

VITICULTURE ARBORICULTURE HORTICULTURE



NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2021 | VOL. 53 | N° 6



Œnologie
Viticulture
Actualité

Analyser les polyphénols du vin rouge avec un spectrophotomètre? **Page 284**

La Réserve climatique: un outil pour optimiser la commercialisation du vin? **Page 294**

Bilan de l'année viticole 2021: printemps frais, gel, pluies diluviennes, mildiou, grêle, vendanges de qualité en faible quantité **Page 304**

AGROVINA

**ŒNOLOGIE
ARBORICULTURE
VITICULTURE
MICROBRASSERIE**

WWW.AGROVINA.CH

14.^e ÉDITION

CERM — MARTIGNY

25.-27.01
2022

AGROVINA 2022, C'EST...

un **Salon professionnel biennal de 3 jours**,

des conférences techniques de haut niveau, organisées par Agroscope et Changins, la thématique de cette 14^e édition
- la réduction des intrants : le défi pour l'avenir,

une plateforme d'échange semi-ouverte au cœur du Salon, l'Agro Forum : conférences, tables rondes, dégustations et discussions autour des enjeux actuels,

180 exposants spécialisés de Suisse et d'Europe,

16'500 visiteurs : professionnels, connaisseurs et intéressés,

20'000 m² d'exposition,

des secteurs d'activités variés :

œnologie, viticulture, arboriculture, cultures spéciales, traitement des sols, engrais antiparasitaires, machinisme agricole, distillation, microbrasserie, marketing, distribution, packaging, conditionnement, logistique, transport, transformations de fruits.

**AGROVINA,
LE SALON À LA MESURE
DE VOTRE DOMAINE !**

Univèrre syngenta NEUWERTH

excellence in glass

Direction et secrétariat d'Agrovina | Rue du Levant 91, CH – 1920 Martigny – Suisse
T. +41 (0)27 722 00 34, F. +41 (0)27 721 07 22 E. info@agrovina.ch – www.agrovina.ch





Photographie de couverture:
Analyse des polyphénols
par spectrophotométrie à Agroscope
(photo: Carole Parodi, Agroscope)

Cette revue est référencée dans les banques de données internationales SCIE, Agricola, AGRIS, CAB, ELFIS et FSTA.

Editeur

AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique), avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne, Suisse.
www.revuevitiarbohorti.ch – ISSN 0375-1430

Rédaction

Edmée Rembault-Necker (directrice et rédactrice en chef)
E-mail: e.rembault-necker@agora-romandie.ch

Comité de lecture

Ch. Carlen (Agroscope), R. Baur (Agroscope), O. Viret (Etat de Vaud),
Ch. Rey, C. Briquet (Haute école de Changins), Ph. Droz (Agridea)

Publicité

Inédit Publications SA, Laura Di Stefano
Chemin des Tuilières 3, 1028 Prévèrenges, tél. +41 21 695 95 83

Dès janvier 2022, se renseigner auprès de l'AMTRA.

Préresse

Inédit Publications SA, 1028 Prévèrenges

Impression

Stutz Medien AG, 8820 Wädenswil

Parution

6 fois par an

© Tous droits de reproduction et de traduction réservés.
Toute reproduction ou traduction, partielle ou intégrale,
doit faire l'objet d'un accord avec la rédaction.

Tarifs des abonnements (dès le 1^{er} janvier 2022)

Se renseigner auprès de l'AMTRA.

Abonnements et commandes

AMTRA
Avenue des Jordils 5, 1006 Lausanne
Tél. +41 21 614 04 77
E-mail: info@revuevitiarbohorti.ch
ou www.revuevitiarbohorti.ch

Commande de tirés à part

Tous nos tirés à part peuvent être commandés en ligne sur
www.revuevitiarbohorti.ch, publications

Sommaire

Novembre–Décembre | Vol. 53 | N°6

281 Editorial

Œnologie

284 Analyser les polyphénols du vin rouge avec un spectrophotomètre?

Liming Zeng, Ágnes Dienes-Nagy,
Marie Blackford, Priscilla Siebert,
Frédéric Vuichard, Gilles Bourdin,
Fabrice Lorenzini et Benoit Bach

Viticulture

294 La Réserve climatique: un outil pour optimiser la commercialisation du vin?

Alexandre Mondoux, Bastien Christinet,
Roxane Fenal et Olivier Viret

Actualité

304 Bilan de l'année viticole 2021: printemps frais, gel, pluies diluviennes, mildiou, grêle, vendanges de qualité en faible quantité

Olivier Viret, Jean-Laurent Spring
et Vivian Zufferey

Actualité

315 Agrovina 2022: les conférences organisées par Agroscope et CHANGINS

Actualité

317 Nouvelle parution: Guide de lutte contre les mauvaises herbes dans les vergers

Page de CHANGINS

318 Une rentrée presque normale!



LES FRÈRES DUTRUY
PÉPINIÈRES VITICOLES

**DES PROFESSIONNELS
À VOTRE SERVICE**

PLANTATION À LA MACHINE GPS
SÉLECTIONS MASSALES
NOUVEAUX CLONES
PRODUCTION DE PORTE-GREFFES CERTIFIÉS

Christian et Julien Dutruy, Grand-Rue 18, 1297 Founex
+41 22 776 54 02, christian@lesfreresdutruiy.ch

FELCO[®]

SWISS  MADE

Swiss Precision. Made to Last.



FELCO 802

Ø 30 mm



FELCO 812

Ø 35 mm



FELCO 822

Ø 45 mm



Connexion Bluetooth
via l'application FELCO

PROFITEZ DE NOTRE OFFRE DE REPRISE!

Outils électroportatifs «Power Blade Series[®]»
performants, précis et ergonomiques

FELCO SA - Marché Suisse - 2206 Les Geneveys-sur-Coffrane - T. 032 737 18 80 - www.felco.ch

La Revue est morte, vive La Revue!



Loïc Bardet

Président de l'AMTRA
l.bardet@agora-romandie.ch

Chers lecteurs,

Vous tenez dans vos mains la dernière édition de la *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. En effet, à partir de janvier prochain, celle-ci laissera la place à *Vignes & Vergers*. Cette évolution a été préparée ces derniers mois par le comité de l'AMTRA afin de suivre les nouvelles manières d'aller à l'information tout en continuant à répondre aux besoins de la branche.

Paraissant une fois par mois, *Vignes & Vergers* poursuivra la mission de l'AMTRA qui est de transmettre aux professionnels les résultats de la recherche agronomique, notamment d'Agroscope. Il le fera cependant sous une forme plus concentrée, avec des articles scientifiques moins longs. Par ailleurs, des articles magazines, des actualités, des informations économiques et associatives viendront compléter le contenu. De plus, le visuel de la revue sera modernisé.

Une autre évolution importante tient dans la coopération renforcée avec notre pendant alémanique, *Die Rote*. En effet, outre l'échange d'articles et de thématiques, un numéro entièrement commun est prévu une fois par année. Cette collaboration permettra au lectorat de *Vignes & Vergers* un accès privilégié dans la francophonie à des informations issues du monde vitivinicole germanophone. Le comité de l'AMTRA est convaincu que cette nouvelle formule donnera satisfaction aux lecteurs de *La Revue*. Et, si cela devait ne pas être tout à fait le cas, une rubrique «courriers des lecteurs» est prévue dans la nouvelle mouture.

Lancée en 1969 sous sa forme actuelle, *La Revue* a été et reste un magnifique outil de transmission des savoirs scientifiques. Je me dois donc ici de féliciter les deux rédactrices en cheffe avec qui j'ai eu la chance de collaborer, soit Judith Auer et Edmée Rembault, ainsi que l'ensemble des membres du comité de l'AMTRA. Il me faut enfin souligner l'immense travail réalisé ces derniers mois par le personnel de l'AMTRA pour assurer les numéros habituels tout en préparant la nouvelle revue.

Bonne lecture à tous,
merci de votre confiance
et, surtout, vive *La Revue!* ■

Rdv. à l'Agrovina 22

Alphatec sa
www.alphatec-sa.ch

Cork Supply

Terre cuite Grès

PÉPINIÈRES
GUILLAUME
PLANTS DE VIGNE
DEPUIS 1895

Notre expérience au service de la réussite de votre projet
Sélections massales et privées

Vigo Rhize, le plant aux défenses naturelles renforcées

Ensemble, créons un vignoble d'exception

François Guillaume
Tél. +33 (0)6 71 01 32 29 Mail: francois@guillaume.fr
www.guillaume.fr

HL HERTI

YOUR BRAND TOMORROW IS OUR BUSINESS TODAY

OE

OENO-TECH.CH

Retrouvez-nous à Agrovina
Stand N°2108



Formation continue en viticulture

- Soigner la vigne avec les plantes et huiles essentielles*
- Initiation à la taille de la vigne
- Chantier de plantation en vitiforestier*
- Mieux connaître son sol
- Limiter l'Esca : taille respectueuse et curetage
- Où se cache la biodiversité dans ma vigne ?*
- Vinifier en bio*
- Installer l'irrigation goutte à goutte dans mes vignes
- Introduction à la viticulture biologique (formation obligatoire reconversion Bio Suisse)

* Cours à choix, éligible à la nouvelle exigence pour les reconversions Bio Suisse débutant en 2021

Infos & inscriptions : 021 614 24 35
prometerre.ch/formations
formation@prometerre.ch

Les valeurs de l'entreprise familiale, le respect du métier

JEAN-CLAUDE

FAY

PÉPINIÈRES
VITICOLES

Qualité, conseil, service

- Plus de 50 ans de savoir-faire
- Références depuis plus de 40 ans en Suisse
- Respect strict des normes, traitement à l'eau chaude
- Possibilité de plantation à la machine
- Livraison assurée par nos soins
- Capacité de réponse personnalisée en fonction de vos besoins

Rencontrons-nous :
Plus d'informations :
00 33 (0)4 79 28 54 18
www.pepinieres-viticoles-fay.fr

ETICOLLE LE LABEL ROMAND

Profondément enraciné dans le terroir romand, Eticolle habille depuis un quart de siècle les plus belles bouteilles de centaines de producteurs helvétiques.

Principale interface entre le producteur et le consommateur, l'étiquette doit tout à la fois attirer l'œil et convoyer des valeurs de qualité, d'authenticité et de convivialité. Depuis 1993, Eticolle relève ce défi auprès d'un millier de clients répartis dans toute la Suisse.

Bouteilles de bière et de jus de fruits côtoient les vins helvétiques qui représentent le cœur de métier de cette entreprise romande. La liste des flacons ornés des étiquettes autocollantes imprimées à Sierre n'a cessé de s'allonger durant les vingt-cinq dernières années. Ce qui a permis à la petite entreprise de quatre employés de se transformer en une société dynamique d'une vingtaine de collaborateurs. Sous la direction de Laurent Luyet, Eticolle métamorphose aujourd'hui 600'000 m² de papier – en 2500 km (grosso modo la distance entre Zurich et Moscou) linéaires d'étiquettes par année.

Le succès d'Eticolle n'a toutefois pas été synonyme d'éloignement et de relocalisation. En 2020, comme en 1993, le site de production, les salariés et les dirigeants d'Eticolle prospèrent à Sierre, au cœur du vignoble valaisan.

Même les machines d'impression ultramodernes – permettant l'ennoblissement de dorure à chaud, gaufrage et l'application de divers vernis (qui confèrent volume et dimension tactile au papier) – sont fabriquées dans le canton de Saint-Gall. Ce patriotisme économique ne constitue pas uniquement une garantie de savoir-faire et de précision typiquement helvétiques. Il apporte aussi une cohérence à des produits d'Appellation d'origine contrôlée qui sont le reflet d'un terroir local mis en valeur par une tradition séculaire.



ETICOLLE

ETICOLLE SA - Technopôle - 3960 Sierre

Tél. 027 452 25 26 - www.eticolle.ch

Analyser les polyphénols du vin rouge avec un spectrophotomètre?

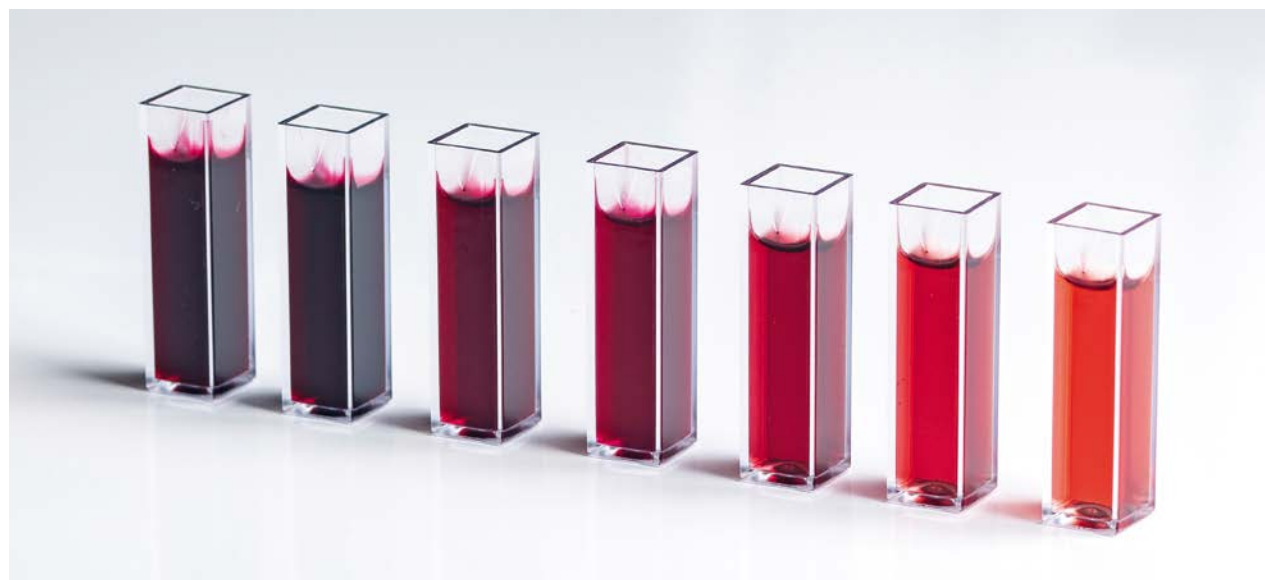
Reprenons depuis le début

Liming Zeng¹, Ágnes Dienes-Nagy², Marie Blackford^{1,2}, Priscilla Siebert¹, Frédéric Vuichard², Gilles Bourdin², Fabrice Lorenzini² et Benoit Bach¹

¹ Changins – Haute école de viticulture et œnologie, HES-SO, route de Duillier, 1260 Nyon

² Agroscope, 1260 Nyon

Renseignements: Liming Zeng, tél. +41 22 363 40 35, e-mail: liming.zeng@changins.ch, www.changins.ch



© Carole Parodi, Agroscope

Introduction

Les composés phénoliques du raisin et du vin jouent un rôle important en œnologie. Ils contribuent à la couleur, à la qualité tannique, à la stabilité colloïdale et à l'aptitude de vieillissement des vins. Parmi les composés phénoliques dans les vins rouges, trois familles sont particulièrement importantes: les anthocyanes, les tanins condensés et les ellagitanins.

Les anthocyanes et leurs dérivés sont des pigments rouges des raisins noirs et donc du vin rouge. La figure 1 montre la structure de la malvidine-3-O-glucoside, l'anthocyane majeure des raisins rouges. Les tanins condensés sont des composés qui sont responsables de la perception de l'astringence dans les vins rouges. Ils sont également impliqués dans les processus de copigmentation avec les anthocyanes (responsable de la couleur des vins jeunes) et la formation de nouveaux pigments par réaction chimique (responsable de la

couleur des vins vieux). Les tanins condensés sont des oligomères ou polymères de flavan-3-ol, qui possèdent une masse molaire qui varie entre 578 Da à environ 8000 Da. La figure 1 montre comme exemple la structure du trimère C1, qui est composée de trois unités flavan-3-ol (l'épicatéchine). Les ellagitanins sont des tanins hydrolysables issus du bois. Ils sont extraits dans les vins durant la phase de contact avec du bois, comme l'élevage en barrique, une étape optionnelle de la vinification. Les ellagitanins participent à l'astringence et à la couleur des vins en formant des complexes ellagitanin-anthocyane (Glabasnia & Hofmann, 2006; Jourdes *et al.*, 2013; Chira *et al.*, 2015). La figure 1 montre la structure de la castalagine, un des ellagitanins le plus abondant du bois de chêne.

