphénol et la E-Vitisine B. Leur toxicité contre le mildiou a été quantifiée (CI_{50}). La Vitisine B et l'hopeaphénol (Figure 63) présentent des valeurs d' CI_{50} très basses, respectivement 12 et 17 μ M, et sont donc fortement fongicide.

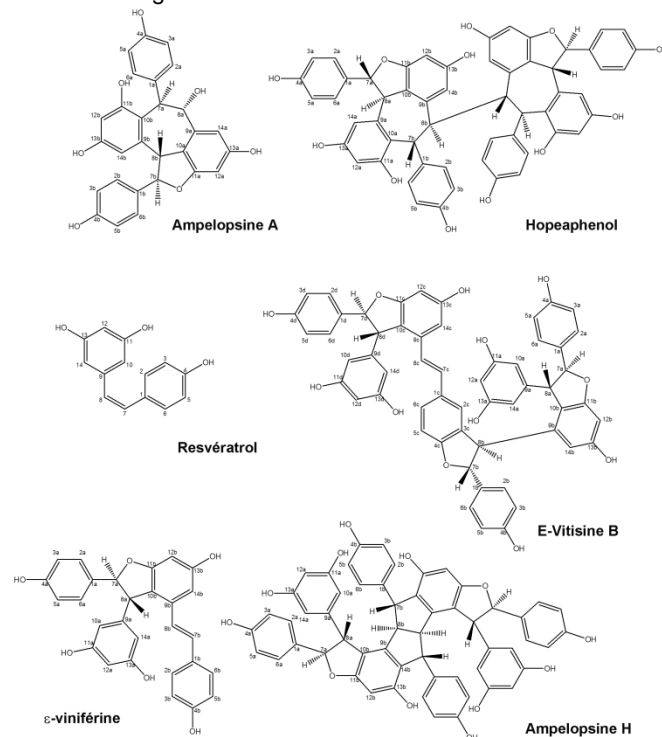


Figure 63. Exemple de composés majoritaires isolés dans les extraits alcooliques des sarments de la vigne

L'effet fongicide de l'extrait alcoolique de sarments a été observé au niveau de l'ultrastructure des sporanges de *Plasmopara viticola* et des conidies de *Botrytis cinerea* en microscopie électronique à transmission (Figure 64). Les sporanges du mildiou, traités avec l'extrait méthanolique de sarments, présentent une forte contraction de la cellule, une importante désorganisation des membranes et des organelles cellulaires 6 h après le traitement en comparaison avec le contrôle négatif (traité avec de l'eau). Le contrôle positif (Melody Combi, fongicides, folpet + iprovalicarbe et switch, fludioxonil + cyprodinil) a quant à lui provoqué une altération de la couche externe de la paroi cellulaire de même qu'une importante vacuolisation du contenu cellulaire. Les modifications de la paroi cellulaire correspondent au mode d'action de l'iprovalicarbe, qui inhibe l'activité d'une cellulose

synthase qui participe à la synthèse de la paroi. Après 24 h, le cytoplasme s'est entièrement coagulé et les membranes cellulaires sont détruites que ce soit avec l'extrait méthanolique de *V. vinifera* ou avec le fongicide témoin.

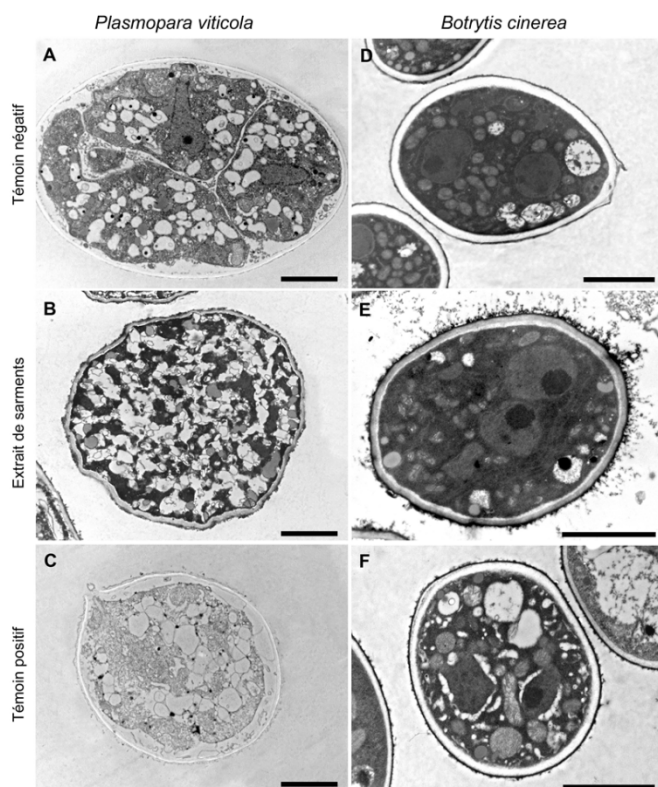


Figure 64. Ultrastructure des sporanges de *Plasmopara viticola* et des conidies de *Botrytis cinerea* par microscopie électronique à transmission 6 h après traitement avec l'extrait méthanolique brut de sarments de vigne (cv. Pinot noir), avec un fongicide commercial (témoin positif) et de l'eau (témoin négatif). A à C. *Plasmopara viticola* : A. Sporange traité à l'eau. B. Sporange traité avec l'extrait méthanolique de sarment à 1 mg/ml. C. Sporange de *P. viticola* traité avec un fongicide (Melody Combi à 2 mg/ml). D à F. *Botrytis cinerea* : D. Conidie traitée à l'eau. E. Conidie traitée avec l'extrait méthanolique de sarment à 5 mg/ml. F. Conidie traitée avec un fongicide (Switch à 1mg/ml). La barre d'échelle représente 5 µm

Dans le cadre de ce projet, l'efficacité de l'extrait alcoolique a été évaluée en plein champ. Trois modalités de traitement ont été appliquées: i) l'extrait seul non formulé appliqué durant toute la saison, ii) l'extrait associé avec des demi-doses de cuivre (Cuivre 50) et de soufre (Thiovit), iii) protection de la période florale avec des produits conventionnels (Melody combi, Vivando) et application de l'extrait seul le reste de la saison. Les différentes modalités ont été réparties aléatoirement par bloc de 6 cepes de Gamay, répétés trois fois. La cadence de traitement a été adaptée selon le modèle de prévision Agrométéo tandis que la phénologie et le développement épidémiologique du mildiou et de l'oïdium ont été suivis de façon hebdomadaire. Neuf traitements au total ont été appliqués sur la saison, qui a été soumise à des épisodes climatiques particuliers qui ont fortement perturbés le bon déroulement de l'essai : printemps frais et pluvieux, 3 épisodes de grêles accompagnés de précipitations

importantes et de chaleur qui ont permis un développement exceptionnel de mildiou dans toute la région lémanique (Figure 65).



Figure 65. Etat des essais vigne après l'épisode de grêle du 26 juin 2013

Toutefois, des différences significatives entre les traitements ont pu être mises en évidence durant la première quinzaine d'août. Si l'extrait seul a permis une faible réduction de l'incidence du mildiou, les deux modalités en association avec l'extrait ont permis de réduire en moyenne de 25% l'incidence de la maladie. La pression de mildiou fut telle en fin de saison qu'aucune différence n'était détectable en fin de saison, rendant difficile l'observation du développement de l'oïdium. L'observation des effectifs de populations de *Typhlodromus pyri* en fonction des différentes modalités a été réalisée à 4 reprises durant la saison (avant tout traitement, floraison, nouaison et véraison). Aucune des stratégies de traitement étudiées dans cet essai n'a eu d'impact sur le nombre d'œuf et d'adultes de cet auxiliaire, montrant que l'extrait n'a pas d'effets toxiques sur la faune auxiliaire. Plus de deux tonnes de sarments ont été récoltés et broyés afin de préparer plus de 10 kg d'extraits qui seront formulés sur mandat extérieur. Un essai de traitement sera renouvelé en 2014 à plus grande échelle mais au moyen de cet extrait formulé de façon industrielle afin d'optimiser son activité fongicide par sa stabilisation aux UV, au lessivage et à la température pour une utilisation au vignoble.

Arboriculture

Lutte anti-oïdium

Depuis environ 5 ans l'oïdium du pommier, causé par *Podosphaera leucotricha*, pose des problèmes en Suisse romande principalement dans les cantons de Vaud et du Valais. Dans certaines parcelles le feuillage est très fortement atteint et la maladie semble difficile à maîtriser. Toutefois, peu de dégâts sur fruits ont été constatés. La recrudescence de l'oïdium peut s'expliquer partiellement par les conditions météorologiques particulièrement favorables à la maladie.

D'autre part, l'utilisation intensive des ISS (inhibiteur de la synthèse des stérols) dans la pratique pourrait avoir débouché sur la sélection de souches résistantes ou du moins sensibles. Afin de répondre à quelques questions en matière de stratégie de lutte, un essai a été réalisé en 2013 en collaboration avec l'arboriculture d'Agroscope à Conthey (Figure 66).

Tableau 13. Fréquence d'attaque sur feuilles (%) de l'essai oïdium du pommier réalisé sur Gala aux Fougères (VS). Pour chaque répétition 5 arbres ont été évalués et pour chaque arbre la présence de *Pososphaera leucotricha* a été notée sur 10 branches à raison de 10 feuilles par branche

Procédé	Traitements de mi-mai à fin juillet	14.05.	26.06.	30.08.
Témoin	Non traité	27.3	56.4	50
Var. 1	2x difénoconazole, 2x cyflufénamide, 2x diféno.	4.9	3	7
Var. 2	Idem 1 mais sans soufre avant fleur	5.3	5.2	7
Var. 3	diféno, cyflufén., diféno, cyflufén., 2x diféno.	5.2	5.4	5.1
Var. 4	2x fluopyram, 2x cyflufén., fluopyram., diféno.	6.5	1.7	1.9

Parallèlement afin d'évaluer la sensibilité de *P. leucotricha* aux ISS, des feuilles ont été prélevées dans 10 parcelles valaisannes réparties entre Fully et St-Léonard le 14 mai 2013 et envoyées à EpiLogic (Freising, Allemagne) pour analyse. L'objectif était de déterminer la CE50 (concentration efficace médiane = concentration inhibant 50% de la croissance) du difénoconazole sur cinq isolats monospores par parcelles. Des problèmes techniques ont fait que seul la moitié des isolats monospores prévues ont pu être testés. Les résultats (Tableau 14) montrent une nette dérive de la sensibilité des isolats par rapport aux valeurs de CE₅₀ de 0.1 à 0.2 mg/l obtenues avant l'introduction des ISS sur le marché. Toutefois, ces valeurs ne sont pas suffisamment élevées pour que les isolats puissent être qualifiés de résistants. Avec ces valeurs de CE₅₀, les ISS sont toujours capables de contrôler la maladie au verger. Par contre, la marge de sécurité est fortement diminuée et le moindre problème lors de l'application (dosage, conditions météo, qualité de pulvérisation) ou dans le délai de renouvellement, peut entraîner une baisse d'efficacité et le développement de l'oïdium. Il est donc particulièrement important de soigner tous les aspects liés à la protection phytosanitaire lors de l'utilisation d'ISS. Il est indispensable de doser le produit en fonction de la surface foliaire (TRV) en particulier dans les verges vigoureux avec un feuillage important et dense et dont le volume foliaire dépasse 10'000m³/ha. Dans les vergers avec un historique difficile il est important de prendre des mesures prophylactiques tels que l'élimination des pousses et des bourgeons infectés lors de la taille, maîtrise de la vigueur et élimination des pousses infectées au printemps.

Tableau 14. Sensibilité au difénoconazole (CE50 en mg/l) de *Podospaera leucotricha* en Valais. Biotests réalisés sur la variété Jonagold à partir d'isolats monospores. La sensibilité de base de la population avant l'introduction des ISS sur le marché était de 0.1 à 0.2 mg/l. n = nombre isolats monospores testés; n.d.= non déterminé ; MCE₅₀ = concentration efficace moyenne; CE₅₀min = concentration efficace minimale; CE₅₀max = concentration efficace maximale

Lieu	Variété	n	MCE ₅₀	CE ₅₀ min	CE ₅₀ max
Charrat	Summerred	6	2.50	1.99	3.57
Fully	Idared	3	2.69	1.63	3.86
Charrat	Idared	1	3.24		
St. Léonard	Gala	n.d.			
Bramois	Gravenstein	3	2.02	0.75	5.48
Sion	Clara (BIO)	1	1.36		
Sion	Golden	5	1.37	0.47	2.70
Conthey	Gala	1	1.43		
Total		20			

Biotechnologie végétale

Vignes

Les travaux d'identification moléculaire se poursuivent au moyen de 54 marqueurs qui ont été mis au point, parmi ceux-ci, les 6 décrits dans la base de données suisse (<http://www1.unine.ch/svmd/>), les 3 additionnels de la base de données européenne (<http://www.eu-vitis.de/index.php>) ainsi que 3 marqueurs supplémentaires utilisés dans le cadre du projet PAN. Une quinzaine d'accessions ont été identifiées pour le groupe de virologie et pour Agroscope à Pully ainsi que six nouvelles installations *in vitro*. L'Office de la Viticulture au Valais nous a demandé d'identifier des porte-greffes, les premiers essais de purification d'ADN à partir du bois ou des racines semblent concluants et le laboratoire pourra prochainement ajouter ces techniques à ses acquis. Des tests de lignification *in vitro* de la vigne (Figure 67) ont été effectués et la présence de bois détectée dans les AGROBOX, confirma la possibilité de sortir les vignes de leur phase juvénile. Ces essais ouvrent de nouveaux horizons pour l'étude des maladies du bois: des tentatives d'infection *in vitro* vont être effectuées dans le futur et permettront peut-être de mieux comprendre cette problématique complexe.



Figure 67. Lignification de la vigne *in vitro*

Pommes de terre

Un nouvel essai inter-laboratoire d'identification variétale des pommes de terre avec les cinq laboratoires français (INRA et la Fédération nationale des producteurs de plants de pomme de terre - FNPPPT notamment) avec qui nous collaborons a été effectué au moyen de 7 marqueurs microsatellites (précédemment 5). Les résultats devraient nous être communiqués dans les prochaines semaines.

