

Quels résidus dans les vins suisses? Bilan 2019–2021 de la plate-forme VITISWISS

Christian Linder¹, Pierre-Henri Dubuis¹, Johannes Rösti², Olivier Viret³, Sylvia Maître⁴ et Davide Staedler^{4,5}

¹Agroscope, 1260 Nyon, Suisse

²Office de la viticulture et de l'agroécologie, 2012 Auvernier, Suisse

³Service de l'agriculture et de la viticulture (SAVI), 1110 Morges, Suisse

⁴Scitec Research SA, Avenue de Provence 18, 1007 Lausanne, Suisse

⁵Department of Biomedical Sciences, Université de Lausanne, 1011 Lausanne, Suisse

Renseignements: Christian Linder, e-mail: christian.linder@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs16-159> Date de publication: 2 décembre 2025



La plateforme d'analyse de résidus de VITISWISS, un instrument précieux au service des vins suisses de qualité. (Photo: Agroscope)

Résumé

En 2019, VITISWISS, la Fédération suisse pour le développement d'une vitiviniculture durable, en collaboration avec des partenaires institutionnels et professionnels, a mis en place une plate-forme nationale pour le monitoring des résidus de produits phytosanitaires dans les vins suisses. Les analyses des 451 vins soumis à l'analyse entre 2019 et 2021 montrent que les vins suisses présentent un haut niveau de qualité avec seulement deux cas de non-conformité (0,4 %). Globalement, 26 matières actives ou métabolites autorisés ont été détectés à des valeurs supérieures à la limite de quantification d'usage de 0,01 mg/l. Si l'on exclut le cas particulier de l'acide phosphoreux, 193 vins (42,8 %) sont sans résidus supérieurs à cette valeur. 94,5 % des vins analysés contiennent de zéro à quatre résidus, le maximum étant de dix substances différentes dans deux vins issus d'assemblages de diverses provenances. Enfin, en moyenne, les valeurs de résidus enregistrées pour ces divers produits sont près de 30 fois inférieures aux valeurs légales, illustrant le large respect des bonnes pratiques en matière d'usage des produits phytosanitaires dans la viticulture suisse.

Key words: fongicides, insecticides, herbicides, pesticides, résidus, viticulture, wine.

Introduction

La vigne, *Vitis vinifera* L., est une culture exigeante, cible de nombreuses maladies et ravageurs. Quels que soient les modes de production, l'utilisation de produits phytosanitaires d'origine naturelle, organique ou de synthèse permet de garantir la production de raisins sains et de vins de qualité. L'engagement de ces molécules dans le vignoble peut cependant conduire à la présence de résidus sur le raisin et dans les vins, objet de nombreuses préoccupations sociétales. En Suisse, l'Office fédéral de la santé publique fixe les limites maximales de résidus (LMR) tolérables sur le raisin. Elles sont publiées dans l'Ordonnance fédérale sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (RS 817.021.23). A l'heure actuelle, les LMR fixées pour le raisin ne doivent pas être dépassées dans les vins avec un facteur de transfert de 1.

Le respect de ces limites est placé sous la surveillance des chimistes cantonaux qui, ces dernières années, ont mené plusieurs campagnes d'analyses des vins suisses et étrangers disponibles sur le marché (Edder et Ortelli, 2005; Edder *et al.*, 2009; ACCS, 2017). Si ces études ont montré qu'une importante proportion des vins analysés contiennent des traces de produits phytosanitaires, le respect de la législation est garanti dans une très large majorité des cas. Malgré cette note positive, les chimistes cantonaux remarquent qu'un potentiel d'amélioration existe et qu'il est possible d'obtenir des vins ne contenant que très peu de résidus tout en traitant de manière optimale. C'est dans ce but qu'Agroscope, en collaboration avec les chimistes cantonaux, a défini des itinéraires de production réduisant les risques de résidus de fongicides anti-botrytis dans les vins (Edder *et al.*, 2009, Viret *et al.*, 2010) et développe des programmes de sélection de cépages résistants aux principales maladies de la vigne ne nécessitant pas ou très peu de traitements (Spring et Dupraz, 2019). La filière biologique participe également à ces développements et cherche activement à limiter les sources de contaminations potentielles (Bögli et Speiser, 2019; Speiser *et al.*, 2000; Speiser et Schleiffer, 2023). L'objectif de produire des vins avec le moins de traces de résidus possibles est un des soucis majeurs de la profession, même si comme le souligne Grinbaum (2017), en matière d'analyses, le zéro n'existe pas. Il conviendrait ainsi mieux d'utiliser la notion de résidu non quantifié qui est fortement dépendante des méthodes utilisées, des laboratoires, des molécules recherchées et des progrès réalisés dans les techniques d'analyses.

Afin de permettre aux producteurs suisses d'assurer la qualité de leurs vins en termes de résidus phytosani-

taires et de contribuer à la recherche de solutions permettant de limiter la présence de résidus dans les vins, VITISWISS, la Fédération suisse pour le développement d'une vitiviniculture durable, en collaboration avec des partenaires institutionnels et professionnels, a décidé en 2019 de mettre en place une plate-forme nationale pour le monitoring des résidus de produits phytosanitaires. Cette dernière propose une procédure d'analyse des vins centralisée et uniformisée, afin de réduire les frais pour les producteurs et garantir la comparabilité des résultats. Elle est disponible en continu et destinée à tous les viticulteurs et encaveurs sous réserve de fournir un plan des interventions phytosanitaires effectuées. Des instructions détaillées sur la manière d'utiliser la plate-forme sont disponibles sur le site internet de VITISWISS (<https://swisswine.ch/fr/professionnels/plate-forme-residus-de-produits-phytosanitaires>). Les principaux résultats et enseignements que l'on peut tirer des campagnes d'analyses réalisées entre 2019 et 2021 sont présentés ci-après.