Des méthodes spécifiques d'analyses chromatographiques en phase liquide (LC) couplées à des détecteurs UV, fluorescence ou spectromètre de masse (MS) sont bien développées pour le dosage de ces trois familles

importantes de polyphénols. Toutefois, du fait de la complexité structurale de ces macromolécules et de l'inexistence des standards commerciaux, les dosages par HPLC présentent également des limites. Ils sont incapables d'identifier et de quantifier individuellement tous les composés d'intérêt. A l'inverse, les méthodes spectroscopiques traditionnelles permettent d'estimer les quantités de ces composés sans appareils sophistiqués. Il existe de nombreuses méthodes spectroscopiques basées sur différentes propriétés physico-chimiques de ces molécules. Mais alors, quelle méthode choisir? Cet article vise à clarifier les principes des différentes méthodes disponibles pour le dosage des polyphénols afin de fournir un soutien théorique aux laboratoires œnologiques et aux laboratoires des caves privées dans leurs choix d'analyse. L'objectif est alors de répondre aux questions suivantes.

- Quelles sont les méthodes obsolètes et quelles sont les méthodes encore utilisées en œnologie?
- Quels sont les composés dosés?
- Quelles sont les interférences et les limitations des méthodes?
- Comment interpréter les résultats correctement?

Description des méthodes

1. Méthodes pour un indice global des composés phénoliques

Il existe deux indices globaux couramment utilisés pour estimer la richesse phénolique d'un vin. La méthode la plus simple et la plus rapide pour une estimation des composés phénoliques totaux d'un vin ou d'un extrait de raisin est la mesure de l'absorption à 280 nm. Cette méthode d'indice des polyphénols totaux (IPT) est basée sur l'absorption des cycles benzéniques à 280 nm,

Résumé Les méthodes spectroscopiques permettent d'estimer la quantité de polyphénols dans du vin rouge sans appareil sophistiqué. Le nombre de méthodes disponibles est important et elles sont basées sur différentes propriétés physico-chimiques de ces molécules. Cet article vise à clarifier les principes de ces différentes méthodes pour le dosage des différentes familles de polyphénols du vin rouge afin de fournir un soutien théorique aux laboratoires œnologiques et aux laboratoires des caves privées dans leurs choix d'analyse.

structures caractéristiques des polyphénols. Néanmoins, d'autres molécules présentes à de très faibles concentrations dans des vins peuvent interférer dans cette mesure. Certaines molécules non phénoliques possédant un cycle benzénique, comme des acides aminés et par conséquent des protéines, absorbent également à 280 nm et peuvent ainsi surestimer la quantité de polyphénols réellement présente dans le vin. A l'inverse, d'autres structures phénoliques, comme des chalcones, n'ont pas d'absorption maximale à 280 nm, leur présence n'est donc pas prise en compte dans cet indice.

Une deuxième approche pour déterminer la teneur phénolique globale est la méthode de Folin-Ciocalteu. Cette méthode est basée sur l'oxydation des composés phénoliques présents dans l'échantillon par le réactif Folin-Ciocalteu. Celui-ci est composé d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_2PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui est réduit en mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de

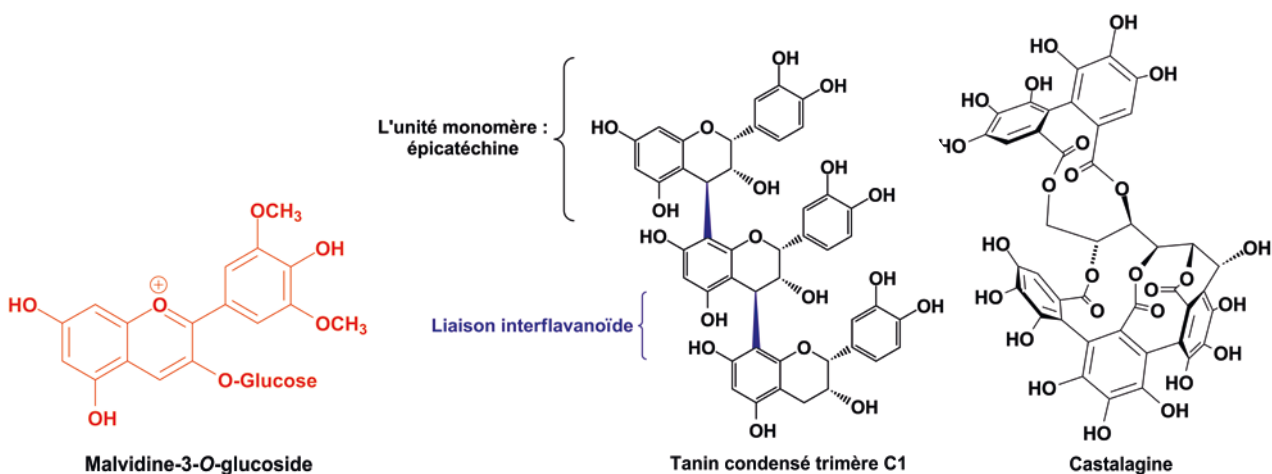


Figure 1 | Structures d'une molécule d'anthocyane: malvidine-3-O-glucoside; d'un tanin condensé: trimère C1; et d'un ellagitanin: la castalagine.

molybdène (Mo_8O_{23}) lors de l'oxydation des phénols. La coloration bleue produite possède une absorption maximum aux environs de 760 nm, proportionnelle au taux de composés phénoliques. La teneur en composés phénoliques totaux est exprimée en mg/l d'acide gallique équivalent. Lors de l'interprétation de résultats, il ne faut pas oublier que d'autres substances réductrices peuvent également réagir et donner une coloration bleue surestimant ainsi la quantité des polyphénols (Everette *et al.*, 2010). Parmi ces substances, les sucres et le dioxyde de soufre peuvent être pris en compte (Slinkard & Singleton, 1977; Harbertson & Spayd, 2006). Dans les vins rouges secs (presque pas de sucre) et à des concentrations en sulfite faibles (~50 mg/l), l'effet est négligeable. Une teneur plus importante de SO_2 nécessite une correction du résultat obtenu. Dans le moût de raisin, l'addition de SO_2 à 50 mg/l augmente 10% de la valeur obtenue par rapport au même échantillon sans SO_2 et à 100 mg/l de SO_2 , une augmentation de 30% a été observée à l'Agroscope (fig. 2).

De plus, au lieu d'être converti en mg/l d'acide gallique équivalent, le résultat de la méthode Folin-Ciocalteu peut être exprimé sous forme d'indice. L'indice de Folin est défini comme la densité optique mesurée à 760 nm après la réaction. Les valeurs obtenues sont comparables avec celle de l'IPT. La figure 3 montre une très bonne corrélation ($R^2 = 0,918$) entre ces deux indices pour les mêmes échantillons de vin.

Parmi ces deux méthodes, la méthode IPT possède les avantages de la simplicité et de la rapidité. Pour les caves et laboratoires équipés avec un analyseur séquentiel, la méthode Folin-Ciocalteu devient intéressante, car une automatisation est possible.

2. Méthodes pour le dosage des anthocyanes libres

Les anthocyanes sont les molécules responsables de la couleur des vins rouges. Sous forme hétérosidique (anthocyanines), ces molécules sont beaucoup plus stables

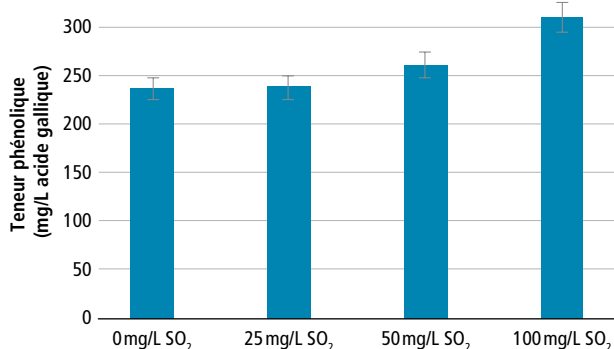


Figure 2 | Teneur phénolique des jus de raisin avec différentes quantités de SO_2 ajoutées, mesurée par la méthode Folin-Ciocalteu.

que sous forme aglycone (anthocyanidines). Dans les raisins de *Vitis vinifera*, on ne trouve quasiment que des anthocyanes monoglucosides et les dérivées acylées. Dans les cépages hybrides, comme le Divico, les anthocyanes diglucosides sont majoritaires.

Aujourd'hui, les deux méthodes chimiques couramment utilisées pour doser les anthocyanes libres sont basées sur deux de leurs propriétés: la variation de leur couleur en fonction du pH (méthode Puissant-Léon) et leur décoloration par le dioxyde de soufre (méthode Ribéreau-Gayon-Stonestreet). En général, les anthocyanes combinées aux tanins sont considérées comme plus stables vis-à-vis des changements de pH et de l'effet décolorant du SO_2 et ne sont donc pas quantifiées par ces deux méthodes. Néanmoins, certaines d'entre elles, notamment les espèces type T-A, présentes en petites quantités dans les vins, possèdent également ces deux propriétés (Salas *et al.*, 2004). Les méthodes Puissant-Léon et Ribéreau-Gayon-Stonestreet quantifient donc, non seulement les anthocyanes libres, mais aussi une petite partie des anthocyanes combinées.

La méthode Puissant-Léon a été développée par André Puissant et Huguette Léon, chercheurs de l'INRA en Anjou, France (Puissant & Léon, 1967). Elle consiste à diluer le vin dans une solution d'HCl puis à mesurer l'absorbance de cette solution à 520 nm. La concentration en anthocyanes est déterminée par la formule suivante, avec A, l'absorbance et F_{dilution} , le facteur de dilution:

$$\text{Anthocyanes (mg/l)} = A \times 22,76 \times F_{\text{dilution}}$$

Le coefficient de 22,76 a été déterminé à partir des mesures de la fraction d'anthocyanes extraites des raisins de deux millésimes successives (1965 et 1966) de différents cépages (Baco, Cabernet Franc, Groslot et Gamay Chaudenay, Gamay Beaujolais et Gamay

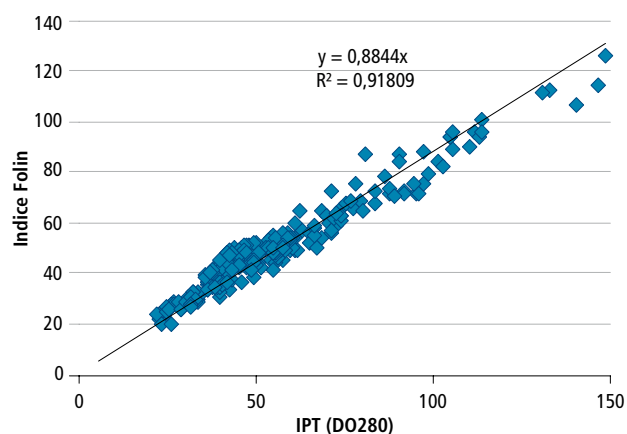


Figure 3 | Comparaison des résultats de l'indice Folin et de l'IPT des vins expérimentaux de l'Agroscope en 2012.

Fréaux) et de différentes parcelles. Il faut noter que les auteurs ont eu la sensibilité d'intégrer le cépage hybride Baco qui contient des anthocyanes diglucosides dans cette étude. Le coefficient de 22,76 est une moyenne de tous les coefficients obtenus pendant l'étude. Étonnamment, le coefficient le plus bas, 18,44, est celui le plus élevé, 27,61, ont été obtenus avec le même cépage (Gamay Chaudenay), de deux parcelles différentes de 1965. Les coefficients obtenus avec le cépage hybride Baco sur deux millésimes (1965 et 1966) restent très proches du coefficient utilisé aujourd'hui (23,87 et 23,89).

La méthode Ribéreau-Gayon-Stonestreet a été développée par Pascal Ribéreau-Gayon ainsi que son étudiant Erick Stonestreet, chercheurs à l'Institut d'œnologie de l'Université de Bordeaux (aujourd'hui Institut des sciences de la vigne et du vin) (Ribéreau-Gayon & Stonestreet, 1965). La différence d'absorbance mesurée avant et après décoloration par SO₂ donne la concentration en anthocyanes de l'échantillon. Elle est déterminée par la formule suivante, avec A, l'absorbance:

$$\text{Anthocyanes (mg/l)} = 875 \times (A_{\text{témoin}} - A_{\text{bisulfite}})$$

Le coefficient 875 a été obtenu avec un extrait d'anthocyanes purifié à partir du raisin de *Vitis vinifera*. Glories, issu du même laboratoire, a publié plus tard la composition en anthocyanes libres de cet extrait: malvidine monoglucoside (mlv-glc) 45%, pétonidine monoglucoside (pt-glc) 25%, delphinidine monoglucoside (dlp-glc) 15%, péonidine monoglucoside (pn-glc) 10%, cyanidine monoglucoside (cyn-glc) 5% (Glories, 1984). Lors de l'interprétation du résultat, il ne faut pas oublier que la composition des anthocyanes libres des vins issus des différents cépages ne sont pas identiques (tabl. 1) (Zaffalon *et al.*, 2014), même s'ils sont tous des *Vitis vinifera*. Déterminée premièrement par le cépage,

Tableau 1 | Profils d'anthocyanes des vins selon les cépages: moyenne des pourcentages des sept anthocyanes libres mesurées par HPLC-UV.

Données de base	Dlp-glc	Cyn-glc	Pt-glc	Pn-glc	Mlv-glc	Anthocyanes acylées
Gamay	3,0	0,3	6,4	7,8	78,8	3,7
Pinot noir	2,2	0,1	6,7	8,4	82,5	n. d.
Merlot	7,6	1,4	10,9	9,1	63,9	7,1
Humagne rouge	7,5	0,3	11,9	5,8	68,9	5,6
Gamaret	2,6	0,6	5,6	13,9	70,9	6,4
Cornalin	11,9	1,8	12,1	11,6	58,5	4,1
Galotta	16,0	3,0	14,9	8,2	48,0	9,9

elle peut varier en fonction du terroir, du millésime et de l'âge du vin.

Le dosage des anthocyanes libres avec ces deux méthodes, utilisant les coefficients uniques pour le calcul, donne des estimations, mais pas une quantification précise, vu la diversité de la composition des anthocyanes dans les vins. Cependant, les observations pluriannuelles faites sur le réseau ITV France montrent une très forte corrélation entre ces deux méthodes ($R^2 > 0,95$) pour le dosage des anthocyanes (Cayla & Renard, 2007). Les résultats obtenus sont comparables, mais pas identiques en valeur absolue. Dans cette étude, les valeurs obtenues par la méthode Ribéreau-Gayon-Stonestreet sont environ 20% plus élevées que celles obtenues par la méthode Puissant-Léon. Les mêmes tendances ont été observées pour les échantillons de moût en fermentation des différents cépages suisses analysés avec ces deux méthodes (fig. 4). Par conséquent, si l'on souhaite comparer des données obtenues par ces deux méthodes, il est nécessaire de prendre en compte cette différence. À pertinence et fiabilité équivalentes, la méthode de dosage Puissant-Léon présente l'avantage d'une mise en œuvre plus simple et plus rapide.

3. Méthodes pour doser les tanins condensés

Pour rappel, les tanins condensés sont responsables de la sensation d'astringence et contribuent à la structure en bouche des vins rouges. Ce sont des oligomères ou des polymères d'unités monomères de flavan-3-ol, comme la catéchine, l'épicatéchine, l'épigallocatechine, etc. Ils sont présents dans le vin avec des compositions et tailles diverses. Les méthodes de dosage peuvent être classées dans deux catégories. La première mesure la quantité des monomères après dépolymérisation des tanins (méthode butanolysé acide et méthode

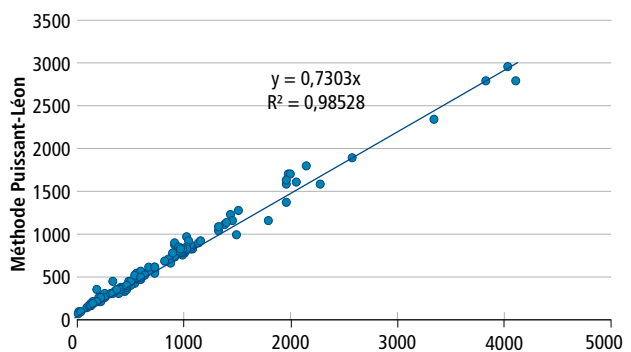


Figure 4 | Comparaison des résultats de quantification des anthocyanes libres totales (mg/l) obtenus avec la méthode Ribéreau-Gayon-Stonestreet et avec la méthode Puissant-Léon. Résultats des analyses des moûts en fermentation de Pinot noir, Garanoir, Gamay, Merlot, Mara, Galotta et Divico.

Bate-Smith). Tandis que, dans la seconde, la quantité de tanins intacts est déterminée par réaction chimique (méthode à la vanilline et méthode DMACA) ou par précipitation. Ces méthodes spectrophotométriques de dosage des tanins condensés sont décrites et comparées ci-dessous.

