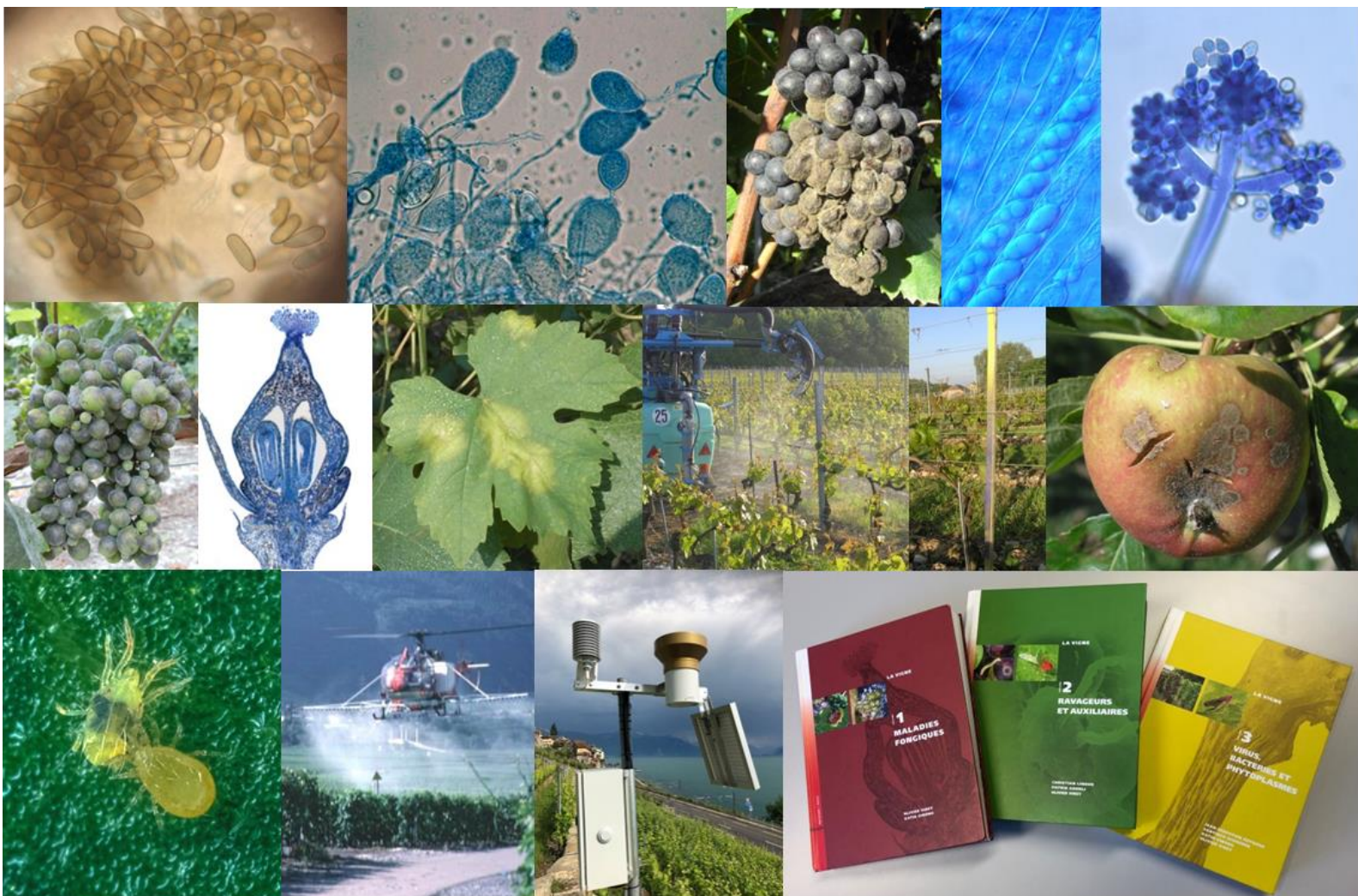


# Fondation Lotte et Willi Günthart-Maag

Remise des prix 2020

Olivier Viret



## Orientation sur la Fondation

La Fondation Lotte et Willi Günthart-Maag a été créée le 17 décembre 1971 par monsieur et madame Lotte et Willi Günthart-Maag à la suite du 125<sup>ème</sup> anniversaire de l'entreprise Dr. Rudolf Maag SA à Dielsdorf.

La fondation sise dans la maison Engelfrid à Regensberg a pour but :

De constituer et de remettre périodiquement un

### **Prix Dr. Rudolf Maag**

en reconnaissance à des personnalités suisses ou étrangères qui se sont distinguées particulièrement dans le soin et la promotion des végétaux ;

l'acquisition et la gestion de biens immobiliers dans le but de conserver et d'exposer des travaux artistiques et scientifiques en lien avec la botanique, tout comme la constitution d'un jardin de démonstration ;

l'acquisition d'ouvrages et de publications sur la botanique, ainsi que de plantes et de peintures ;

réalisation de toutes autres mesures en Suisse ou à l'étranger sujets à contribuer directement ou indirectement aux objectifs mentionnés de la Fondation ;

Le conseil de la Fondation est actuellement constitué des membres suivants :

Katja Dutruy-Schäfer, Founex, Présidente

Frank Schäfer, Regensberg

Dr. Pierre-Josephe Charmillot, Trélex

Prof. Dr. Peter Rüedi, Gockhausen

Reto Vils, Quästor

Dr. Andreas Binder, Steinmaur

Prof. Dr. Rosmarie Honnegger, Zürich

Hans Schüpbach, Zofingen

L'organe de révision de la Fondation est la Schweizerische Revisionsgesellschaft AG, Theaterstrasse 17, 8400 Winterthur.

Le secrétariat se trouve à l'adresse : c/o Christa Schäfer-Günthart, Oberburg 17, Haus Engelfrid, 8158 Regensberg

[www.rudolf-maag-preis.ch](http://www.rudolf-maag-preis.ch)

[welcome@rudolf-maag-preis.ch](mailto:welcome@rudolf-maag-preis.ch)

## Table des matières

Remerciements.....	4
Biographie.....	5
1. La protection des végétaux.....	8
1.1 Les maladies et les ravageurs.....	8
1.2 La sensibilité des plantes.....	11
1.3 Les produits phytosanitaires.....	13
2. La production intégrée.....	15
2.1 La "Défense des plantes cultivées".....	15
2.2 Les stades de développement phénologiques.....	17
2.3 Les Guides phytosanitaires.....	18
2.4 La Production intégrée et la lutte intégrée.....	19
2.5 Série de livres sur la protection de la vigne.....	19
3. Le dosage et la qualité d'application des produits phytosanitaires.....	20
4. La prévision des risques et Agrometeo.....	22
4.1 Les stations météorologiques.....	23
4.2 VitiMeteo.....	14
4.3 Agrometeo.....	26
5. Le complexe des maladies du bois de la vigne.....	27
6. Les alternatives aux produits phytosanitaires.....	28
7. Les cépages résistants aux maladies fongiques.....	30
8. Bibliographie.....	31

## Remerciements

Je suis particulièrement touché par le prix qui m'est offert et ne saurait suffisamment remercier la Fondation Dr. Maag pour m'avoir sélectionné parmi ses lauréats pour les résultats obtenus au cours de ma carrière de phytopathologue.

Dans la recherche agronomique, les projets se déroulent dans des séquences de l'ordre de dix ans. D'expérience, ce laps de temps permet d'élaborer le projet, de le planifier, de mettre les expérimentations en œuvre, de répéter les essais de terrain au gré des saisons et des années, d'approfondir des questions plus fondamentales au laboratoire, de valoriser et de publier les résultats pour ensuite les vulgariser à l'échelle nationale et internationale. Finalement il faut convaincre les potentiels bénéficiaires des progrès à réaliser et en mesurer l'impact. Ce travail ne peut pas se concrétiser seul, il résulte d'une collaboration intense réunissant des compétences spécifiques au sein des équipes de recherche. Ma carrière s'est articulée autour de collègues qui sont généralement devenus des amis avec qui partager des idées et développer des pistes de recherche est devenu une passion. L'ensemble de ces forces créatrices est à l'origine de ce travail collectif qui continue de motiver mon quotidien. Le prix qui m'est offert pour mon mérite scientifique dans la protection des végétaux est le résultat de longues années de grande satisfaction pour une activité qui n'est jamais terminée. Les résultats obtenus soulèvent de nouvelles questions, de nouvelles idées et de nouveaux projets, sans quoi la prétention d'avoir tout expliqué s'installerait.

Les équipes se montent dans le respect mutuel des compétences de chacun, dans une amitié immuable. Les amis ne vous ne lâchent jamais, même lorsque le sort vous impose de rendre la casquette de capitaine en raison de réorganisation administrative. Ensembles, nous poursuivons ce travail gratifiant dans le même élan de motivation.

Je remercie sincèrement la Fondation Dr. Maag pour le prix qui m'est octroyé avec un petit clin d'œil à son représentant romand Pierre-Joseph Charmillot qui fait partie des amis avec qui nous avons écrit quelques notes de l'histoire de la phytopathologie.

## Biographie

- 1963** Né le 18 novembre à Bienne.
- 1970** Scolarité obligatoire à Bienne.
- 1983** Maturité fédérale au gymnase économique de Bienne.
- 1983** Apprentissage de viticulteur-encaveur à St-Blaise (NE), école d'agriculture de Marcelin s/Morges.
- 1983** Etudes d'ingénieur agronome à l'Ecole polytechnique de Zürich (EPFZ).
- 1986** Travail de semestre en viticulture: analyses statistiques des paramètres influençant la qualité de la vendange (F. Murisier, station fédérale de recherche agronomique, domaine du Caudoz, Pully).
- 1987** Stage de recherche, Station Fédérale de Recherches Agronomiques, domaine du Caudoz, Pully.
- 1988** Diplôme d'ingénieur agronome à l'Ecole polytechnique de Zürich (EPFZ), orientation en production végétale.
- Travail de master: Réaction photosynthétique et physiologique de *Vitis vinifera* L. sous l'effet de succion de l'acarien *Tetranychus urticae* (KOCH), Prof. Dr. V. Delucchi (ETHZ), Dr. E. Boller.
- 1989** Assistant du responsable technique des vignobles Penfolds, domaine Wynns Coonawarra Estate, Penola, South Australia.
- 1989-1993** Travail de doctorat (Dr. Sc. Nat.) à l'institut de microbiologie, groupe de mycologie, EPF Zürich sous la direction de PD Dr. O. Petrini: Infection of beech leaves by the endophyte *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet [teleomorph: *Apiognomonia errabunda* (Rob.) Höhnelt]: an ultrastructural study.
- 1993** Chargé de recherches à la Station fédérale de recherches agronomiques Changins (RAC), Nyon, responsable de la pathologie viticole, arboricole et petits fruits, homologation des fongicides, succession du Dr. Adrien Bolay.
- 1995** Comité de lecture Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, Editions AMTRA (Association pour la Mise en valeur des Travaux de la Recherche Agronomique), Lausanne ([www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)).
- 2001-2007** Président de la commission technique de Vitiswiss pour la production intégrée viticole en Suisse.
- 2004** Chef du groupe de recherche en mycologie (Agroscope ACW-Changins, Nyon), succession du Dr. D. Gindrat.
- 2007** Chef du produit Protection des végétaux, Agroscope ACW-Changins, Nyon, et du centre de Cadenazzo (TI), succession du Dr. P. Gugerli.
- Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV, Paris), expert national «Protection de la vigne».
- 2008** Chef du produit viticulture et œnologie, Agroscope ACW-Changins, Nyon, Pully, Wädenswil, succession Dr. F. Murisier.