Matériel et méthodes

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire SCITEC Research SA, Avenue de Provence 18, 1007 Lausanne. Durant la période 2019 à 2021, elles ont porté sur 160 matières actives et métabolites dont 37 herbicides (22 autorisés en Suisse, 15 non autorisés), 50 insecticides (32 autorisés en Suisse, 18 non autorisés) et 73 fongicides (46 autorisés, 27 non autorisés). Toutes les matières actives autorisées figurant dans l'index phytosanitaire d'Agroscope ont ainsi été prises en compte à l'exception de quatre produits qui dans les vins peuvent avoir des origines qui ne sont pas liées aux interventions phytosanitaires (cuivre et soufre) ou qui nécessitent des protocoles d'analyses particuliers (mancozèbe, métiram). En ce qui concerne ces deux dernières matières actives, seul le mancozèbe figure à une seule reprise dans un des plans de traitements fournis.

Les analyses ont été effectuées par LC-MSMS ou GC-MSMS selon le composé. Dans les deux cas, les échantillons ont été extraits par QuEChERS Mix I et XX. L'analyse LC-MSMS a été effectuée au moyen d'un instrument Shimadzu LC-MSMS 8060. La méthodologie repose sur l'utilisation d'une colonne RP18 et l'utilisation de deux éluants distincts: H₂O+2mM Ammonium Formiate+0,002 % acide formique et MeOH+2mM Ammonium Formiate+0,002 % acide formique. Le débit constant de 0,3ml/min a été maintenu tout au long de l'analyse. La colonne a été maintenue à une température de 40°C pour assurer des conditions de séparation

Quelques définitions

LMR	La limite maximale de résidus (LMR) exprime en mg/kg la concentration maximale légalement tolérée d'un résidu de produit phytosanitaire présent dans ou sur des produits et sans risque pour la santé des consommateurs. Dans la plupart des cas, la LMR se situe bien en dessous des valeurs acceptables d'un point de vue toxicologique et un dépassement des LMR n'implique donc pas automatiquement un risque pour la santé humaine (Roth et Wilks, 2018).
LDQ	La limite de quantification (LDQ) correspond à la concentration de résidus la plus faible pouvant être déterminée et enregistrée selon des méthodes validées dans le respect des bonnes pratiques de laboratoire. Selon Grinbaum <i>et al.</i> (2019), un résultat donné à la limite de quantification est normalement associé à une erreur de mesure (incertitude) de $\pm 60\%$. La valeur de LDQ varie de 0,001 mg/l à 0,05 mg/l suivant les matières actives analysées.
LQU	La limite de quantification d'usage (LQU) de 0,01 mg/l est fixée dans les instructions concernant les constats de résidus dans la production biologique du 20 décembre 2019 relatives à l'ordonnance sur l'agriculture biologique (OFAG, OSAV, 2019). Cette teneur constitue également la limite légale fixée en Suisse et en Europe pour les molécules interdites. Elle fait régulièrement office de valeur de «minimis» ou valeur analytique en dessous de laquelle une substance est consensuellement considérée comme absente du produit analysé (Grinbaum <i>et al.</i> , 2019).

stables. Chaque échantillon a été soumis à une analyse de 21 minutes, englobant la phase de séparation chromatographique et la détection par spectrométrie de masse. La courbe de calibration est externe et les échantillons sont dopés avec un mix de standard internes. L'analyse GC-MSMS a été faite avec un instrument Agilent GC-MSMS 7010, le même extrait QuEChERS que pour la LC-MSMS était injecté. La méthode se base sur l'emploi d'une colonne HP-5MS et une rampe de température jusqu'à 300°C. Chaque échantillon a été soumis à une analyse de 36 minutes, englobant la phase de séparation chromatographique et la détection par spectrométrie de masse. L'étalon interne (ISTD) pour l'analyse GC-MSMS est le 2,5-diCA-d3.

Résultats et discussions

Vins analysés

De l'ouverture de la plate-forme en janvier 2019 à fin 2021, 451 vins provenant des six régions viticoles suisses ont été envoyés pour analyse (fig. 1). Les échantillons proviennent des millésimes 2014 à 2021 et sont constitués à 54,8 % de vins blancs, 42,8 % de rouges et 2,4 % de rosés. Les vins fournis sont filtrés dans un peu plus de la moitié des cas (52,1 %) et proviennent de membres de VITISWISS (49,4 %), d'adhérents au label marque Valais (42,1 %) et de non-membres (8,4 %). Sur la base des 424 plans de traitements fournis par les viticulteurs, il est possible de distinguer deux types de programmes: BIO conforme à l'ordonnance fédérale sur l'agriculture biologique (235 vins: 52,1 % des échantillons) et PI respectant les normes de Production intégrée (189 vins: 41,9 % des échantillons).