3.1 La méthode butanolysé acide et la méthode Bate-Smith (LA)

En milieu acide, à chaud, les tanins condensés peuvent être dépolymérisés. Cette dépolymérisation chimique en milieu acide suivie d'une auto-oxydation génère des anthocyanidines (Porter *et al.*, 1985). C'est pour cette raison que les tanins condensés sont également appelés les proanthocyanidines. Cette propriété des tanins condensés est utilisée depuis 1910 pour le dosage des tanins condensés dans les vins (Laborde, 1910; Ribéreau-Gayon & Stonestreet, 1966). L'absorbance est mesurée à 550 nm, qui est la longueur d'onde d'absorbance maximale de la cyanidine, l'anthocyanidine majeure libérée par les tanins condensés du raisin (fig. 5). Aujourd'hui, deux méthodes basées sur ce principe sont utilisées. Elles se différencient par le solvant de réaction utilisé: solution butanol ou solution aqueuse.

La méthode utilisant du butanol comme solvant, nommée butanolysé, a été décrite pour la première fois par Swain et Hillis en 1959. Plus tard, Bate-Smith a rendu son utilisation populaire dans le domaine de la phytochimie (Bate-Smith, 1975). Par la suite, cette méthode a fait l'objet de plusieurs modifications à travers les années. La modification la plus marquante est celle de Porter *et al.* (1986), qui a augmenté sa reproductibilité en optimisant le temps de la réaction et en ajoutant l'utilisation des ions ferriques. La sensibilité de la méthode à la présence d'eau a également été évaluée. Depuis cette modification, cette méthode a été largement recommandée pour déterminer la teneur en tanins condensés dans différents domaines. En 1990, se basant sur les résultats de cette étude, Dr Peyron et son étudiant à l'Institut universitaire de la vigne et du vin

(IUVV) ont effectué la mise au point des conditions de réaction pour son application aux vins. C'est le protocole qui est aujourd'hui utilisé pour la méthode de butanolysé acide pour le dosage des tanins condensés dans les laboratoires d'œnologie. Une des contributions majeures de cette étude est l'établissement d'une courbe de calibration avec un produit commercial: un mélange d'oligomères des tanins condensés extrait de raisins avec une masse molaire moyenne à 684 Da. Le nom commercial de ce produit, leucocyanidol, toujours employé dans certains protocoles de cette méthode, pourrait prêter à confusion, étant donné que la molécule flavan-3,4-ols s'appelle également leucocyanidine ou leucocyanidol.

La méthode utilisant un milieu aqueux, nommé méthode LA (leucoanthocyanidine) ou méthode Bate-Smith, a été développée par Dr Masquelier et son équipe en 1951 pour doser des tanins condensés dans de l'arachide (Tayeau *et al.*, 1951), et plus tard dans le vin (Masquelier *et al.*, 1959). Des chercheurs bordelais ont continué à utiliser ce mode opératoire avec une courbe de calibration établie avec un extrait du pin maritime (Ribéreau-Gayon & Stonestreet, 1966), ce qui ne semble pas être le choix optimal comme étalon pour doser les tanins condensés des vins. Ce protocole est encore utilisé aujourd'hui par certains chercheurs en œnologie et par l'Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV) pour le dosage des tanins condensés dans des tanins œnologiques commerciaux (OIV, 2021).

Actuellement, la plupart des chercheurs en œnologie considèrent que la méthode butanolysé présente une meilleure sensibilité, une meilleure reproductibilité et un meilleur rendement de dépolymérisation par rapport à la méthode Bate-Smith (Vivas, 2003). Il faut savoir que ni l'une ni l'autre de ces deux méthodes n'arrive à obtenir une dépolymérisation complète des tanins condensés. Ces méthodes restent donc une estimation de la teneur de ces molécules dans les vins. De plus, un des plus grands inconvénients de ces méthodes

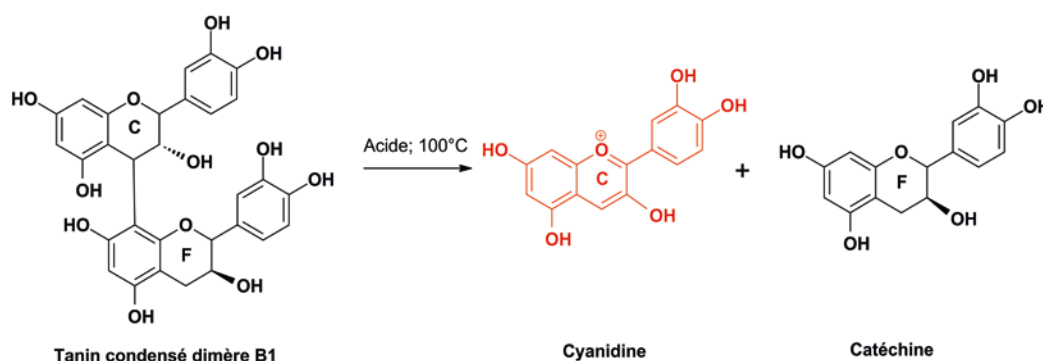


Figure 5 | Libération d'une molécule de cyanidine par une molécule de tanin condensé dimère.

est qu'elles ne sont pas utilisables sur des échantillons contenant du sucre. Le chauffage de sucre à 100°C conduit en effet à un brunissement et à une caramélisation de l'échantillon interférant fortement avec la mesure. Dans ce cas-là, une étape d'extraction du sucre est nécessaire avant la mesure.

3.2 La méthode à la vanilline et la méthode DMACA

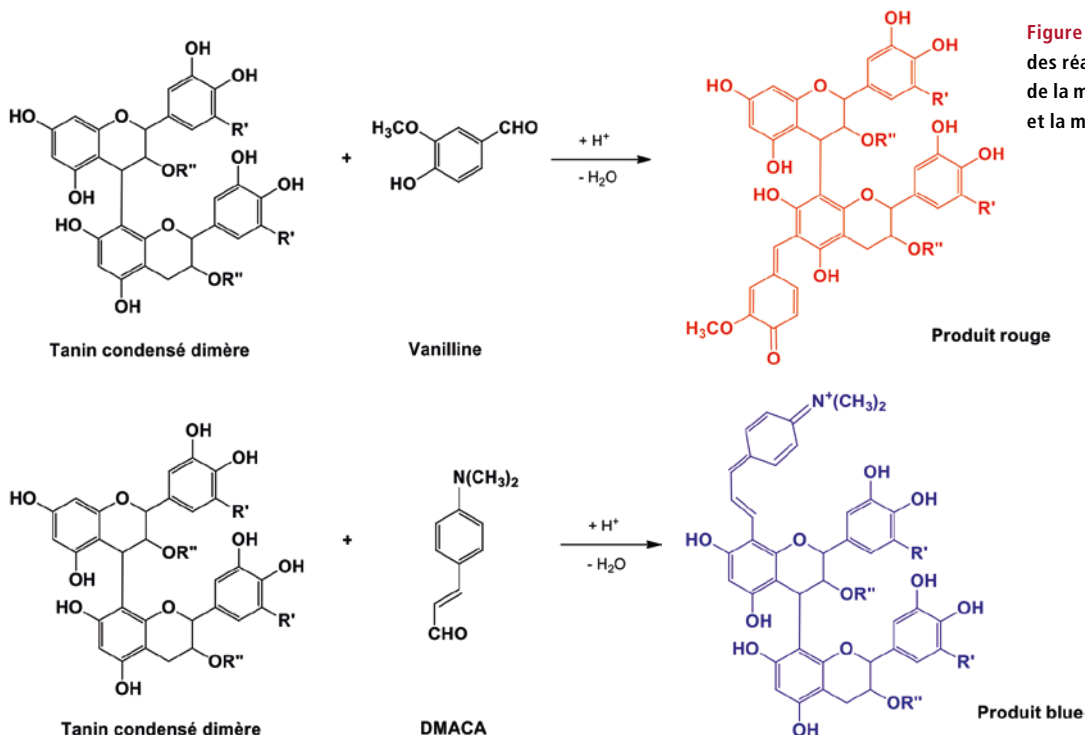
La réactivité des sommets nucléophiles présents dans les molécules de tanins condensés avec les aldéhydes protonés est une propriété connue depuis longtemps. La réaction dépend de l'aldéhyde utilisé. Deux aldéhydes ont été utilisés pour le dosage des flavan-3-ols et des tanins condensés: la vanilline et la diméthylamino-cinnamaldéhyde (DMACA ou DMACH).

La vanilline, un aldéhyde aromatique, donne, en milieu acide, avec des flavan-3-ols et des tanins condensés, des complexes rouges ayant une absorbance maximale à 500 nm (fig. 6). La méthode à la vanilline, premièrement décrite par Swain et Hillis en 1959 pour le dosage des flavanols (Swain & Hillis, 1959), a été améliorée (Sun *et al.*, 1998) et utilisée pendant de nombreuses années comme méthode colorimétrique pour le dosage des tanins condensés. Le DMACA, un autre aldéhyde, donne, en milieu acide, avec des tanins condensés, des complexes bleus dont l'absorbance est maximale à 640 nm (fig. 6). Son utilisation pour le dosage des tanins condensés a été proposée en 1988 par Boukharta, puis par Nagel et Glories (Nagel & Glories, 1991).

Le choix entre la vanilline ou le DMACA pour la détermination des tanins condensés a fait l'objet de nombreuses études de comparaisons jusqu'aux alentours des années 2000. Au fil du temps, le DMACA a été privilégié par rapport à la vanilline en raison d'une sensibilité cinq fois plus élevée (Hümmer & Schreier, 2008), d'une meilleure spécificité (Vivas *et al.*, 1994), mais aussi parce que la mesure de l'absorbance se fait à 640 nm, ce qui permet d'éviter l'interférence avec les anthocyanes, qui absorbent entre 500 à 550 nm. En raison d'une non-linéarité des coefficients d'absorbance molaire des produits bleus tanins-DMACA par rapport aux masses molaires (Wang *et al.*, 2016), son application se limite aujourd'hui dans la distinction de la provenance des tanins œnologiques commerciaux. Comme décrit par l'OIV (2021), le test DMACA positif signifie que les tanins œnologiques proviennent du raisin. Dans le cas contraire, cela signifie que les tanins œnologiques proviennent du bois (châtaignier, chêne, tara ou quebracho).

3.3 La complexation des tanins condensés avec l'ion ferrique

Les tanins condensés sont connus pour former des complexes avec des ions métalliques. Pour illustrer cette propriété, un vieil exemple est la formation des complexes avec des ions ferriques permettant de donner une encre de couleur noire. Ces complexes sont dus à la présence des fonctions ortho-diphénol sur le cycle



B des unités flavan-3-ols (fig. 7). Cette propriété est utilisée dans la méthode Adam-Harbertson (Harbertson *et al.*, 2003), afin de déterminer le facteur de dilution pour le dosage des différentes familles de polyphénols. La méthode Adam-Harbertson consiste à utiliser les différentes propriétés des tanins condensés et des anthocyanes présentées dans cet article pour estimer la quantité des anthocyanes libres, des tanins condensés, les phénols totaux, les petits pigments polymérisés et des grands pigments polymérisés.

3.4 Les méthodes de dosage par précipitation

Il existe plusieurs méthodes de dosage basées sur la précipitation sélective des tanins condensés par des polymères. La quantification se fait soit par une différence d'absorbance dans le surnageant avant et après traitement, soit par une re-solubilisation suivie d'une mesure des tanins précipités.

Les polymères les plus utilisés sont les protéines. L'utilisation des protéines présente un intérêt, car leurs interactions avec les tanins peuvent servir à modéliser la perception de l'astringence par les consommateurs (précipitation des protéines salivaires et des muqueuses lors de la dégustation). Le tableau 2 synthétise les différentes protéines utilisées pour l'estimation de la r-

chesse en tanins condensés. En général, la précipitation des tanins condensés est influencée par le pH, le point isoélectrique de la protéine, la force ionique de la solution, la conformation de la protéine et la température. Ces potentielles sources de variation des résultats analytiques sont en général palliées par une validation de méthode rigoureuse. De plus, le dosage par précipitation avec l'albumine de sérum bovin (BSA) dans des échantillons de moût en fermentation avec la présence de sucre est possible sans pré-traitement de l'échantillon (Casassa & Harbertson, 2014).

D'autres polymères non protéiniques ont également été utilisés pour le dosage des tanins condensés grâce à leur affinité avec ces derniers, comme le polyéthylène glycol (PEG), le polyvinylpyrrolidone (PVP)/le polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) (Antoine *et al.*, 2004) et la méthylcellulose (MC) (Montedoro & Fantozzi, 1974). Le PEG est largement exploité pour l'analyse des tanins dans les fourrages végétaux, mais peu a été rapporté concernant sa sélectivité et il n'a jamais été appliqué aux matrices du vin. Un problème important avec le PVP et le PVPP est leur manque de sélectivité pour les tanins, dû à une forte affinité pour les composés phénoliques en général, ce qui limite leur application dans le dosage des tanins condensés. Enfin, en

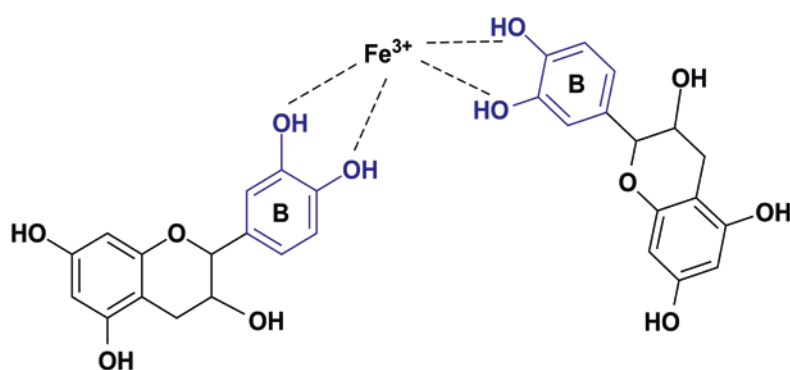


Figure 7 | L'illustration de complexe entre des unités flavan-3-ols et l'ion ferrique (la fonction ortho-diphénol sur le cycle B est montrée en couleur bleue).

Tableau 2 | Protéines utilisées pour le dosage des tanins condensés et pour l'estimation du niveau d'astringence.

Protéines	Auteurs (Année)	Explications
Hémoglobine (sang au bout du doigt)	Bate-Smith (1973)	Une différence d'absorbance de l'hémoglobine à 578 nm est mesurée afin d'estimer l'astringence des extraits de tanins. Méthode non appliquée au vin, sûrement du fait de la longueur d'onde utilisée.
Gélatine	Marigo (1973)	Glories (1978) a appliqué la méthode au vin: les tanins condensés avant et après traitement dans le surnageant sont dosés par la méthode Bate-Smith. Méthode peu à peu abandonnée du fait d'une composition hétérogène de la gélatine.
BSA	Hagerman & Bulter (1978)	Les tanins précipités sont resolubilisés et mesurés par la méthode colorimétrique avec des ions ferriques. Cette méthode a reçu de nombreuses modifications depuis (Harbertson <i>et al.</i> , 2003).
Ovalbumine	Llaudy <i>et al.</i> (2004)	L'ovalbumine est une protéine unique qui n'a pas de problème d'hétérogénéité. L'absorbance du surnageant à 280 nm est mesurée. Cette protéine est relativement coûteuse.
Protéine salivaire (salive humaine)	Sarni-Manchado <i>et al.</i> (1999)	L'utilisation de cette protéine gagne de la popularité parmi les chercheurs en œnologie pour l'évaluation de l'astringence des vins ou des fractions de tanins de raisins (Rinaldi <i>et al.</i> , 2012; Ma <i>et al.</i> , 2016).

2006, les chercheurs de l’Australian Wine Research Institut (AWRI) ont effectué une optimisation et une validation de la méthode de dosage des tanins condensés avec de la méthylcellulose (Sarneckis *et al.*, 2006). La validité de cette méthode sur les échantillons contenant du sucre a été vérifiée par l’Ecole de Changins: différentes doses de sucre ont été ajoutées (2, 5, 7, 10, 25, 50, 100, 150, 250 et 350 g/l) à un vin sec suisse issu du cépage Merlot. Les tanins condensés de ces différents échantillons ont été dosés par la méthode méthylcellulose. Une analyse statistique d’ANOVA et un test de Tukey n’ont montré aucune différence significative entre les résultats.