- 2009** OIV, expert national « Génétique vigne ».
- 2010** Chef du Département de recherche 15, Protection des végétaux, vigne et grandes cultures / Viticulture et œnologie, Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), membre du comité de direction d'ACW, responsabilité nationale de la recherche en protection des végétaux, vigne et grandes cultures / viticulture et œnologie.
- OIV, vice-président du groupe d'expert « Génétique vigne ».
- Membre du comité scientifique du Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, Bordeaux, France.
- depuis 2014** Membre du conseil scientifique de l'Institut Agricole Régional d'Aoste.
- depuis 2016** Membre du comité scientifique du CERVIM (Centro di Ricerca, Studi, Salvaguardia, Coordinamento e Valorizzazione per la Viticoltura Montana, Aymavilles, AO) pour la promotion internationale de la viticulture héroïque.
- Chargé de cours en pathologie viticole (degré master), Ecole polytechnique fédérale de Zürich.
- 2016-2018** Consultant pour les vignobles *Marchesi di Frescobaldi*, Florence (IT) sur la problématique des maladies du bois.
- depuis 2017** Responsable du centre de compétence cultures spéciales à la direction générale de la viticulture et de l'agriculture de l'Etat de Vaud.
- Conseiller et responsable scientifique de la commission des vignes de la Confrérie des Vignerons de Vevey.

### Projets et collaborations financés par des tiers

- 2000-03** Directeur thèse de doctorat S. Rigotti (Université Lausanne), Action COST 836, détection moléculaire de *Botrytis cinerea* pour les cultures de fraises et la vigne.
- 2001-09** National Center of Competence (NCCR) - Plant Survival avec l'Université de Neuchâtel sur la résistance naturelle de la vigne aux maladies fongiques, financement de doctorants, post-docs.
- 2002** Programme d'innovation OFAG, «Développement d'un système-expert pour la prévision des infections du mildiou et de l'oïdium de la vigne» en collaboration avec le Weinbauinstitut Freiburg i.Br. (G. Bleyer, Prof. Kassemeyer), WSL Oppenheim (Dr. G. Hill), Geosens (R. Krause), FIBL (Dr. L. Tamm) qui a mener à la plateforme internet [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch).
- 2005-06** Action COST 858 post-doc H. Richter, marqueurs moléculaires pour les champignons de l'esca et des maladies du bois de la vigne.
- 2007-09** Action COST 858 post-doc L. Casieri, marqueurs moléculaires pour les champignons de l'esca et des maladies du bois de la vigne, suite.
- 2006-09** Directeur Thèse de doctorat Sylvain Schnee, NCCR-Plant survival, "facteurs de résistance de la vigne à l'oïdium".
- 2010** Contrat-cadre de coopération pour la recherche sur la prévision des risques Agrometeo-Vitimeteo entre l'OFAG (directeur M. Bötsch) et le ministère de l'agriculture du Baden-Württemberg (Ministre R. Köberle).

- 2011-19** Recherche d'alternative aux fongicides de synthèse, projet financé par le Groupement des neuf Premiers Grands Crus Classés de Bordeaux (Margaux, La Tour, Ausone, Yquem, Mouton-Rothschild, Lafite-Rothschild, Cheval Blanc, Haut-Brion, Petrus).
- 2013** Contrat de collaboration Agroscope – Institut National de Recherche Agronomique (INRA) Colmar «Breeding for quality and resistant grapevine varieties» portant sur le cumul de gènes de résistance d'origine différente pour une résistance durable et des cépages de qualité.
- 2016** Projet NAP-RPGAA (Plan d'action national pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture), sur la «Valorisation d'anciens biotypes de Chasselas menacés pour assurer la compétitivité durable du vignoble», Agroscope et Fondation du Conservatoire mondial du Chasselas, Cully.
- 2018** Projet NAP-RPGAA sur la «Caractérisation génétique pan-génomique des accessions de la liste positive vigne», Université de Neuchâtel (Prof. D. Croll), Agroscope et Fondation du Conservatoire mondial du Chasselas, Cully.
- 2019** Projet NAP-RPGAA sur le «Développement et évaluation de sélection polyclonales dirigées de Chasselas adaptées au changement climatique» Agroscope et Fondation du Conservatoire mondial du Chasselas, Cully.
- 2019** Directeur Thèse de doctorat Vinciane Monod, financement par l'Etat de Vaud "Dissecting factors associated with vine decline across physiological plant states, fungal communities and the environment ", Agroscope et Université de Neuchâtel (Prof. D. Croll).

# 1. La protection des végétaux

De tout temps, l'alimentation humaine à base de végétaux a fluctué considérablement en fonction des aléas climatiques et surtout des pathogènes. Au Moyen-Âge, des processions tentaient de protéger les cultures par la foi avant de réunir des communautés entières pour extraire à la main des ravageurs, comme le doryphore de la pomme de terre. Cette tâche faisait partie des corvées communautaires pour permettre d'assurer au mieux les récoltes. Il faudra attendre le 19<sup>ème</sup> siècle pour que la phytopathologie se développe avec la recherche de moyens de lutte efficaces contre les maladies et les ravageurs. Alors que nos ancêtres subissaient les conséquences des pathogènes, l'agriculture moderne ne peut pas se passer d'une lutte active devant les exigences quantitatives et qualitatives imposées par les marchés aux agriculteurs.

## 1.1 Les maladies et les ravageurs

En 2017, le catalogue européen des plantes cultivées recense 23'000 espèces agricoles, 21'000 espèces potagères et 12'500 espèces fruitières (<https://www.gnis.fr/catalogue-varietes/>). L'Organisation Européenne de Protection des Plantes (OEPP) quant à elle dispose d'une base de données de 85'000 maladies et ravageurs qui s'attaquent de manière plus ou moins spécifiques aux plantes cultivées et cette liste ne cesse d'augmenter.

Sans une compréhension exhaustive des processus infectieux, de l'épidémiologie des organismes responsables, des réactions des plantes et de la nuisibilité de la maladie ou du ravageur, aucune stratégie de lutte durable ne peut être performante.



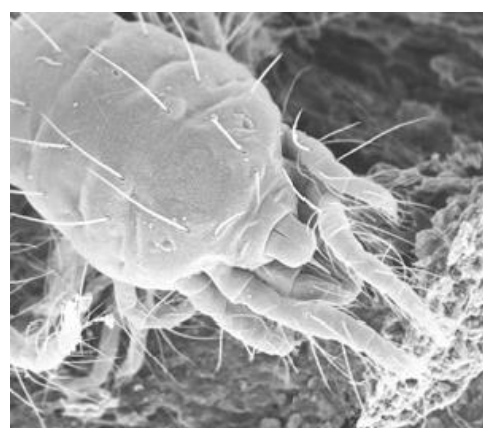


## Contributions

- La nuisibilité de l'acarien jaune *Tetranychus urticae* sur l'activité photosynthétique de la vigne a démontré que les seuils de tolérance établis précédemment étaient trop pessimistes et que la vigne supporte un nombre nettement supérieur d'acariens qu'estimé précédemment.

**Viret, O. 1988.** Réaction photosynthétique et physiologique de *Vitis vinifera* L. sous l'effet de succion de l'acarien *Tetranychus urticae* (KOCH), Master thesis ETHZ Prof. Dr. V. Delucchi (ETHZ), E. Boller (FAW).

Candolfi M.P., Boller E.F., **Viret O.** & Wermelinger B. 1990. Influence of arthropod pests on the photosynthesis of *Vitis vinifera*. IOBC/WPRS Bulletin XIII/7.



- Des recherches fondamentales des processus d'infection de l'endophyte du hêtre *Discula umbrinella* ont permis de comprendre le processus d'infection par la pénétration directe de l'épiderme des feuilles digéré par des enzymes lytiques et l'expression de symptômes d'anthracnose après une période de latence plus ou moins longue en fonction des paramètres de stress subit par la plante.

**Viret, O.** 1993 Infection of beech leaves by the endophyte *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet [teleomorph: *Apiognomonium errabunda* (Rob.) Höhnelt]: an ultrastructural study, PhD-Thesis ETHZ, pp. 147.

Petrini O., Toti L. & **Viret O.** 1991. Biologia ed ecologia dei funghi endofiti. Boll. Soc. Tic. Sci. Natur. (Lugano) 79: 85-96.

Toti L., **Viret O.**, Chapela I.H. & Petrini O. 1992. Differential attachment by the conidia of the endophyte *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet to host and non-host surfaces. New Phytologist 121: 469-475.

Toti, L., **Viret, O.**, Horat, G. & Petrini, O. 1993. Detection of the endophyte *Discula umbrinella* in buds and twigs of *Fagus sylvatica*. Eur. J. For. Path. 23: 147-152.

**Viret O.**, Scheidegger C. & Petrini O. 1993. Infection of beech leaves (*Fagus sylvatica* L.) by the endophyte *Discula umbrinella* (teleomorph: *Apiognomonium errabunda*). Low temperature scanning electron microscopy studies. Can. J. Bot. 71: 1520-1527.

**Viret, O.** & Petrini, O. 1994. Colonisation of beech leaves (*Fagus sylvatica*) by the endophyte *Discula umbrinella* (Teleomorph: *Apiognomonium errabunda*). Mycol. Res. 98 (4): 423-432.

**Viret O.**, Toti L., Chapela I.H. & Petrini O. 1994. The role of the extracellular sheath in recognition and attachment of conidia of *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet to the host surface. New Phytol. 127: 123-131.

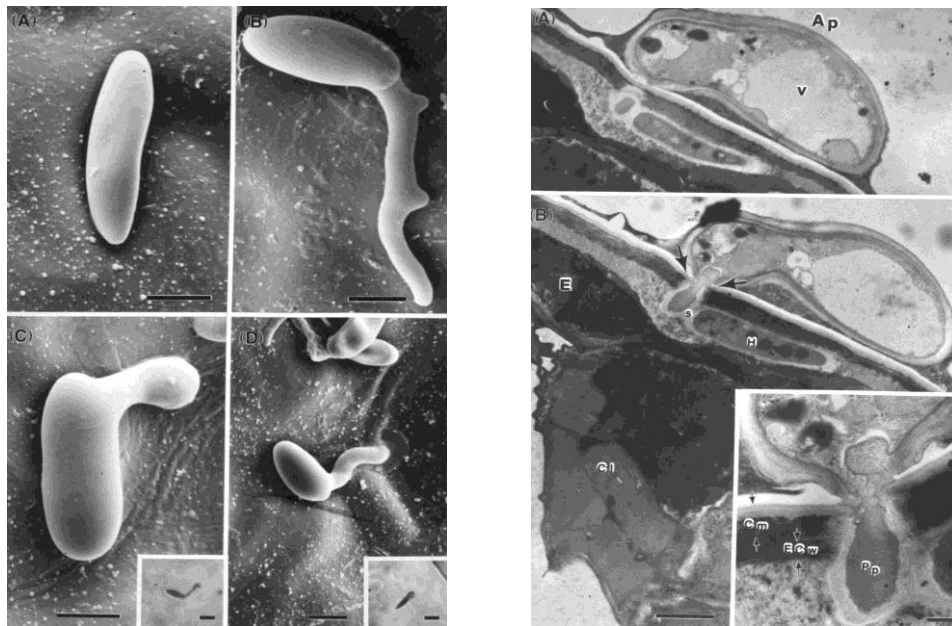
Contributions

Petrini O., Sieber T.N., Toti L. & **Viret O.** 1992. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins* 1: 185-196

**Viret O.**, Toti L., Chapela I.H. & Petrini O. 1994. The role of the extracellular sheath in recognition and attachment of conidia of *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet to the host surface. *New Phytol.* 127: 123-131.