Résultats globaux

Sur l'ensemble des 451 bouteilles analysées, 449 répondent aux exigences légales (99,6 %) (tabl. 1). Seuls deux vins, soit 0,4 % des échantillons, sont déclarés non conformes à la suite de la mise en évidence de résidus excessifs de tétrahydroptalimide, un métabolite du fongicide captane, et du régulateur de croissance éthéphon tous deux non autorisés sur la vigne en Suisse. En outre, 26 autres matières actives ou métabolites autorisés ont été détectés à des valeurs supérieures à la LQU. En moyenne, les valeurs de résidus enregistrées pour ces divers produits sont près de 30 fois inférieures aux valeurs de LMR, variant de 2,7 fois à 1428,6 fois inférieures. Les analyses ont également permis d'identifier 19 mo-

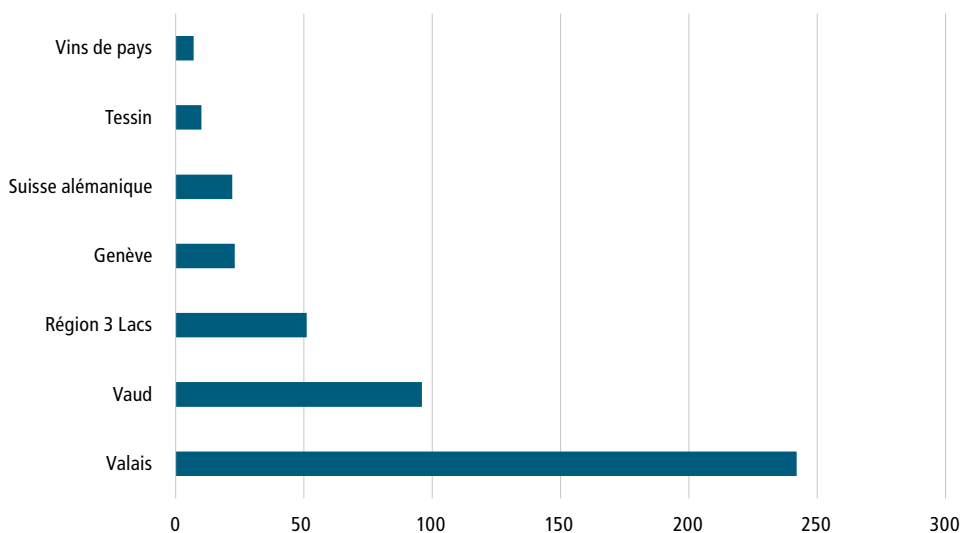


Figure 1 | Répartition régionale des vins envoyés pour analyse sur la plate-forme VITISWISS de 2019 à 2021.

Tableau 1 | Matières actives et métabolites supérieurs à la LQU de 0,01 mg/l mis en évidence dans les 451 vins analysés.

Matières actives et métabolites	Vins >LDQ	Vins >LQU	BIO	PI	% global >LQU	Max. mg/l	Moyenne mg/l	LMR raisin mg/kg	% LMR
Fongicides									
Acide phosphoreux	379	379	164	189	84,0	48,50	3,76	100	3,76
Phtalimide	239	239	87	125	52,8	1,17	0,11	20	0,55
Fosétyl-Al	80	80	13	58	17,7	0,481	0,077	100	0,07
Fenhexamide	76	40	3	37	9,0	0,78	0,10	15	0,66
Boscalid	79	36	2	34	8,0	0,86	0,16	5	3,20
Iprovalicarbe	78	27	2	25	6,0	0,15	0,039	2	1,95
Cyprodinil	33	20	0	20	4,4	0,081	0,033	3	1,10
Mandipropamide	107	20	0	20	4,4	0,081	0,024	2	1,20
Fludioxonil	72	19	0	19	4,2	0,056	0,031	4	0,77
Fenpropidine	97	16	1	15	3,5	0,064	0,021	2	1,05
Fenpyrazamine	15	5	0	5	1,1	0,067	0,033	3	1,10
Métalaxyl	33	5	0	5	1,1	0,027	0,015	1	1,50
Diméthomorphe	15	3	0	3	0,7	0,060	0,030	3	1,00
Azoxystrobine	21	2	0	2	0,4	0,022	0,016	3	0,53
Fluxapyroxad	14	2	0	2	0,4	0,059	0,035	0,5	7,00
Amétoctradine	2	1	0	1	0,2	0,017	0,017	6	0,28
Carbendazime	1	1	0	1	0,2	0,012	0,012	0,5	2,40
Fluopyram	5	1	0	1	0,2	0,012	0,012	1,5	0,80
Pyriméthanol	14	1	0	1	0,2	0,023	0,023	5	0,46
Spiroxamine	23	1	0	1	0,2	0,014	0,014	0,5	2,80
Thiophanate-méthyl	4	1	0	1	0,2	0,014	0,014	3	0,46
Insecticides									
Tébufénozide	9	6	0	6	1,3	0,17	0,066	3	2,20
Méthoxyfénozide	17	5	0	5	1,1	0,10	0,071	1	7,10
Herbicides									
Glyphosate	2	2	0	2	0,4	0,024	0,018	0,05	36
N-acétyl-Glufosinate	1	1	0	1	0,2	0,032	0,032	0,5	6,40
Vins non conformes									
Tétrahydrophthalimide*	1	1	1	0	0,2	0,054	0,054	0,02	270
Ethephon*	1	1	0	1	0,2	0,015	0,015	0,01	150

*non autorisé en viticulture

lécules supplémentaires à l'état de traces à des valeurs inférieures à la LQU (tabl. 2).