Les travaux d'identification du laboratoire couvrent doublement 10 des 12 chromosomes de la pomme de terre. Un marqueur en cours d'étude devrait permettre d'en couvrir un 11^{ème} et une dizaine de nouveaux marqueurs vont être testés pour couvrir le 12^{ème} chromosome. Parmi tous ces marqueurs, quatre sont communs avec ceux utilisés dans le cadre de l'initiative European Genbank Integrated System (AEGIS) (<http://aegis.cgiar.org/documents/aquas.html>) qui a pour but de créer un système intégré des ressources génétiques végétales pour la consommation et l'agriculture en

Europe dans le cadre de ECPGR (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources <http://www.ecpgr.cgiar.org/>) qui est un programme de collaboration entre la plupart des pays européens visant à assurer la conservation à long terme des ressources génétiques végétales et à faciliter leur utilisation. Les résultats concernant les 26 ADN envoyés fin 2012 ne nous ont pas encore été communiqués.

Parallèlement, afin d'entamer la validation des variétés conservées dans le cadre du projet NAP 04-S70, des échanges de profils ont été effectués avec nos collègues français et la comparaison de ces profils avec la base de données IdeAle (Sylvie Marhadour, INRA, FN3PT) commence à produire des résultats: l'identité de certaines accessions ou des synonymies ont été vérifiées d'une part, et, d'autre part, l'absence de profils équivalents a permis de souligner qu'une partie de nos accessions se démarquent de celles conservées en France. Ce type de vérification devrait se poursuivre en 2014 et s'ajouter aux résultats de AEGIS, une fois ceux-ci disponibles, et ainsi offrir une meilleure connaissance des accessions conservées en Suisse. Une nouvelle accession du projet PAN-S70 a été testée, il s'agit de la Bondo. Son profil génétique a été établi au moyen de 16 marqueurs microsatellites. Ce profil est identique à celui de la variété Granola, encore inscrite sur le catalogue européen, pour les 16 marqueurs. La caractérisation moléculaire des deux accessions candidates de 2012 (Blaue Uttwill et Marseille) s'est poursuivie en 2013 et a confirmé l'identité de la première à la Blaue Schweden et la deuxième à une Institut de Beauvais. La caractérisation génétique d'une soixantaine d'échantillons en provenance de Russie est quasiment terminée, l'étude des résultats devrait permettre de valider encore mieux notre kit de microsatellites grâce à un échantillonnage de variétés n'ayant que peu de liens avec les variétés de l'Europe de l'Ouest. Les professionnels de la production de pommes de terre nous ont demandé de vérifier l'identité de 7 échantillons douteux en 2013, et 1 tête de clone a été caractérisée pour Swissem afin de confirmer son identité avant de lancer le programme de multiplication pour la production de plants pour la Suisse.

Près de 15'000 boutures de 11 variétés et produites dans l'AGROBOX ont été fournies à Swissem et aux EM pour assurer la production de plants pour la Suisse.

Des tests ont aussi été effectués dans l'AGROBOX pour valider la micro-tubérisation dans ce conteneur. Ainsi six variétés différentes dans un total de 52 boîtes ont produit des microtubercules.

Petits fruits

Plusieurs accessions perdues *in vitro* ont été réinstallées et de nouvelles accessions les ont rejointes. Les problèmes d'infection des fraises sont quasiment tous résolus, par contre les tests avec différents milieux pour les *Rubus* n'ont pas encore fourni de résultats positifs permettant une conservation et une multiplication optimale de quelques accessions problématiques, le travail se poursuit, mais il est de longue haleine dû à la difficulté de multiplier ces accessions pour les tester et au fait que les plantes poussent correctement au début de l'installation et ne commencent à périr que 6 à 10 mois plus tard.

Des tests viraux ont apporté des résultats variés: pour quatre virus, les tests ont fonctionné parfaitement et fourni des résultats reproductibles indiquant l'absence des virus concernés dans les 86 accessions testées. Pour cinq virus, la reproductibilité des résultats laisse à désirer, cela est principalement lié à la difficulté de trouver des contrôles positifs fiables (même ceux obtenus dans le commerce n'ont pas toujours fourni les résultats escomptés), la stabilité des anticorps a aussi été mise en doute et de nouveaux lots ont été commandés et testés. Un dixième anticorps, reconnaissant trois virus susceptibles d'infecter les baies, montre un bruit de fond assez élevé, mais il a toutefois permis de mettre en évidence la présence de virus dans trois accessions qui ne seront plus distribuées en attendant la confirmation de ces résultats. Le groupe de virologie va nous aider à optimiser les tests. Les difficultés de multiplication des *Rubus* ne facilitent pas la tâche: une plante est sacrifiée pour chaque test ELISA. D'après les résultats obtenus, il semblerait que certains virus peuvent demeurer latent dans la plante *in vitro* et se trouver ainsi au-dessous du seuil de détection. De plus, dans les plantes en serre, une faible infection n'est pas toujours uniforme et la sélection des feuilles pour les tests pourrait s'avérer critique dans certains cas.

L'utilisation de 11 marqueurs microsatellites pour les *Rubus* paraît tout-à-fait appropriée pour caractériser les accessions de la collection. En effet, lorsqu'on retire les résultats de 4 microsatellites, le nombre d'accessions différenciables reste le même. Les doublons présents correspondent soit à des accessions ayant vraisemblablement subi une mutation ponctuelle soit à des accessions morphologiquement non différenciables.

Cinq marqueurs sont suffisant pour différencier les accessions de fraises octoploïdes. Afin d'obtenir des résultats plus fiables pour les accessions di- et hexaploïdes, 9 nouveaux marqueurs ont été testés, toutes les accessions ont été caractérisées avec l'un d'eux, trois marqueurs ont été éliminés (mauvaise lisibilité ou pas appropriés aux accessions à identifier) et 5 d'entre eux sont encore en cours. La caractérisation devrait être menée à terme avec toutes les accessions pour une partie d'entre eux. Leur utilité pour différencier les accessions di- et hexaploïdes et pour confirmer les résultats pour les octoploïdes sera examinée.

Dans le but d'aider à la sélection des *Ribes* méritant de figurer sur la liste positive du projet PAN, 19 marqueurs ont été testés, la moitié d'entre eux, jugés inappropriés ont été mis de côté, le reste est encore en test. Un kit de 6 marqueurs devrait être disponible pour fin 2014. Il est toutefois difficile de savoir s'il sera efficace: certains marqueurs ne produisent pas de résultats utilisables pour certaines espèces (cassis, raisinets ou groseilles vertes), d'autres ne présentent pas assez de variation à l'intérieur d'une même espèce. Comme cela arrive fréquemment avec les espèces ligneuses, la purification de l'ADN de quelques échantillons n'était pas optimale. Il faudrait élargir l'échantillonnage et optimiser la purification.

Artichaut

Plusieurs milieux ont été testés sur les deux clones d'artichaut « petit violet de Plainpalais » conservés *in vitro* (Figure 68).

Les clones prospèrent pendant un certain temps sur un des milieux puis peinent à se multiplier, il faut alors changer de milieu. Le même phénomène se produit lors du transfert sur du milieu d'enracinement, certains lots s'enracinent très bien, alors que les lots suivants ne produisent aucune racine ou alors une seule racine non ramifiée qui n'est généralement pas suffisante pour assurer une bonne reprise en terre. Ces effets sont peut-être dus à la saison (beaucoup de plantes bien que cultivées *in vitro* dans des conditions constantes conservent un certain rythme saisonnier). Plusieurs séries ont abouti à un bon enracinement sur milieu liquide dans l'AGROBOX, mais les suivantes ont échoué.



Figure 68. Enracinement de l'artichaut sur milieu liquide en Agrobox 4000-AP

Une étude détaillée des différents virus capables d'infecter les artichauts a été menée Parmi la liste des 26 virus répertoriés, 9 ont été sélectionnés pour poursuivre les investigations. Les critères de sélection suivant ont été déterminants: présence du virus dans les pays limitrophes, symptômes importants et risques de transmission à des cultures voisines, il s'agit de ArLV, AILV, AMCV, RaLV, TSWV, CMV, INSV, TICV et TMV. Une partie d'entre eux sont détectables par des techniques moléculaires, d'autres par ELISA. Il est toutefois important de préciser qu'un échec de détection en l'absence de témoin positif d'artichaut infecté ne signifie pas nécessairement l'absence du virus, tout au plus sa présence seulement en faible quantité ou sous forme latente. Parmi les virus déjà testés au moyen de méthodes moléculaires, seuls deux ont montré des résultats positifs: plusieurs échantillons sont infectés par une souche proche d'ArLV et par un RaLV, aucun résultat positif pour ACMV ou AILV. Il n'a pas été possible de démontrer la présence de virus dans les échantillons provenant de plantes *in vitro* alors que dans des plantes issues d'*in vitro* et acclimatées en serre depuis plus de 6 mois, RaLV a été détecté. Afin de définir si cette infection est en fait latente *in vitro* ou due à une infection ultérieure dans la serre, une partie des plantes destinées à l'enracinement vont être mises en terre sous un filet protégeant des insectes vecteurs.

Une première approche visant à établir l'état phytosanitaire des cultures d'artichaut et de cardon dans le canton de Genève a été initiée.

La majorité des marqueurs utilisés dans le cadre du projet européen « CYNARES » ont été testés dans notre laboratoire

et la méthodologie adaptée à nos conditions. Les tentatives d'échange d'information avec les partenaires du projet n'ont pas eu de suite. Toutefois, une partie des résultats de ce projet sont maintenant à disposition en ligne. Les marqueurs utilisés ne semblent pas très performant et la comparaison avec nos résultats n'a pas permis de tirer de conclusions concernant l'identité de l'Artichaut violet de Plainpalais.

Suite à des discussions avec Céline Hamon de Vegenov, une nouvelle série de marqueurs ont été testés. Une fois les résultats complétés, un échange d'informations devrait pouvoir se profiler avec cette firme et permettra peut-être de confirmer l'originalité génétique de l'artichaut concerné. La caractérisation va se poursuivre en 2014 et des échanges de matériel génétique sont envisageables.

Les premiers résultats obtenus démontrent que:

- les 11 clones mis à disposition par le Jardin Botanique de Genève sont identiques en tous points. Donc pas besoin d'installer d'autres clones *in vitro*.
- les échantillons d'Artichaut violet de Plainpalais prélevés sur deux sites n'ont pas le même profil génétique que les clones en notre possession. Quel échantillon faudra-t-il utiliser comme tête de clone dans le futur ?
- les profils du violet de Plainpalais sont différents de ceux obtenus pour des artichauts vendus en grande surface sous les noms de « petit violet d'Italie » et « violet d'Italie ».

Artemisia

Dans le cadre de la conservation de clones d'*Artemisia annua* à hautes teneurs en artémisinine, 110 accessions ont été caractérisées au moyen de 21 marqueurs dont 14 en commun avec l'équipe de l'Université de York qui mandatent Médiplant pour la conservation d'une partie de ces accessions. Ceci pourra permettre des échanges d'information avec ces chercheurs afin d'assurer l'identité des accessions conservées.

Allium

En liaison avec la banque de gènes, une dizaine de marqueurs ont été testés sur le genre *Allium*, quatre sont au point et la caractérisation de 36 accessions se termine, deux autres se montrent très prometteurs et devraient fournir des résultats sous peu. L'analyse des résultats lorsqu'ils seront complet montrera si ces six marqueurs sont efficaces pour la caractérisation des oignons et des échalotes, mais il est déjà évident qu'ils ne sont pas utiles pour les aux, d'autres marqueurs devront être testés.

AGROBOX 4000AP

Les derniers travaux de finalisation du couvercle ont été achevés et l'AGROBOX est prête à être commercialisée par BIOREBA. Un mode d'emploi expliquant la manière de manipuler ce conteneur en évitant les risques d'infection et listant toutes les espèces qui ont été testées par le laboratoire a été établi (Figure 69).

AGROBOX 4000 AP

Mode d'emploi et applications

Afin d'éviter tout risque de contamination, l'usage unique du kit est recommandé.

AGROBOX 4000 AP a été développée par Agroscope et commercialisée par BIOREBA.
www.agroscope.ch
www.bioreba.com



- Éléments du Kit**
- Le kit AGROBOX 4000 AP se compose de :
- 1 boîte «Agrobox 4000 AP»
 - 1 couvercle
 - 1 support
 - 1 bouchon Luer



Des clefs de dévissage pour le bouchon sont disponibles séparément. Elles facilitent le maniement et préviennent les risques d'infection.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

AGROBOX 4000 AP | Mode d'emploi et applications

Stérilisation

Les boîtes sont stérilisées par autoclavage pendant 30 minutes à 121°C, sous une pression de 1,2 bar. Elles peuvent être stérilisées à l'unité ou en empilant jusqu'à 5 boîtes. Le bouchon est vissé avant autoclavage, le support placé dans la boîte, une couche de gaze ou du papier filtres sont communément déposés sur ce dernier pour assurer un meilleur contact avec le milieu et éviter que de trop petits explants ne passent à travers les mailles du support. Afin d'améliorer la diffusion de la chaleur, quelques millilitres d'eau sont ajoutés dans chaque boîte et le couvercle juste posé sur la boîte mais non cliqué. Les boîtes sont ensuite introduites dans des sachets à autoclave en papier avant d'entamer le processus de stérilisation.

Dans le cas de boîtes empilées, seule la boîte supérieure est stérilisée avec un couvercle, elles sont aussi introduites dans un sachet. Les autres couvercles, humidifiés, sont empilés en quinconce afin d'éviter qu'ils ne s'emboîtent et dans le but de permettre à la vapeur de circuler et de parfaire la stérilisation. Un maximum de 10 couvercles sont emballés dans un sachet et stérilisés.

Une fois la stérilisation effectuée, les emballages en papier sont séchés à l'étuve (environ 50°C) ou sous un flux laminaire.

Les milieux solides ou liquides sont stérilisés séparément et distribués dans les boîtes sous un flux laminaire. Dans le cas de milieux solides, compter environ 300 ml par boîte (le support est alors superflü) et dans le cas de milieux liquides, environ 1 litre par boîte. Le couvercle est ensuite fixé fermement (cliqué) sur les boîtes. Il est recommandé de conserver les boîtes contenant du milieu environ une semaine à température ambiante. Cette période permet à d'éventuelles contaminations dues à la manipulation de se développer et ainsi d'éviter de gaspiller de précieux explants.

Mise en culture

Disposer les boîtes sous un flux laminaire une demi-heure avant de commencer le travail. Pour manipuler les explants, utiliser des pinces assez longues pour limiter les risques de contamination. Désinfecter le pourtour du couvercle avec de l'alcool technique 70%, retirer celui-ci et le manipuler précautionneusement afin d'éviter tout contact risquant de le contaminer. Préparer les explants et les déposer sur le support avant de refermer le couvercle.

Changement de milieu

Toutes les opérations ci-dessous sont effectuées en conditions stériles (flux laminaire).