Pour conclure la partie dosage des tanins condensés:

- La méthode butanolysé acide est la plus utilisée pour la quantification des tanins condensés. Elle présente une meilleure reproductibilité et une meilleure sélectivité par rapport à la méthode Bate-Smith. La limite de ces méthodes réside dans le fait qu’elles ne peuvent pas être appliquées aux échantillons contenant du sucre. Il faut tenir compte que l’utilisation de forte acidité peut abîmer le spectrophotomètre au fil du temps (problème de corrosion sur les parties métalliques notamment);
- L’application de la méthode DMACA se limite à la confirmation de l’origine des tanins œnologiques de raisins par un test positif;
- Parmi les méthodes de précipitation utilisant des polymères, par rapport aux protéines, la méthylcellulose semble un très bon choix en termes de facilité de conservation et de coût réduit du réactif. Elle présente également la possibilité de doser des échantillons contenant de sucre.

4. Le dosage des ellagitanins

Le dosage des tanins hydrolysables (gallotanins et ellagitanins) est non seulement intéressant pour les échantillons de vins ayant eu une étape de vinification en contact avec du bois, mais aussi pour étudier des échantillons de tanins œnologiques commerciaux. Aujourd’hui, ce sont des méthodes HPLC qui prévalent pour leur identification et leur quantification, à cause de la complexité de la matrice vin rouge et de leur concentration nettement inférieure à celles de tanins condensés et d’anthocyanes. Les méthodes spectrophotométriques ne sont pas disponibles pour leur dosage direct dans les vins rouges.

Conclusions

Les polyphénols sont une famille de molécules complexe. Les différentes méthodes spectrophotomé-

triques traditionnelles offrent des possibilités pour estimer leur concentration avec relativement peu de moyen instrumental. Le choix optimal de la méthode à employer dépend de la famille de polyphénols à doser (total, anthocyanes ou tanins condensés) et de la matrice (vin sec, vin doux, moût). Une interprétation correcte des résultats n’est possible qu’avec une bonne compréhension théorique des réactions mises en œuvre dans ces méthodes. Cette base théorique est également indispensable pour l’adaptation de ces méthodes pour le dosage des anthocyanes et des tanins dans des vins issus des cépages hybrides, qui sont particulièrement riches en polyphénols. ■

Remerciements

Les auteurs remercient Dr Peyron pour les informations sur la mise au point des conditions de réaction pour l’application de la méthode butanolysé acide aux vins.

Bibliographie

- Antoine M. L., Simon C. & Pizzi A. (2004). UV spectrophotometric method for polyphenolic tannin analysis. *J. Appl. Polym. Sci.* **91** (4): 2729–2732.
- Bate-Smith E. C. (1975). Phytochemistry of proanthocyanidins. *Phytochem.* **14** (4): 1107–1113.
- Bate-Smith E. C. (1973). Haemanalysis of tannins: The concept of relative astringency. *Phytochem.* **12** (4): 907–912.
- Casassa L. F. & Harbertson J. F. (2014). Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* **5** (1): 83–109.
- Cayla L. & Renard R. (2007). Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode ITV standard. *Revue Internet de Viticulture et Œnologie* (20).
- Chira K., Zeng L., Le Floch A., Péchamat L., Jourdes M. & Teissedre P.-L. (2015). Compositional and sensory characterization of grape proanthocyanidins and oak wood ellagitannin. *Tetrahedron* **71** (20): 2999–3006.
- Everette J. D., Bryant Q. M., Green A. M., Abbey Y. A., Wangila G. W. & Walker R. B. (2010). Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin–Ciocalteu reagent. *J. Agr. Food Chem.* **58** (14): 8139–8144.
- Glasbasnia A. & Hofmann T. (2006). Sensory-directed identification of taste-active ellagitannins in American (*Quercus alba* L.) and european oak wood (*Quercus robur* L.) and quantitative analysis in bourbon whiskey and oak-matured red wines. *J. Agr. Food Chem.* **54** (9): 3380–3390.
- Glories Y. (1978). La matière colorante du vin rouge. Doctorat, Université de Bordeaux 2.
- Glories Y. (1984). La couleur des vins rouges. Première partie: les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Connaissance de la Vigne et du Vin* **18** (3): 195–217.
- Hagerman A. E. & Butler L. G. (1978). Protein precipitation method for the quantitative determination of tannins. *J. Agr. Food Chem.* **26** (4): 809–812.
- Harbertson J. F., Picciotto E. A. & Adams D. O. (2003). Measurement of polymeric pigments in grape berry extract and wines using a protein precipitation assay combined with bisulfite bleaching. *Am. J. Enol. Vitic.* **54** (4): 301.
- Harbertson J. F. & Spayd S. (2006). Measuring phenolics in the winery. *Am. J. Enol. Vitic.* **57** (3): 280.

- Hümmel W. & Schreier P. (2008). Analysis of proanthocyanidins. *Mol. Nutr. Food Res.* **52** (12): 1381–1398.
- Jourdes M., Pouységu L., Deffieux D., Teissedre P.-L. & Quideau S. (2013). Hydrolyzable tannins: gallotannins and ellagitannins. *Natural Products: Phytochem., Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes.* K. G. Ramawat & J.-M. Mérillon. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 1975–2010.
- Laborde J. (1910). Etude sur les matières tannoïdes du vin: Matière colorante et œnotanin. *Revue de Viticulture.*
- Llaudy M. C., Canals R., Canals J.-M., Rozés N., Arola L. & Zamora F. (2004). New method for evaluating astringency in red wine. *J. Agr. Food Chem.* **52** (4): 742–746.
- Ma W., Waffo-Teguo P., Jourdes M., Li H. & Teissedre P.-L. (2016). Chemical affinity between tannin size and salivary protein binding abilities: implications for wine astringency. *PLoS ONE* **11** (8): e0161095.
- Marigo G. (1973). «ur une méthode de fractionnement et d'estimation des composés phénoliques chez les végétaux. *Analisis* **2**(2): 106–110.
- Masquelier J., Vitte G. & Ortega M. (1959). Dosage colorimétrique des leucoanthocyanes dans les vins rouges. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* **98**: 145–148.
- Montedoro G. & Fantozzi P. (1974). Dosage des tannins dans les moûts et les vins à l'aide de la méthyl cellulose et évolution d'autres fractions phenoliques. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* **7**: 155–161.
- Nagel C. W. & Glories Y. (1991). Use of a modified dimethylaminocinnamaldehyde reagent for analysis of flavanols. *Am. J. Enol. Vitic.* **42** (4): 364.
- OIV (2021). Codex œnologique international.
- Porter L. J., Hrstich L. N. & Chan B. G. (1985). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.* **25** (1): 223–230.
- Porter L. J., Hrstich L. N. & Chan B. G. (1986). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem.* **25** (1): 223–230.
- Puissant R. & Leon H. (1967). La matière colorante des grains de raisins de certains cépages cultivés en Anjou en 1965. *Ann. Technol. Agric.* **16**: 217–225.
- Ribéreau-Gayon P. & Stonestreet E. (1966). Le dosage des tannins du vin rouge et la détermination de leur structure. *Chim. Anal.* **48**: 188–196.
- Ribéreau Gayon P. & Stonestreet E. (1965). Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim. Fr.* **9**: 2649–2652.
- Rinaldi A., Gambuti A. & Moio L. (2012). Application of the SPI (Saliva Precipitation Index) to the evaluation of red wine astringency. *Food Chem.* **135** (4): 2498–2504.
- Salas E., Guernevé C. L., Fulcrand H., Poncet-Legrand C. & Cheynier V. (2004). Structure determination and colour properties of a new directly linked flavanol-anthocyanin dimer. *Tetrahedron Lett.* **45** (47): 8725–8729.
- Sarneckis C. J., Damberg R. G., Jones P., Mercurio M., Herderich M. J. & Smith P. A. (2006). Quantification of condensed tannins by precipitation with methyl cellulose: development and validation of an optimised tool for grape and wine analysis. *Aust. J. Grape Wine Res.* **12** (1): 39–49.
- Sarni-Manchado P., Cheynier V. & Moutounet M. (1999). Interactions of grape seed tannins with salivary proteins. *J. Agr. Food Chem.* **47** (1): 42–47.
- Slinkard K. & Singleton V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* **28** (1): 49.
- Sun B., Ricardo-da-Silva J. M. & Spranger I. (1998). Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *J. Agr. Food Chem.* **46** (10): 4267–4274.
- Swain T. & Hillis W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. – The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* **10**(1): 63–68.
- Tayeau F., Masquelier J. & Lefèvre G. (1951). Dosage du leucoanthocyanidol de l'arachide. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* **6** (1415): 5–10.
- Vivas N. (2003). Estimation and quantification of wine phenolic compounds. *Bulletin de l'OIV* **76**(865-866): 281–303.
- Vivas N., Glories Y., Lagune L., Cédric S. & Augustin M. (1994). Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnaldéhyde. *ENO One* **28** (4): 319–336.
- Wang Y., Singh A. P., Hurst W. J., Glinski J. A., Koo H. & Vorsa N. (2016). Influence of degree of polymerization and linkage on the quantification of proanthocyanidins using 4-diméthylaminocinnamaldehyde (DMAC) assay. *J. Agr. Food Chem.* **64** (11): 2190–2199.
- Zaffalon P.-L., Dienes-Nagy Á., Nardone D., Vuichard F., Koestel C. & Lorenzini F. (2014). Anthocyanes libres des vins, une analyse pour différencier des cépages suisses. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* **39** (4): 269–280.

Summary ■ Spectroscopic methods allow us to estimate concentrations of polyphenol compounds in red wine without sophisticated equipment.

A considerable number of methods are available, and are based on different physicochemical properties of these molecules. This article aims to clarify the principles of these different methods for determining different families of polyphenols in red wine in order to provide theoretical support to oenological laboratories and private cellar laboratories in their analysis choices.

Key words: polyphenols, red wine, spectrophotometric method

■ **Zusammenfassung** Mit Hilfe von spektroskopischen Methoden kann die Konzentration von Polyphenolen in Rotwein ohne aufwändige Geräte abgeschätzt werden.

Die Zahl der verfügbaren Methoden ist beträchtlich. Sie basieren auf unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften der Moleküle. Ziel dieses Artikels ist es, die Grundlagen dieser Methoden zur Bestimmung verschiedener Polyphenolfamilien in Rotwein aufzuzeigen, um die önologischen Labors und die Labors der privaten Weinkeller bei der Wahl der Analysemethode theoretische Unterstützung zu bieten.

■ **Riassunto** Analizzare i polifenoli del vino rosso con uno spettrofotometro? Cominciamo dall'inizio

I metodi spettroscopici consentono di stimare la quantità di polifenoli nel vino rosso senza apparecchiature sofisticate. Esistono innumerevoli metodi, che si basano sulle diverse proprietà chimico-fisiche di queste molecole. Il presente articolo mira a chiarire i principi di questi diversi metodi per il dosaggio delle varie famiglie di polifenoli del vino rosso al fine di fornire un supporto teorico ai laboratori enologici e a quelli delle cantine private per scegliere i metodi di analisi.

La Réserve climatique: un outil pour optimiser la commercialisation du vin?

Alexandre MONDOUX¹, Bastien CHRISTINET¹, Roxane FENAL¹ et Olivier VIRET²

¹ CHANGINS Haute école de viticulture et œnologie, route de Duillier 50, 1260 Nyon

² Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, avenue de Marcelin 29, 1110 Morges

Renseignements: Alexandre Mondoux, +41 22 363 40 23, e-mail: alexandre.mondoux@changins.ch, www.changins.ch



© Carole Parodi, Agroscope

Introduction

Des réglementations de l'offre vinicole existent dans différents pays. Elles ont pour but d'assurer une stabilité quantitative et qualitative de l'offre face aux aléas climatiques, aux évolutions des modes de consommation et aux variations des marchés. En France, plusieurs régions ont mis en place, entre autres, un système de Réserve interprofessionnelle (Abellan, 2020) qui s'apparente à celui de la Réserve climatique. La Réserve interprofessionnelle est la mise en réserve d'un volume d'une appellation produit dans le cadre du rendement

annuel. Ces volumes sont commercialisables sous l'appellation d'origine protégée sur décision de l'interprofession (en fonction du marché ou d'une demande individuelle d'une exploitation). L'objectif de la Réserve interprofessionnelle est d'améliorer et de stabiliser le marché commun du vin en lissant les volumes commercialisés afin d'éviter de trop grandes variations (INAO, 2018). Cette démarche a également pour but de lisser les prix et de disposer de quantités suffisantes à mettre en marché lors de faibles récoltes (Mondoux et al., 2021a).

En Suisse, les chocs climatiques (fig. 1) qui affectent le vignoble sont de plus en plus récurrents. Pour le canton de Vaud, il est possible de citer la grêle (2013), la sécheresse (2015), le gel (2017) ou les problèmes phytosanitaires (drosophile en 2014 ou mildiou en 2016 et 2021). La vendange 2021 n'est pas épargnée par ces épisodes (gel, mildiou et grêle). Les quotas viticoles, introduits initialement pour des raisons de qualité du raisin, sont fixés au niveau des cantons avec un rendement maximum fédéral pour les vins blancs AOC (appellation d'origine contrôlée) en Suisse romande (1,4 kg/m²). En effet, l'instrument des quotas possède une influence uniquement sur la production. Cette influence est relative, puisque les taux d'atteintes des quotas pour le Chasselas dans le canton de Vaud varient de 2000 à 2018 entre 60% et 95% en fonction des conditions climatiques des millésimes.

Au-delà des quotas viticoles, les vins vaudois, et plus généralement les vins suisses, ne possèdent pas de système de régulation de l'offre vinicole. Lorsque la production de vin baisse en raison d'aléas climatiques, cela impacte négativement les parts de marché des vins suisses. En effet, d'un point de vue statistique, la variation du niveau de récolte permet d'expliquer 37% de la variation des parts de marché des vins suisses (OFAG, 2021). Les parts de marché perdues sont ensuite difficiles à regagner, car elles sont remplacées par des vins étrangers, notamment dans les linéaires de la grande distribution. Le pouvoir explicatif de la récolte

sur les parts de marché semble donc être déterminant et atteste de l'importance de garantir un niveau de disponibilités stable (Mondoux *et al.*, 2021b). De plus, deux déclassements de vins AOC en qualité inférieure ont été financés par la Confédération et les cantons ces dernières années (2013 et 2020). Ces mesures exceptionnelles et coûteuses sont le signe d'un fonctionnement peu efficient du marché des vins suisses.

Le système de Réserve climatique a pour but d'offrir un outil permettant à une interprofession de gérer la commercialisation des vins de l'appellation.

Une Réserve climatique est définie dans cette étude comme la possibilité de récolter une quantité de raisin à l'intérieur du quota cantonal AOC (inférieur ou égal au rendement maximum fédéral pour les AOC) dont la commercialisation en vin serait différée. Chaque année, trois actions sont possibles.

- **Constitution:** sur décision de l'organe compétent, qui donne la possibilité de récolter une certaine quantité dans le but de constituer une Réserve climatique, sur une base régionale et volontaire.
- **Libération:** sur décision de l'organe compétent, libération de tout ou d'une partie de la réserve. Les quantités concernées sont dès lors commercialisables. Le vin libéré répond aux exigences de l'AOC en respectant le rendement fédéral maximal.
- **Dissolution:** la dissolution de la Réserve climatique (vins AOC) qui n'aurait pas été libérée au-delà d'un certain temps (à définir) implique un déclassement des vins dans une catégorie inférieure à l'AOC.

Les quantités totales mises en Réserve climatique cumulées ne doivent pas dépasser un certain seuil (par exemple, la Réserve climatique cumulée ne doit pas dépasser 0,4 kg/m² pour le Chasselas). La réserve fonctionne sur le principe d'un stock roulant, qui consiste à remplacer chaque année le vin en réserve par une quantité identique du nouveau millésime (rafraîchissement). La Réserve climatique pourrait donc être stockée au sein d'une cuve contenant de «l'AOC commercialisable». Le stockage de la Réserve climatique incombe au premier encaveur de la vendange en question dans la région de production.

Résumé

L'introduction d'une Réserve climatique pour le Chasselas vinifié en catégorie AOC offre la possibilité de récolter une quantité de raisin dont la commercialisation en vin serait différée jusqu'à l'autorisation de l'autorité compétente. Selon les simulations effectuées à l'échelle du canton de Vaud (2000–2018), l'augmentation de consommation liée à la libération de la Réserve climatique serait comprise entre 2 et 10 millions de litres par région viticole vaudoise. Sur la période analysée, il est possible d'observer des hausses de chiffres d'affaires pour les régions AOC vaudoises entre 1,2% et 3,3% pour le Chasselas. La Réserve climatique pourrait constituer un système complémentaire à celui des limitations de production (déjà existant), qui ne permet pas d'avoir une influence significative sur les quantités mises sur le marché. Ce nouvel outil peut permettre d'éviter d'adopter des mesures exceptionnelles et coûteuses comme des déclassements (2013–2020), ainsi que de faire face aux aléas climatiques et aux problèmes phytosanitaires.