Petrini O., Sieber T.N., Toti L. & **Viret O.** 1992. Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. *Natural Toxins* 1: 185-196.

Stone, J.K., **Viret O.**, Petrini, O. & Chapela, I.H. 1994. Histological studies of host penetration and colonization by endophytic fungi. In *Host wall alterations by parasitic fungi*, (O. Petrini & G.-B.Ouellette, Eds.), APS Press. 159 pp.



- La description des pathogènes fongiques de la vigne, des arbres fruitiers et des petits fruits, leur identification mycologique, les connaissances de leur biologie, de leur cycle de développement et de leur épidémiologie ont été documentés dans différentes fiches techniques en vue de définir des stratégies de lutte intégrée.



- Viret O.** et Siegfried W., 1994. La rouille grillagée du poirier - Dépérissement des arbres fruitiers: pourridiés, *Thielaviopsis* - L'eutypiose des arbres fruitiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (1), 43-48.
- Viret, O.** & Siegfried, W. 1994. Pourriture grise et pourriture acétique. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (3): 159-160.
- Viret, O.** & Siegfried, W. 1996. L'excoriose - le rougeot. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (1): 47-50.
- Viret O.** & Siegfried W. 1996. Mildiou - Oïdium. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (6), 371- 374.
- Viret, O.** 1998. Maladies du framboisier. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 30 (2): 123-126.
- Rüegg, J., Bosshard, E., Neuweiler, R. & **Viret, O.** 2001. Mildiou des ronces (*Peronospora sparsa* Berk.). Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 33 (6).
- Imhof, Th., Bosshard, E., Höhn, H., Rüegg, J., & **Viret, O.** 2001. Nanisme des ronces et des framboisiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 33 (6).
- Viret, O.**, Carron, R. & Terrettaz R. 2002. Résistance à *Phytophthora fragariae* var. *rubi* et caractéristiques agronomiques de différentes variétés de framboisiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 34 (4): 225-229.
- Rigotti, S., Gindro, K., Richter, H. & **Viret, O.** 2002. Characterization of molecular markers for specific and sensitive detection of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) using PCR. FEMS Microbiology Letters 209(2): 169-174.
- Rigotti, S. & **Viret, O.** 2003. Fungal flora in strawberry plants and relative importance of *Botrytis cinerea*. IOBC WPRS BULLETIN, 27(4): 47-53.
- Keller, M., **Viret O.** & Cole F. M. 2003. *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: defense reaction, latency, and disease expression. Phytopathology 93 (3): 316-322.
- Rigotti, S., **Viret, O.** & Gindrat, D. 2003. Fungi from symptomless strawberry plants in Switzerland. Phytopathologia mediterranea 42: 85-88.
- Pezet, R., **Viret O.**, Perret, C. & Tabacchi, R. 2003. Epidemiological and biochemical studies during growth and ripening of two grape berry cultivars, respectively susceptible and resistant to *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. Journal of Phytopathology 151: 208-214.
- Rigotti, S., **Viret, O.** & Gindrat, D. 2003. Fungi from symptomless strawberry plants in Switzerland. Phytopathologia mediterranea 42: 85-88.
- Viret, O.**, Keller, M., Jaudzems, V.G. & Cole, F.M. 2004. *Botrytis cinerea* infection of grape flowers: light and electron microscopical studies of infection sites. Phytopathology 94 (8): 850-857.
- Viret, O.** & Siegfried, W. 2004. Esca. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 36 (5): planche en couleur.
- Mohr, H.D., Herrmann, J.V., Hill, G.K., Holz, B., Ipach, R., Ipach, U., Kast, W.K., Maixner, M., Schirra, K.-J., Siegfried, W., Uhl, W. & **Viret, O.** 2005. Farbatlas Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 320 p. (2<sup>ème</sup> édition en 2012).
- Viret, O.**, Bloesch, B., Dubuis, P-H. & Gindro, K. 2010. Epidémiologie de *Botrytis cinerea* et stratégies de lutte. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 42(3): 162-167.

## 1.2 La sensibilité des plantes aux pathogènes

Lorsque une plante est infectée par un pathogène, les tissus végétaux réagissent par différents mécanismes de défense. Certains de ces mécanismes sont constitutifs, c'est-à-dire inhérent au génome de la plante ou sont induits par l'infection du pathogène. De ce fait, la sensibilité des végétaux aux pathogènes peut varier considérablement. Alors que la résistance totale à tous les types d'agresseurs n'existe pas chez les plantes cultivées, elle peut être renforcée par la sélection de variétés résistantes à l'un ou à l'autre pathogène. Nos travaux sur la pourriture grise des raisin, le mildiou et l'oïdium ont permis de mieux comprendre les processus d'infection par les pathogènes et de les intégrer dans les stratégies de lutte et la prévision des risques.



Cornarello (HR x Gamaret)  
2016



Galotta (Ancellotta x Gamay)  
1981



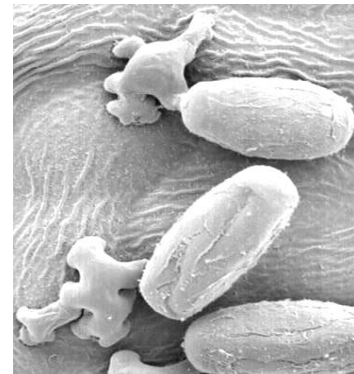
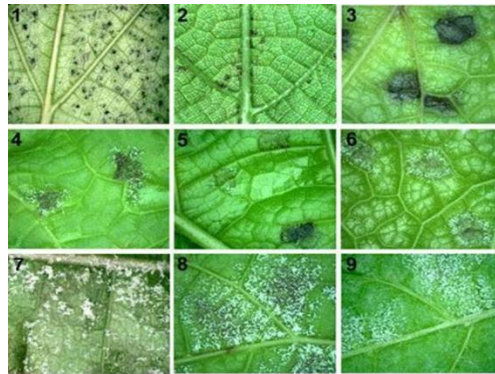
Gamaret (Gamay x Reichensteiner)  
1970



Carminoir (Pinot noir x Cabernet sauvignon)  
1982



Gamay



## Contributions

- Lorsque la vigne est infectée par le mildiou, l'oïdium ou la pourriture grise, elle produit comme d'autres végétaux, des phytoalexines (métabolites secondaires). Chez la vigne, ce sont les stilbènes (composés phénoliques) dont les voies de synthèse biochimiques varient en fonction de la sensibilité des cépages. Ces molécules antifongiques dérivées du resvératrol (ptérostilbène,  $\epsilon$ -,  $\delta$ -viniférine, resvéptérol) ont été découvertes à Changins à partir de 1985. Elles ont un effet biocide sur les pathogènes et sont utilisées comme marqueurs dans le processus de création de cépages résistants aux principales maladies fongiques.

Pezet, R., Perret, C., Jean-Denis, J.-B., Tabacchi, R., Gindro, K & **Viret, O.** 2003.  $\delta$ -viniferin, a resveratrol dehydodimer: one of the major stilbenes synthesized by stressed grapevine leaves. *J. Agric. Food. Chem.* 51 (18): 5488-5492.

Gindro, K., Pezet, R. & **Viret, O.** 2003. Histological studies of responses of two *Vitis vinifera* cultivars (resistant and susceptible) to *Plasmopara viticola* infections. *Plant Physiology and Biochemistry* 41 (9): 846-853.

Pezet, R., **Viret, O.** & Gindro, K. 2004. Plant-microbe interaction: the *Botrytis* grey mould of grapes, biology, biochemistry, epidemiology, and control management. *Advances in Plant Physiology* 7: 71-116.

Pezet, R., Gindro, K., **Viret, O.**, Richter H. 2004. Effect of resveratrol, viniferins and pterostilbene on *Plasmopara viticola* zoospore mobility and disease development. *Vitis* 43(2):145-148.

Pezet, R., Gindro, K., **Viret, O.** & Spring J.-L. 2004. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are linked respectively to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 65: 297-303.

- Richter, H., Pezet, R., **Viret, O.** & Gindro, K. 2006. Characterization of 3 new partial stilbene synthase genes out of over 20 expressed in *Vitis vinifera* during the interaction with *Plasmopara viticola*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 67:248-260.
- Gindro, K., Spring, J.-L., Pezet, R., Richter, H. & **Viret, O.** 2006. Histological and biochemical criteria for objective and early selection of resistant grapevine cultivars resistant to *Plasmopara viticola*. *Vitis*. 45(4):191-196.
- Schnee, S., Gindro, K., **Viret, O.** 2008. Role of stilbenes in the resistance of grapevine to powdery mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 72:128-133.
- Alonso-Villaverde, V., Voinesco, F., **Viret, O.**, Spring, J.-L. & Gindro, K. 2011. The effectiveness of stilbenes in resistant Vitaceae: ultrastructural and biochemical events during *Plasmopara viticola* infection process. *Plant Physiology and Biochemistry* 49: 265-274.
- Alonso-Villaverde, V., **Viret, O.** & Gindro, K. 2011. Downy mildew: is resistance linked to inoculum concentration ? *Vitis* 50(3):127-129.
- Gindro, K., Alonso-Villaverde, V., Voinesco, F., Spring, J.-L., **Viret, O.** & Dubuis, P.-H. 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters: new microscopical and biochemical insights. *Plant Physiology and Biochemistry*, 52:140-146.
- Gindro, K., Berger, V., Godard, S., Voinesco, F., Schnee, S., **Viret, O.**, & Alonso-Villaverde, V. 2012. Protease inhibitors decrease resistance of *Vitaceae* against *Plasmopara viticola*. *Plant Physiology and Biochemistry* 60: 74-80.
- Gindro, K., Lecoultre, N., Molino, L., De Joffrey, J.-P., Schnee, S., Voinesco, F., Alonso-Villaverde, V., **Viret, O.** & Dubuis, P.-H. 2014. Development of rapid direct PCR assays to identify downy and powdery mildew and grey mould in *Vitis vinifera* tissues. *J. Int. Sciences Vigne et Vin*: 48(4): 261-268.
- Viret, O.**, Spring, J.-L., Gindro, K. 2018. Stilbenes: biomarkers of grapevines resistant to fungal diseases. *OENO One*. 52 (3): 235-240. DOI: <https://doi.org/10.20870/oenone.2018.52.3.2033>

### 1.3 Les produits phytosanitaires

Une des grandes révolutions de l'agriculture à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle a été la découverte des produits phytosanitaires, en particulier le cuivre et le soufre contre les maladies fongiques, les solvants volatiles (sulfure de carbone, sulfocarbonate de potassium) et des extraits de plantes (pyrèthre, nicotine) contre les ravageurs. Alors que chez les fongicides, il faut attendre les années 1950 pour voir apparaître les premiers produits de synthèse avec les phtalimides, pour les insecticides le début du 20<sup>ème</sup> siècle voit se développer les sels d'arsenic, les huiles minérales, les produits organochlorés et organophosphorés. Les produits phytosanitaires sont rapidement devenus indispensables pour assurer les rendements et les exigences qualitatives de l'industrie agro-alimentaire. A l'heure actuelle, il reste à savoir quels produits sont acceptables en fonction de leur efficacité, de leur comportement environnemental et des risques pour la santé publique.