Incliner la boîte de manière à ce que le milieu ne soit plus en contact avec l'ouverture Luer, désinfecter la zone

entourant le bouchon avec de l'alcool technique 70%, retirer le bouchon (au moyen de la clef de dévissage), fixer un tuyau stérile à sa place (idéalement muni d'un embout Luer) et ensuite évacuer le milieu au moyen d'une pompe à vide à faible débit. Le couvercle peut être entrouvert en soulevant légèrement l'ergot, afin d'éviter une dépression dans le contenant, en prenant soin d'avoir auparavant désinfecté avec de l'alcool technique 70% la zone entourant l'ergot. Retirer le tuyau de vidange et fixer un nouveau tuyau stérile préalablement flambé et relié à la source de milieu. Au moyen d'une pompe péristaltique, ajouter la quantité de milieu désirée, lorsque les racines se sont suffisamment développées et en fonction du nombre d'explants et de l'espèce de plante cultivée, un volume de 400ml peut suffire.

Retirer le tuyau de la source de milieu et vider le reste de milieu par gravité dans la boîte, puis la boîte étant toujours inclinée, déconnecter le tuyau, et revisser un nouveau bouchon stérile, redresser la boîte et cliquer l'ergot.

Le tuyau de vidange peut être réutilisé pour les boîtes suivantes en prenant la précaution de désinfecter l'extrémité en contact avec la boîte par un bref passage au-dessus d'une flamme, alors qu'un nouveau tuyau est utilisé pour le remplissage de chaque boîte.

Ajout ou collection de liquides

Il est possible d'utiliser des seringues Luer-lock stériles de différents volumes pour ajouter certains composants au milieu ou renouveler partiellement celui-ci. Alternativement ces seringues peuvent servir à prélever des échantillons pour suivre la consommation des éléments nutritifs par les explants ou la présence d'essudats.



Applications

Ce kit a été mis au point pour la production *in vitro* de microtubercules de pommes de terre.

Il a aussi été utilisé pour la multiplication à large échelle de plusieurs espèces végétales ainsi que pour des tests allélopathiques.

Les espèces végétales suivantes ont été cultivées avec succès: *Fragaria ananassa*, *Vitis vinifera*, *Sorghum* sp., *Leontopodium alpinum*, *Centaurea jacea*, *Cynara scolymus*, *Ipomoea batatas*, *Pueraria* sp., *Reynoutria japonica*, *Pyrus malus*, *Maius pumila*, *Camelina sativa*, *Pisum sativum* entre autres.

Figure 69. Mode d'emploi de l'AGROBOX 4000AP réalisé par Agroscope

Virologie-bactériologie

Grandes cultures (Pomme de terre)

Mise en place du diagnostic moléculaire pour la certification de la pomme de terre

La certification des plants de pomme de terre garantit la distribution de plants sains. Elle est essentielle à la production de pommes de terre de qualité. Agroscope Changins est mandaté pour la supervision du processus et assure le contrôle phytosanitaire des tubercules pour 1500 ha de plants, ce qui représente environ 400 000 analyses par saison. Depuis plus de 30 ans, le contrôle sanitaire des maladies virales s'effectue par une méthode immunologique (ELISA). Pour stimuler la charge virale des tubercules et atteindre les seuils de détection du diagnostic sérologique, la dormance des tubercules infectés doit être levée par un traitement à la rindite. Ce gaz très toxique présente un risque pour l'environnement et la santé de l'utilisateur. Agroscope Changins s'est engagé à abandonner son usage en développant une méthode de diagnostic moléculaire plus sensible, permettant une détection fiable sans levée de la dormance, et donc sans avoir recours à la rindite. Initiée en 2012, la transition vers l'analyse moléculaire haut-débit devrait être pleinement fonctionnelle pour la campagne 2016.

Tableau 15. Pourcentage d'infection virale de 6 lots de pommes de terre (bases). Chaque lot a été analysé par qPCR et par ELISA. Les résultats sont comparables

Variétés	% d'infection	
	qPCR	ELISA
Agria	0	0.9
Gourmandine	2.73	3.3
Fontane	0.57	0.6
Lady Claire	1.38	1.1
Bintje	0.57	0.8
Charlotte	2.73	5.5

En 2013, une méthode d'extraction des ARN viraux, adaptée aux tubercules de pomme de terre, a été développée. Les seuils de détection par PCR quantitative de type TaqMan ont été évalués sur des tubercules dormants infectés par le PVY. Les résultats obtenus ont permis d'établir une stratégie d'analyse basée sur le regroupement d'échantillons, en tenant compte des paramètres de coûts et des seuils d'infections requis et tolérés par le marché et la profession. La validation des méthodes de broyage, d'extraction et d'analyse a été conduite sur près de 3000 tubercules, analysés individuellement ou en groupe. Des tubercules dormants, identifiés par un numéro, ont été analysés par PCR, puis

traités à la rindite pour permettre une analyse comparative par ELISA. Les deux approches ont produit des résultats comparables (Tableau 15). Sur la base de ces premiers résultats, la stratégie d'analyse a été validée la chaîne d'analyse haut débit sera assemblée et validée en 2014 ou en 2015.

Contrôles obligatoires de la pourriture annulaire et de la pourriture brune sur plant de pomme de terre suisse et d'importation, récolte 2012

La surveillance de ces deux maladies de quarantaine, présentes dans plusieurs pays européens, passe par le contrôle de la production de plant de pomme de terre indigène, ainsi que par celui du plant de pomme de terre importé. Les lots certifiés analysés correspondent à environ 20% de la production suisse et au 100% des importations (Tableau 16). La pourriture brune est causée par *Ralstonia solanacearum*, alors que *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* est l'agent causal de la pourriture annulaire.

Tableau 16. Contrôles au laboratoire des lots de plants suisses et importés (récolte 2012)

Lots (200 tubercules/lot) Récolte 2012	Testés pour <i>R. solanacearum</i>	Testés pour <i>C.m. sepedonicus</i>
Indigènes de pré-base et base	144	144
Indigènes de classe A	12	12
Importés de pré-base et base	81	81
Importés de classe A	81	81
Importés de classe non déterminée	24	24
Total	342	342
Lots positifs	0	0

Au total, 342 lots suisses et importés ont été contrôlés dans le cadre de la production de pomme de terre certifiée et déclarés indemnes de pourriture annulaire et de pourriture brune. Ces données confirment que la Suisse reste une zone indemne pour ce qui est de ces deux maladies de quarantaine.

Contrôles de la pourriture annulaire et pourriture brune sur pomme de terre de consommation

Le laboratoire de bactériologie n'a pas été sollicité en 2013.

Contrôles des maladies à «Erwinia» sur pomme de terre certifiée suisse et d'importation, récolte 2012

Les maladies bactériennes de la jambe noire et de la pourriture molle de tiges et tubercules de pomme de terre sont depuis quelques années les principales causes de déclassement ou de retrait de lots de plants de pomme de terre (filrière de production certifiée), en Suisse comme en Europe. Ces infections sont causées par un complexe de bactéries, autrefois classé dans le genre *Erwinia*, qui comprend *Dickeya* sp. (Dsp), *Pectobacterium atrosepticum* (Pa) et *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc).

En plus du protocole ELISA utilisé normalement pour la détection de Pa et de Dsp, le laboratoire de bactériologie utilise en routine un protocole PCR pour détecter Pcc.

Un nombre non négligeable de lots indigènes sont contaminés (Figure 70), notamment par Pcc, la plus ubiquiste des 3 bactéries. Pcc provoque cependant rarement des problèmes au champ, mais deux pectobactéries, isolées pour la première fois en Suisse en 2013, *Pectobacterium wasabiae* (Pwa) et *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* (Pcb), peuvent provoquer des pourritures de tiges. Une méthode de détection de ces deux souches est en voie de développement.

Les efforts consentis depuis des années par les professionnels de la multiplication de plants, sur la base de recommandations de la recherche (halles de stockage rénovées ou rebâties, meilleur contrôle de la température et de l'hygrométrie au stockage), permettent de limiter l'incidence de la pourriture durant le stockage des pommes de terre (« fonte au tas »), induite par Pcc.

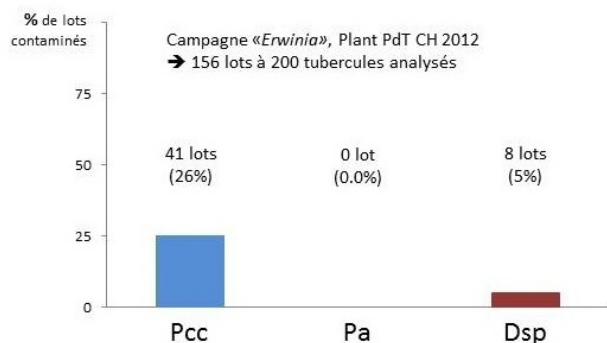


Figure 70. Contamination de lots indigènes de pomme de terre, récolte 2012. Pcc: *Pectobacterium carotovorum*; Pa: *Pectobacterium atrosepticum*; Dsp: *Dickeya sp*

Pcc reste également la bactérie la plus représentée au niveau des lots de semence importés. Contrairement aux lots indigènes, on repère aussi des lots touchés par *Pectobacterium atrosepticum*, le vrai agent responsable de la jambe noire au champ. Ces lots sont de provenance néerlandaise et française.

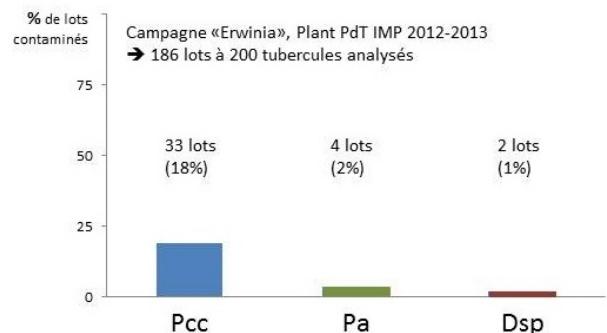


Figure 71. Contamination de lots importés de pomme de terre, récolte 2012. Pcc: *Pectobacterium carotovorum*; Pa: *Pectobacterium atrosepticum*; Dsp: *Dickeya sp*

En 2013, après la visite des parcelles, 11 ha ont dû être retirés à cause de la jambe noire, sur 1'542 ha inscrits à la certification, soit une perte modérée pour la profession. Pour mémoire, les pertes en 2012, une mauvaise année, ont été quatre fois plus importantes. Les pertes dues aux « Erwinia » restent cependant le principal facteur de déclassement de lots certifiés en 2013, devant les lots touchés par les viroses ou par les différentes gales.

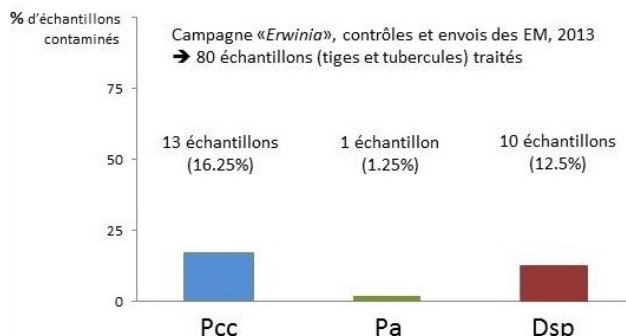


Figure 72. Contamination de lots de pomme de terre (visites et envois par les établissements multiplicateurs) de l'année 2013 Pcc: *Pectobacterium carotovorum*; Pa: *Pectobacterium atrosepticum*; Ds: *Dickeya sp*

Au niveau des lots indigènes cultivés en 2013 (Figure 72), Dsp et Pcc sont les principales bactéries rencontrées lors du diagnostic. Cependant, de nombreuses demandes de diagnostic sur la base de présomptions de jambes noires ont permis d'établir que les *Dickeya* et pectobactéries n'étaient pas à l'origine des problèmes constatés au champ. Comme 2012, l'année 2013 a été atypique de par des conditions pédoclimatiques difficiles, se répercutant sur la flore microbienne du sol et sur le fitness des cultures de pomme de terre. Ceci a été particulièrement vrai en Suisse romande. Les fortes précipitations du mois de mai ont considérablement repoussé les dates de plantation et ont stressé les cultures, soit en asphyxiant les sols, soit en lessivant une partie de l'azote présent dans les champs. Des maladies fongiques comme l'alternariose et la dartrose se sont déclarées dans un premier temps, profitant de l'état de faiblesse de certaines cultures, et ont facilité des attaques secondaires par *Dickeya*, *Pectobacterium*, ou d'autres pathogènes opportunistes.

Fait inhabituel, chez quelques producteurs privés (cantons VD, JU et NE): l'état d'affaiblissement et de retard de certaines parcelles a certainement joué un rôle défavorable lors du défanage au Basta: des dosages non-adaptés de désherbant provoquent des accidents physiologiques et des pertes inhabituellement élevés.

Recherche et développement (pomme de terre)

La collaboration du DR15 (responsable de projet: Santiago Schaerer) avec le DR11 (responsable de projet: Brice Dupuis) et la HAFL de Zollikofen (responsable de projet: Andreas Keiser), dans le cadre d'un projet CTI entamé en 2009, s'est poursuivie en 2013.

Pour notre part (Agroscope), des essais au champ et en serre de sensibilité variétale et d'influence des souches bactériennes ont pu être réalisés. Un essai sur le site de Changins (4'000 tubercules plantés), ayant pour but de tester

différents composés contre les « Erwinia », a été anéanti par la grêle. Nos travaux font l'objet de 2 publications en 2013.

Viticulture

Certification de la vigne et thérapie

La production de matériel végétal *Vitis* est réglementée par l'ordonnance sur les plants de vigne. Pour le matériel certifié, il est exigé que toutes les parcelles de multiplication, les P2, soient analysées par échantillonnage et au moyen du test ELISA pour les virus suivants : GFLV et ArMV (court-noué), GLRaV-1, GLRaV-2 et GLRaV-3 (enroulement) et GFKV (marbrure, uniquement pour les porte-greffes). De juin à septembre, le contrôle virologique des parcelles P2 a été effectué par le laboratoire de virologie. Sur un millier d'échantillons reçus, aucun virus n'a été détecté. Ainsi, l'ensemble des parcelles de multiplication remplit les exigences sanitaires. La filière de certification garantit la qualité sanitaire et la conformité variétale du matériel *Vitis* et représente un investissement à long terme pour la durabilité du secteur viticole.