En prenant en compte l'ensemble des matières actives ou métabolites identifiés en-dessus de la LQU, le nombre moyen de résidus varie de 1,2 pour les vins BIO à 3,1 pour les vins PI (fig. 2). Si l'on ne prend pas en considération les résidus d'acide phosphoreux ou de phtalimides (voir «Cas particuliers»), ces valeurs moyennes diminuent considérablement, avec des vins BIO quasiment sans résidus supérieurs à la LQU et des vins PI qui ne présentent que 1,4 résidus en moyenne. Les résultats de cette campagne d'analyses montrent que si l'on exclut l'acide phosphoreux, 193 vins (42,8 %) sont sans résidus supérieurs à la LQU (60,9 % des vins BIO et 19,6 % des vins PI). De plus, 94,5 % des vins analysés contiennent de zéro à

quatre résidus (100 % des vins BIO et 87,3 % des vins PI), le maximum étant de dix substances différentes dans deux vins issus d'assemblages de diverses provenances. En comparaison, les résultats obtenus par l'Association des chimistes cantonaux suisse (2017), également sans analyse de l'acide phosphoreux, montraient que seuls 8 % de 255 échantillons de vins conventionnels suisses et étrangers analysés étaient exempts de résidus et que 53 % des vins suisses conventionnels en contenaient de zéro à quatre.

Sans surprise, les fongicides constituent la principale source de résidus dans les vins analysés alors que les insecticides et les herbicides sont très peu présents. Les résultats d'analyses de ces différentes catégories de substances sont discutés ci-après.

Cas particuliers

Acide phosphoreux

L'acide phosphoreux (AP) est notamment produit lors de la dégradation de phosphonates utilisés dans la lutte contre le mildiou (phosphonate de K, fosétyl-Al). Au niveau réglementaire, les résidus d'AP et de fosétyl-Al s'additionnent et s'expriment en fosétyl-Al (LMR 100 mg/kg). Depuis que l'utilisation de phosphonate de K s'est largement développée, cette expression en fosétyl-Al est inappropriée. L'AP est régulièrement retrouvé à des teneurs variant de 0,1 à 3 mg/l dans des vins qui n'ont pas été traités (Grinbaum *et al.* 2019). Dans les vins biologiques, il est ainsi possible d'identifier des résidus d'AP qui décroissent avec le temps mais persistent jusqu'à six ans après l'arrêt des traitements aux phosphonates (Bögli et Speiser, 2019). Speiser *et al.* (2000) ont également montré que des applications de phosphonates engendraient des résidus de l'ordre de 6 à 20 mg/kg dans le raisin et dans le vin. S'il semble démontré que les apports de phosphonate de K ou de fosétyl-Al engendrent systématiquement la présence de résidus d'AP, l'origine de ces résidus dans les vins non traités fait l'objet de nombreuses hypothèses: source endogène, apports d'engrais ou fertilisants phosphatés, accumulation dans la plante et dans le sol de traitements antérieurs, dé-

rites... (Grinbaum *et al.* 2019). Devant ces incertitudes, ces auteurs estiment qu'on ne peut pas conclure à la présence de résidus d'origine phytosanitaire lorsque les vins présentent des teneurs en AP inférieures à un seuil qu'ils fixent à 3 mg/l. Dans notre étude, l'AP a été identifié dans 84 % des échantillons analysés, tant dans les programmes BIO que PI à une teneur moyenne de 3,7 mg/l. Une analyse plus fine montre que 164 vins BIO et 53 PI issus de raisins non traités aux phosphonates présentent des résidus moyens de 2,3 mg/l (max. 25,8 mg/l) ce qui est inférieur à la limite proposée de 3 mg/l. Les 136 programmes de traitements comprenant du fosétyl-Al et/ou du phosphonate de K ont systématiquement engendré la présence des résidus d'AP à une teneur moyenne supérieure de 5,7 mg/l (max. 48,5 mg/l). Le fosétyl-Al est quant à lui mis en évidence dans 13 vins BIO et 26 PI non traités à des teneurs plus faibles (moyenne de 0,04 mg/l) que dans les 32 vins traités (moyenne de 0,12 mg/l). Ces valeurs, cumulées à celles des résidus d'AP, demeurent néanmoins largement en-dessous de la LMR.

Phtalimide

Le phtalimide est produit lors de la dégradation du fongicide folpet largement utilisé dans la lutte contre le mildiou. Au niveau réglementaire, les résidus de folpet et les phtalimide s'additionnent et s'expriment en folpet

Tableau 2 | Matières actives et métabolites mis en évidence à des valeurs inférieures à la LQU de 0,01 mg/l dans les 451 vins analysés.

Matières actives et métabolites	Vins >LDQ<LQU	Max. mg/l	Moyenne mg/l	LDQ raisin mg/kg	LMR raisin mg/kg	% LMR
Fongicides						
Métrafénone	16	0,0086	0,0029	0,001	7	0,04
Fluopicolide	11	0,008	0,0029		2	0,14
Trifloxystrobine	11	0,0078	0,0032		3	0,10
Myclobutanil	7	0,0028	0,0017		1,5	0,11
Zoxamide	5	0,0033	0,0016		5	0,03
Cymoxanil	3	0,0028	0,0022		0,3	0,73
Difénoconazole	2	0,0041	0,0026		3	0,05
Tébuconazole	2	0,001	0,001		1	0,1
Amisulbrom	1	0,0027	0,0027		0,5	0,54
Cyflufénamide	1	0,001	0,001		0,15	0,006
Diéthofencarbe	1	0,004	0,004		0,9	0,44
Enilconazole	1	0,0027	0,0027		0,01	27
Krésoxim-méthyl	1	0,001	0,001		1,5	0,66
Valifénalate	1	0,0087	0,0087		0,2	4,35
Insecticides						
Spinosad A	5	0,0087	0,0038	0,001	0,5	0,76
Pipéronyl-butoxide	2	0,0041	0,0030		0,01	3
Chlorpyrifos-éthyl	1	0,0013	0,0013		0,01	13
Diméthoate	1	0,0059	0,0059		0,01	59
Spinosad D	1	0,001	0,001		0,5	0,20