## Contributions

- Depuis le début de son création à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, Agroscope a eu pour mission l'homologation des produits phytosanitaires, en particulier l'expertise de l'efficacité et l'intégration des molécules dans des stratégies de lutte pour une utilisation parcimonieuse. Les aspects environnementaux et les effets secondaires des produits phytosanitaires sur la faune utile ont été considérés dès l'avènement de la production intégrée dans les années septante.
- De 1994 à 2009 les index phytosanitaires annuels des fongicides homologués en viticulture et en arboriculture fruitière et de 1994-2000 également pour les petits fruits, sous l'égide de la Fruit Union Suisse (FUS) ont été élaborés et publiés par la Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture éditée par l'Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique (AMTRA, Lausanne).

Bolay, A., **Viret, O.** & Taillens, J. 1994. Essai de lutte contre le black-rot de la vigne en 1993. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (6): 353-356. Hortic. 45(5): 306-312.

**Viret O.**, 1994. Stratégies de lutte contre les principales maladies des arbres fruitiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (1), 55-62.

**Viret, O.** 1996. Stratégie de lutte contre les maladies de la vigne. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (1), 55-58.

Hilber, U.W., Siegfried, W. et **Viret, O.** 1997. Rouille grillagée du poirier et du genévrier : mesures de lutte en cas d'importantes attaques. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic 29(5) :281-284.

**Viret, O.** & Ançay, A. 1997. Lutte contre la pourriture grise des fraises (*Botrytis cinerea* Pers.) en fonction du développement phénologique des plantes. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 29 (2): 77-80.

**Viret O.** 1996. Utilisation du cuivre en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (2), 145-146.

Ruegg, J., Lauber, H.P., Siegfried, W., **Viret, O.** & Hilber, U. 1997. Experiences with anilinopyrimidines in Switzerland. Pesticide Outlook. 8 (3) : 28-33.

**Viret, O.**, Ançay, A. & Terrettaz, C. 1998. Oïdium du fraisier [*Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun] : incidence des traitements d'automne sur le production et la qualité sanitaire des fruits. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 30 (4): 265-269.

**Viret, O.** 1999. Protection des végétaux et protection de l'environnement. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 31 (4) : 181 (éditorial).

Rüegg, J., Siegfried, W., Raisigl, U., **Viret, O.**, Steffek, R., Reizenzein, H. and Persen, U. 2001. Registration of plant protection products in EPPO countries: current status and possible approaches to harmonization. Bulletin OEPP/EPPO 31: 143-152.

**Viret, O.** & Bloesch, B. 2002. Les strobilurines contre le mildiou. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 34 (1): 19-21.

**Viret, O.**, Siegfried, W. 2006. Les anilinopyrimidines contre la tavelure. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 38 (1): 65-67.

**Viret, O.**, Höhn, H. 2006. Produits phytosanitaires, risques et précautions liés à leur utilisation. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 38 (1): 56-59.

**Viret, O.**, Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Zufferey, E., Edder, P., Ortelli, D., Cognard, E. & De Montmollin, A. 2010. Lutte contre la pourriture grise et résidus de fongicides dans les raisins et le vin. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 42 (2): 86-93.

**Viret, O.**, Bloesch, B., Dubuis, P.-H. & Gindro, K. 2010. Epidémiologie de *Botrytis cinerea* et stratégies de lutte. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 42(3): 162-167.

**Viret, O.** 2010. Ecologie et gestion de la pourriture grise en viticulture. Editorial, Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 42(3): 161.

Schnee, S., Voinesco, F., Dubuis, P.-H., **Viret O.**, Wolfender, J.-L., Queiroz E. F. & Gindro, K. 2013. Sarmets de vigne : nouvelle source de composés antifongiques. Revue suisse Vitic. Arboric.

Molitor, D., Schultz, M., Friedrich, B., **Viret, O.**, Hoffmann, L. & Beyer, M. 2018. Efficacy of fenhexamid treatments against *Botrytis cinerea* in grapevine as affected by time of application and meteorological conditions. Crop Protection 110: 1-13.

## 2. La production intégrée

L'utilisation régulière des produits phytosanitaires a dès les années 1970 suscitée des réflexions sur l'optimisation de leur usage. Dans les années cinquante à septante apparaissent une large gamme d'insecticides organochlorés, dont le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et organophosphorés, comme le parathion, d'une efficacité redoutable mais aux profils toxicologiques et environnementaux problématiques. Ces produits peu spécifiques éliminent à peu près tous les insectes, qu'ils soient nuisibles ou utiles, provoquant d'importants déséquilibres biologiques qui permettent la pullulation d'acariens par exemple. Pour lutter contre ces derniers, un grand nombre d'acaricides sont appliqués et leur usage intense rend les populations d'acariens résistants. Le concept de Lutte Intégrée, puis de Production Intégrée voit le jour pour prioriser : les **mesures prophylactiques** défavorables aux organismes nuisibles, les **seuils de tolérance** et les systèmes d'aide à la décision, la **lutte biologique** chaque fois qu'une solution existe et la **lutte dite-chimique** qu'en dernier ressort.

### 2.1 La défense des plantes cultivées

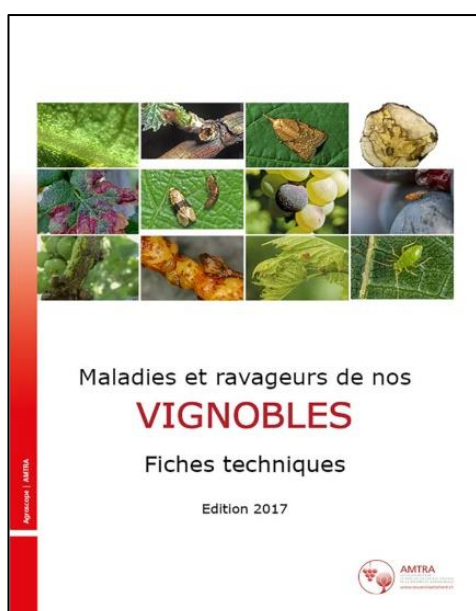
La description des organismes nuisibles, leur cycle biologique, la reconnaissance de symptômes font partie intégrante de la production intégrée. Nos prédécesseurs de la protection des végétaux de la recherche agronomique suisse ont été des pionniers en la matière. Pour rappel :

- 1917, premier ouvrage de référence par Faes "Les maladies des plantes cultivées" (Ed. les semailles, Lausanne) réédité 3 fois,
- 1934, "Les ennemis des plantes cultivées" (Faes, Stählin, Bovey),
- 1943, "La défense des plantes cultivées" DPC (Faes, Stählin, Bovey), réédité en 1947
- 1948, "Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen" (Ed. Hallwag Bern und Payot Lausanne), suivi d'une 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> édition jusqu'en 1953.
- 1947, 4<sup>ème</sup> édition de la DPC
- 1967, 5<sup>ème</sup> édition, la DPC est entièrement refondue avec de nouveaux auteurs : Baggiolini, Bolay, Bovay, Corbaz, Mathys, Meylan, Murbach, Pelet, Savary, Trivelli.
- Réédité à deux reprises jusqu'en 1979 (7<sup>ème</sup> édition).
- Remplacement partiel par des fiches techniques descriptives par culture pour les cultures spéciales.



### Contributions

- Depuis 1994, rédaction d'un grand nombre de fiches techniques sur les maladies des cultures spéciales qui ont été reliées sous les titres « maladies et ravageurs de nos vignobles » et « maladies et ravageurs de nos vergers » et réédités à plusieurs reprises par l'AMTRA (Association pour la mise ne valeur des travaux de la recherche agronomique).





## 2.2 Les stades de développement phénologiques

La lutte intégrée implique l'adaptation des mesures prises en fonction du stade de développement des végétaux. Alors que M. Baggiolini a eu le don et le mérite de dessiner ces stades et les cycles de développements des pathogènes dans la «Défense des plantes cultivées», nous les avons revisités par la photographie pour la vigne et les arbres fruitiers dans un contexte de changement climatique. La reconnaissance par l'observation de ces différents stades phénologiques des plantes cultivées est une notion internationale (codes BBCH) qui sert de base à la sensibilité des plantes cultivées aux maladies et au ravageurs et à la prise de décision pour des mesures de lutte appropriée.

### Contributions

The image displays six detailed charts, each representing the phenological stages of a different fruit crop. Each chart is structured as follows:

- Title:** Stades phénologiques repères de [fruit name]
- BBCH Scale:** A horizontal scale from 0 to 9, with each number corresponding to a specific phenological stage.
- Photographs:** A series of photographs showing the plant's appearance at each stage, from dormancy (0) to full maturity (9).
- Textual Information:** A table or list of text providing specific details for each stage, such as the date of observation, the part of the plant being observed, and any associated agricultural notes.

The crops covered are: **Stades phénologiques repères de la vigne**, **Stades phénologiques repères du cerisier**, **Stades phénologiques repères de l'abricotier**, **Stades phénologiques repères du poirier**, **Stades phénologiques repères du pêcher**, and **Stades phénologiques repères du pommier**.

Bloesch, B., & Viret, O. 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 40(6): I-III.

Bloesch, B., Viret, O., Fabre, A.-L. & Spring, J.-L. 2009. Evolution climatique et phénologie de la vigne de 1958 à nos jours. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41(3): 143-149.

Spring, J.-L., Viret, O. & Bloesch, B. 2009. Phénologie de la vigne: 84 ans d'observation du Chasselas dans le bassin lémanique. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41(3): 151-155.

Bloesch, B., & Viret, O. 2013. Stades phénologiques repères des fruits à pépins (pommier et poirier). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 45(2): 128-131.

## 2.3 Les guides phytosanitaires

A partir de 1994, O. Viret a contribué, coordonné puis supervisé les Guides phytosanitaires pour la viticulture, l'arboriculture fruitière et les baies qui incluent les fondements de la production intégrée. Ces documents sont publiés en français, en allemand et pour la viticulture en italien. En 2020, les guides phytosanitaires d'Agroscope continuent d'être publiés et sont les documents de référence pour la production intégrée et biologique. Les index phytosanitaires sont actualisés chaque année, alors que les guides sont renouvelés alternativement pour la viticulture et pour l'arboriculture fruitière, publiés en français par la revue de Changins et en allemand par la SZOW (Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau).

### Contributions

- Viret O.**, 1994. Stratégies de lutte contre les principales maladies des arbres fruitiers. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (1), 55-62.
- Schaub, L. **Viret, O.** & Linder, Ch. 1994. Guide de traitements et caractéristiques des produits phytosanitaires pour l'arboriculture fruitière. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 26 (1): 5-12.
- Baillet, M., **Viret, O.**, Antonin, Ph., Linder, Ch., Ançay, A. & Mittaz, Ch. 1994. Guide de protection phytosanitaire intégrée. Dans *Directives pour la culture commerciale des baies*, (Commission professionnelle des producteurs de baies de la Fruit-Union Suisse, Zoug, Ed.), 128 pp.
- Viret, O.** 1996. Stratégie de lutte contre les maladies de la vigne. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (1), 55-58.
- Linder, Ch & **Viret O.**, 1996. Guide de traitements et caractéristiques des produits phytosanitaires pour la viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 28 (1), 8-27.
- Viret, O.**, Linder, Ch. & Mayor, J.Ph. 1997. Le guide viti de Changins. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. (supplément) 29(1): I-XIV.