Dans le cadre de la sélection clonale, il n'est pas toujours possible d'identifier un clone indemne de virose grave. C'est pourquoi, dans ce cas de figure, on doit avoir recours à la thérapie, afin d'assainir ces clones, puis de les mettre à disposition de la filière de certification. Différents cépages comme la Bondola, l'Americana, un clone de Chasselas, ont été thérapeutés et leur état sanitaire est en cours d'évaluation.

Le maladie du Red Blotch

Une nouvelle maladie virale a été récemment identifiée dans le vignoble de Napa en Californie. Les symptômes de cette maladie sont relativement similaires aux symptômes causés par l'enroulement viral. L'agent supposé de cette pathologie est un virus, le Grapevine Red Blotch-associated Virus (GRBaV), qui a été systématiquement associé à la maladie. Ce virus, appartenant à la famille des *Geminiviridae*, est un des premiers virus à ADN identifiés infectant la vigne.

Les premiers symptômes de l'infection virale, des tâches rouges irrégulières sur les feuilles, apparaissent généralement à partir de fin août (Figure 73).

Selon les premières observations, l'infection virale nuit à la qualité de la récolte, car lors des vendanges, les raisins des vignes infectées présentent une plus faible maturité (diminution de la teneur en sucres et des polyphénols par exemple).

Des outils de dépistage, basés sur des tests moléculaires (RT-PCR, qPCR), ont été évalués sur des ceps infectés dans notre collection. Ces tests semblent robustes, puisqu'en 2013 le pathogène a été détecté à intervalles réguliers sur différents types d'échantillons (pétiotes, sarments). Ces outils étant cependant relativement coûteux, le diagnostic est difficilement applicable pour l'instant à un grand nombre de plantes. C'est pour cette raison que des réactifs sérologiques sont en cours de développement afin de permettre la détection de ce nouveau virus au moyen d'un test ELISA (voir projet CTI).



Figure 73. Maladie du Red Blotch sur vigne

Phytoplasmoses et bactérioses de la vigne : Flavescence dorée (FD), Bois noir (BN) et Nécrose bactérienne (NB)

Le travail est effectué dans le cadre du diagnostic de maladies de quarantaine (FD et NB) et de qualité (BN) en viticulture, ainsi que de sondages dans des pépinières viticoles en collaboration avec Vitiplant et l'OFAG. Aucun cas de NB (*Xilophilus ampelinus*) à traiter en 2013. Vitiplant a demandé le diagnostic de 7 échantillons. Le canton du Tessin a envoyé 500 échantillons à analyser (Tableau 17), un record depuis le début de l'épidémie en 2004.

Tableau 17. Diagnostic FD et BN, année 2013

Echantillons (ceps)	FD+	BN+	FD+BN+	FD-BN-	Total
Vitiplant (VD, TI)	0	7	0	0	7
TI	320	85	0	95	500

La campagne 2013 démontre que la FD reste confinée en Suisse au canton du Tessin. Le Luganese reste le district de loin le plus problématique (215 ceps touchés, soit 67,5 % des cas de flavescence diagnostiqués). La proportion de ceps positifs est en très nette et préoccupante augmentation par rapport à 2012 (64% contre 47%).

2012 a vu une augmentation marquée de ceps FD+ pour le cépage Americana. Cette tendance se poursuit en 2013, Uva americana représentant 13,6 % des ceps FD+ analysés (derrière le Merlot, avec 31,8 %, et le Chardonnay, à 27 %). Ceci est préoccupant, car le cépage est largement disséminé dans le canton (raisin de consommation ou de production de grappa, mais aussi vigne ornementale très prisée chez les particuliers pour sa résistance au mildiou).

Si la FD reste circonscrite au canton du Tessin, il n'en va pas de même avec le vecteur de la FD, *Scaphoideus titanus*. Présente au Tessin depuis 1967, cette cicadelle colonise depuis quelques années les communes de l'arc lémanique, dans les vignobles genevois, de la Côte et de Lavaux; pour la première fois, des cicadelles ont été capturées en Valais central (pour plus de détails, voir la contribution de Ch. Linder/entomologie). Ces nouvelles données confirment la lente expansion de l'insecte en Suisse romande, qui aura mis 17 ans pour gagner le Valais central depuis Genève.

Recherche et développement (vigne)

Le projet CTI, Development & Product Launch of Grapevine Virus A+B and Difficult-Class Phytoplasma Agro-Diagnostics, s'est officiellement terminé le 31 décembre 2013. D'une durée de 18 mois, il a regroupé ACW (J.-S. Reynard et S. Schaerer, Bioreba (W. Bitterlin), la FHNW (R. Tynes) et la CTI. Le scientifique engagé dans le cadre de ce projet et responsable du développement d'anticorps novateurs (notamment par « phage display ») est Christophe Debonneville, Dr ès Sc., qui a été assisté au laboratoire (site de Changins) par Isabelle Kerautret.

L'objectif principal du projet ("work package" 1: développement et production d'anticorps de qualité contre les vitivirus GVA et GVB), a été couronné de succès. Un test sérologique fiable pour la détection de GVA par DAS_ELISA est sur le point d'être commercialisé par notre partenaire Bioreba. Un test sérologique contre le GVB est également en bonne voie de manufacture. Bioreba est ainsi en mesure de présenter une palette unique de tests sérologiques contre les vitivirus, satisfaisant par là une demande, exprimée notamment par les organes de certification viticole.

La recherche concernant des anticorps dirigés contre les phytoplasmes causant le Bois noir (BN) et la Flavescence dorée (FD) n'a pas abouti à la production de kits commerciaux. Les raisons en sont un manque de sensibilité de l'anticorps contre le BN *in planta*, et les droits régulant l'utilisation de séquences moléculaires du génome du phytoplasme de la FD.

La collaboration entre la FHNW, Agroscope et BIOREBA fut un succès et ouvre la voie à de futures collaborations. Christophe Debonneville a été engagé, à la suite de ce projet, par Bioreba en tant que R&D Scientist. Il collabore actuellement avec le laboratoire de virologie d'Agroscope Changins pour développer des anticorps dirigés contre le virus causal du Red Blotch.

Projet Eupresco II GRAFDEPI

Un projet Eupresco II, GRAFDEPI (responsable suisse du projet: Santiago Schaerer, avec Mauro Jermini à Cadenazzo) est initié en mai 2012 à Sofia (Bulgarie) avec divers partenaires Européens, pour répondre aux nombreuses inconnues liées à la FD, et, entre autres, aux questions posées suite à la campagne FD 2012. Au centre de nos préoccupations, la détermination de plantes-hôte alternatives du phytoplasme de la FD, et/ ou d'insectes vecteurs alternatifs de la FD. Dans plusieurs localités en effet, un ou quelques rares ceps isolés symptomatiques sont apparus. L'origine de la flavescence dans ces ceps est inconnue à l'heure actuelle, d'autant plus que le traitement contre *S. titanus* dans ces localités est en vigueur, et ce, pour certaines, depuis des années. Dans cette optique, des centaines d'insectes potentiellement vecteurs ont été capturés dans ou aux abords de parcelles problématiques. Une fois déterminés, ces insectes nous ont été envoyés pour établir s'ils sont porteurs du phytoplasme de la FD. Les analyses en nPCR sont prévues pour le début 2014.

Un financement, accordé par l'OFAG, a été obtenu en 2013.

Arboriculture

Maladie virale de la petite cerise

La maladie de la petite cerise est épidémique dans certains pays. Elle est par exemple en nette progression dans le nord des Etats-Unis et elle est également présente en Suisse. Cette maladie, à l'origine virale complexe et encore mal connue, est associée à plusieurs virus filamenteux de la famille des *Closteroviridae*. Les variétés sensibles à cette affection produisent des cerises de petite taille, sans couleur et au goût insipide, ce qui rend la récolte non commercialisable. A l'exception de la période de récolte, il est difficile d'identifier les arbres malades sur la base d'un contrôle visuel, c'est pourquoi il est indispensable de disposer d'outils analytiques fiables pour pouvoir améliorer le diagnostic. Le dépistage de virus à l'aide de méthodes sérologiques est une procédure simple, fiable, adaptable à un grand nombre d'échantillons et moins coûteuse que les tests biologiques (indexages) et moléculaires (PCR).

Afin de diagnostiquer le virus du little cherry, un test ELISA est en cours de développement dans le laboratoire de virologie. Ce test combine des anticorps polyclonaux produits par des lapins et des anticorps monoclonaux développés contre une protéine recombinante du virus du little cherry, exprimée dans *E. coli*. Plusieurs anticorps monoclonaux ont été produits, et le résultat d'un test ELISA avec deux d'entre eux est présenté dans la Figure 74. L'anticorps LChV-3 démontre un potentiel certain pour le diagnostic de la maladie de la petite cerise: il réagit fortement contre des extraits provenant de cerisiers malades (pétioles) et présente un faible bruit de fond (extraits provenant de cerisiers sains). La validation de la spécificité de l'anticorps est en cours, ainsi que son potentiel de détection de plusieurs souches virales. A terme, on disposera d'un outil simple et fiable pour suivre l'épidémiologie de ce virus. L'intégration de cet outil dans la filière de certification accélérera le dépistage de la maladie.

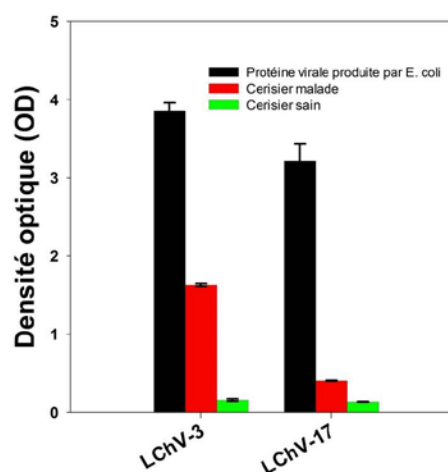


Figure 74. Résultats d'un test ELISA pour le dépistage du virus de la petite cerise avec deux anticorps monoclonaux différents, LChV-3 et LChV-17

Phytoplasmoses de quarantaine en arboriculture fruitière

Les trois maladies de quarantaine à phytoplasmes provoquant le plus de problèmes en Suisse sont la prolifération du pommier (AP), le dépérissement du poirier (PD) et l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ECA, ESFY). Les pertes occasionées par ces maladies peuvent être sévères.

Des analyses (Tableau 18) ont été réalisées sur des échantillons provenant de l'importation de matériel pour greffage, de pépinières, de conservatoires et de collections (à Wädenswil et à Conthey), de parcelles cultivées dans le cadre d'un projet d'action nationale (PAN) et d'un essai de thérapie sur arbres fruitiers. Ces analyses sont en partie réglementées par les ordonnances et tâches d'exécution liées à la quarantaine, mandatées pour une autre partie par l'OFAG ou autrement réalisées dans le cadre d'un projet Euphresco (voir plus bas).

Tableau 18. Diagnostics réalisés en 2013 dans le cadre des phytoplasmoses en arboriculture fruitière

Maladie	Espèce(s)	Arbres testés	Arbres positifs
PD	Poiriers, cognassiers	109	0
AP	Pommiers	233	0
ECA (ESFY)	Abricotiers, pruniers, mirabelliers, pêchers	3419	18

Recherche et développement (abricotier)

Un projet **Euphresco II**, **APOPHYT** (responsable suisse du projet: Danilo Christen du DR 14, avec participation de Santiago Schaerer du DR 15), a été initié fin 2012 avec divers partenaires Européens, pour tenter de répondre aux nombreuses inconnues liées à l'ECA. Dans cette optique, du matériel végétal (> 900 *Prunus* cultivés ou sauvages) et animal (> 700 psylles capturés sur des arbres cultivés ou sauvages) a été collecté dans le canton du Valais et nous a été envoyé pour analyses. Le matériel végétal a été analysé en 2013 (18 cas ESFY+). Les psylles seront analysés en 2014 pour en évaluer le taux de contamination par le phytoplasme. Les analyses devront aussi livrer de précieuses informations visant à déterminer la distribution des deux sous-populations connues (a et b) de *Cacopsylla pruni* dans le canton du Valais (suivi épidémiologique de la maladie): ces deux sous-populations estivent et hibernent en effet en altitude, mais sur des conifères différents. Leur recolonisation des écosystèmes en plaine ne se ferait pas en même temps et, donc, sur les mêmes hôtes (notamment les prunelliers).

Un financement a été accordé par l'OFAG en 2013. Le projet et sa problématique sont par ailleurs décrits dans: Fruitful Endeavours (2013), in: International Innovation, L Haigh & J Gabbatiss Eds, Research Media Ltd Publ., pp 90-92.

Cultures maraîchères, baies, plantes médicinales et ornementales

Risque phytosanitaire en Suisse lié au virus de la mosaïque du pépino de la tomate

Le virus de la mosaïque du pépino de la tomate (PePMV) est présent depuis plusieurs années en Europe. Il a été diagnostiqué en Suisse pour la première fois dans le canton de Fribourg en 2004 et chaque année quelques cas positifs sont détectés sur le territoire. Plusieurs souches présentent des degrés de virulence variable. Du fait de son statut d'organisme réglementé et par crainte de ne pas pouvoir commercialiser leur production, les producteurs sont peu enclins à communiquer la présence du virus ou à envoyer des échantillons à Agroscope, pour rechercher et confirmer sa présence. En 2012, suite à une conjonction d'évènements indiquant que la présence du virus était largement sous-évaluée, nous avons mené une étude épidémiologique sur l'ensemble des zones de production de tomate sous serre (près de 2000 échantillons analysés). Ce travail a permis de déterminer l'ampleur de la présence du virus avec des exploitations touchées dans 7 des 8 cantons suivis (Figure 75).

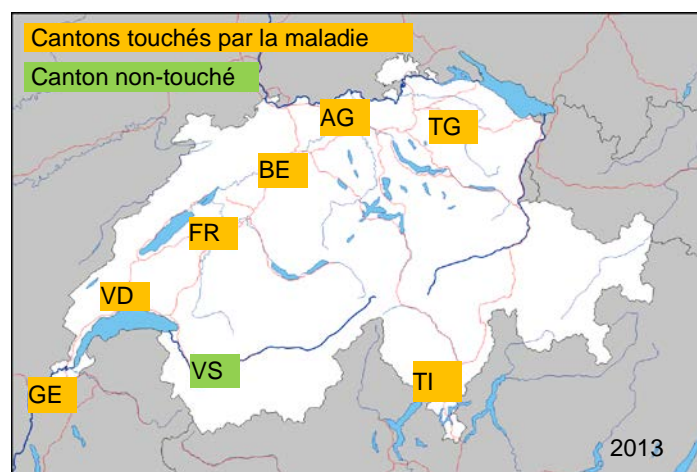


Figure 75. Distribution de la maladie de la mosaïque du pépino de la tomate en Suisse

Les souches péruvienne (PE) et chilienne (CH II) sont les deux souches présentes sur le territoire en 2013, avec certaines exploitations touchées par les deux souches. De nouveaux foyers d'infection ont été détectés tout au long de l'année, avec un premier cas détecté en mars et un dernier cas à la fin octobre, juste avant l'arrachage des plantes de l'année. Des travaux sont toujours en cours pour rechercher l'origine des souches présentes en Suisse, ainsi que pour aider les instances fédérales dans le processus de décision concernant l'homologation de souches de PePMV atténuées comme moyen de lutte contre les souches dévastatrices, via le mécanisme de protection croisée.