(LMR 20 mg/kg). D'après Grinbaum *et al.* 2019, un bruit de fond de l'ordre de 0,01 à 0,04 mg/l de phtalimides s'observe dans les vins non traités alors que le folpet est très rarement retrouvé dans les vins car il s'hydrolyse rapidement en phtalimide. Tout comme pour l'acide phosphoreux, les sources de phtalimide dans les vins peuvent être diverses (caoutchouc, PVC, résines, artefact d'analyse...). Un seuil de 0,04 mg/l est proposé par Grinbaum *et al.* (2019) en-dessous duquel on ne peut conclure à la présence d'un résidu d'origine phytosanitaire. Dans notre étude, le phtalimide est le deuxième résidu le plus fréquemment identifié (52,8 % des échantillons analysés) avec une teneur moyenne de 0,11 mg/l. L'examen détaillé des programmes de traitements montre que 87 vins BIO et 12 PI issus de raisins non traités au folpet présentent des résidus moyens de 0,04 mg/l (max. 0,36 mg/l). Sur les 169 programmes de traitements comprenant du folpet, 127 ont engendré la présence des résidus de phtalimide à une teneur moyenne de 0,16 mg/l (max. 1,17 mg/l) largement en-dessous de la LMR.

Résidus ou pas?

Devant les difficultés à attribuer une origine exclusivement phytosanitaire à la présence d'acide phosphoreux et de phtalimide dans les vins, peut-on dès lors encore utiliser la notion de résidus de pesticides pour ces molécules? Les résultats présentés confirment que la fixation de seuils minimaux, tels ceux proposés par Grinbaum *et al.* (2019), constitue une approche intéressante. Toutefois, bien que la plupart des vins non traités présentent généralement des teneurs moyennes en AP et phtalimide proches des seuils proposés, des pics qui excèdent largement ces valeurs sont régulièrement observés. En l'absence de consensus, de réponses claires quant aux voies de contamination possibles et de seuils internatio-

nalement reconnus, il convient de rester prudent dans l'interprétation de résultats concernant ces molécules.

Fongicides

La très grande majorité des résidus retrouvés sont des fongicides ou leurs métabolites. Ceci correspond à l'utilisation majoritaire et importante de fongicides en viticulture qui représente plus de 90 % des produits phytosanitaires appliqués (de Baan, 2015). Le tableau 1 présente les substances actives dépassant la LQU retrouvées en indiquant le nombre de vins contenant des résidus pour chacune d'entre elles. Pour l'analyse, il est pertinent de séparer les vins avec un programme de traitement conforme aux directives BIO, des vins PI.

Dans les vins BIO, censés être exempts de résidus, en plus de l'AP et des phtalimides déjà discutés ci-dessus, cinq matières actives sont retrouvées dans seulement 21 vins (8,3 %). Ces vins n'étant pas forcément certifiés, il est difficile de déterminer si la source de ces résidus est liée à l'application d'un fongicide de synthèse ou à une contamination (dérive, mélange de vendanges ou de vins en cave).

Pour les vins PI, si l'on exclut l'acide phosphoreux présent dans la totalité des vins analysés et les phtalimides présents dans 2/3 des vins, 19 substances actives sont détectées au-dessus de la LQU. Il s'agit de sept substances actives anti-botrytis (fenhexamide, boscalid, cyprodinil, fludioxonil, fenpyrazamine, carbendazime et thiofanate-méthyl), sept substances actives anti-mildiou (fosétyl-Al, iprovalicarbe, mandipropamide, métalaxyl, diméthomorphe, azoxystrobine et amétoctradine) et quatre substances actives anti-oidium (fenpropidine, fluxapyroxad, fluopyram et spiromamine). Après le fosétyl-Al, anti-mildiou retrouvé dans 80 vins (17,7 %), les anti-botrytis sont les plus fréquemment détectés avec

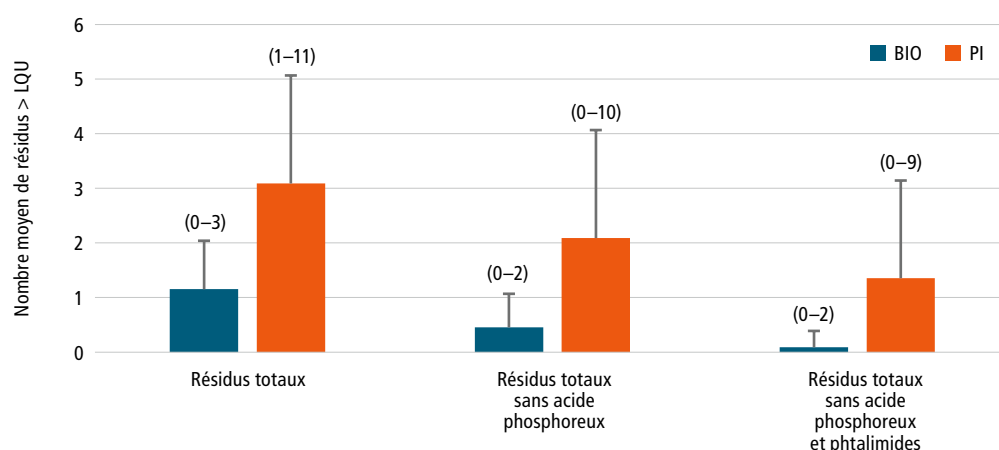


Figure 2 | Nombre moyen de résidus > LQU, écarts-types et valeurs minimales et maximales (min. – max.) suivant les programmes de traitements. BIO: 235 vins analysés; PI: 189 vins analysés.