Depuis 1994, les index phytosanitaires sont actualisés chaque année, alors que les guides sont renouvelés alternativement pour la viticulture et pour l'arboriculture fruitière. Ils sont publiés en français par la revue de Changins (AMTRA) et en allemand par la SZOW (Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau).



## 2.4 La production intégrée et la lutte intégrée

La production intégrée et la lutte intégrée restent au centre des préoccupations actuelles et font partie du Plan d'action national visant la réduction des risques et l'utilisation durable des produits phytosanitaires décidé par le Conseil fédéral en 2017. La production agricole durable ne peut atteindre ses objectifs que par une approche intégrant les questions économiques, écologiques et sociales. L'auto-provisionnement d'un pays doit faire partie des réflexions sur l'avenir de la protection des végétaux.

### Contributions

- Linder, Ch., Viret, O., Spring, J.-L., Droz, P. & Dupuis, D. 2006. Viticulture intégrée et bio-organique: synthèse de sept ans d'observations. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 38 (4): 235-243.
- Viret, O. 2014. Integrated grape production in Switzerland and its ecological impact in reducing pesticide use. *Integrated protection and production in Viticulture IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 105: 1-9.
- Pfister, R., Bovard, L.-P., Murisier, F., Rojard, D. & Viret, O. 2019. Quelle protection contre les parasites? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 51(4): 226-231.
- Pfister, R., Bovard, L.-P., Murisier, F., Rojard, D. & Viret, O. 2019. Quel entretien des sols ? *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 51(4): 233-238.

<p style="text-align: right;"><small>Integrated production and protection in Viticulture IOBC-WPRS Bulletin Vol. 105, 2014 pp. 1-9</small></p> <p><b>Integrated grape production in Switzerland and its ecological impact in reducing pesticide use</b></p> <p>O. Viret <i>Agriculture Champagn, 1260 Nyon, Switzerland</i></p> <p><b>Abstract:</b> Switzerland (41000 km<sup>2</sup>) is mostly composed of hills and mountains, with a central plateau (450-550 m elevation) and large lakes. One third is covered with high mountains, the Alps, with means up to 4500 m elevation. Arable land represents approximately 10% of the surface of the country. The viticulture area represents 15000 hectares under diverse climates. Grapes can only be planted according to a restricted vineyard calendar, mostly along the lakeside facing south or in well-exposed valleys.</p> <p>Swiss viticulture is characterized by very steep vineyards, small plots (national average ~ 1 ha per grower), intensive labor (400-1000 ha/year), high production costs, and difficult processing. A large number of grape varieties are planted depending on climate and historical background.</p> <p>In the 1970s, ecologically aware vine growers and scientists from Agroscope developed the concept of integrated production for sustainable viticulture, according to the definition of the International Organization for Biological Control (IOBC). With respect to regional differences, the general principles of this concept had to be adapted to each viticultural area. National efforts of viticulture are possible for Integrated Production (IP) organization. In 1993, a head-organization, Vitivissus, was created to represent the interests of an regional association. Vitivissus is composed of a committee of viticulturists from each region and a technical committee of scientists responsible for maintenance and updates to the guidelines, based on new research results.</p> <p>Swiss IP started with the improvement of pest management by the bio-control of spider mites (<i>Phytoseiulus aberti</i> and <i>Tetranychus urticae</i>) with predatory mites (<i>Cyphobothrus pyri</i> and <i>Amblyseius andersoni</i>) and the control of grape berry moths (<i>Loebelia botrana</i> and <i>Epiphyas vitivorella</i>) by mating disruption. The number of farmers involved increased, and the IP concept affected all production steps (soil management, planting material, sprayer calibration, biodiversity, water and cover crop management, education, etc.). Today, no insecticides and very few acaricides are used and pesticides are protected by applying control techniques. Forecasting systems, available on the internet (<a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>), represent major progress for the control of mildew in accordance with their epidemiology, as does leaf area adapted design of plant protection products.</p> <p>Following basic guidelines of Vitivissus enables farmers to financial support by the State government and the Vitivissus confederation. When additional requirements are fulfilled, the label Vitivissus can be used on the bottles. Today, over 83% of the grape-growing area is cultivated according to IP, making recognition of sustainability, respect for the environment, and a guarantee for high-quality wine with reduced chemical applications.</p> <p><b>Key words:</b> grapevine, integrated production, integrated pest management, Swiss viticulture, Vitivissus, sustainability, high-quality wine</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><b>Integrated production as a key factor of sustainability of heroic viticulture in Switzerland</b></p> <p style="text-align: center;">O. Viret<sup>1,2,3</sup>, J.-L. Spring<sup>4</sup>, K. Guedes<sup>5</sup></p> <p><sup>1</sup> Agriculture and Viticulture Service of the Center of Food, Cooperative Center for Viticulture, avenue de Mairie 28, CH-1110</p> <p><sup>2</sup> Agroscope, 1000 Yverdon</p> <p><sup>3</sup> Agroscope, av. De Bachmann, 1000 Yverdon, <a href="mailto:olivier.viret@agroscope.admin.ch">olivier.viret@agroscope.admin.ch</a></p> <p><sup>4</sup> Agroscope, avenue de Bachmann 28, 1110 Yverdon, <a href="mailto:julien.spring@agroscope.admin.ch">julien.spring@agroscope.admin.ch</a></p> <p><b>Abstract:</b> Swiss viticulture covers 15000 hectares under diverse climatic conditions. Grapevine can only be planted according to restricted vineyard calendar facing south or in few valleys' side with favorable microclimates. It is characterized by very steep vineyards, small plots (national average ~ 1 ha per grower), intensive labor (400-1000 ha/year) with high production costs and difficult mechanization. A very large number of grape varieties are planted depending on the climate and historical background. In the Valais (Rhône river valley) for example, over 40 varieties are planted on 7500 ha of vine cultivated by approx. 20000 growers.</p> <p>Integrated production (IP) for a sustainable viticulture has been developed since the seventies respecting regional particularities. For example, grass-covered vineyards can be achieved as areas with sufficient sunlight (Eastern and South parts, 1400 to 1800 mm sun per year), but not in those areas (Valais, ~ 800 mm sun per year). 1993 the head-organization Vitivissus was created to cover the interests of the six regional associations. Vitivissus is composed of a committee of viticulturists from each canton and a technical committee of scientists. The technical committee is responsible for the regular update of the requirements, based on new research results. This guarantees a dynamic system and a regular transfer of new technologies to practice. Swiss IP started with the improvement of pest management by the biocontrol of spider mites (<i>Phytoseiulus aberti</i> and <i>Tetranychus urticae</i>) with predatory mites (<i>Cyphobothrus pyri</i> and <i>Amblyseius andersoni</i>) and the control of grape berry moths (<i>Loebelia botrana</i> and <i>Epiphyas vitivorella</i>) by mating disruption, soil management, planting material, sprayer calibration, biodiversity, water and cover crop management and continuous education. As result, insecticides and very few acaricides are used. Forecasting systems, available on the internet (<a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>), represent the major progress for the control of downy and powdery mildew in accordance with their epidemiology, as well as breeding resistant cultivars. Today, over 83% of the grape-growing area is cultivated according to IP, as recognition of sustainability, respect of the environment and guarantee for high quality wines and Decree (regulation for AOC-Vin de Suisse in 2015), a sustainability and quality is planned on 23 ha.</p> <p><b>Key words:</b> grapevine, integrated production, integrated pest management, Swiss viticulture, Vitivissus, sustainability, high-quality wine</p>	<p style="text-align: right;"><small>IOBC-WPRS Bulletin Vol. 105, 2014 pp. 1-9</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Past and future of sustainable viticulture in Switzerland</b></p> <p>O. Viret<sup>1,2,3</sup>, J.-L. Spring<sup>4</sup>, N. Zufferey<sup>5</sup>, K. Guedes<sup>6</sup>, C. Lamm<sup>7</sup>, A. Gasser<sup>8</sup>, and F. Maurer<sup>9</sup></p> <p><sup>1</sup>General Director of Agriculture, Viticulture and Veterinary Affairs (DVAO), 1110 Morges, Switzerland</p> <p><sup>2</sup>Agroscope, 1000 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>3</sup>Agroscope, 1200 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>4</sup>Agroscope, 1000 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>5</sup>Agroscope, 1000 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>6</sup>Agroscope, 1200 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>7</sup>Agroscope, 1200 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>8</sup>Agroscope, 1200 Yverdon, Switzerland</p> <p><sup>9</sup>Agroscope, 1200 Yverdon, Switzerland</p> <p><b>Abstract:</b> Switzerland is a diverse country in the development of integrated production (IP) and integrated pest management (IPM). The concept of sustainability in the viticultural sector and the need to produce high quality grapes. In 1993, the IP-PM head-organization Vitivissus was created. The working parties from the improvement of pest management by the biocontrol of spider mites and the control of grape berry moths by mating disruption and an optimal soil management. Indeed, over the years by means of an organic cultivation, development of disease forecasting models (Agroscope, Vitivissus), but also through the use of plant protection products, reduced herbicides, water and cover crop management. The efforts and the results aimed at a sustainable viticulture process for the growers are considered, but also through the use of plant protection products, reduced herbicides, water and cover crop management. The efforts and the results aimed at a sustainable viticulture process for the growers are considered, but also through the use of plant protection products, reduced herbicides, water and cover crop management. The efforts and the results aimed at a sustainable viticulture process for the growers are considered, but also through the use of plant protection products, reduced herbicides, water and cover crop management.</p> <p><b>1. Introduction</b></p> <p>Switzerland is a country of 41,285 km<sup>2</sup> in central Europe. The landscape is mostly hills and mountains, with a central plateau and large lakes. Agriculture covers approximately 25% of the surface (70% cropland, 27.7% arable land, 2.5% permanent crops). 25% of the country is land in agricultural production (wheat, maize, barley, and grass) and 50% are forests.</p> <p>Thanks to ecologically aware, pioneer wine farmers and academic research about the environment and the control of integrated production was created from the scientific and technical background of the Agroscope played a key role in the development of the general concept and practice, including economic and ecological aspects, sustainability and stability, all according to the general production of the International Organization for Biological Control (IOBC) [1]. The concept of integrated production (IP) for a sustainable viticulture in Switzerland covers the use of plant protection products. The general working model against "synthetic" products shows new challenges for viticulture and research in that</p> <p><b>2. Historical backgrounds</b></p> <p>At the end of the 19<sup>th</sup> century, the viticulture arrived in Europe and later in Switzerland of predatory mites (<i>Cyphobothrus pyri</i> and <i>Amblyseius andersoni</i>), downy mildew (<i>Plasmium viticola</i>), and grape berry moths (<i>Loebelia botrana</i>) and <i>Epiphyas vitivorella</i> were identified. During integrated IP, several grape varieties, including domestically the vine area (Fig. 1) and completing sustainably the viticultural process.</p> <p><b>2.1. End of 19<sup>th</sup> century to 1980</b></p> <p><b>2.1.1. A new dimension opening the area</b></p> <p>Until the 19<sup>th</sup> century, the regular use of sulfur and copper against mildew and the grafting of vines on American rootstocks against phylloxera are generalized and brought variety in the viticulture. Grape berry moths (<i>Loebelia botrana</i> and <i>Epiphyas vitivorella</i>) and downy mildew (<i>Plasmium viticola</i>) were controlled by highly toxic</p>
---	--	--

## 2.5 Série de livres sur la protection de la vigne

Les connaissances en phytopathologie n'ont cessé de se développer et dans le même temps à se complexifier. Ceci d'autant plus que l'on se focalise sur une plante cultivée en considérant tous les éléments déterminants qui vont de la plante hôte, sa biologie, son développement annuel, les conditions climatiques en évolution, l'adaptation constante des pathogènes, l'émergence de nouveaux pathogènes et l'évolution des pratiques culturales, dans un contexte socio-économique différent. En se focalisant sur la vigne, le point a été fait sur les connaissances scientifiques

actuelles et leur implication pratique pour la production intégrée, en rédigeant les trois premiers volumes.