PV Sud des Alpes (DR14)

Parmi les activités du groupe de recherche PV Sud des Alpes du DR14 on reporte ici seulement les principaux résultats obtenus en viticulture et en culture maraîchère sous abris.

Viticulture

L'activité a été centrée surtout sur la problématique de la flavescence dorée en collaboration avec S. Schaerer, dans le cadre du projet GRAFDEPI du programme Eupresco, l'université de Milan (Prof. I. Rigamonti) et la Fondazione E. Mach (FEM) de San Michele a/Adige (Dr. V. Mazzoni) dans le cadre d'une étude sur la fertilité et la longévité des femelles de *Scaphoideus titanus*.

GRAFDEPI

L'étude s'est déroulée dans une parcelle tessinoise de 2'177 ceps de Chardonnay où la flavescence dorée (FD) est présente annuellement depuis 2007 malgré l'arrachage régulier des plantes symptomatiques et l'application systématique de la lutte obligatoire contre son vecteur, la cicadelle *Scaphoideus titanus*. Les objectifs étaient : 1) le suivi de l'évolution épidémique de la FD dans le temps, 2) définir la structure et la densité des vecteurs alternatifs potentiels de la maladie présents dans la parcelle.

Les premiers symptômes de jaunisse sont apparus en juin et ont rapidement augmenté pendant les mois de juillet et août (Figure 76). En fin de saison, le 3.2% des ceps qui ont été diagnostiqués au laboratoire sont positifs à la FD. L'analyse génétique a encore mis en évidence qu'une partie des plantes présentaient, indépendamment de la période et malgré la présence de symptômes, une double négativité aux deux phytoplasmes de la vigne, la FD et le Bois noir (BN) tandis que le BN s'est exprimé seulement en fin saison.

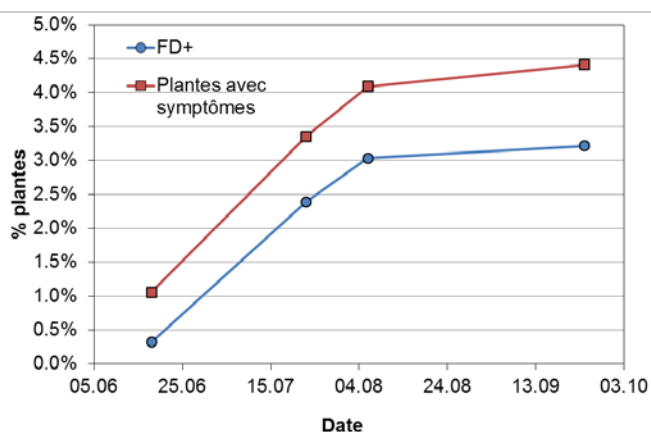


Figure 76. Evolution cumulée dans le temps du pourcentage de plantes avec symptômes de jaunisse et des plantes trouvées positives à la flavescence dorée

L'échantillonnage des cicadelles a été effectué par deux types de pièges jaunes. Des pièges Rebell giallo ont été positionnés verticalement dans la parcelle et en bordure de mai à octobre et des pièges jaunes Aeroxon placés horizontalement sous la végétation de juillet à octobre. Les pièges ont été remplacés hebdomadairement.

En total 1'232 cicadelles ont été capturées, dont 172 individus appartenant à 14 espèces considérées vecteurs ou potentiels vecteurs de maladies à phytoplasmes et à virus (Tableau 1).

Tableau 19. Composition et nombre d'individus capturés selon le type de piège des cicadelles vecteurs ou potentiels vecteurs composant la population de cicadelles de la parcelle

Espèce	Piège Rebell giallo	Piège Aeroxon
<i>Allygus modestus</i>	1	
<i>Anaceratagallia ribauti</i>		2
<i>Cicadula sp.</i>	1	
<i>Cixius cunicularius</i>	1	
<i>Hyalesthes obsoletus</i>	23	
<i>Laodelphax striatella</i>	1	
<i>Metcalfa pruinosa</i>		1
<i>Orienteus ishidae</i>	51	11
<i>Philaenus spumarius</i>	26	4
<i>Phlogotettix cyclops</i>		1
<i>Psammotettix alienus</i>	2	
<i>Psammotettix confinis</i>	2	
<i>Reptalus cuspidatus</i>	2	
<i>Scaphoideus titanus</i>		35
<i>Thamnotettix dilutior</i>	5	3

Parmi ces espèces *Scaphoideus titanus* est le principal vecteur de la FD, *Orienteus ishidae* un potentiel vecteur trouvé positif à la FD en Lombardie et en Slovénie et *Hyalesthes obsoletus* le vecteur du BN.

Laodelphax striatella est connue comme vecteur du Barley yellow striate mosaic virus (BaYSMV) et du rice black-streaked dwarf virus et *Philaenus spumarius* comme potentiel vecteur de la bactérie *Xylella fastidiosa*.

Longévité et fertilité des femelles de *Scaphoideus titanus*

La collaboration avec le Prof. I. Rigamonti (Université de Milan) et J. Baumgärtner (Center for the Analysis of Sustainable Agro-ecological Systems - CASAS) un modèle pluriannuel de *Scaphoideus titanus* a été réalisé. Notre objectif est actuellement de le transformer en modèle de densité effective de la population de la cicadelle. Pour cette raison un premier essai a été effectué en collaboration avec V. Mazzoni (Fondazione Edmund Mach - FEM). Des couples d'adultes de *S. titanus* ont été formés et suivis lors de l'accouplement. Une fois cette phase terminée, la femelle a été séparée et la dynamique de déposition contrôlée jusqu'à sa mort. L'essai a été réalisé à une température de 23 °C. La longévité moyenne des femelles a été, dans ces conditions d'élevage, de 61 jours avec un minimum de 25 et un maximum de 109 jours. Au niveau de la déposition, elles ont déposé pendant leur vie 38 œufs en moyenne avec un minimum de 8 et un maximum de 114 œufs. A leur mort, les femelles contenaient encore en moyenne 12 œufs dans l'ovaire avec un minimum de 0 et un maximum de 13 œufs. Au niveau du champ, on a déterminé dans deux parcelles hors de la lutte obligatoire l'évolution du sex ratio et du contenu d'œufs dans les ovaires des femelles capturées par frappage et piégeage. L'évolution du sex ratio varie selon la méthode d'échantillonnage. Les mâles sont dominants sur les pièges pour une période plus longue par rapport au frappage. Ce résultat est lié à leur comportement, puisque c'est le mâle qui se déplace plus activement pour rechercher les femelles. Au niveau des œufs, on note qu'au début du vol peu de

femelles contiennent des œufs et qu'avec le temps la majorité présente un nombre qui varie entre 6 et 15 (Figure 77) ce qui correspond aux valeurs trouvées dans l'essai d'élevage.

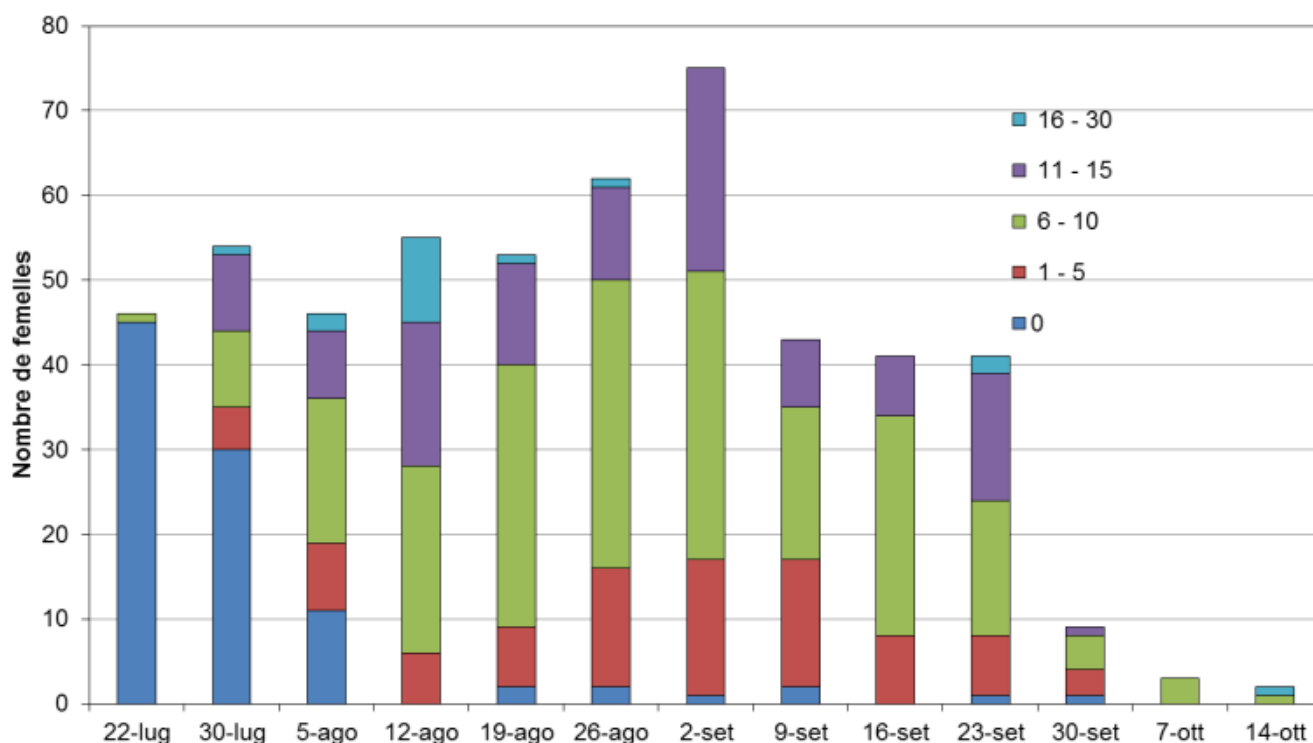


Figure 77. Contenu d'œufs des ovaires des femelles capturées par piégeage pendant la période de vol

Culture maraîchère sous abris

L'activité a été concentrée sur l'évaluation de la méthode de dosage des produits selon la dynamique de croissance de la haie foliaire et sur la lutte contre l'oïdium de la tomate *Oidium neolycopersici*.

Dosage des produits selon la surface de la haie foliaire

L'objectif de ce projet est d'adapter la quantité de bouille, et par conséquent le dosage des produits, à la surface de la haie foliaire. Le dosage homologué des produits dans les cultures sous abri est calculé sur une base 1'000 l/ha de bouille sans considérer la réelle surface foliaire à traiter qui varie dans le temps selon la dynamique de croissance de la plante. Dans le modèle de dosage, développé en collaboration avec J. Rüegg et R. Wohlhauser de Syngenta, la quantité de bouille correspond à une surface foliaire de 20'000 m²/ha. Cet essai avait le but d'évaluer sur concombre l'efficacité biologique du dosage adapté et la teneur en résidus des fruits qui a été quantifiée en collaboration avec M. De Rossa du laboratoire du chimiste cantonale.

L'efficacité biologique contre l'oïdium du concombre a été améliorée avec un dosage adapté à la surface de la haie foliaire autant en première (Figure 78) qu'en deuxième culture, malgré que le taux de couverture des feuilles a été entre le 45 et 47%. Alors que les valeurs mesurées sur tomate et aubergine atteignent 80%. Contrairement à l'utilisation des fongicides (pénétrants ou de contact) aucune différence n'a été mise en évidence dans la lutte contre les pucerons. L'utilisation de matières actives systémiques diminue les avantages du dosage adapté. Des différences ont été observées par un échantillonnage après quelques jours du traitement, mais sur le moyen terme cette différence disparaît. La structure de la plante et la grandeur de la feuille réduisent le taux de couverture sur la partie inférieure et augmentent la dérive dans la serre.

Tous les échantillons analysés ont présenté un taux de résidus nettement inférieur aux seuils de tolérance et comparable à celui de l'application avec le dosage standard. Le calcul de la quantité de bouille et du dosage selon la surface de la haie foliaire semble donc améliorer l'efficacité sans induire des effets négatifs au niveau des résidus dans les fruits.

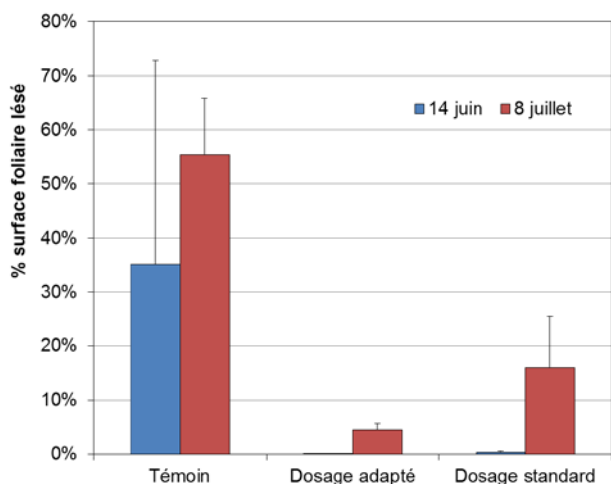


Figure 78. Attaque foliaire d'oïdium en première culture exprimé en pourcentage de surface foliaire lésée à deux dates de contrôle

Cependant il faut que les appareils de traitements soient correctement calibrés et, si possible, équipés d'un système d'assistance d'aire qui permet d'améliorer la qualité de l'application.

Lutte contre l'oïdium de la tomate *Oidium neolycopersici*

Oidium neolycopersici est une maladie foliaire de la tomate très épidémique. Les travaux des années précédentes ont permis de proposer une stratégie de lutte avec bicarbonate de potassium associé à l'huile de colza. Cette stratégie est curative et nécessite un contrôle régulier de la culture. L'essai réalisé avait comme but d'évaluer l'efficacité préventive de quelques matières actives inductrices de résistance. Parmi les matières actives testées, seule l'acibenzolar-5-méthyl (Bion) a montré une efficacité partielle (Figure 79), soit par application foliaire, soit incorporée à la solution nutritive.