40 vins pour le fenhexamide (9 %), 36 vins pour le boscalid (8 %), 20 vins pour le cyprodinil (4,4 %) et 19 vins pour le fludioxonil (4,2 %). Concernant les anti-mildiou, le groupe des amides carbamates est retrouvé relativement fréquemment avec 27 vins pour l'iprovalicarbe (6 %), 20 vins pour le mandipropamide (4,4 %) et 3 vins pour le diméthomorphe (0,7 %). Pour les anti-oïdium, seule la fenpropidine est retrouvée dans plusieurs vins (16 vins, 3,5 %). Les substances actives les plus souvent détectées correspondent bien à celles trouvées dans d'autres études antérieures (ACCS, 2017; Cus *et al.*, 2022, Dubernet *et al.*, 2015, Edder et Ortelli, 2005). Les différences peuvent s'expliquer par l'année de l'étude, le cadre réglementaire du pays et des pratiques viticoles locales variables.

En incluant les traces (>LDQ), 14 substances actives supplémentaires sont détectées (tabl. 2). Les molécules identifiées le plus souvent varient peu, à quelques exceptions près tels que la fenhexamide, le boscalid, l'iprovalicarbe, le mandipropamide, le fludioxonil et la fenpropidine. Par exemple, le mandipropamide est détecté dans 107 vins sous forme de traces alors que seuls 20 vins avaient des résidus en dessus de la LQU. De même, la fenpropidine est détectée dans 97 vins alors que seuls 16 vins avaient des résidus au-dessus de la LQU. Ce constat doit inciter à la prudence car les performances des méthodes analytiques augmentant régulièrement et selon le contexte des analyses, ces traces, bien qu'en deçà de la LQU, pourraient être comptabilisées comme résidus et donner une image négative de la qualité des vins analysés de cette manière. Il est donc primordial de minimiser l'application de ces substances actives traçantes après la floraison. Le cas de la fenpropidine est particulièrement intéressant car cette substance active n'est pas homologuée en viticulture dans l'UE, il n'y a donc pas de LMR spécifique pour le raisin et sa détection au-delà de 0,01 mg/l entraîne la non-conformité du vin en cas d'exportation.

Insecticides – acaricides

Aucune trace d'acaricide n'a été détectée dans les échantillons analysés et 440 vins (98 %) ne contiennent aucune trace d'insecticide supérieure à la LQU. Les onze vins PI présentant des résidus d'insecticides ne contiennent qu'une seule matière active.

L'insecticide méthoxyfénozide est le plus fréquemment mis en évidence suivi par le tébufénozide (tabl. 1). En plus de ces deux substances, cinq autres molécules insecticides ont été identifiées à des valeurs inférieures à la LQU (tabl. 2). Les deux principaux insecticides identifiés ont souvent été mis en évidence dans diverses études

(Berset *et al.*, 2017; Cugier et Buchet, 2005; Likas et Tsiropoulos, 2011). Ces deux molécules appartiennent à la classe des diacylhydrazines et visent principalement les vers de la grappe en été. Elles sont aussi parfois appliquées au printemps contre les noctuelles et les boarmies. L'analyse des plans de traitements disponibles dans le cadre de cette étude montre que des applications de méthoxyfénozide contre les vers de la grappe de 2^e génération (environ 60 à 80 jours avant les vendanges), engendrent la mise en évidence de traces de résidus dans les vins issus des raisins traités. Ces traces sont souvent supérieures à la LQU et se situent en moyenne à 7,1 % de la LMR. En ce qui concerne le tébufénozide, les applications réalisées début avril contre les noctuelles et boarmies n'ont pas engendré de traces de résidus dans les vins contrairement aux traitements visant les vers de la grappe de 2^e génération (2,2 % de la LMR). Il convient de remarquer que l'usage de ces insecticides a été révoqué en 2021 pour le tébufénozide et en 2023 pour le méthoxyfénozide.

Le spinosad (A+D) est un insecticide biologique qui appartient à la classe des spinosynes. Il est autorisé en Suisse pour lutter contre divers ravageurs viticoles et notamment contre la drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*). Dans notre étude, le spinosad est cité dans sept plans de traitements. Une application réalisée début avril n'a entraîné aucun résidu identifiable dans le vin fini. Les autres applications visant la drosophile, dans une période proche des vendanges, ont permis d'identifier de très faibles traces de cette molécule dans cinq cas sur six. Les traces identifiées se situent en moyenne à 0,7 % de la LMR.