L'OSMV (Observatoire suisse du marché des vins), centre de compétences en économie viticole basé à Changins, a simulé l'effet potentiel de l'introduction d'une Réserve climatique pour le Chasselas pour une région AOC vaudoise donnée (Mondoux *et al.*, 2021a).

Matériel et méthodes

L'existence d'une Réserve climatique implique qu'elle soit comprise à l'intérieur du quota AOC, tout en respectant le rendement maximum fédéral pour les vins blancs en Suisse romande (1,4 kg/m²). Dans ce mandat, il est fait l'hypothèse que le quota AOC annuel était de 1,4 kg/m² et que la production immédiatement

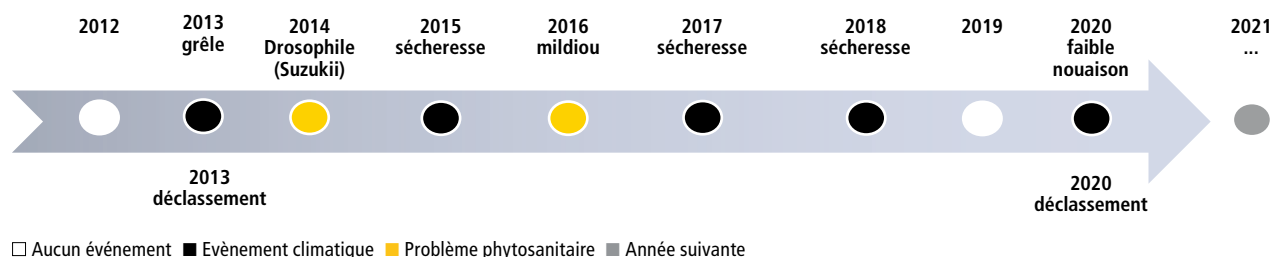


Figure 1 | Chocs climatiques et problèmes phytosanitaires pour la viticulture vaudoise (2012–2020).

commercialisable de Chasselas est inchangée par rapport à la production effective. Chaque année, la production maximale pour la Réserve climatique est égale à 1,4 kg/m² moins le quota AOC réel (en kg/m²). Dans tous les cas, la Réserve climatique ne peut pas dépasser 0,2 kg/m². Pour les années (2000 et 2001) où le quota réel AOC est égal au rendement maximum fédéral (2000 et 2001), on définit que le quota AOC réel était de 1,3 kg/m². Dans ce cas, la production maximale pour la réserve est de 0,1 kg/m². La production AOC effective est inchangée, car inférieure à 1,3 kg/m².

La simulation de l'impact économique d'une Réserve climatique proposée se déroule en quatre étapes.

Etape 1 – Simulation de la consommation année par année

Constitution: si Récolte N > Consommation N.

Lorsque la récolte de l'année N (année en cours) est supérieure à la consommation de l'année N, l'hypothèse retenue est qu'une quantité supplémentaire aurait pu être récoltée pour être mise en réserve. Pour exprimer les quantités en kg/m², un coefficient de 0,8 est utilisé pour obtenir une quantité en litres/m² (correspondant à un taux de pressurage hypothétique d'un maximum de 80%). Ensuite, la production maximale pour la Réserve climatique est multipliée par la surface de Chasselas et par le taux d'atteinte de l'année en question, afin d'obtenir la quantité effectivement mise en réserve. Ceci tout en respectant les hypothèses des maximums de 0,2 kg/m² annuellement et 0,4 kg/m² de manière cumulée. Le taux d'atteinte est calculé en fonction de la surface, de la production et du quota pour le Chasselas de la région en question (DGAV, 2019 a-e).

Libération: si les vins en stock au 31 décembre correspondent à moins de 16 mois de consommation (N < 16), considérés comme optimum pour le marché du Chasselas. Dans ce cas, l'hypothèse retenue est que les stocks sont insuffisants pour satisfaire la demande. Il serait donc pertinent de libérer tout ou une partie de la Réserve climatique.

La consommation potentielle augmente de la quantité égale à la différence de volume entre 17 mois de consommation et le nombre de mois de consommation effectifs (pour autant que les quantités en Réserve climatique soient suffisantes).

Etape 2 – Simulation des occurrences de la consommation

Les années où la consommation augmente grâce à la Réserve climatique, celle-ci a une influence sur la consommation des années suivantes. C'est ce que l'on

appelle «l'occurrence de consommation». L'exemple des linéaires en grande surface permet d'illustrer ce propos, car lors de petites récoltes de vins suisses, les linéaires sont remplacés par des vins étrangers. L'année suivante, il est difficile de reprendre la place occupée l'année précédente par les vins étrangers dans les linéaires. Cela montre l'influence de la consommation en année t sur les années suivantes.

Le vecteur autorégressif (*vector autoregression* – VAR) est utilisé pour estimer l'influence des consommations et productions antérieures sur la consommation actuelle (Angrist & Pischke, 2008; Imbens & Wooldridge, 2009; Mondoux, 2018). Dans une situation sans Réserve climatique, les variations de disponibilités sont uniquement égales à la production (les stocks ne sont donc pas pris en compte selon les hypothèses générales). Dans une situation avec Réserve climatique, les disponibilités sont égales à la production plus la quantité de Réserve climatique libérée (on considère que l'entier des quantités libérées est consommé). La méthode de la régression linéaire OLS (méthode des moindres carrés ordinaires, *ordinary least squares* – OLS en anglais) entre la consommation au temps t sur les consommations passées (t-1, t-2, etc.) ainsi que les productions passées (t-1, t-2, etc.) montre le lien entre ces deux variables et leurs valeurs rétroactives suivantes (Canova & Ciccarelli, 2013):

$$C_t = \beta_{10} + \beta_{11}C_{t-1} + \dots + \beta_{1p}C_{t-p} + \gamma_{11}P_{t-1} + \dots + \gamma_{1p}P_{(t-p)} + \epsilon_{1t}$$

- C_t correspond au logarithme naturel de la consommation du vin analysé en année t, C_{t-1} en année t-1, et ainsi de suite jusqu'à t-p;
- P_t correspond au logarithme naturel de la production du vin analysé en année t, P_{t-1} en année t-1 et ainsi de suite jusqu'à t-p;
- les coefficients β et γ sont estimés dans chaque équation par la méthode de régression linéaire OLS et peuvent être interprétés comme des pourcentages de variation (voir étape 3 pour plus de détails).

Concrètement, toutes les années qui suivent la libération de toute ou d'une partie de la Réserve climatique seront influencées par cette hausse de consommation. La production plus les quantités libérées (et consommées) sont définies comme des disponibilités. Selon les hypothèses de l'analyse, la hausse de consommation potentielle liée aux occurrences est toujours puisée dans les stocks existants.

Dans cette étude, la relation entre les disponibilités antérieures (t-1, t-2, t-3, etc.) et la consommation actuelle (année t) est statistiquement significative uniquement pour les disponibilités t-1 (voir tab. 1). Si la Réserve

climatique est libérée en $t-1$ (cette quantité est considérée comme intégralement consommée), alors la consommation en t sera plus élevée (car l'offre est plus élevée). Pour calculer cette consommation, la différence (en %) de disponibilité en $t-1$ (entre la consommation effective et potentielle) est multipliée par le coefficient de régression (voir tab 1). Puis le résultat est additionné avec la consommation calculée à l'étape 1. Cette quantité représente la hausse de quantités consommées suite à l'influence des occurrences.

Etape 3 – Simulation des prix:

Afin d'estimer l'élasticité-prix (Marks, 2015) pour mesurer l'évolution du prix en grande distribution en fonction de la consommation simulée (tous canaux de distribution confondus), le modèle économétrique suivant se base sur une régression linéaire (méthode OLS) des données en série temporelle (observation d'une variable dans le temps). Cette équation permet d'estimer l'élasticité-prix avec les données de la grande distribution (Mondoux, 2018):

$$\ln(\text{quantité}_t) = \alpha + \beta \ln(\text{prix}_t) + \epsilon_t$$

L'indice t représente la période concernée (mois). α représente une constante, ϵ_t le terme d'erreur. La transformation en logarithme naturel de la quantité de vin [$\ln(Q_t)$] et du prix du vin [$\ln(P_t)$] permet d'obtenir le coefficient β , qui mesure l'élasticité-prix correspondant au pourcentage de variation de quantité (Q) étant donné un pourcentage de variation de prix (P):

$$\beta = \frac{\frac{\partial Q_t}{Q_t}}{\frac{\partial P_t}{P_t}}$$

Etape 4 – Simulation des chiffres d'affaires

Le calcul du chiffre d'affaires potentiel est obtenu en multipliant la consommation estimée (tous canaux de distribution confondus), simulée grâce aux occurrences par l'évolution calculée des prix en grande distribution.

Tableau 1 | Coefficient de régression des productions antérieures sur la consommation (occurrences).

Régression entre productions antérieures et consommation actuelle	Effet disponibilités (t-1) sur consommation (t)	Significativité statistique
Région viticole vaudoise (Chasselas)	32,0%	< 1%

Résultats et discussion

Sur la base des simulations réalisées entre 2000 et 2018, une partie de la récolte aurait pu être mise en réserve les années 2000, 2001, 2007, 2008, 2009, 2011, 2016, 2017 et 2018 (fig. 2). Toutes ces années ont des taux d'atteinte des quotas supérieurs à 72%. La production totale (réelle et RC) est par exemple de 1,31 kg/m² en 2000 (1,22 kg/m² directement commercialisable et 0,09 kg/m² en RC). Les histogrammes jaunes correspondent à la production réelle en kg/m².

Le maximum mis en réserve en 2018 est de l'ordre de 800 000 litres (fig. 3), alors qu'au niveau cumulé, la Réserve atteint un peu plus de 1 800 000 litres en 2011 (fig. 3). La courbe grise correspond aux quantités cumulées stockées comme Réserve climatique, alors que les histogrammes verts représentent les quantités mises en réserve annuellement. Il est intéressant de comparer la taille de cette Réserve climatique pour cette appellation avec le déclassement intervenu en 2012–2013 (1 739 419 litres dans le canton de Vaud). Un constat similaire s'applique avec une Réserve de 1 830 779 litres en 2018 pour cette région et un déclassement total de 1 938 518 litres en 2020 pour les vins vaudois. L'existence d'une Réserve climatique pourrait permettre d'éviter ces mesures exceptionnelles en régulant les quantités mises sur le marché annuellement.

En assurant un volume commercialisé constant, la Réserve climatique permet une augmentation de la consommation de 5% entre 2000 et 2018 (fig. 4). Cet impact positif se déploie en 2005–2006 et entre 2012 et 2016. Etant donné les stocks élevés de 2019 et 2020, des libérations n'auraient pas été pertinentes, mais des constitutions de Réserve climatiques auraient été possibles ces deux années, selon les hypothèses générales. La ligne grise correspond à la tendance de baisse de consommation (-9%) de vin blanc (suisse et étranger) >

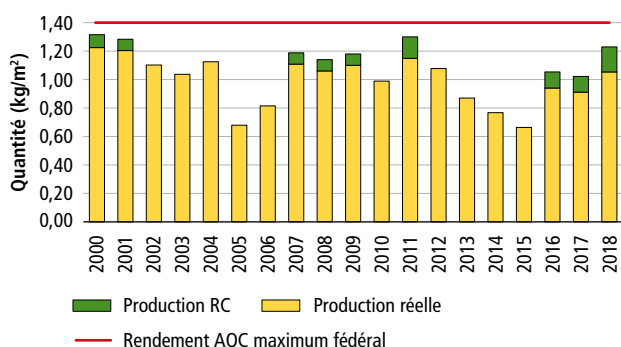


Figure 2 | Production réelle (en moyenne kg/m²) et Réserve climatique (en moyenne kg/m²) d'une région viticole vaudoise pour le Chasselas – Données Canton de Vaud (2000–2018).

en Suisse entre 2000 et 2018. Les histogrammes jaunes représentent la consommation effective des années en question, alors que ceux en bleu représentent la consommation simulée année par année avec la présence d'une Réserve climatique (étape 1). Ceux en noir correspondent à la consommation simulée selon les occurrences (étape 2).

De 2000 à 2018, le prix moyen pondéré est d'environ 15.50 fr./litre, alors que le prix moyen pondéré et simulé est en baisse de -2,0% (fig. 5). Comme l'élasticité-prix est négative, plus la consommation simulée (fig. 4, histogrammes noirs) est grande par rapport à la consommation effective (fig. 4, histogrammes jaunes),

plus le prix simulé (fig. 5, courbe noire) est faible par rapport au prix effectif (fig. 5, courbe jaune).

Sur l'ensemble de la période et selon le résultat des simulations, le chiffre d'affaires augmente par rapport à une situation sans Réserve climatique, mais la tendance reste baissière (fig. 6). Le chiffre d'affaires augmente principalement entre 2005 et 2006 et entre 2012 et 2016.

Selon l'analyse, le système actuel de fixation des quotas de production avant les vendanges n'est pas performant en matière de régulation de l'offre de vins du fait que le taux d'atteinte des quotas est fortement influencé par les conditions climatiques du millésime,

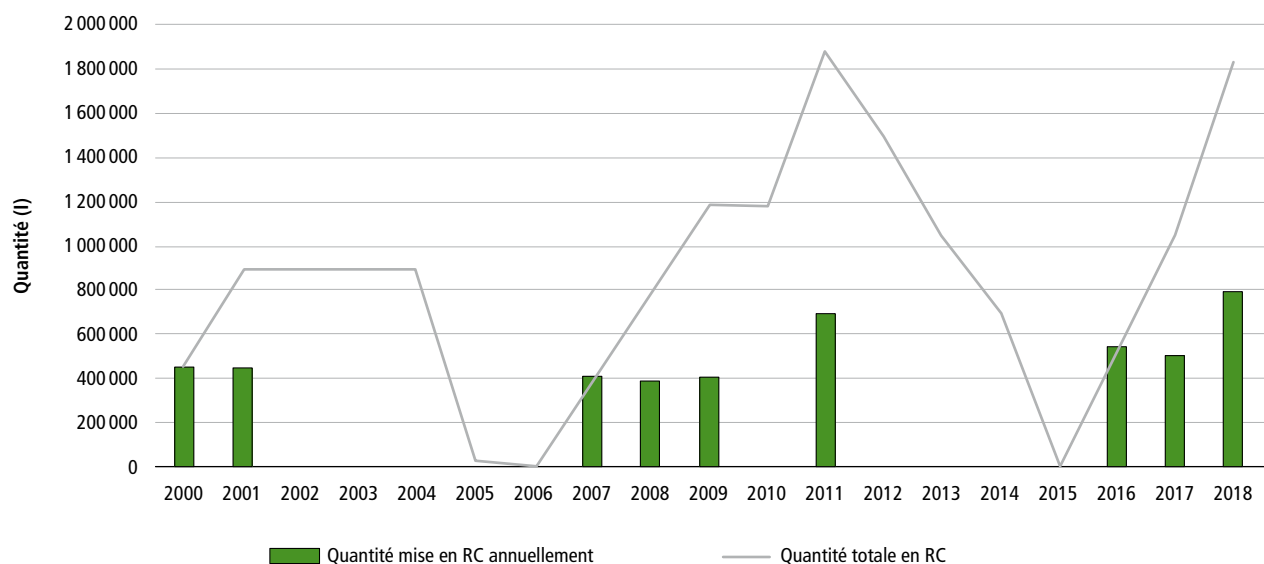


Figure 3 | Evolution des quantités en Réserve climatique d'une région viticole vaudoise pour le Chasselas – Données Canton de Vaud (2000–2018).