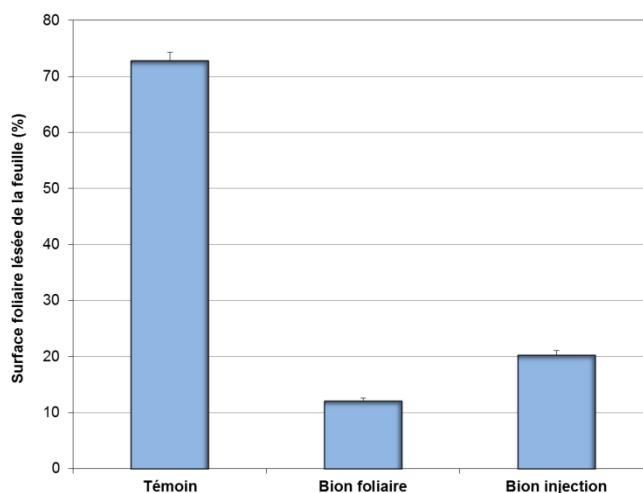


Figure 79. Efficacité de l'application de l'acibenzolar-5-méthyl (Bion) par application foliaire (Bion foliaire) et solution nutritive (Bion injection). Contrôle du 7 octobre

L'application par solution nutritive n'a pas permis de réduire son action phytotoxique sur les feuilles et par conséquent cette matière active reste difficile à utiliser dans cette culture.

Service phytosanitaire Agroscope

Coordination et mission

Répartition des tâches

- Grandes cultures, viticulture, cultures des baies, plantes médicinales et ornementales – Changins
- Arboriculture, cultures maraîchères – Wädenswil

Le service phytosanitaire fédéral (SPF), les services phytosanitaires cantonaux et le système du passeport phytosanitaire reçoivent le soutien scientifique nécessaire. Le diagnostic des organismes de quarantaine (OQ) est organisé. Les certificats phytosanitaires sont établis. Le risque phytosanitaire de nouveaux organismes (*Cyperus*) est analysé. La surveillance des OQ (*Diabrotica*, *Globodera*) est mise en place.

Recherche et diagnostic

Les activités scientifiques liées à la quarantaine dans différents projets spécifiques à Changins sont résumées ci-dessous.

Virus/phytoplasmes/bactéries

Flavescence dorée de la vigne (voir page 51)

Le service phytosanitaire du Tessin a envoyé 500 échantillons dont 320 positifs. Le Luganese reste le district le plus problématique.

La détermination de plantes-hôtes et/ou des insectes vecteurs alternatifs se poursuit.

Enroulement chlorotique de l'abricotier (voir pages 53)

Des 3419 échantillons d'abricotiers et autres *Prunus*, 18 étaient positifs. Le taux de contamination du psylle du prunellier a été analysé, contribuant à la détermination de la distribution des deux espèces de cet insecte vecteur.

Dépérissement du poirier et prolifération du pommier (voir pages 53)

Des 109 échantillons de poiriers et cognassiers et des 233 échantillons de pommiers, aucun n'était positif.

Pourriture annulaire et pourriture brune de la pomme de terre (voir page 49)

Des échantillons de lots de pomme de terre ont été régulièrement envoyés par les établissements de multiplication à Changins pour analyse. Aucun des 186 lots importés, ni les 156 issus de la production suisse n'était contaminé par ces deux maladies. Ces données confirment que la Suisse reste une zone indemne de ces deux pourritures.

Insectes/nématodes

Diabrotica virgifera virgifera

Un réseau national de surveillance a été coordonné avec les services phytosanitaires cantonaux.

En 2013, *Diabrotica* a été capturé au nord des Alpes, avec 14 adultes *Diabrotica* dans deux endroits différents:

- Schwyz: 4 pièges, 11 adultes
- Uri: 2 pièges, 3 adultes

Au Tessin, depuis plusieurs années, pratiquement tous les pièges capturent. En moyenne, 0,9 mâle a été capturé par piège et par jour – env. le triple de l'année précédente.

Scaphoideus titanus (voir page 21 et 54)

La distribution du vecteur de la flavescence dorée en Suisse est suivie avec la collaboration des Services phytosanitaires cantonaux. Pour la première fois, quelques individus sont observés en Valais central, dans les régions de Fully, Sion et Sierre. L'expansion de cet insecte a mis 17 ans pour gagner le Valais central depuis Genève.

En collaboration avec l'Université de Milan des observations de la longévité et fertilité des femelles de *S. titanus* sont effectués en laboratoire. En champs, la proportion entre femelles et mâles sur pièges est suivie.

Nématodes à kystes

Des 1885 ha examinés par la Certification aucun s'est avéré positif. L'enquête des Services phytosanitaires cantonaux de 30 ha n'a pas relevé de kystes. Les env. 3200 échantillons ont été analysés par le laboratoire nématologique à Wädenswil.

En résumé, en 2013 aucun nouveau foyer n'a été constaté. Il existe encore un ancien foyer soumis au blocage depuis 2009 dans le canton de Berne.

Mauvaises herbes

PRA de *Cyperus esculentus*

Suite à la demande du SPF, une analyse de risque phytosanitaire est effectuée.

Le risque global est considéré comme haut. *C. esculentus* est présent de manière diffuse dans la plupart des zones de Suisse favorables à son développement. Dans quelques années toutes les zones favorables au développement de cet adventice risquent d'être infestées, entraînant des coûts supplémentaires et une augmentation de l'utilisation d'herbicides.

L'efficacité des mesures phytosanitaires à disposition est limitée (p. 31). En matière de stratégie de lutte, la voie la plus raisonnable consiste à contenir les foyers, bien que cette mesure soit particulièrement contraignante.

L'Office fédéral de l'agriculture a suivi les recommandations de renoncer à classer *C. esculentus* en tant qu'organisme de quarantaine. Les Services phytosanitaires cantonaux poursuivent leurs efforts de surveillance et de lutte des foyers d'infestation avec le cadre légal et les soutiens financiers à disposition.

Publications

Publications scientifiques (journaux à comité de lecture, chapitre de livre, actes de congrès)

- Azzollini A., Bertrand S., Schumpp O., Bohni N., Monod M., Gindro K., Wolfender J.-L. 2013. UHPLC-MS-based metabolomics reveals induction of new metabolites in fungal co-culture: a way to obtain new antimicrobial compounds? Conference proceeding. SystemX.ch, EPF, Zurich.
- Bertrand S., Petit C., Marcourt L., Ho R., Gindro K., Monod M., Wolfender J.-L. 2013. HPLC profiling with at-line microdilution assay for the early identification of antifungal compounds in plants from French Polynesia. *Phytochemical Analysis*.
- Bertrand S., Schumpp O., Bohni N., Bujard A., Azzollini A., Monod M., Gindro K., Wolfender J.-L. 2013. Detection of metabolite induction in fungal co-cultures on solid media by high-throughput differential ultra-high pressure liquid chromatography-time-of-flight mass. *Journal of Chromatography A* 1292, 219-228.
- Bertrand S., Schumpp O., Bohni N., Monod M., Gindro K., Wolfender J.-L. 2013. De Novo Production of Metabolites by Fungal Co-culture of *Trichophyton rubrum* and *Bionectria ochroleuca*. *Journal of Natural Products* 76 (6), 1157-1165.
- Bertrand S., Schumpp O., Bohni N., Monod M., Gindro K., Wolfender J.-L. 2013. Metabolomic study of the metabolites induction dynamics during fungal co-culture. Comité 7 JS RFMF, Amiens, France.
- Buyck B., Kauff F., Cruaud C., Hofstetter V. 2013. Molecular evidence for novel *Cantharellus* (Cantharellales, Basidiomycota) from tropical African miombo woodlands and a key to all tropical African chanterelles. *Fungal Diversity* 58 (1), 51-67.
- Eddouzi J., Hofstetter V., Groenwald M., Manai M., Sanglard D. 2013. Characterization of a new clinical yeast species, *Candida tunisiensis* sp. nov., isolated from a strain collection of Tunisian hospitals. *Journal of Clinical Microbiology* 51 (1), 31-39.
- Gindro K., Spring J.-L., Viret O. 2013. Mécanisme de défense naturelle de la vigne et sélection de cépages résistants. Chapitre de livre : Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques, L'art & l'expertise du vin 41-45.
- Jermi M., Trivellone V., Cara C., Rigamonti I., Baumgärtner J. 2013. Marrying research and management activities: adaptive management of Grape leafhopper *Scaphoideus titanus*. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 85: 49-56.
- Kehrli P., Fischer S., Linder C., Samietz J., Baroffio C. 2013. The Swiss approach to combat *Drosophila suzukii*. *IOBC wprs Bulletin* 91.
- Kehrli P., Pasquier D. 2013. On the track of insects responsible for misshaped apples. *IOBC wprs Bulletin* 91.
- Melander B., Munier-Jolain N., Charles R., Wirth J., Schwarz J., Van der Weide R., Bonin L., Jensen P., Kudsk P. 2013. European Perspectives on the Adoption of Nonchemical Weed Management in Reduced-Tillage Systems for Arable Crops. *Weed technology* 27 (1), 231-240.
- Maniyar B., Kehrli P., Johannesen J. 2013. Population structure and incidence of the stolbur phytoplasma vector *Hyalesthes obsoletus* (Cixiidae) among geographic regions in Switzerland. *Journal of Applied Entomology* 137 (8), 589-600.
- Prevostini M., Taddeo A. V., Balac K., Rigamonti I., Baumgärtner J., Jermi M. 2013. WAMS - an adaptive system for knowledge acquisition and decision support: the case of *Scaphoideus titanus*. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 85: 57-64
- Rigamonti I., Trivellone V., Brambilla C., Jermi M., and Baumgärtner J., 2013. Research and management oriented sampling plans for vine inhabiting *Scaphoideus titanus* grape leafhopper nymphs. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 85: 29-35.
- Rigamonti I., Trivellone V., Jermi M., Baumgärtner J., 2013. Multiannual infestation patterns of grapevine canopy inhabiting *Scaphoideus titanus* leafhoppers. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 85: 43-48.
- Schnee S., Queiroz E. F., Voinesco F., Marcourt L., Dubuis P.-H. 2013. *Vitis vinifera* Canes, a New Source of Antifungal Compounds against *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator*, and *Botrytis cinerea*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (23), 5459-5467.
- Schnee S., Rougeux E., Pezet R., Viret O., Gindro K. 2013. Evidence for a constitutive cutinase in ungerminated conidia of *Erysiphe necator* Schwein. *J. of Cytology and Histology* 4 (5) (DOI 10.4172/2157-7099.1000197).

- Simoni S., Baufeld P., Northing P., Bell H., Gargani E., Cuthbertson A., Lethmayer C., Egartner A., Bluemel S., Kehrl P., Anfora G., Grassi A., Baroffio C., Masci A., Linder C., Loriatti C. 2013. DROSKII: a transnational attempt for insight on the damage potential of *Drosophila suzukii* and on the development of risk management and control measures. *IOBC wprs Bulletin* 91, 323-326.
- Van Leeuwen C., Roby J.-Ph., Alonso-Villaverde V., Gindro K. 2013. Impact of Clonal Variability in *Vitis vinifera* Cabernet franc on Grape composition, Wine Quality, Leaf Blade Stilbene Content, and Downy Mildew Resistance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61, 19-24.
- Wicht B., Jermini M., Gessler C., and Broggin G., 2013. Molecular, proteomic and morphological characterization of the ascomycete *Guignardia bidwellii*, agent of grape black rot and genotype diversity between populations from selected sites in Europe. *IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 85: 123-125.

Publications techniques et pratiques

- Bloesch B., Viret O. 2013. Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier). *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (2), 128-131.
- Bohren C., Dubuis P.-H., Gölles M., Kuske S., Kehrl P., Linder C., Naef A., Schaerer S., Siegfried W., Spring J.-L., Viret O. 2013. Guide phytosanitaire pour la viticulture 2013/2014. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1), 14-54.
- Bohren C., Dubuis P.-H., Gölles M., Kuske S., Linder C. 2013. Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2013. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1).
- Bohren C., Dubuis P.-H., Kuske S., Linder C., Naef A. 2013. Index phytosanitaire pour la viticulture 2013. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1).
- Bohren C., Wirth J. 2013. Souchet comestible (*Cyperus esculentus* L.): situation actuelle en Suisse. *Recherche agronomique en Suisse* 4 (11-12), 460-467.
- Bohren C. 2013. L'ambrosie menace la santé et la biodiversité. Fiche technique. Sustainable Management of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe. Université de Fribourg.
- Breitenmoser S., Baur R. 2013. Influence des insecticides sur les auxiliaires dans les céréales et pommes de terre. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (9), 376-383.
- Cara C., Trivellone V., Linder C., Junkert J., Jermini M. 2013. Influence de la gestion des repousses du tronc et du bois de taille sur les densités de *Scaphoideus titanus*. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic* 45 (2), 114-119.
- Cara C., Milani L., Trivellone V., Moretti M., Pezzatti B., Jermini M. 2013. La minatrice americana (*Phyllocnistis vitegenella*): dinamica delle popolazioni e potenziale di biocontrollo naturale in Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* 101: 75 – 80.
- Debonneville Ch., Reynard J.-S., Schumpp O., Schaerer S. 2013. Développement éclair de nouveaux outils de diagnostic pour l'agronomie. *Recherche agronomique en Suisse* 4 (10), 444-447.
- Droz E., Gindro K., Thomas D. 2013. La patate en son miroir génétique. *Le Temps* 4495, p. 10.
- Fischer S. 2013. Le problème des punaises sous abris. *Maraîcher (Le) - Der Gemüsebau* 1, p. 21-27.
- Fischer S. 2013. Stratégies de la lutte contre le psylle de la carotte. *Der Gemüsebau/Le Maraîcher* 2, p. 20.
- Fischer S., Klötzli F., Terretaz C. 2013. Lutte contre le psylle de la carotte (*Trioza apicalis*) par le traitement des semences. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 42 (2), 104-110.
- Gerardin D., Rouffiange J., Kellenberger I., Schaerer S., Dupuis B. 2013. Sensibilité de la pomme de terre à la pourriture molle provoquée par *Dickeya* sp. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (6), 288-295.
- Jermini M., Rüegg J., Total R., S. Scettrini, 2013. Dosage des produits adapté à la haie foliaire dans les cultures maraîchères à forte croissance sous abri. *Revue Suisse vitic. Arboric. Hortic.* 45 (6):340-347.
- Kehrl P., Kuske S., Baroffio C., Fischer S., Linder C., Richoz P., Samietz J. 2013. La Drosophile du cerisier, nouvelle en Suisse. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 149 (4), 12.