### Contributions

**Viret, O.** & Gindro, K. 2014. La Vigne : volume 1, Maladies fongiques (Ed. AMTRA, Nyon, Suisse), pp. 256. (1<sup>er</sup> Prix de l'OIV 2015 catégorie « Viticulture »)

Linder, Ch., Kehrl, P. & **Viret, O.** 2016. La Vigne : volume 2, Ravageurs et auxiliaires (Ed. AMTRA, Nyon, Suisse), pp. 394. (1<sup>er</sup> Prix de l'OIV 2017 catégorie « Viticulture »)

Reynard, J.-S., Schärer, S., Gindro, K. & **Viret, O.** 2019. La Vigne : volume 3, Virus, bactéries et phytoplasmes (Ed. AMTRA, Nyon, Suisse), pp. 278.

Le volume 4, Nutrition, carences et accidents physiologiques est en cours de rédaction et devrait faire la quadrature de ce qu'est devenue la protection de la vigne depuis la « Défense des plantes cultivées », soit une approche pluridisciplinaire où tous les paramètres interagissent au profit de la plante-hôte ou des pathogènes et des ravageurs.



## 3. Le dosage et la qualité de l'application des produits phytosanitaires

Dès le moment où une lutte directe par l'application d'un produit phytosanitaire s'avère incontournable, il s'agit de choisir la matière active la mieux adaptée en fonction de la stratégie et de doser correctement le produit commercial choisi. En réalité, ce qui semble évident reste une question fondamentale, surtout dans les cultures volumiques, comme la vigne ou les arbres fruitiers pour lesquelles la dose homologuée est indiquée par unité de surface au sol, soit l'hectare, ou par hectolitre de bouillie, alors que les volumes foliaires à traiter peuvent varier du simple au double en fonction de la densité de plante par hectare, des systèmes de culture, de la vigueur ou de la variété.

## Contributions

- **Le dosage adapté aux surfaces foliaires**

À partir des années 2000, nous avons entrepris la démonstration de la nécessité de l'adaptation des doses des produits phytosanitaires en fonction des surfaces foliaires pour la viticulture et l'arboriculture fruitière, qui tient compte de la densité de plante par hectare, de la hauteur et de la largeur de la haie foliaire, partant du constat que les producteurs gèrent très mal la notion de concentration de la bouillie et que notre approche permettait une réduction significative de la quantité de produit pour une même efficacité. En finalité, nous avons pu démontrer que la dose optimale est dépendante de la surface foliaire à traiter et que la qualité de l'application est plus importante que le choix du produit. Malgré les outils interactifs développés à ce sujet et le côté innovant de notre approche qui n'a toujours pas d'équivalent dans le monde, de nombreux progrès restent à réaliser sur ce sujet, autant en agriculture biologique qu'intégrée ou biodynamique.

- Viret, O.**, Rüegg, H.-J., Siegfried, W., Holliger, E. & Raisigl, U. 1999. Pulvérisation en arboriculture. Adaptation de la dose de produits phytosanitaires et de la quantité d'eau au volume des arbres fruitiers à pépins et à noyaux. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 31 (31): 1-12.
- Siegfried, W., **Viret, O.**, Holliger, E., Mittaz, Ch., Crettenand, Y. & Antonin, Ph. 1999. Qualité de l'application des produits phytosanitaires en viticulture et efficacité de la lutte contre les maladies fongiques. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 31 (4): I-VIII.
- Rüegg, J., Siegfried, W., Raisigl, U., **Viret, O.**, Steffek, R., Reizenzein, H. and Persen, U. 2001. Registration of plant protection products in EPPO countries: current status and possible approaches to harmonization. *Bulletin OEPP/EPPO* 31: 143-152.
- Viret, O.**, Siegfried, W., Holliger, E. & Raisigl, U. 2003. Comparison of spray deposits and efficacy against powdery mildew of aerial and ground-based spraying equipment in viticulture. *Crop Protection* 22 (8): 1023-1032.
- Siegfried, W., **Viret, O.**, Huber, B. & Wohlhauser, R. 2007. Dosage of crop protection products adapted to leaf area index in viticulture. *Crop Protection* 26(2): 73-82.
- Cottet, C., Dubuis, P.-H., **Viret, O.**, Davy, A. & Raynal, M. 2014. Vigne : peut-on baisser les doses de fongicides ? *Phytoma* 674: 37-41.
- Viret, O.**, Siegfried, W., Wohlhauser, R. & Raisigl, U. 2005. Dosage des fongicides en fonction du volume foliaire de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 37 (1): 59-62.
- Viret, O.**, Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Fabre, A.-L., Dupuis, D. 2010. Dosage des fongicides adaptés à la surface foliaire en viticulture: efficacité de la lutte. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 42(4): 226-233.
- Rüegg, H.-J., Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.** & Raisigl, U. 1999. Anpassung der Menge des Pflanzenschutzmittels an das Baumvolumen der Kern- und Steinobstbäume. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 9: 237-240.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.**, Crettenand, Y., Mittaz, Ch., & Antonin, Ph. 2000. Applikationstechnik im Weinbau - Teil I. Wirkstoffbilanzen bei verschiedenen Pflanzenschutzgeräten. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 6/00: 104-107.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.**, Crettenand, Y., Mittaz, Ch., & Antonin, Ph. 2000. Applikationstechnik im Weinbau - Teil II. Helikopter im Vergleich zu Axialsprayer und Überzeilengeräten. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 7/00: 127-130.
- Rüegg, J. & **Viret, O.** 2002. Fungizidbehandlungen bei Steinobstbäumen: Baumvolumenkonzept und Rückstände. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 11: 262-266.
- Viret, O.**, Siegfried, W., Wohlhauser, R. & Raisigl, U. 2005. Dosage des fongicides en fonction du volume foliaire de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 37 (1): 59-62.
- Siegfried, W., Sacchelli, M., **Viret, O.**, Wohlhauser, R., Huber, B., Ipach, R. & Becker, G. 2005. Blattflächenbezogene Dosierung von Pflanzenschutzmitteln im Rebbau. Teil I: Methoden zur Bestimmung der Blattfläche- und Laubwandentwicklung. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 4/05: 13-16.
- Siegfried, W., Sacchelli, M., **Viret, O.**, Wohlhauser, R., Huber, B., Ipach, R. & Becker, G. 2005. Blattflächenbezogene Dosierung von Pflanzenschutzmitteln im Rebbau. Teil II: Gerätetechnik, Wirkstoffanlagerung und Wirkung gegen Pilzkrankheiten. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 6/05: 9-13.

Rüegg, J., Schwizer, T. & **Viret, O.** 2006. Praktische Hilfstabelle zur Pflanzenschutzmitteldosierung im Steinobstbau. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 3/06: 9-10.

**Viret, O.**, Siegfried, W. 2006. Produits phytosanitaires, application de la dose selon la méthode du TRV. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 38 (1): 50-53.

**Viret, O.**, Siegfried, W., Bloesch, B., Taillens, J., Mittaz, Ch. 2007. Dosage des fongicides adaptés à la surface foliaire : résultats 2006. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39 (1): 65-68.

Dubuis, P.-H., **Viret, O.** Bloesch, B. & Fabre, A.-L. 2015. Le dosage adapté : facile, économique et bon pour l'environnement. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 47(1): 67-69.



10 mai  
300 m<sup>3</sup>/ha



31 mai  
1200 m<sup>3</sup>/ha



8 juin  
2000 m<sup>3</sup>/ha



## 4. La prévision des risques et Agrometeo

Un des éléments déterminant le succès de la lutte contre les maladies fongiques et les ravageurs est d'intervenir au moment le plus opportun en fonction du cycle de développement du pathogène. Ce principe implique la connaissance parfaite de la biologie des organismes nuisibles et une stratégie qui varie selon le mode d'action

des produits phytosanitaires engagés. Si dans la lutte contre les ravageurs, on peut généralement laisser s'installer une certaine population d'insectes ou d'acariens avant un traitement, la lutte contre les maladies fongiques reste préventive en fonction d'un risque à anticiper.

## 4.1 Les stations météorologiques

Les conditions météorologiques influencent directement le comportement des maladies fongiques et des ravageurs. Dans le contexte de la phytopathologie, les mesures officielles de la météorologie n'ont pas une résolution spatiale suffisante pour répondre aux objectifs microclimatiques recherchés. A partir de 1995, des premiers essais ont été conduits en viticulture et en arboriculture à l'aide de petites stations de mesures contenant des modèles de prévision, pour évaluer le potentiel d'amélioration des stratégies de lutte contre le mildiou et l'oïdium de la vigne et contre la tavelure du pommier. La mesure de la durée d'humectage des feuilles est un des facteurs prépondérant à la réussite de l'infection par les champignons. Les résultats obtenus ont montré que jusqu'à 30% des traitements phytosanitaires pouvaient être réduits en adaptant les stratégies aux indications fournies, à condition que des modèles de prévisions soient disponibles.

### Contributions

- Viret, O.**, Siegfried, W., Bloesch, B., Taillens, J. & Dupuis, D. 2001. Prévision et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) basées sur des stations d'avertissement. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 33 (2): I-XII.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.** & Bloesch, B. 2001. Falscher Rebenmehltau - Grundlagen zur Prognose. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 7/01: 166-169.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.** & Bloesch, B. 2001. Einsatz von Warngeräten in der Deutsch- und Westschweiz. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 8/01: 202-205.
- Viret, O.**, Bloesch, B. 2003. Des données agro-météorologiques à la disposition de la pratique. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 35 (1): 62-62.
- Viret, O.** & Siegfried W. Un réseau agro-météorologique au service de l'arboriculture. Agrovina, 4<sup>ème</sup> Journées suisses de l'Arboriculture, 26-27 Janvier 2004, Martigny: 90-92.
- Viret, O.**, Gindro, K., Dubuis, P-H., Bloesch, B., Fabre, A-L. 2009. Situation du mildiou en 2008 et prévision des risques. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 41(1): 71-74.



## 4.2 Modèles de prévisions VitiMeteo - le fruit d'une collaboration nationale et internationale

La prévision des risques permet une meilleure gestion de la lutte, mais les algorithmes des modèles intégrés dans les stations de mesures sont des boîtes noires impossibles à paramétrer. A partir de la fin des années nonante, nous avons uni nos compétences à l'échelle nationale avec les scientifiques de Wädenswil, puis internationale avec l'Institut de recherche de Freiburg im Breisgau en Allemagne. Toutes nos connaissances sur le mildiou de la vigne ont été mises en commun pour définir les algorithmes de VitiMeteo-Plasmopara, les programmer et en évaluer la pertinence sur le terrain dans les différentes conditions climatiques de la Suisse et de l'Allemagne. Le modèle actuel contient plus de cent milles lignes de codes et il est utilisé sur plus de 200'000 ha de vigne en Europe. La même approche a été suivie pour l'oïdium, le black rot, les cicadelles vectrices des jaunisses, la tavelure du pommier et les autres modèles pour la prévision des maladies et des ravageurs de la vigne et des arbres fruitiers contenus dans [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) et [www.agrometeo.de](http://www.agrometeo.de).