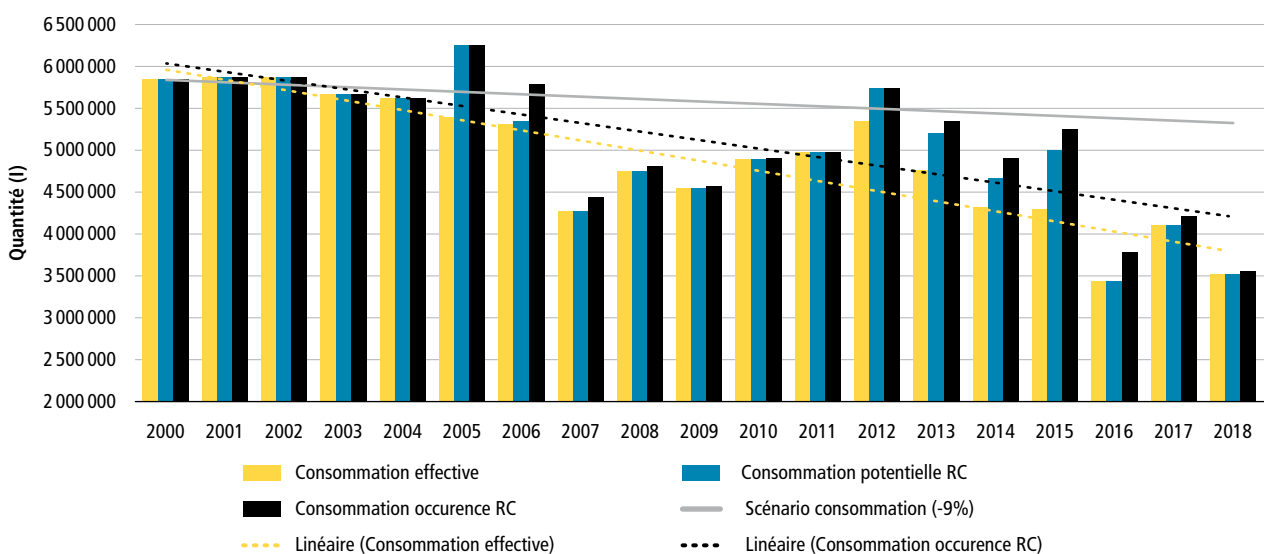


Figure 4 | Simulation de la consommation avec Réserve climatique (en noir) ou sans (en jaune) tous canaux de distribution confondus d'une région viticole vaudoise pour le Chasselas – Données Canton de Vaud (2000–2018).

en particulier les risques de gel, la coulure et le millerandage, la grêle ou la sécheresse. A titre d'exemple, le poids des baies de Chasselas peut varier de 2,7 à 3,7g en fonction des conditions climatiques et influence considérablement le taux d'atteinte des quotas (Viret *et al.*, 2020). La simulation économique de l'introduction d'une Réserve climatique montre qu'il aurait été préférable d'agir en amont en mettant une partie des volumes AOC en réserve plutôt que de les déclasser à grand frais pour l'Etat dans une catégorie inférieure.

Il est possible de citer deux caractéristiques du marché suisse des vins qui rappellent la difficulté à intégrer une solution commune de gestion de l'offre. La pre-

mière est la concurrence monopolistique caractéristique du monde viticole, qui réduit l'impact d'une solution globale puisque les produits sont très différenciés. La deuxième est la fragmentation du marché des vins suisses (six régions viticoles et 63 AOC pour 15000 ha) et une production différenciée en termes de cépages. Cette fragmentation rend difficile la reconnaissance d'une identité claire des vins suisses sur le marché par rapport aux vins étrangers. Cette identité est également affaiblie par la possibilité de coupage et assemblage. Cela justifie donc l'approche (utilisée dans ce mandat) de simulation d'impact par région pour un seul cépage.

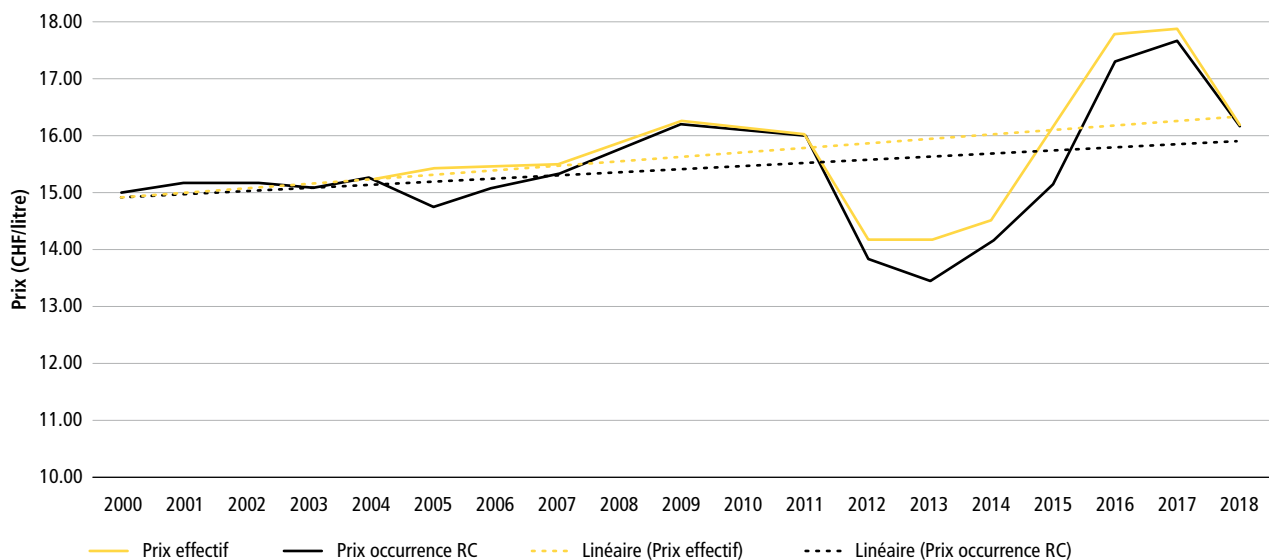


Figure 5 | Simulation des prix avec Réserve climatique (en noir) ou sans (en jaune) en grande distribution d'une région viticole vaudoise pour le Chasselas – Données de vente panel Nielsen (2012–2018), IPC (2000–2011), Canton de Vaud (2000–2018).

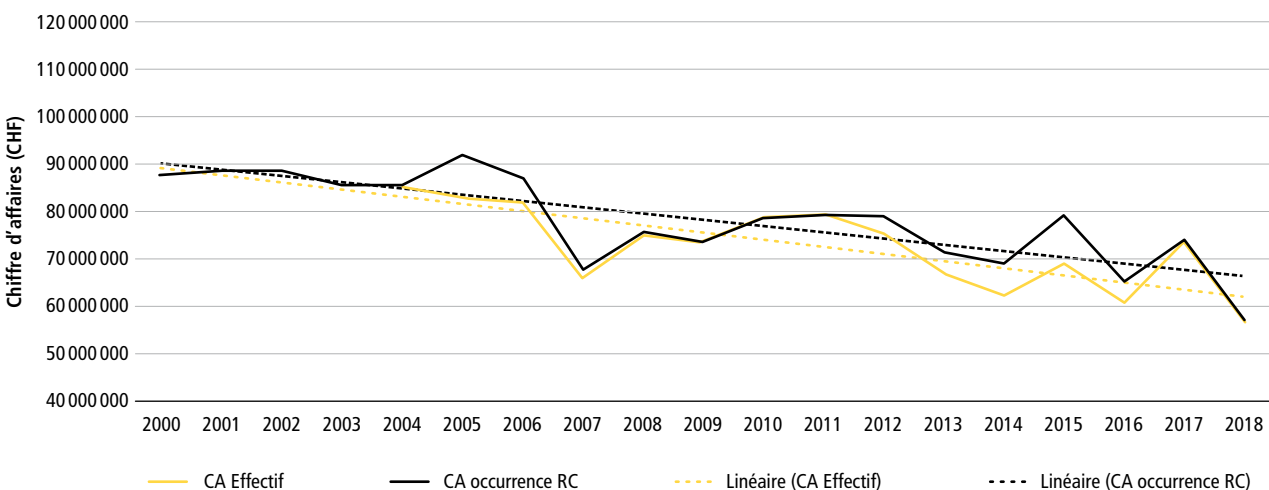


Figure 6 | Simulation du chiffre d'affaires avec Réserve climatique (en noir) ou sans (en jaune) d'une région viticole vaudoise pour le Chasselas – Données de vente panel Nielsen (2012–2018), IPC (2000–2011), Canton de Vaud (2000–2018).

Une solution possible pour implémenter une Réserve climatique serait sa gestion par les interprofessions régionales. Elles pourraient le faire sur la base du droit privé, qui régirait les droits et obligations de ses membres.

La Réserve climatique pourrait constituer un système complémentaire à celui des quotas déjà existant. Cela permettrait de définir un quota fixe, à l'intérieur duquel un quota «Réserve climatique» serait adapté chaque année. En effet, les analyses de l'OSMV démontrent que l'effet du quota actuel, variable annuellement, n'a pas une influence significative sur le chiffre d'affaires de la branche par rapport à une situation de quota fixe. Une solution pourrait être un quota fixe pour la production, ainsi qu'un quota variable lié à la commercialisation (Réserve climatique). Cet outil devrait permettre de gérer l'offre viticole en amont afin d'éviter de prendre des mesures palliatives et coûteuses comme les déclassements.

Conclusions

- Les déclassements de vin AOC en 2013 et 2020 sont le signe que le fonctionnement du marché des vins suisses pourrait être amélioré.
- L'instrument des quotas (fixes ou variables) ne permet pas d'avoir une influence significative sur les quantités produites.
- L'augmentation de la consommation potentielle avec une Réserve climatique s'élève entre 2 et 10 millions de litres de Chasselas vinifié en catégorie AOC par région vaudoise sur la période 2000–2018.
- Selon la simulation réalisée, l'augmentation du chiffre d'affaires pour la filière viticole vaudoise sur la période 2000–2018 se situe entre +1,2% et +3,3%. ■

Remerciements

Cette étude a vu le jour dans le cadre d'un mandat financé par la Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV, Etat de Vaud), dont la réalisation a été confiée à l'Observatoire suisse du marché des vins (OSMV) de CHANGINS Haute école de viticulture et œnologie. L'équipe de l'OSMV remercie chaleureusement l'Etat de Vaud pour la confiance.

Bibliographie

- Abellan A., 2020. Réserve interprofessionnelle pour réduire le surstock de Bordeaux. *Vitisphère et La Vigne*, 16.07.2020, www.vitisphere.com (consulté le 11.05.2021).
- Angrist J. D. & Pischke J.-S., 2008. Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion. *Princeton University Press* 52, 503-504.
- Canova F. & Ciccarelli M., 2013. Panel Vector Autoregressive Models: A Survey. *Working Paper Series* 1507, European Central Bank.
- Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 2019a. Contrôle officiel de la vendange (2008–2018).
- Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 2019b. Registre cantonal des vignes (2008–2018).
- Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 2019c. Etat des stocks au 31.12 – Exploitation des données (2012–2019).
- Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 2019d. Contrôle officiel de la vendange (2012–2019).
- Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires (DGAV), 2019e. Quantités de production maximales de raisins (2000-2019).
- Imbens G. W. & Wooldridge J. M., 2009. Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature* 47, 5–86.
- Institut National de l'Origine et de la Qualité (INAO), 2018. *Le Volume complémentaire individuel (VCI)*, guide explicatif, novembre 2018.
- Marks D., 2015. *Wine and Economics: Transacting the Elixir of Life*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Mondoux A., Christinet B. & Fenal R., 2021a. Rapport intermédiaire Mandat Canton de Vaud/OSMV: Quotas de production, Réserve climatique et AOP/IGP viticoles. Observatoire suisse du marché des vins (OSMV), CHANGINS Haute école de viticulture et œnologie.
- Mondoux A., Christinet B. & Fenal R., 2021b. Rapport Marché suisse des vins (année 2020). Observatoire suisse du marché des vins (OSMV), CHANGINS Haute école de viticulture et œnologie, Swiss wine promotion.
- Mondoux A., 2018. *Four Essays in Wine Economics: An Empirical Approach with Swiss Panel Data*, KOF Swiss Economic Institute, KOF Dissertation Series, ETH Zurich.
- Office fédéral de l'agriculture (OFAG), 2021. L'année viticole 2020, statistiques vitivinicoles.
- Viret O., Spring J.-L. & Zufferey V., 2020. Chaleur printanière, été indien et crise sanitaire ont marqué l'année viticole 2020. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 52(6): 362–373.

Summary ■ **The Climate Reserve: a tool to optimize wine commercialization?**

The introduction of a Climate Reserve for Chasselas vinified in AOC category implies the possibility of harvesting a quantity of grapes whose commercialization in wine would be delayed, until it is approved by the relevant authority. According to simulations carried out at the level of the canton of Vaud (2000–2018), the increase in consumption linked to the release of the Climate Reserve would be between 2 and 10 million liters per Vaud wine region. Over the period analyzed, it is possible to observe a turnover increase for the AOC Vaud wine regions between 1,2% and 3,3% for Chasselas. The Climate Reserve could be a complementary system to the existing production quotas, which do not have a significant influence on the quantities sold. This new tool could make it possible to avoid adopting exceptional and costly measures such as (wine) downgrading (2013–2020), to deal with climatic hazards and plant health problems.

Key words: Wine economics, wine commercialization, economic simulation, regression analysis, market share

Zusammenfassung ■ **Die Klimareserve: ein Instrument zur Optimierung der Weinvermarktung?**

Die Einführung einer Klimareserve für die Chasselas vinifiziert in der AOC Kategorie ermöglicht es, eine bestimmte Menge an Trauben zu ernten, die später als Wein vermarktet wird. Der Verkauf wäre bis zur Genehmigung der zuständigen Behörde untersagt. Gemäss den durchgeführten Simulationen würde der Anstieg des Konsums im Zusammenhang mit der Freigabe der Klimareserve zwischen 2 und 10 Millionen Liter pro Waadtländer Weinregion betragen (2000–2018). Während des untersuchten Zeitraums konnte für die Chasselas ein Umsatzanstieg für die Waadtländer AOC Regionen zwischen 1,2% und 3,3% festgestellt werden. Die Klimareserve könnte ein ergänzendes System zu den (bereits bestehenden) Produktionsbeschränkungen sein. Diese aktuelle Regelung hat keinen wesentlichen Einfluss auf die in den Handel gebrachten Mengen. Mit dem neuen Instrument könnten aussergewöhnliche und teure Massnahmen wie die Herabstufung von Wein (2013–2020) vermeiden werden. Sie ermöglicht auch die Berücksichtigung klimatischer Risiken und pflanzenhygienischer Probleme.

Riassunto ■ **La Riserva climatica: uno strumento per ottimizzare la commercializzazione del vino?**

L'introduzione di una Riserva climatica per il Chasselas vinificato in categoria AOC offre la possibilità di raccogliere un quantitativo di uve la cui commercializzazione in vino sarebbe differita, fino all'autorizzazione dell'autorità competente. Secondo le simulazioni effettuate a livello del canton Vaud (2000–2018), l'aumento dei consumi legato alla liberazione della Riserva climatica sarebbe compreso tra 2 e 10 milioni di litri per regione vinicola vodese. Nel periodo analizzato si possono osservare degli aumenti di cifre d'affari per le regioni vodesi AOC tra l'1,2% e il 3,3% per il Chasselas. La Riserva climatica potrebbe costituire un sistema complementare a quello dei limiti di produzione (già esistente) che non consente di influenzare in modo significativo sui quantitativi immessi sul mercato. Questo nuovo strumento offre la possibilità di evitare l'adozione di misure eccezionali e costose come il declassamento (2013–2020), di far fronte ai rischi climatici e ai problemi fitosanitari.



DUPENLOUP SA

FABRIQUE DE POMPES
MAISON FONDÉE EN 1888



1219 Le Lignon (GE) 022 796 77 66 contact@dupenloup.ch

Pompes Smile, raccords, armatures de cuves et accessoires inox

Retrouvez-nous à Agrovina sur 180 m2 (Stand 2307)



OENO PÔLE
Au service de la qualité



1183 Bursins 078 716 40 00 info@oeno-pole.ch

Et bien plus sur: www.oeno-pole.ch

**AUER REBEN
VIGNES
VITIS**



Cépages de cuve traditionnels, résistants et raisins de table.

Porte-greffes de 34, 42, 50 cm et plants hautes tiges.

Agrovina du 25 au 27 janvier 2022
Visitez-nous au stand No 2211.



Auer Reben GmbH | Lisiloostrasse 55 | 8215 Hallau
+41 52 681 26 27 | auer@rebschulen.ch | rebschulen.ch

**Nos barriques de
Tonnellerie Quintessence**



en vente chez
www.baldinger.biz

Baldinger
seit 1951

JEAN-PAUL GAUD SA
BOUCHON OENOTECHNIQUE



www.gaud-bouchons.com

rue Antoine-Jolivet 7
CP 1212 - 1211 Genève 26
0041 22 343 79 42

+ QUALITÉ SUISSE DEPUIS 1937



GIGANDET SA

Votre spécialiste
BUCHER
vaslin**VENTE - SERVICE - RÉPARATION - RÉVISION**

Notre expérience dans vos projets sur mesure

Réception vendange**Pressoir****Filtre tangential****Oenopompe®****ADRESSES GÉNÉRALES**

Gigandet SA Succursale de la Côte
Les Jaccolats 1 1166 Perroy
1853 Yvorne

POUR NOUS CONTACTER

info@gigandetsa.ch
+41 (0)24 466 13 83

POUR PLUS D'INFORMATION

www.gigandetsa.ch



CERCLE
DES AGRICULTEURS
DE GENÈVE ET ENVIRONS

**SÉCATEUR ELECTROCOUP F3015****INFACO**

Contact:
Nicolas Longey,
mobile 079 136 54 22

www.cage.ch



Pépinières
viticoles

Pierre Richard
Route de l'Etraz 4
1185 Mont-sur-Rolle
Tél. 021 825 40 33
Fax 021 826 05 06
Natel 079 632 51 69
pepiniere.richard@hispeed.ch

www.pepiniere-richard.ch

- Grand choix de cépages.
- Divers clones et portes-greffes.
- Production de plants en pots et traditionnels.
- Machine pilotée par GPS, pose la barbe et le tuteur.
- Fournitures: Tuteurs et Piquets.