Le chlorpyrifos-éthyl est un insecticide qui appartient à la classe des organophosphorés. Il a été détecté dans un échantillon du millésime 2020 à une concentration très proche de la limite de quantification. D'après le plan de traitement fourni, la molécule n'a pas été appliquée et l'origine de cette trace demeure inexpliquée. Le chlorpyrifos-éthyl n'a été utilisé qu'une seule fois sur le terrain au printemps mais n'a pas été identifié dans le vin fini. Cette molécule n'est plus autorisée en Suisse depuis 2019. Dubernet *et al.* (2016), l'ont mis en évidence dans 29 % des moûts qu'ils ont analysés. En revanche, la molécule n'a pas été identifiée dans près de 860 vins et n'est dès lors pas considérée comme traçante par ces auteurs. Toutefois, Inceu *et al.* (2015) l'ont identifiée dans des vins blancs roumains à des concentrations qui variaient entre 0,002 et 0,01 mg/l. La présence de traces de chlorpyrifos-éthyl est donc possible dans les vins, même si le processus de fermentation participe à en réduire fortement les concentrations (Cabras et Angioni, 2000).

Un synergisant, le pipéronyl-butoxide, dont l'autorisation a été révoquée en 2011, a été détecté dans deux vins des millésimes 2019 et 2020. Il en va de même pour le diméthoate, non autorisé en viticulture, et dont l'usage est proscrit en Suisse depuis 2015, détecté dans un vin du millésime 2020. Dans ces trois cas de figure, ces produits n'ont pas été appliqués au champ. Aux valeurs enregistrées, les trois vins concernés respectent les prescriptions légales et l'origine des traces de ces molécules dans ces vins demeure inexplicée.

Les insecticides – acaricides suivants, tous autorisés en viticulture au moment du traitement, ont également été appliqués au vignoble selon les recommandations officielles et les bonnes pratiques agricoles (Dubuis *et al.*, 2025): *Bacillus thuringiensis* (BT), buprofézine, chaux, héxythiazox, huile + chlorpyrifos-méthyl, huile + diazinon, kaolin, indoxacarbe, phéromones synthétiques, pyréthrinés naturels. Aucune trace de résidus de ces produits n'a été mise en évidence dans les vins analysés. Certaines de ces matières actives, telles que les BT, la chaux, le kaolin et les phéromones ne sont pas spécifiquement recherchées car aucune LMR ne s'applique pour ces substances. A ce jour, la buprofézine, les huiles insecticides et l'indoxacarbe ne sont plus autorisés en viticulture, tandis que les pyréthrinés naturels, autorisés en agriculture biologique, sont utilisés dans la lutte obligatoire contre *Scaphoideus titanus*, cicadelle vectrice de la flavescence dorée, une importante maladie de quarantaine. Bien que l'usage des pyréthrinés naturels soit mentionné dans 13 plans de traitements, aucun des vins analysés n'a montré de traces de pyréthrinés, jasmolines ou cinérines.

Herbicides

Globalement, 448 vins (99,3 %) ne contiennent pas de résidus d'herbicides. Des traces de glyphosate, inférieures à la LMR, n'ont été identifiées que dans deux vins, tandis qu'une bouteille montrait la présence du métabolite principal de l'herbicide glufosinate, retiré du marché fin 2018 (tabl. 1). Ces bons résultats confirment ceux de Grinbaum *et al.* (2019), qui dans une étude française globale portant sur plus de 4500 échantillons de vins d'origines diverses, n'ont pas détecté de traces d'herbicides lors de leurs analyses. Dans le cadre de la campagne de VITISWISS, une analyse plus fine des 424 plans de traitements disponibles montre que dans deux cas sur trois, les herbicides identifiés dans les vins n'ont pas été appliqués à la parcelle. De plus, seuls 47 plans PI sur 149 ont déclaré l'utilisation de telles molécules (31,5 %), ce qui a certainement contribué aux bons résultats observés.

Conclusions

- L'analyse de 451 vins suisses des millésimes 2014 à 2021 montre que 99,6 % des vins respectent la législation.
- Seuls deux vins sont non conformes, en raison de résidus de substances non autorisées en viticulture.
- Globalement, les résidus retrouvés restent très largement inférieurs aux limites maximales autorisées.
- Le nombre de résidus est significativement plus faible dans les vins issus de la production biologique que dans ceux de la production intégrée. 60,9 % des vins BIO ne présentent aucun résidu au-dessus du seuil de quantification, contre 19,6 % pour les vins PI dont les résidus restent très largement en dessous des LMRs.
- Les fongicides sont le plus fréquemment détectés. Parmi ceux-ci, l'acide phosphoreux et les phthalimides se distinguent par leur fréquence de détection très élevée indépendamment des traitements phytosanitaires et des itinéraires techniques (BIO, PI).
- En évitant l'utilisation de substances actives fongicides dites traçantes ou en les positionnant avant la floraison, il est possible de réduire encore les traces présentes dans les vins (Roskaric *et al.* 2023, Viret *et al.*, 2010).
- L'utilisation des anti-botrytis doit se limiter aux situations et aux cépages sensibles en priorisant les mesures prophylactiques.
- Les très bons résultats obtenus pour les acaricides et les insecticides sont le reflet des efforts mis en place depuis plusieurs décennies pour modifier les pratiques viticoles et réduire les traitements phytosanitaires dans le vignoble suisse (Viret *et al.*, 2019).
- La volonté de produire des vins «sans résidus» est un objectif louable qui se heurte à de nombreux paramètres non maîtrisables (contaminations externes, pollution atmosphérique...) et au développement constant de méthodes d'analyses de plus en plus performantes.
- La plateforme d'analyses des résidus de VITISWISS constitue un instrument précieux de formation et d'amélioration continue pour la profession et devrait permettre à moyen terme d'évaluer les progrès en matière d'usage des produits phytosanitaires.