- Kehrli P., Delabays N. 2013. Herbicides against stinging nettle to control grapevine bois noir disease: does the timing of application affect the emergence of its vector *Hyalesthes obsoletus*? International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palearctic Regional Section (IOBC-WPRS), Darmstadt (Germany).
- Kehrli P., Pasquier D. 2013. On the track of insects responsible for misshaped apples. Conference proceeding. IOBC wprs Bulletin 91, 173-174.
- Linder C., Kehrli P., Jermini M. 2013. Ravageurs occasionnels. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1), 48-49.
- Linder C., Kehrli P., Kuske S. 2013. La drosophile du cerisier, nouveau ravageur potentiel de nos vignobles. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1), 59-61.
- Linder C., Kehrli P., Kuske S. 2013. Principaux ravageurs. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1), 42-47.
- Linder C., Kuske S. 2013. Guide Viti d'Agroscope. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (1), 50-51.
- Linder C., Bouchaib M., Emery S. 2013. Grape rust mite : a reoccurring viticultural pest. Conference proceeding. International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palearctic Regional Section (IOBC-WPRS), Darmstadt (Germany).
- Naef A., Kuske S., Siegfried W., Dubuis P.-H., Kehrli P., Linder C., Bohren C., Schaerer S., Spring J.-L. 2013. Pflanzenschutzempfehlungen für den Rebbau. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 2, 1-56.
- Rouffiange J., Gerardin D., Kellenberger I., Schaerer S., Dupuis B. 2013. Sensibilité de la pomme de terre aux pourritures de tiges provoquées par *Dickeya* spp. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (10), 432-439.
- Schaerer S., Bünter M. 2013. Fiche 1-2-004: Prolifération du pommier, Fiche 1-2-005: Dépérissement du Poirier, Fiche 1-2-006: Enroulement chlorotique de l'abricotier (ECA).
- Schnee S., Voinesco F., Dubuis P.-H., Viret O., Wolfender J.-L. , Queiroz E. F. , Gindro K. 2013. Sarments de vigne: nouvelle source de composés antifongiques. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 45 (5), 306-312.
- Schürch S., Cordette T. 2013. Sensibilité initiale de la septoriose du blé aux fongicides SDHI (carboxamides). *Recherche Agronomique Suisse* 4 (2), 82-87.
- Schürch S., Lecoulre N. 2013. Nécrose du collet sur colza: suivi du vol des ascospores. Rapport hebdomadaire. www.agrometeo.ch.
- Trivellone V., Jermini M., Linder C., Cara C., Delabays N., Baumgärtner J. 2013. Rôle de la flore du sol sur la distribution de *Scaphoideus titanus*. *Revue suisse Vitic. Arboric. Horticult.* 45 (4): 222-228.
- Trivellone V., Pedretti A., Caprani M., Pollini Paltrinieri L., Jermini M., Moretti M., 2013. Ragni e carabidi dei vigneti del Cantone Ticino (Svizzera). *Bollettino della Società ticinese di scienze naturali* 101: 63 – 72.

Congrès et conférences

A l'étranger

- Bréant L. , Marti G. , Dienes-Nagy A., Zufferey V., Rösti J., Gindro K., Lorenzini F., Viret O., Wolfender J.-L. An orthogonal metabolomic approach on the Vaud swiss vineyard to assess the 'Terroir effect', Poster, In *Vino Analytica Scientia Symposium 2013m EuCheMS*, Reims, 05.08.2013.
- Dubuis P.-H., Viret O. Adaptation de la dose de produits phytosanitaires aux surfaces foliaires: l'exemple suisse, Journées techniques AGROSUD, AGROSUD développement , La Grande Motte France, 24.10.2013.
- Dupuis B., Balmelli C., Buchwalder A., Schumpp O. Recent evolution of the Potato Virus Y (PVY) populations in Swiss seed potato production , EAPR pathology section meeting , Volcani Center, Jerusalem, 20.11.2013.
- Dubuis P.-H., Viret O., Bloesch B., Fabre A.-L., Naef A., Bleyer G., Kassemeyer H., Krause R. Using vitimeteo-plasmopara to better control downy mildew in grape, Future IMP in Europe, Fondazione Edmund Mach; Centro di sperimentazione agraria e forestale di Laimburg; European project "Pesticide Use-and-risk Reduction in European farming systems Riva del Garda, Italy, 20.03.2013.
- Emerson F. Q. , Schnee S., Wolfender J.-L. , Gindro K. Antifungal compounds from *Vitis vinifera* canes against major grapevine fungal pathogens , 4th Brazilian Conference on Natural Product (BCNP), Natal, Brésil, 31.10.2013.
- Fischer S., Klötzli F., Fleury Y. Gestion T. urticae sur tomate, Réunion groupe de travail expérimentation, Protection intégrée des cultures sous abri, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Bellegarde, France, 06.12.2013.
- Fischer S., Klötzli F. La punaise marbrée *Halyomorpha halys*: situation 2013, Réunion groupe de travail expérimentation Protection intégrée des cultures sous abri, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Bellegarde, France, 06.12.2013
- Fischer S., Klötzli F. *Lygus rugulipennis* et *Liocoris tripustulatus* sur fraise, Réunion groupe de travail expérimentation. Protection intégrée des cultures sous abri, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Bellegarde, France, 06.12.2013.
- Fischer S., Baroffio C., Richoz P., Klötzli F., Kuske S., Kehrl P. Réunion groupe de travail expérimentation Protection intégrée des cultures sous abri, Réunion groupe de travail expérimentation Protection intégrée des cultures sous abri, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Bellegarde, France, 05.12.2013.
- Frei P. *Ramularia collo-cygni* recent works in Switzerland Poster technico-scientifique, *Ramularia* field workshop Malgosia Jedryczka, Poznan (PI), 05.07.2013.
- Jermi M., Gessler C. 2013. La compensation de la vigne à l'égard des stress biotiques, l'exemple du mildiou. Journée d'information IFV Alsace, Ostheim, France.
- Reynard J.-S., Schumpp O. Efficiency Thermotherapy applied to whole plant as a sanitation method against three grapevine viruses (GLRaV-1, GVA and GRSPaV), Poster, 14ème Rencontre de virologie végétale RVV, Aussois, France, 17.01.2013.
- Schaerer S. Scientific committee 3rd European Bois Noir Workshop, Organisation 3rd European Bois Noir Workshop IRTA, DAAM, ICEA, Barcelone, 21.03.2013.
- Schaerer S. COST Action FA0807: new perspectives in phytoplasma disease management, délégué national, Barcelone, Espagne, 22.03.2013.
- Schaerer S. New perspectives in phytoplasma disease management (représentation pour la Suisse), Organisation, New perspectives in phytoplasma disease management, COST (Action FA 0807), Barcelone , 22.03.2013. du Gers Auch, France, 12.08.2013.
- Schnee S., Emerson F. Q. , Voinesco F., Marcourt L. , Dubuis P.-H., Wolfender J.-L. , Gindro K. Antifungal compounds from *Vitis vinifera* canes against major grapevine fungal pathogens , Poster, 61e International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research, GA, Münster, Allemagne, 05.09.2013.
- Schumpp O. What level of RNA quality for potato certification ? 6ème rencontres PVY-Wide, Idaho Falls, USA, 26.28.06.2013.

- Viret O. L'esca en Suisse: état des lieux de la situation et des recherches effectuées, Formation continue pour les viticulteurs et conseillers viticoles, IFV (Institut français de la vigne et du vin), Colmar, France, 07.02.2013.
- Viret O. Le maladie de legno della vite, Incontro tecnico per i viticoltori e consiglieri in viticoltura biologica , Fondazione E. Mach e Istituto agrario di San Michele, San Michele a. Adige, Italia, 03.06.2013.
- Viret O. Reduction of inputs trough precision viticulture, Vinelink international, Paris, 09.03.2013.
- Viret O. Breeding resistant cultivars in Switzerland, International Workshop on resistance breeding in grapevine, Forschungsinstitut Laimburg and Fondazione E. Mach, San Michele a. Adige, Laimburg - Tyrol du sud, Italie, 15.02.2013.
- Wirth J. L'allélopathie des engrais verts, Séminaire Biofumigation et Allélopathie, Groupement d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Paris, 08.03.2013.
- Wirth J. Separating resource competition from allelopathy, universitätsinternes Seminar , Prof. L. Bastiaans, WU Plant Sciences, Centre for Crop Systems Analysis, University of Wageningen, Netherlands, 04.10.2013.
- Wirth J. Allélopathie - explications et réflexions, Formation vivea, Groupement des Agriculteurs Biologiques et Biodynamiques, Auch, France, 12.08.2013.

En Suisse

- Breitenmoser S. Cécidomyies du blé: situation à Changins en 2012, Journée phytosanitaire grandes cultures, Agroscope, Changins, 25.01.2013.
- Breitenmoser S. Cécidomyies jaune et orangée du blé, Cours Agridea grandes cultures: dernières nouvelles de la recherche à Changins, Agroscope / Agridea, Changins, 24.05.2013.
- Breitenmoser S. Einfluss von Insektiziden auf Nützlinge in Getreide- und Kartoffelkulturen, Plattform Pflanzenschutz Schweizerischer, Getreide- und Kartoffelkulturen, Berne, 09.10.2013.
- Breitenmoser S. Meligethes aeneus, rape, resistance, monitoring, Journée phytosanitaire grandes cultures, Agroscope, Changins, 25.01.2013.
- Breitenmoser S. Insecticide, agricultural crops, authorization, withdrawal, Journée phytosanitaire Grandes cultures , Agroscope, Changins, 25.01.2013.
- Breitenmoser S. Ostrinia nubilalis, Trichogramma, corn, trials, network, Journée phytosanitaire grandes cultures, Agroscope, Changins, 25.01.2013.
- Breitenmoser S. Wirkung von Beizmitteln gegen Drahtwürmer, Workshop Planzkartoffeln 2013 , Swissem, HAFL, Zollikofen, 06.12.2013.
- Bohren C. Cyperus esculentus, une adventice particulièrement dangereuse, 5. Jahrestagung Plattform Ackerbau - Grandes cultures (PAG), Thun, 27.02.2013.
- Bohren C., Wirth J. Die Bedeutung der Fruchtfolge hinsichtlich der Unkrautbekämpfung , Jahrestagung SGP/SGPW HAFL, Zollikofen, 14.03.2013.
- Bohren C., Wirth J. La Souchet comestible, Journée phytosantaire Grandes Cultures, ACW, Changins, 25.01.2013.
- Bohren C., Wirth J. Le Souchet comestible, Journée phytosantaire Cultures spéciales, ACW, Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H. Agrometeo: présentation du nouveau site, Journée phytosanitaire Cultures spéciales, ACW Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H., Fabre A.-L. Agrometeo: présentation du nouveau site internet, Séminaire Viti & Oeno, ACW - DR15 Changins, 03.09.2013.
- Dubuis P.-H. Bilan phytosanitaire 2013 et nouveautés pour 2014, ARTTAVA Grand comité, Pully, 14.11.2013.
- Dubuis P.-H. Mildiou, oïdium 2012: une lutte sans relâche, Journée d'information viticole Swiss'Expo, Prométerre Beaulieu, Lausanne, 17.01.2013.
- Dubuis P.-H. Pflanzenschutzsituation 2012 in der Schweiz, Pflanzenschutztagung, LIEB EGG, Peter Rey Gränichen, AG, 27.02.2013.
- Dubuis P.-H. Pflanzenschutz mit Agrometeo Prognosesystem , Infoabend der St Jodernkellerei, St Jodernkellerei, Visperterminen, 27.03.2013.

- Dubuis P.-H. Phytopathologie: Echter Mehltau, neue Bewilligungen und Agrometeo, Regionaler Rebbautagung 2013. Agroscope, Wädenswil, 06.12.2013.
- Dubuis P.-H. Réduction des risques liés à l'utilisation des produits phytosanitaires: le rôle de la dérive en arboriculture et viticulture, Journée phytosanitaire Cultures spéciales , ACW, Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H. Résistance aux fongicides de l'oïdium de la vigne, Journée phytosanitaire cultures spéciales , ACW, Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H. Réduction des risques liés à l'utilisation des produits phytosanitaires: le rôle de la dérive en arboriculture et viticulture, Journée phytosanitaire Cultures spéciales , ACW, Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H. Résistance aux fongicides de l'oïdium de la vigne, Journée phytosanitaire cultures spéciales , ACW, Changins, 10.01.2013.
- Dubuis P.-H. Stratégies de lutte contre de l'oïdium, Formation continue Valais, OCV VS, Chalais, 26.07.2013.
- Dubuis P.-H., Gindro K., Alonso-Villaverde V. , Voinesco F., Spring J.-L., Viret O. Susceptibility of grape bunches to downy mildew, IOBC WPRS Meeting, Ascona, 15.10.2013.
- Dubuis P.-H., Viret O., Fabre A.-L., Bloesch B., Siegfried W., Gölles M., Naef A., Bleyer G. , Kassemeyer H.-H., Breuer M. , Krause R. VitiMeteo forecasting tools on www.agrometeo.ch, IOBC WPRS Meeting, Ascona, 14.10.2013.
- Dubuis P.-H., Hofstetter V., Gindro K., Viret O., Kroll D., Buyck B. What if esca disease of grapevine where not a fungal disease? Zürich Mycology Symposium, ART, Reckenholz, 25.02.2013.
- Dupuis B., Schaerer S. Concept de lutte intégrée contre les bactéries pectinolytiques en culture de pommes de terre Rencontre en Recherche et pratique, Agridea Neuchâtel, Cernier, 05.12.2013.
- Dupuis B., Schaerer S. Concept de lutte intégrée contre les bactéries pectinolytiques en culture de pommes de terre Workshop Swissem, Zollikofen, 06.12.2013.
- Dupuis B., Gerardin D., Thévoz E., Schaerer S., Kellenberger I. Essai de pathogénicité de différents isolats de *Dickeya solani* et *Dickeya dianthicola*, Poster, Journée Agriculture, Agroscope, Changins, 08.02.2013.
- Dupuis B., Gerardin D., Thévoz E., Schaerer S., Kellenberger I. Essai de sensibilité variétale au développement de jambe noire Poster technico-scientifique, Cours Agridea, Changins, 24.05.2013.
- Dupuis B., Gerardin D., Thévoz E., Schaerer S., Kellenberger I. Essai de sensibilité variétale au développement de jambe noire Poster, Journée Agriculture, Agroscope, Changins, 08.02.2013.
- Dupuis B., Schürch S., Frei P. Résultats des essais d'artrose - gale argentée au champ et perspectives, Workshop Swissem , Zollikofen, 06.12.2013.
- Fischer S. Situation de la lutte contre les acariens en culture de tomate sous abris, Giornata di Informazione Orticola, Commissione Tecnica par l'Orticoltura, Bellinzona TI , 19.11.2013.
- Fischer S. Situation de la lutte contre les acariens en culture de tomate sous serre, Journée d'information Cultures maraîchères sous serre, Agroscope (ACW), Conthey, 22.08.2013.
- Frei P. Céréales, maladies transmises par les semences, Poster, 2ème journée suisse des grandes cultures BIO Agrilogie, Moudon Grange-Vernay, 12.06.2013.
- Frei P. Sclerotinia sclerotiorum on oilseed rape, GCIRC technical meeting 2013, ACW, Changins, 01.05.2013.
- Jermi M., Scettrini S. 2013. Echten Mehltau der Tomaten: Bekämpfungsergebnisse und Empfehlungen. Journée d'information sur la tomate. Office maraîcher du canton d'Argovie, Lupfig.
- Jermi M. 2013. Ergebnisse der Applikationsversuche in Auberginen und Gurken. Pflanzenschutztagung Gemüsebau, Agroscope, Wädenswil.
- Jermi M. 2013. Harmfulness of the American grape leaf miner *Phyllocnistis vitigenella* on the grapevine 'Merlot' (*Vitis vinifera*). Congrès IOBC, Agroscope Cadenazzo – EPFZ, Ascona.
- Jermi M. 2013. L'uso della piattaforma AgroMeteo e la lotta alla peronospora. Soirée information pour viticulteurs, Federviti Bellinzona, Cadenazzo.
- Jermi M. 2013. L'uso di Agrometeo per l'avvertimento alla ticchiolatura. Soirée d'information aux arboriculteurs, Associazione frutticoltori ticinesi, Camorino.
- Jermi M. 2013. Nuovi tasselli nella protezione fitosanitaria degli ortaggi. Giornata orticola cantonale, UCA, Bellinzona.