Le groupe international Agrometeo-Vitimeteo à Wädenswil en 2014 avec les deux membres fondateurs d'Agroscope, Werner Siegfried et Olivier Viret



## Contributions

- Viret, O.**, Siegfried, W., Bloesch, B., Taillens, J. & Dupuis, D. 2001. Préviation et gestion des infections du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*) basées sur des stations d'avertissement. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 33 (2): I-XII.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.** & Bloesch, B. 2001. Falscher Rebenmehltau - Grundlagen zur Prognose. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 7/01: 166-169.
- Siegfried, W., Holliger, E., **Viret, O.** & Bloesch, B. 2001. Einsatz von Warngeräten in der Deutsch- und Westschweiz. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 8/01: 202-205.
- Siegfried, W., **Viret, O.**, Bloesch, B., Bleyer, G., V. & Kassemeyer, H.-H. 2004. „Vitimeteo Plasmopara“ – ein neues Prognosemodell für den Falschen Rebenmehltau. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 23: 10-13.
- Bleyer, G., Huber, B., Steinmetz, V., Kassemeyer, H.-H., **Viret, O.** & Siegfried. 2004. Peronospora-Prognosemodell weiterentwickelt. Der Badische Winzer 5: 50-52.
- Bleyer, G., Huber, B., Steinmetz, V., Kassemeyer, H.-H., **Viret, O.** & Siegfried. 2004. Ein Prognosemodell zur Bekämpfung der Rebenperonospora. VitiMeteo Plasmopara. Das deutsche Weinmagazin 13: 10-11.
- Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L., Siegfried, W., Bleyer, G., Huber, B., Kassemeyer, H.-H. & Steinmetz, V. 2005. Vitimeteo: un nouveau modèle de préviation pour le mildiou de la vigne ([www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)). Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 37 (1): 65-68.
- Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L., Siegfried. 2006. Préviation des infections de la tavelure pour toutes les régions arboricoles du pays sur Internet. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 38 (1): 61-65.
- Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L., Siegfried, W. 2007. Préviation du mildiou sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) et gestion de la lutte. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 39 (1): 57-59.
- Bleyer, G., Kassemeyer, H.-H., Krause, R., **Viret, O.** & Siegfried, W. 2008. "Vitimeteo-Plasmopara"-Prognosemodell zur Bekämpfung von *Plasmopara viticola* (Rebenperonospora) im Weinbau. Gesunde Pflanzen 60: 91-100.
- Viret, O.**, Gindro, K., Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Fabre, A.-L. 2009. Situation du mildiou en 2008 et préviation des risques. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 41(1): 71-74.
- Bleyer, G., Kassemeyer, H.-H., **Viret, O.**, Siegfried, W. & Krause, W.R. 2009. "VitiMeteo": innovatives Prognosesystem. Der deutsche Weinbau 13: 10-13.
- Bleyer, G., Breuer, M., Kassemeyer, H.-H., **Viret, O.**, Dubuis, P.-H., Naef, A., Hubert, M., Krause, R., Mattedi, L. & Varner, M. 2012. Das Prognosesystem "VitiMeteo". Deutsches Weinbau –Jahrbuch (63. Jahrgang, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart): 146-158.
- Dubuis, P.-H., **Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L., Näf, A., Bleyer, G., Kassemeyer, H.-H. & Krause, R. 2012. Lutte contre le mildiou de la vigne avec le modèle VitiMeteo-Plasmopara. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 44(3): 192-198.
- Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Fabre, A.-L., **Viret, O.**, Mittaz, Ch., Bleyer, G. & Krause, R. 2014. Lutte contre l'oïdium à l'aide du modèle VitiMeteo-Oidium. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 46(6): 368-375.
- Bleyer, G., Kassemeyer, H.-H., Breuer, M., Krause, R., Augenstein, B., **Viret, O.**, Dubuis, P.-H., Fabre, A.-L., Bloesch, B., Kehrl, P., Siegfried, W., Naef, A., Hill, G. K., Mattedi, L., Varner, M. 2014. Presentation of the VitiMeteo forecasting system – current state at the 10th anniversary of the system. Integrated protection and production in Viticulture IOBC-



# VitiMeteo

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg

Agroscope

GEOsens GmbH

### 4.3 Agrometeo – plateforme nationale de prévision des risque et d'information pour l'agriculture

La plateforme interactive [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) a été créée il y a vingt ans afin de mettre à disposition des praticiens de l'information gratuite en ligne pour la gestion de leurs cultures. Elle contient les données actuelles, historiques et prévisionnelles microclimatiques de 180 stations de mesures (données toutes les 10 minutes) dans toute la Suisse. Le site est accessible dans les trois langues nationales, intègre les données dans une dizaine de modèles de prévisions des risques phytosanitaires, permet de calculer le dosage des produits phytosanitaires en fonction des surfaces foliaires et le calibrage des pulvérisateurs. Les traitements sont appliqués au bon moments, à la bonne dose et de manière précise en fonction des surfaces foliaires. Agrometeo permet une réduction de l'usage des produits phytosanitaires qui peut atteindre 30% et répond entièrement aux objectifs du Plan d'action de réduction des risques. En 2019, plus de 60'000 utilisateurs ont surfé au cours de plus de 150'000 sessions sur le Web représentant une progression annuelle de 15%.

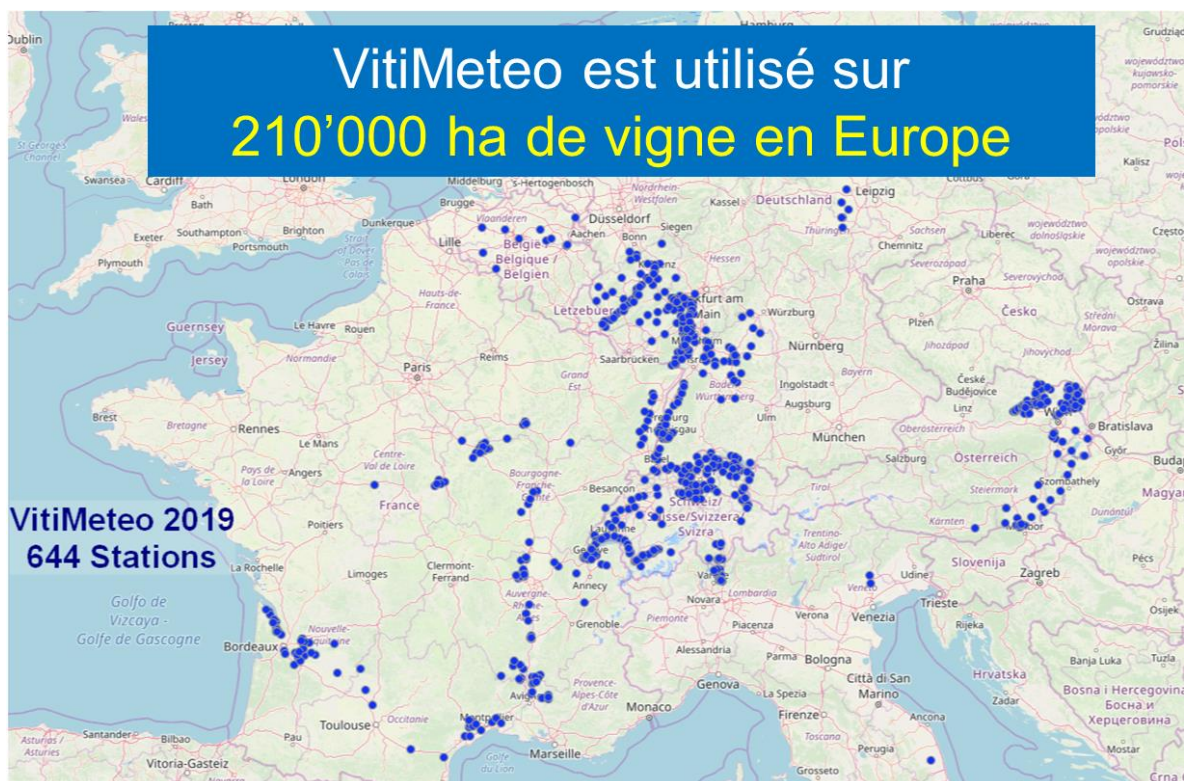
Agrometeo et le groupe international VitiMeteo sont conventionnés avec la firme de programmation GeoSens et forment ensemble un consortium à but non lucratif. Un web-service est offert à tout utilisateur dans le monde, dont les bénéfices servent au développement continu du système en fonction des nouvelles connaissances et des exigences techniques.



Le groupe Agrometeo-Vitimeteo à Pully en 2019 avec des représentants du Lipman Institute (Luxembourg), DLR-Oppenheim, LVWO- Weinsberg, WBI-Freiburg (Allemagne)

## Contributions

- Viret, O.**, Bloesch, B. 2003. Des données agro-météorologiques à la disposition de la pratique. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 35 (1): 62-62.
- Viret, O.** & Siegfried W. Un réseau agro-météorologique au service de l'arboriculture. Conférences d'Agrovina, 4<sup>ème</sup> Journées suisses de l'Arboriculture, 26-27 Janvier 2004, Martigny: 90-92.
- Viret, O.** 2006. Wein-und Obstbau: Pflanzenkrankheitsprognosen dank Agrometeo. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 11/06: 25.
- Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L. 2006. Agrometeo.ch, une plateforme internet pour les viticulteurs et les arboriculteurs. *Objectif* 64: 9-11.
- Viret, O.**, Bloesch, B., Fabre, A.-L., Siegfried, W. 2007. Prédiction du mildiou sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) et gestion de la lutte. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 39 (1): 57-59.
- Viret, O.**, Gindro, K., Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Fabre, A.-L. 2009. Situation du mildiou en 2008 et prévision des risques. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41(1): 71-74
- Bloesch, B. & Viret, O. 2009. Prévisions météorologiques à cinq jours disponibles sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41(3): 175.
- Dubuis, P.-H., Fabre, A.-L., Bloesch, B. & **Viret, O.** 2011. Agrometeo: une plate-forme très appréciée. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 43(5): 324-326.



En 2019, 644 stations météorologiques utilisent les algorithmes de VitiMeteo en Europe pour la prévision des risques des maladies et des ravageurs en viticulture.

## 5. Le complexe des maladies du bois de la vigne

A l'échelle mondiale, le dépérissement de la vigne représente un enjeu colossal qui peut mettre en danger la pérennité économique de vignobles. Une recrudescence de ce problème a localement été constaté en Suisse à partir de la fin des années nonante. Des études mycologiques exhaustives ont été conduites révélant la présence d'un très grand nombre d'espèces fongiques autant dans les plantes atteintes que dans les plantes saines et le matériel de multiplication contient également des communautés fongiques, mais d'espèces différentes. La vigne, comme tous les végétaux vivent en interaction avec des microorganismes dans les tissus conducteurs, les plaies de taille sont un support pour de nouvelles contaminations et l'interaction avec le terroir et la physiologie de la plante mène ou pas aux dépérissements observés. Aucun moyen de lutte directe n'est envisageable et seule des mesures culturales permettent de limiter les dépérissements, comme la taille respectant les flux de sève et une gestion équilibrée de la vigueur.