Remerciements

Les auteurs remercient tous les viticulteurs qui ont fait analyser leurs vins, le comité et la commission technique de VITISWISS pour la mise en place d'une plateforme analytique transparente pour une qualité irréprochable des vins suisses dans le respect du consommateur.

Bibliographie

- Association des chimistes cantonaux de Suisse (ACCS), 2017. Campagne de contrôle des chimistes cantonaux. Résidus de pesticides dans les vins consommés en Suisse : bon respect de la législation mais un fort potentiel d'amélioration. *Communiqué de presse*, 4.06.2017.
- Bögli S. & Speiser B., 2019. Mögliche Rückstände von Phosphonaten nach der Umstellung auf Bioweinbau. *Agrarforschung Schweiz*, 10 (9), 344–345.
- Berset J.D., Mermer S., Robel A.E., Walton V.M., Chien M.L. & Field J.A., 2017. Direct residue analysis of systemic insecticides and some of their relevant metabolites in wines by liquid chromatography – mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1506, 45–54.
- Cabras P. & Angioni A., 2000. Pesticides residues in grapes, wine and their processing products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (4), 967–973.
- Cugier J.P. & Bruchet S., 2005. Plan de surveillance résidus en viticulture (Campagne viticole 1990–2003). *Direction Générale de L'Alimentation*. 181 pages.
- Cus F., Cesnik H.B. & Bolta S.V. 2022. Pesticide residues, copper and biogenic amines in conventional and organic wines. *Food Control* 132, 108534. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108534>
- De Baan L., Spycher S. & Daniel O. 2015. Utilisation des produits phytosanitaires en Suisse de 2009 à 2012. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (2), 48–55.
- Dubernet M., Bouazza V., Duprat P., Toussaint M. & Debez E., 2016. Résidus phytosanitaires dans les vins : un état des lieux. *Revue des Œnologues*, Jan. 2016, 1–6.
- Dubuis P.-H., Linder C., Gfeller A., Kehrli P., Egli-Künzler L. & Mackie-Hass K., 2025. Index phytosanitaire pour la viticulture 2025. Liste Vitiswiss pour les PER et le certificat. *Agroscope Transfer N°464*, 1–20.
- Edler P. & Ortelli D., 2005. Survey of pesticide residues in Swiss and foreign Wines. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 96, 311–320.
- Edler P., Ortelli D., Viret O., Cognard E., De Montmollin A. & Zali O., 2009. Control strategies against grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr) and corresponding fungicide residues in grapes and wines. *Food Additives and Contaminants* 26 (5) 719–725.
- Grinbaum M., 2017. Gestion du risque résidus : les enjeux de la vigne au verre. *Le vigneron des Côtes du Rhône et du Sud-Est* 869: 27–29.
- Grinbaum M., Dubernet M., Bouazza V., Debez E. & Lempereur V., 2019. Résidus phytosanitaires dans les vins : état des lieux, analyses et expertise. *BIO Web of Conferences* 12, 1–8.
- Inceu M., Meghesan A., Sandu I., Hosu A., Pascu L.F. & Cimpoiu C., 2015. Study concerning pesticide residues in twenty-seven romanian white wines. *Rev. Chim (Bucharest)*, 66 (3), 368–372.
- Likas D.T. & Tsiropoulos N.G., 2011. Fate of three insect growth regulators (IGR) insecticides (flufenoxuron, lufenuron and tebufenozide) in grapes following field application and through the winemaking process. *Food Additives and Contaminants*, 28:2, 189–197.
- OFAG, OSAV, 2019. Instructions concernant les constats de résidus dans la production biologique. 1-18.
- Roskaric M., Pausic A., Valdhuber J., Lesnik M. & Pulko B. 2023. Development of a «0-Pesticide Residue» Grape and Wine Production System for Standard Disease-Susceptible Varieties. *Agronomy* 13 (2), 586. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020586>
- Roth N. & Wilks M.F., 2018. Effets combinés des résidus de pesticides dans l'alimentation. Résumé. Rapport pour l'Office fédéral de sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV). Centre suisse de toxicologie humaine appliquée (SCAHT), Bâle, 6 novembre 2018.
- Speiser B., Berner A., Häseli A. & Tamm L., 2000. Control of downy mildew of grapevine with potassium phosphonate: effectivity and residues in wine. *Biological Agriculture and Horticulture*, 17, 305–312. *Agrarforschung Schweiz*, 10 (9), 344–345.
- Speiser B. & Schleiffer M., 2023. Rückstandsrisiko durch Abdrift bei kleinen Schweizer Biorebbergen. *Agrarforschung Schweiz*, 14, 191–196.
- Viret O., Dubuis P.-H., Bloesch B., Zufferey E., Edler 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.
- Spring J.-L. & Dupraz P., 2019. La sélection de la vigne à Agroscope. Ed. Agroscope et Amtra, Publication spéciale. 1^{er} août, 2019, 44 pp.
- Viret O., Spring J.-L., Zufferey V., Gindro K., Linder C., Gaume A. & Murisier F., 2019. Past and future of sustainable viticulture in Switzerland. *BIO Web of Conferences* 15, 01013, 42nd World Congress of Vine and Wine. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191501013>