Bilan de l'année viticole 2021: printemps frais, gel, pluies diluviennes, mildiou, grêle, vendanges de qualité en faible quantité

Olivier VIRET¹, Jean-Laurent SPRING² et Vivian ZUFFEREY²

¹ Direction générale de l'agriculture, de la viticulture et des affaires vétérinaires, 1110 Morges, Suisse

² Agroscope, 1009 Pully, Suisse







Les aléas climatiques du millésime 2021 viennent renforcer la crise vitivinicole qui s'est installée en 2020, suite de la pandémie, marquée par le déclassement de 7,5 millions de litres de vins suisses AOC en vin de table. Après un printemps tendanciellement dans la norme, le gel du 7 au 9 avril, suivi par une semaine de froid, a non seulement induit des dégâts, mais a freiné le développement de la vigne, qui a fleuri dans la deuxième quinzaine de juin. Les précipitations estivales parfois diluviennes combinées aux températures douces ont conduit à une explosion du mildiou dans tout le pays, provoquant d'importantes pertes économiques. Dans la plupart des régions, la maturation a été lente, mais favorisée par un mois de temps sec à partir de mi-août, suivi jusqu'aux vendanges de pluies intermittentes. Les populations de la mouche du cerisier (*Drosophila suzukii*) sont remontées en septembre, tout en gardant les dégâts très limités. Les vendanges ont débuté les derniers jours de septembre pour s'étendre jusqu'à mi-octobre, avec une excellente qualité de raisin, mais des rendements nettement inférieurs à la moyenne.

Développement de la vigne (tab. 1)

Débourrement

La vigne a débourré entre le début et la mi-avril, dans la norme, en raison des conditions douces et sèches du mois de mars. Dans les situations précoces de Lavaux et du Chablais, et surtout en Valais sur les cépages au débourrement précoce comme le Cornalin et l'Arvine, les jeunes pampres aux feuilles étalées ont subi de plein fouet le gel des 7, 8 et 9 avril, qui a localement détruit les pousses les plus développées et certains bourgeons au stade de pointe verte (fig. 1). Ce gel par advection (arrivée massive d'air polaire sur une très large étendue) a touché l'ensemble des vignobles septentrionaux et jusqu'aux côtes méditerranéennes. Les dégâts ont été très variables, allant de la destruction pratiquement totale des pousses du Cornalin et de l'Arvine en Valais, alors que le bassin lémanique a été généralement épargné, du fait que les premières feuilles étaient encore dans le coton. Ce premier épisode de gel a été suivi à mi-avril par des conditions de gel par rayonnement plus variable, et renforcé par des humidités relatives de l'air très basses, dues à la bise.

Tableau 1 | Dates des principaux stades phénologiques à Pully et à Leytron en 2021 et sondages moyens du Chasselas le 20 septembre, comparés aux données moyennes des observations à long terme à Pully (depuis 1925 pour la phénologie et 1933 pour les sondages).

Stades de développement	2021 Leytron (VS)	2021 Pully (VD)	Moyenne 1925–2020 Pully	Différence par rapport à la moyenne (Pully)
 Pointe verte (09)	5 avril	7 avril	13 avril	-6 jours
 Début de floraison (61)	14 juin	16 juin	15 juin	+1 jour
 Fin de floraison (67-69)	21 juin	25 juin	28 juin	-3 jours
 Début de véraison (81)	9 août	14 août	12 août	+2 jours
 Vendanges (89)	6 octobre	6 octobre	7 octobre	-1 jour
 Sondage moyen 20 septembre	75°Oe	70,2°Oe	70°Oe	+0,2°Oe

La sensibilité de la vigne aux températures négatives varie très fortement en fonction du stade de développement des bourgeons. Alors que les bourgeons dormants résistent à des températures de -15 à -20°C, les bourgeons dans le coton (stade B, BBCH 05) supportent -3,5 à -6°C, la pointe verte (stade C, BBCH 09) de -2 à -3°C, la sortie des feuilles (stade D, BBCH 10) de -1,5 à -2°C et la première feuille étalée (stade D-E, BBCH 11) de -0,5 à -1,5°C.

Floraison

Le mois de mai a été particulièrement frais, de 2,3°C en-dessous de la norme à Pully et de 2,6°C à Sion. Dans ces conditions, le développement de la vigne a été lent,

laissant apparaître les premières fleurs ouvertes autour de la mi-juin, dans la norme (tab. 1). La floraison s'est étendue sur dix à douze jours dans des conditions humides et chaudes, extrêmement favorables au mildiou. La nouaison du Chasselas n'a été localement que partielle, favorisant la coulure et le millerandage.

Développement de la haie foliaire

Le développement de la haie foliaire a suivi une courbe habituelle en forme de S, avec une phase exponentielle particulièrement importante autour de la floraison (fig. 2). Après la période de froid du mois de mai, la croissance a été très rapide, avec un record absolu de six feuilles principales néoformées en sept jours à Pully, entre le 12 et le 19 juin, alors qu'en moyenne deux à trois feuilles sont formées par semaine dans les phases exponentielles des années normales. A titre de comparaison, en 2020, à la même période de mi-juin, la nouaison était atteinte et une seule nouvelle feuille principale s'était développée en l'espace d'une semaine (fig. 2). Dans ces conditions, en plus de la présence en 2021 de très nombreux foyers initiaux de mildiou, chaque feuille nouvellement développée devait être protégée par un fongicide, impliquant momentanément des intervalles de traitements inférieurs aux durées habituelles de 8–10 jours, respectivement de 10–12 jours pour les fongicides de contact et pénétrants. De surcroît, toutes lacunes dans la qualité de l'application des matières actives laissaient au mildiou le champ libre, occasionnant des dégâts économiques considérables. Cette croissance végétative effrénée a également ren-



Figure 1 | Le gel du 7 au 9 avril a localement détruit les jeunes pousses développées, en touchant particulièrement les cépages au débourrement précoce en Valais.

du difficiles les travaux de la feuille (palissage, effeuillage), qui n'ont pas toujours pu être réalisés à temps.

Véraison

Le mois de juillet frais et l'excès constant de précipitations ont momentanément ralenti le développement végétatif, sous une pression constante du mildiou. A Pully, le Chasselas a atteint la véraison à mi-août, et à Leytron le 9 août (tab. 1), parfaitement dans la moyenne de la longue série d'observations (1925–2020), ce qui n'avait plus été vu depuis 2013.

Le poids des baies a progressivement augmenté pour se fixer autour de 3 g (moyenne du Chasselas dans le canton de Vaud: 2,9 g le 4 octobre; en Valais: 3,3 g à

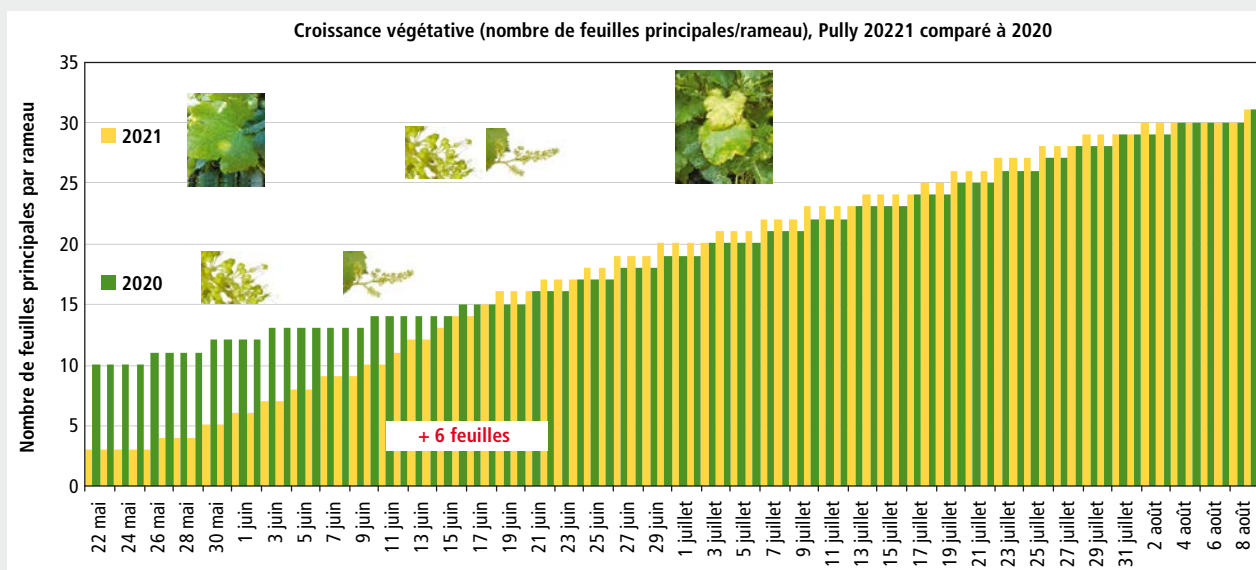


Figure 2 | Développement végétatif de la vigne en 2021, comparé à 2020, de fin mai à début août. En 2020, la croissance a été progressive, avec une feuille principale durant la floraison, alors qu'en 2021, six nouvelles feuilles se sont développées durant une semaine au moment de la floraison, entre le 12 et le 19 juin.

fin septembre), soit dans la moyenne des vingt dernières années pour le bassin lémanique et supérieur à la moyenne en Valais (fig. 3). Toute estimation de rendement ne pouvait être qu'aléatoire en fonction des multiples aléas climatiques. Toutefois, dans l'ensemble de la Suisse, la récolte 2021 est significativement inférieure aux quotas de production.

Maturation

Après un mois de temps chaud et sec, le 20 septembre, les baies de Chasselas atteignaient 70°Oe à Pully (fig. 4) et 75°Oe à Leytron (VS), correspondant aux valeurs moyennes à long terme. A mi-septembre, seuls quelques symptômes de stress hydrique se sont manifestés dans les sols superficiels du pied du Jura, dans certaines situations à Lavaux et dans de très rares situations en Valais, avec le jaunissement des feuilles de la zone des grappes. La fin de la période de maturation dès le 20 septembre s'est déroulée généralement dans de bonnes conditions.

Vendanges

Les vendanges ont débuté les derniers jours de septembre avec le Pinot noir et le Gamay et se sont prolongées jusqu'à mi-octobre par un temps frais et ensoleillé.

Composition des moûts

Sucre, acides, azote assimilable par les levures

Dans les conditions humides du millésime 2021, les teneurs des raisins en acides malique et tartrique sont restées dans la norme et les taux de sucre ont atteint des valeurs entre 75 et plus de 80°Oe pour le Chasselas et entre 85° et plus de 90°Oe pour les rouges, avec des taux d'azote assimilable par les levures particulièrement élevés, caractéristiques des millésimes bien arrosés (fig. 5). L'assimilation de l'azote par la vigne, lorsque celui-ci est disponible, est favorisée par une alimentation hydrique peu limitante, ce qui a été le cas en 2021 durant toute la période de végétation. La teneur en azote du moût du Chasselas, exprimée en mg/l d'azote assimilable ou par l'indice de formol (IF = N assimilable en mg/l divisé par 14,806), a été généralement au-dessus des valeurs critiques de 140-150mg/l (IF 9,5-10), assurant des cinétiques fermentaires rapides et des vins expressifs.

Conditions climatiques

Températures

2021 se caractérise par des températures très variables et oscillantes, particulièrement durant le printemps

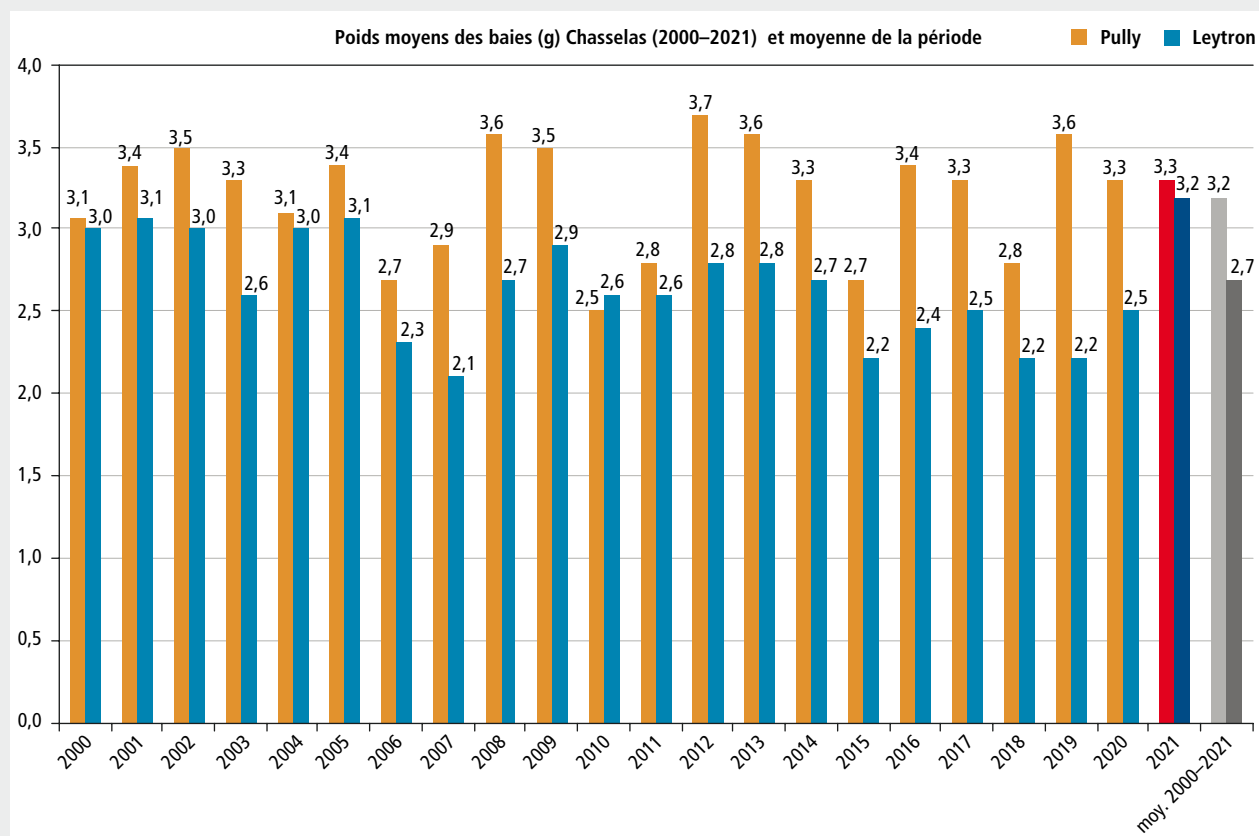


Figure 3 | Poids moyen des baies de Chasselas à Pully (VD) et à Leytron (VS) de 2000 à 2021 et valeur moyenne pour la période.