### Contributions

- Viret, O.**, Taillens, J., Bloesch, B. & Siegfried, W. 2002. L'esca en Suisse. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 34 (1): 11-13.
- Viret, O.** 2005. L'esca en Suisse dans un environnement où l'arsénite de soude n'a jamais été autorisé. *Revue des œnologues* 115 : 41-43.
- Casieri, L., Hofstetter, V., **Viret, O.** & Gindro, K. 2009. Fungal communities living in the wood of different cultivars of young *Vitis vinifera* plants. *Phytopathologia mediterranea* 48(1):73-83.
- Casieri, L., Hofstetter, V., **Viret, O.**, Dubuis, P.-H. & Gindro, K. 2009. Effet du traitement à l'eau chaude sur la communauté fongique associée aux jeunes plants de vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41: 219-224.
- Hofstetter, V., Casieri, L., **Viret, O.** & Gindro, K. 2009. Communauté fongique et esca de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 41: 247-253.
- Hofstetter, V., Buyck, B., Croll, D., **Viret, O.**, Couloux, A. & Gindro, K. 2012. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? *Fungal diversity* 54: 51-67 (DOI 10.1007/s13225-012-0171-z).
- Hofstetter, V., Buyck, B., Croll, D., **Viret, O.**, Couloux, A., Dubuis, P.-H. & Gindro, K. 2012. Rôle des champignons dans l'esca de la vigne. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 44(6): 386-392.
- Hofstetter, V., Buyck, B., Dubuis, P.-H., **Viret, O.** & Gindro, K. 2014. Variabilité génétique du champignon responsable de l'eutypiose dans un vignoble suisse. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 46(5): 292-298.
- Gindro., K., Dubuis, P.-H., Hofstetter, V., Zufferey, V. & **Viret, O.** 2017. Dépérissement de la vigne : une recherche de longue durée. Editorial, *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 49(2): 85.
- Hofstetter, V., Dubuis, P.-H., Zufferey, V., Fabre, A.-L., **Viret, O.** & Gindro., K. 2017. Maladies du bois de la vigne : état des lieux et axes de recherche d'Agroscope. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 49(2): 88-96.
- Viret, O.**, Siegfried, W., Dubuis, P.-H. & Gindro, K. 2017. Syndrome de l'esca. Fiche technique, *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 49(2): 99-100.



## 6. Les alternatives aux produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires restent indispensables à la production de denrées alimentaires de qualité. Alors que la lutte biologique a permis de s'affranchir des insecticides et des acaricides en viticulture, les solutions alternatives contre les maladies fongiques sont partiellement efficaces, comme les argiles, des bactéries antagonistes, le bicarbonate de potassium ou les activateurs des défenses naturelles généralement extraits de plantes, qui jouent le rôle d'éliciteurs.

A la demande de l'Association des neuf Premiers Grands Crus Classés de Bordeaux, une étroite collaboration de dix ans pour la recherche de molécules naturelles extraites du bois de vigne a permis de découvrir des fractions actives contre le mildiou et l'oidium. Ces molécules sont chimiquement instables aux UV et à l'oxydation et doivent être associées à des co-formulants, ce qui équivaut à élaborer des produits phytosanitaires conventionnel.



En 2009 au Château Margaux pour la séance de lancement du projet avec les 9 premiers grands crus classés de Bordeaux et en 2011 lors de leur visite en Valais.

### Contributions

- Gindro, K., Godard, S., DeGroot, I., **Viret, O.**, Forrer, H.-R. & Donnart, B. 2007. Peut-on stimuler les défenses naturelles de la vigne ? Nouvelle méthode pour évaluer le potentiel des éliciteurs. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 39(6): 377-383.
- Gindro, K. & **Viret, O.** 2007. Alternativmethoden zur Bekämpfung von Rebenkrankheiten. *Kurzinfo, SZOW* 18/07 : 16.
- Gindro, K., Alonso-Villaverde, V., **Viret, O.**, Spring, J.-L., Marti, G., Wolfender, J.-L. & Pezet, R. 2012. Stilbenes: biomarkers of grapevine resistance to disease of high relevance for agronomy, enology, and human health. *In Plant defence: biological control* (J-M. Mérillon and K.G. Ramawat, Eds.), Editions Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 412 p: 25-54.
- 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 Vitic. Arboric. Hortic.* 45(5): 306-312.

Des résultats similaires ont été obtenus contre le mildiou de la vigne et des pommes de terre avec des extraits de bourdaine (*Rhamnus frangula*) et de racines de rhubarbe (*Rheum spp.*).

## 7. Les cépages résistants aux maladies fongiques

Les végétaux sont en mesure de se défendre contre les agressions d'organismes prédateurs. La synthèse de molécules antifongiques comme les phytoalexines, plus particulièrement les stilbènes chez la vigne ont un effet biocide direct sur le mildiou, l'oïdium et le Botrytis, à l'échelle cellulaire, très localisé. Les voies biochimiques qui mènent à la synthèse des dérivés du resvératrol, la molécule du « French paradox » aux nombreuses vertus thérapeutiques (antioxydants, anti-cancéreux...), permettent de constituer de la picéide chez les cépages sensibles, entièrement inoffensif pour les pathogènes. Chez les cépages résistants, le resvératrol est transformé en ptérostilbène, en viniférines et en d'autres polymères très toxiques pour les pathogènes. Dès 1996, le programme de création variétale d'Agroscope s'est orienté vers l'obtention de cépages résistants aux principales maladies fongiques, afin de s'affranchir le plus possible de l'utilisation des produits phytosanitaires. Les phytoalexines ont rapidement été intégrées dans le programme de sélection, afin de caractériser le potentiel de résistance des semis issus des croisements réalisés entre *V. vinifera* et les parents porteur des gènes de résistance appartenant à d'autres espèces de *Vitis* ou à *Muscadinia*. En 2013, le premier cépage rouge Divico a été diffusé et en 2018 le cépage blanc Divona.

### Contributions

- Gindro, K., Alonso-Villaverde, V., **Viret, O.**, Spring, J.-L., Marti, G., Wolfender, J.-L. & Pezet, R. 2012. Stilbenes: biomarkers of grapevine resistance to disease of high relevance for agronomy, enology, and human health. *In* Plant defence: biological control (J.-M. Méillon and K.G. Ramawat, Eds.), Editions Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 412 p: 25-54.
- Gindro, K., Spring, J.-L. & **Viret O.** 2013. Mécanismes de défense naturelle de la vigne et sélection de cépages résistants. *In* : Les cépages résistants aux maladies cryptogamiques, panorama européen (Eds. J. Rousseau, S. Chanfreau, E. Bontemps), ouvrage réalisé par l'ICV (institut coopératif du vin) : 41-45.
- Spring, J.-L., Gindro, K., Voinesco, F., Jermini, M., Ferretti, M. & **Viret O.** 2013. Divico, premier cépage résistant aux principales maladies de la vigne sélectionné par Agroscope. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 45(5): 292-303.
- Siegfried, W., **Viret, O.** & Wins, T. 2015. Divico une andere robuste Rebsorten. *SZOW* 14 :4-7.
- Viret, O.** 2018. Du Chasselas au Divico : l'évolution de l'encépagement du vignoble vaudois. *In* : Acteurs de la vigne, sous la direction de S. Carruzzo-Frey et P. Kaenel (Ed. Antipodes Lausanne et Confrérie des vignerons de Vevey) ouvrage publié à l'occasion de la Fête des vignerons 2019 : 263-271.



Liste des cépages créés par Agroscope de 1993 à 2017. Depuis 1996, le programme de sélection s'est orienté vers les cépages résistants aux maladies fongiques, depuis 2008, sous la direction d'Olivier Viret

Cépages	Croisement (année)	Homologué	caractéristiques
<b>Croisement intraspécifique ou métis</b>			
<a href="#">Charmont</a>	Chasselas x Chardonnay (1965)	1993	Proche du Chasselas
<a href="#">Gamaret</a>	Gamay x <a href="#">Reichensteiner</a> (1970)	1997	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Garanoir</a>	Gamay x <a href="#">Reichensteiner</a> (1970)	1997	Peu sensible à la pourriture grise
<a href="#">Diolinoir</a>	Robin noir x Pinot noir (1970)	1998	Moyennement sensible à la pourriture grise
<a href="#">Doral</a>	Chasselas x Chardonnay (1965)	2004	Proche du Chasselas
<a href="#">Carminoir</a>	Pinot noir x Cabernet Sauvignon (1982)	2006	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Galotta</a>	<a href="#">Ancellotta</a> x Gamay (1981)	2009	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Mara</a>	Gamay x <a href="#">Reichensteiner</a> (1970)	2012	Sensibilité moyenne à la pourriture grise
<a href="#">Gamarello</a>	Merlot x <a href="#">Gamaret</a> (1995)	2016	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Merello</a>	Merlot x <a href="#">Gamaret</a> (1995)	2016	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Cabernello</a>	Cabernet franc x <a href="#">Gamaret</a> (1995)	2016	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Cornarello</a>	<a href="#">Humagne rouge</a> x <a href="#">Gamaret</a> (1995)	2016	Résistant à la pourriture grise
<a href="#">Nerolo</a>	<a href="#">Nebbiolo</a> x <a href="#">Gamaret</a> (1995)	2016	Résistant à la pourriture grise
<b>Croisement interspécifique</b>			
<a href="#">Divico</a>	<a href="#">Gamaret</a> x <a href="#">Bronner</a> (1997)	2013	Résistant au mildiou, à l'oïdium, à la pourriture grise
<a href="#">Divona</a>	<a href="#">Gamaret</a> x <a href="#">Bronner</a> (1997)	2017	Résistance au mildiou, à l'oïdium, à la pourriture grise



Divico (à gauche) et Divona (à droite), les deux cépages résistants au mildiou, à la pourriture grise et partiellement résistant à l'oïdium, issus du croisement de Gamaret par Bronner obtenus par Jean-Laurent Spring sous la direction d'Olivier Viret.



## 8. Bibliographie

L'activité de recherche présentée dans ce dossier ne concerne que la phytopathologie. A partir de 2008, Olivier Viret a été mené à diriger la recherche en viticulture et en œnologie. De nombreuses publications concernant la physiologie de la vigne, la sélection clonale, le stress hydrique et l'alimentation minérale de la vigne, l'entretien des sols et la taille de la vigne, tout comme les innombrables conférences en Suisse et à l'étranger au cours de ces trente dernières années ne sont pas mentionnées. Une bibliographie complète est disponible auprès de l'auteur.

### UN TRAVAIL D'EQUIPE

L'ensemble des résultats obtenus jusqu'à ce jour n'aurait jamais été possible seul. L'esprit d'équipe, la solidarité, les compétences et les spécificités de chacun m'ont permis de progresser et d'apprendre de tous, au quotidien. Chacun et chacune des dizaines de collaboratrices et collaborateurs qui m'ont entouré dans la magnifique aventure qu'est la recherche ont contribué aux pièces de puzzles, pour donner des images que nous continuons de parfaire. Avec toute ma reconnaissance à tous.



Les chefs de groupe de la division Protection des végétaux, viticulture et œnologie en 2015 lors d'une réunion de travail à Stäfa dans le domaine expérimentale viticole de Wädenswil