- Jermini M. 2013. Pflanzenschutz-Besonderheiten des Tessins. Séminaire ZHW, Sagno.
- Kehrli P. Reblaus, Vergilbungskrankheiten & Kirschessigfliege , Rebwärter-Informations-Tagung 2013, Landw. Zentrum Ebenrain, Oberdorf (BL), 02.02.2013.
- Kehrli P. Reblaus, Vergilbungskrankheiten & Kirschessigfliege , Rebwärter-Informations-Tagung 2013, Landw. Zentrum Ebenrain, Oberdorf (BL), 02.02.2013.
- Kehrli P., Linder C. Schädlinge im Rebbau, Regionale Rebbautagung 2013, Agroscope , Wädenswil, 06.12.2013.
- Kehrli P., Pasquier D. Situation des ravageurs arboricoles en Suisse romande 2013, Pflanzenschutztagung Obstbau, Agroscope ACW, Wädenswil, 21.11.2013.
- Kehrli P., Linder C., Fischer S. Situation du *Drosophila suzukii* , Journée phytosanitaire Cultures spéciales , ACW, Changins, 10.01.2013.
- Kehrli P., Richoz P., Linder C., Baroffio C. The importance of *Drosophila suzukii* for grapevine production, IOBC-WPRS Working group "Integrated protection and production in Viticulture", Agroscope, Ascona TI, 16.10.2013.
- Kehrli P., Baroffio C., Fischer S., Kuske S., Linder C., Samietz J. The Swiss approach to combat *Drosophila suzukii* , Cost-Action FA 1104, Advances and prospects on monitoring and modelling of *D. suzukii*, ACW, Wädenswil, 26.03.2013.
- Kehrli P. Tigre du poirier dans les jardins familiaux, Journée phytosanitaire Cultures spéciales, ACW, Changins, 10.01.2013
- Kehrli P., Pasquier D. Tordeuse orientale du pêcher (*Cydia molesta*), Journée phytosanitaire Cultures spéciales, ACW, Changins, 10.01.2013.
- Kehrli P., Pasquier D. Tordeuse orientale: biologie & situation 2012, Journée d'information de l'union fruitière lémanique Union fruitière lémanique Marcelin, Morges, 07.02.2013.
- Linder C., Cavadini M. *Dictyophara europaea* an alternative host of Flavescence dorée in Switzerland? IOBC-WPRS Working group "Integrated protection and production in Viticulture", Agroscope, Ascona TI, 14.10.2013.
- Linder C. Epidémiologie de l'acariose et Agrometeo: perspectives d'avenir, Journée d'information viticole Swiss'Expo, Prométerre, Beaulieu, Lausanne, 17.01.2013.
- Linder C., Dubuis P.-H., Bohren C., Michel V., Gilly C. Liste de fongicides, insecticides et herbicides, Journée phytosanitaire Cultures spéciales, ACW, Changins, 12.01.2013.
- Linder C. Nouvelles exigences de Vitiswiss pour 2014, Séance d'information Vitiplus, Prométerre , Luins, 14.05.2013.
- Linder C. Nouvelles exigences de Vitiswiss pour 2014, Séance d'information Vitiplus, Prométerre, Saint-Triphon, 14.05.2013.
- Linder C., Martin C. , Labois S. , Chatelain P. , Kehrli P. Susceptibility of various grape cultivars to *Drosophila suzukii* and other vinegar flies, IOBC-WPRS Working group "Integrated protection and production in Viticulture", Agroscope, Ascona TI, 16.10.2013.
- Naef A., Kuske S., Siegfried W., Linder C., Dubuis P.-H. Pflanzenschutz aktuell , Wädenswiler Weintage 2013, Alumni Netzwerk Wädenswil, ZHAW, Wädenswil, 10.01.2013.
- Rouffiange J., Tallant M., Schaerer S., Dupuis B. Essai de lutte contre *Dickeya* spp. Cours Agridea, Changins, 24.05.2013.
- Rouffiange J., Tallant M., Schaerer S., Dupuis B. Essai de lutte contre *Dickeya* spp. Visite étudiants Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL), Agroscope, Changins, 05.06.2013.
- Rouffiange J., Schaerer S., Dupuis B. Etude de l'agressivité de différents isolats de *Dickeya* spp. Cours Agridea, Changins, 24.05.2013.
- Schnee S., Emerson F. Q. , Voinesco F., Marcourt L. , Dubuis P.-H., Wolfender J.-L. , Gindro K. Antifungal compounds from *Vitis vinifera canes* against *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator* and *Botrytis cinerea*, Poster, Fall Meeting of Swiss Chemical Society 2013, Lausanne, 06.09.2013.
- Steinger T., Ramseier H. Projet Seuil d'intervention, Herbsttagung der KPSD, Wallierhof, Solothurn, 20.09.2013.
- Schürch S. Phoma stem canker of oilseed rape: epidemiology, biology and fungicide trials, GCIRC technical meeting 2013, ACW, Changins, 01.05.2013.
- Tschuy F., Wirth J. Contrôle des adventices par les engrais verts; Tests de résistance. Présentation du système de l'évaluation de la résistance des adventices aux herbicides, Grandes cultures: dernières nouvelles de la recherche à Changins 2013, Agridea, Changins, 24.05.2013.
- Viret O. VitiMeteo, a historical background, IOBC Int. meeting, Agroscope, Ascona TI, 14.10.2013.

- Viret O. IOBC Int. meeting, IOBC Int. meeting, Agroscope, Ascona, TI, 14.10.2013.
- Viret O. L'année viticole 2012 et agrometeo , Présentation des essais viticole Federviti, ACW, Cadenazzo , 19.04.2013.
- Viret O. Les maladies du bois de la vigne en 10 points, Formation continue des viticulteurs PI 3 Lacs, Praz, 23.04.2013.
- Viret O. Les maladies du bois de la vigne, Formation continue Viti Plus, Viti Plus, Arnex-sur-Orbe, 04.07.2013.
- Viret O. Les maladies du bois de la vigne, Formation continue Viti Plus, Viti Plus, Rivaz, 09.07.2013.
- Viret O. les maladies du bois de la vigne, Formation continue Viti Plus , Viti Plus, Tartegnin. 04.07.2013.
- Viret O. Les maladies du bois de la vigne, Formation continue Viti Plus, Viti Plus, Yvorne, 09.07.2013.
- Viret O. Alexins as source of new antifungal compounds, IOBC Int. meeting, Agroscope Ascona TI, 16.10.2013.
- Wirth J. Auswirkungen von Zwischenkulturen auf den Unkrautdruck, BioForschungs-Infotagung Ackerbau 2013
ART, ACW, FiBL, AGRIDEA, Ackerbauring Bio Ostschweiz, BZZ, Arenenberg, Salenstein, 29.11.2013.
- Wirth J. Bekämpfung von Cyperus esculentus, Arbeitstagung des DPG-Arbeitskreises Herbologie, Bingen, 04.02.2013.
- Wirth J. Herbstbesprechung Herbologie/Phytoregulatoren, Herbstbesprechung Herbologie/Phytoregulatoren, BLW, Berne, 29.10.2013.
- Wirth J. Situation actuelle des résistances aux herbicides en Suisse , Journée phytosantaire Grandes Cultures, ACW, Changins, 25.01.2013.
- Wirth J. Unkrautunterdrückung durch Allelopathie, Arbeitstagung des DPG-Arbeitskreises Herbologie (deutsche phytomedizinische Gesellschaft), Bingen, 14.02.2013.

Personnel DR 15

Chef du DR 15 :	VIRET Olivier, Ing. Agr. EPFZ, Dr. ès.sc.
Secrétaire	KAESLIN Martine, BRANDT Evelyne (jusqu'au 31.03.2013)

Malherbologie

Cheffe	WIRTH Judith, Dr. (85%)
Collaborateurs techniques	BOHREN Christian TSCHUY Fred
Stagiaires	KHAMISSE Caroline (02.09. au 20.12.) UPTON Spencer (01.10. au 20.12.) VALITON Quentin (09.09. au 31.12.)
Etudiants master	POURCELOT Mickaël (18.03. au 05.07.) HENRIET Lydie (01.04. au 31.08.)

Entomologie

Chef	STEINGER Thomas, Dr. ès phil. nat
Collaborateurs scientifiques	KEHRLI Patrik, Dr. ès. sc. SCHAUB Lukas, Dr. ès sc. nat. (90%)
Collaborateurs techniques	BREITENMOSER Stève FISCHER Serge GOY Gabriel KLÖTZLI-ESTERMANN Françoise (70%) * LINDER Christian PASQUIER Denis (90%) RHYN Martine (75%) TAGINI-ROSSET Suzanne (50%)
Stagiaires	CHATELAIN Philippe (01.09. au 31.12.) CONNE Arnaud (01.04. au 29.09.) civiliste BROCARD Jean-Luc (20.05. au 14.06.) civiliste CAILLOT Guillaume (01.01. au 30.04.) * LABOISSE Samuel (17.06. au 13.09.) MASSIAS Maéva (17.06. au 16.08.) ROUX Pierre-Adrien (01.04. au 31.10.)
Etudiant master	KERDRAON Lydie (15.04. au 31.08)
Doctorante	CHERVET Noémie (dès le 01.01.) *

Mycologie - Biotechnologie Végétale

Cheffe	GINDRIO Katia, Dr ès sc. (100%)
Collaborateurs scientifiques	DUBUIS Pierre-Henri Dr. ès.sc (80%) DROZ Eric (100%) HOFSTETTER Valérie, Dr. ès.sc (50%) SCHÜRCH Stéphanie, Dr. ès sc. nat (70%)
Collaborateur technico-scientifique	FREI Peter (100%)
Collaborateurs techniques	BLOESCH Bernard (100%) DE JOFFREY Jean-Pierre (100%) FABRE Anne-Lise (50%) JULMI Corinne (80%) LECOULTRE Nicole (50%) REMOLIF Eric (80%) THOMAS Daniel (100%) (jusqu'au 30 août) ULLIEL Susete (60%) VOINESCO Francine (70%)

Stagiaires	BUYCK Bart (26.08. au 16.09) BUCHMANN Grégoire (15.09. au 14.03.) PONTE BUCHWALDER Aurélie (01.09. au 30.11.) PONTE CHOLLET Véronique (16.09.) MODE EMPLOI CORMINBOEUF Maëlle (01.09.) PROJET NAP DORSAZ Stéphane (01.01. au 30.04.) CIVILISTE FENDELEUR Olivier (20.08. au 10.09.) GLANARD Cyril (01.06. au 30.06.) MOLINO Luca (04.02. au 10.05.) CIVILISTE ROUGEUX Erwan (01.02. au 30.06.)
Doctorants	BOHNI Nadine * GODAL Quentin * VERRIER Julie *
Post-doctorants	AZZOLINI Antonio* DORSAZ Stéphane * SCHNEE Sylvain * SCHUMPP Olivier * (jusqu'au 30.04.) ALLARD Pierre-Marie* MARTI Guillaume*
Etudiants Master	KLOPFENSTEIN Megan*
Apprentis	BONJOUR Hemma (jusqu'au 11.08.) BUCHWALDER Aurélie (jusqu'au 11.08) GOMEZ Ariel (jusqu'au 11.08) PITTET Coralie (dès le 11.08.) SCHAER Emile (dès 12.08.) TREPOT Manon (dès 01.08)
Virologie et Bactériologie	
Chef	SCHAERER Santiago, Dr ès Sc. (100%)
Chef remplaçant	REYNARD Jean-Sébastien, Dr. Ing. Agr. EPFZ (100%)
Collaborateurs scientifiques	SCHUMPP Olivier, Dr. ès Sc.(dès 09.2012) (80%)
Collaborateurs techniques	BONNARD JOTTERAND Sabine (50%) BRODARD Justine CRAUSAZ Pierre-Henri DUBUIS Nathalie JOHNSTON Hélène (50%) KELLENBERGER Isabelle (50%) (60% dès 08.2013) KERAUTRET Isabelle (50%) BORGEAUD Myriam POGET Nelly (50%) (retraîtée à fin 07.2013) GROSU-DUCHENE LARISA (40%) (70% dès 08.2013)
Stagiaires (coll. scientif.)	DEBONNEVILLE Christophe, Dr ès sc. (CTI, dès 05.2012) (100%) BAPST Aurélien, MSc, (dès 12.2012 pour 6 mois) (100%)
Apprentis	MICHELOD Emilie (dès le 04.2013) COMBREMONT Florian (dès 09.2013) PITTET Coralie (jusqu'au 03.2013)

* Fonds tiers