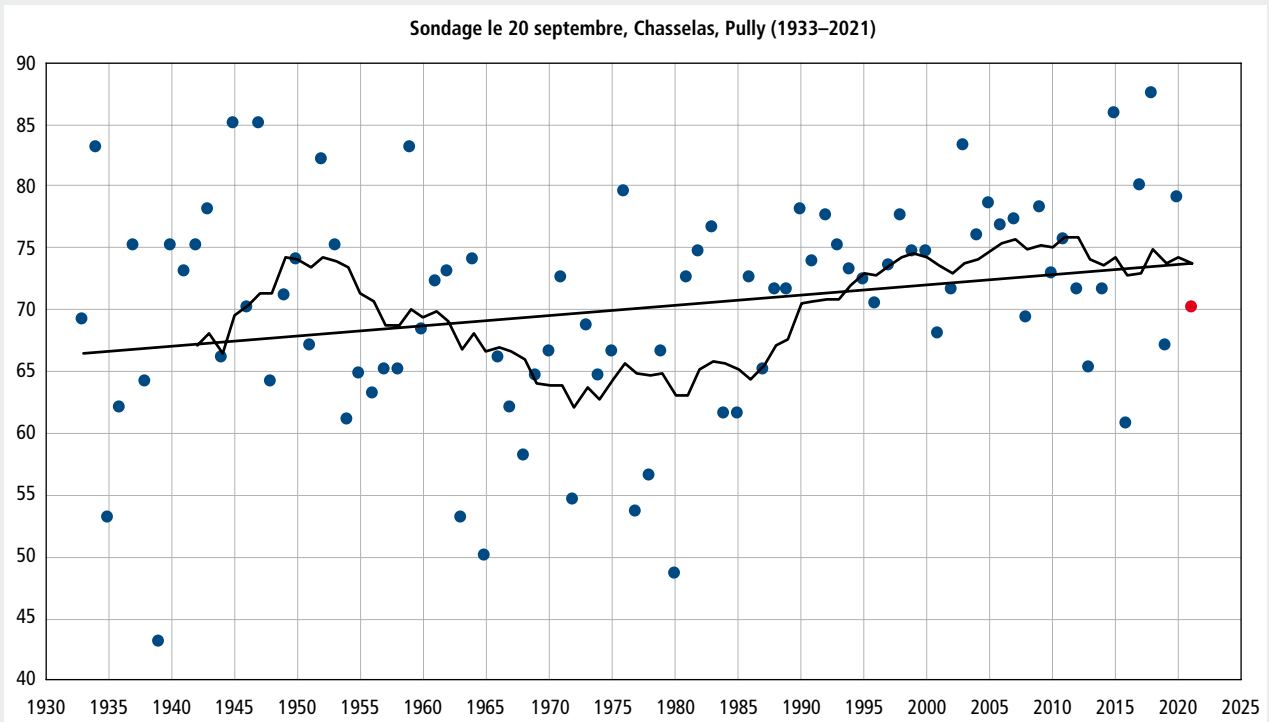


Figure 4 | Sondage du Chasselas à Pully (domaine du Caudoz, Agroscope) le 20 septembre de 1933 à 2021, moyenne mobile de dix ans et courbe de tendance.

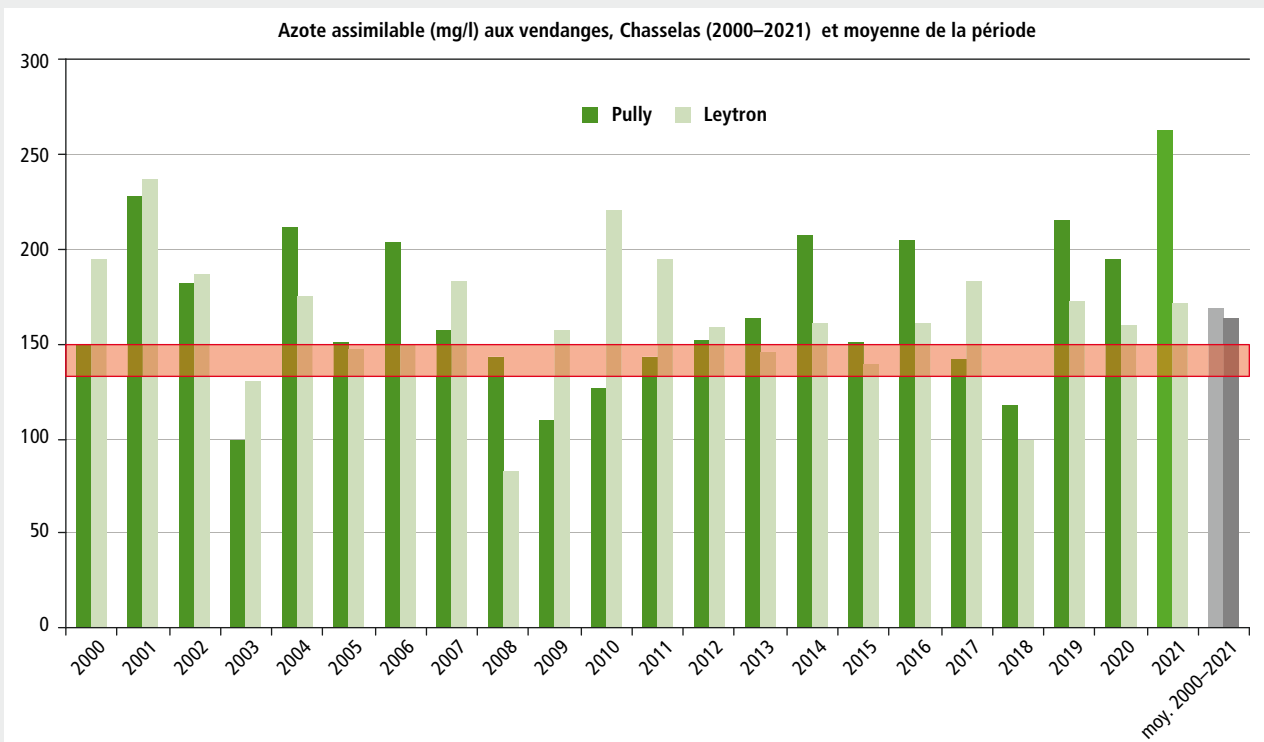


Figure 5 | Suivi de l'azote assimilable du moût de Chasselas au moment des vendanges de 2000 à 2021 à Pully et à Leytron. La zone en orange indique le seuil critique de 140-150 mg/l.

et l'été. De manière générale, dans le bassin lémanique et en Valais, elles ont été en dessous de la norme en avril, mai, juillet et août. Seuls les mois de février, juin, septembre et octobre ont été au-dessus de la norme (fig. 6). Le gel des 7, 8 et 9 avril et la semaine de bise du 12 au 16 qui a suivi ont localement mis à mal les bourgeons en plein débourrement, et partiellement détruit les jeunes pampres déjà développés.

Les 45 jours estivaux (températures maximales journalières >25°C) enregistrés en 2021 dans le bassin lémanique sont nettement inférieurs aux valeurs des six dernières années. Il en va de même pour le nombre de jours tropicaux (températures maximales journalières >30°C), avec 3 jours en 2021, comparés à 33 jours

en 2003. En Valais (Sion), la tendance est la même, avec 67 jours estivaux et 12 jours tropicaux, des valeurs proches de la norme de 1981–2010 (fig. 7).

Précipitations

L'été 2021 restera dans les mémoires pour son été extrêmement pluvieux, qui a compliqué les travaux de la vigne. Le profil des précipitations dans le bassin lémanique et en Valais (fig. 8) a été très sec de février à avril, avec des gazons qui brunissaient. Ont suivi trois mois et demi diluviaux dans toute l'Europe septentrionale. En mai, juin, juillet et jusqu'à mi-août, des précipitations records sont tombées en Suisse, à quelques reprises accompagnées de grêle. La pluviométrie durant la pé-

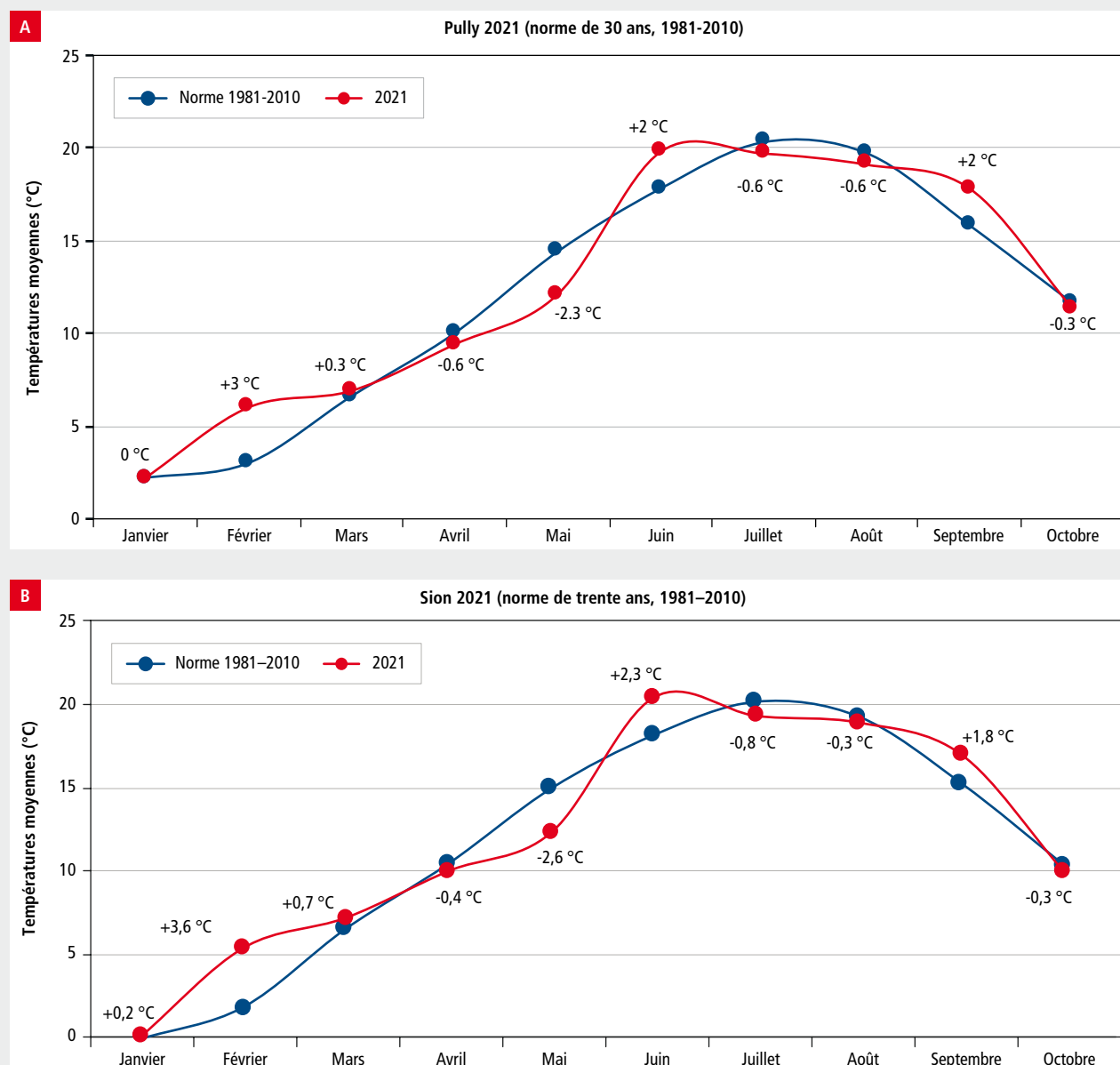


Figure 6 | Températures moyennes mensuelles de janvier à fin octobre 2021 à Pully (A) et à Sion (B), comparées à la norme de trente ans (1981–2010).

riode de végétation de mai à septembre a atteint les valeurs impressionnantes de 747 mm à Pully et 376 mm à Sion. A Pully, la norme des précipitations mensuelles a été dépassée de respectivement 40,9% en mai, 62,1% en juin et 195,5% en juillet. Le mois de septembre a été arrosé dans la norme en Valais, alors qu'il est resté plus sec que la norme à Pully, permettant d'assurer une bonne maturation des raisins.

Grêle

La grêle a été dévastatrice en 2021 dans tout le pays, avec une fréquence et une intensité d'événements ex-

ceptionnels qui ont causé des dégâts qui se chiffrent en centaines de millions de francs. Le vignoble vaudois a été touché de manière variable, le 28 juin dans la région de Chardonne, le 12 juillet à Cully, à Riex et à Aigle. L'événement le plus fatal a été enregistré le 24 juillet à Concise, avec 100% de dégât sur près de 50 hectares.

Aperçu mensuel des données climatiques

Janvier

- Hivernal et glacial avec de fortes chutes de neige jusqu'en plaine à dans l'est et le sud du pays, pluvieux et plus doux dans l'ouest.

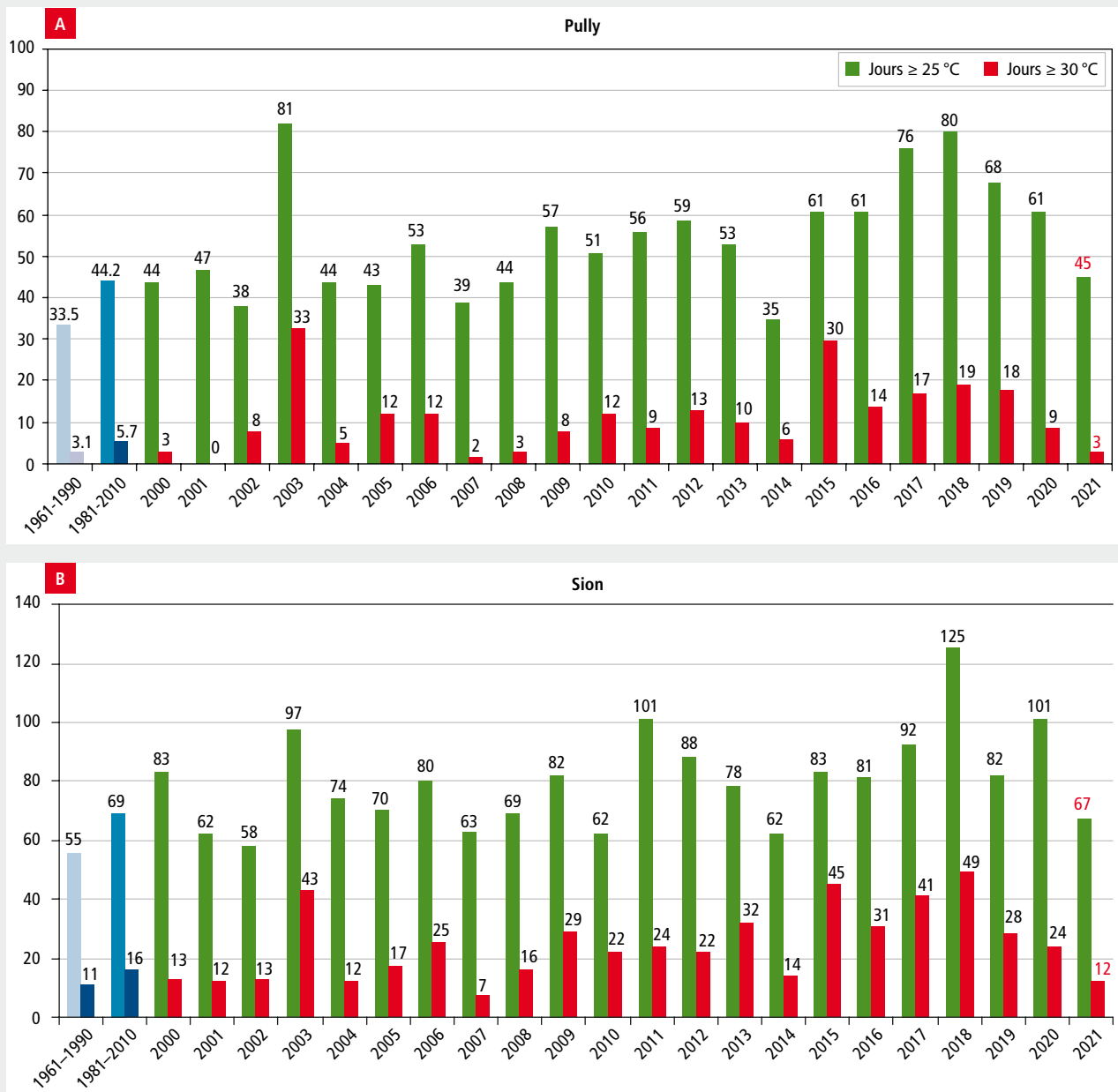


Figure 7 | Nombre de jours estivaux (T. max. > 25°C) et tropicaux (T. max. > 30°C) de 2000 à 2021 à Pully (A) et à Sion (B), comparé aux moyennes de trente ans (1961-1990 et 1981-2010).

Février

- Analogue à 2020, très doux (+4°C à Sion) par des courants dominants du sud-ouest et copieusement arrosé dans le sud des Alpes, relativement sec dans le reste du pays.
- Abondante poussière de sable saharien dans l'air les 5 et 6 et du 22 au 24.

Mars

- Doux avec des températures plus ou moins dans la norme.
- Retour de froid la deuxième quinzaine du mois, pluviométrie dans la norme dans le bassin lémanique et inférieure à la norme en Valais.

Avril

- Gel les 7, 8, 9, froid et particulièrement sec provoquant de très importants dégâts en Valais (vigne, abricotiers) et conséquences plus nuancées dans le reste du pays.

Mai

- Température nettement en dessous de la norme.
- Pluies continues et grisaille.
- Développement de la vigne pratiquement bloqué au stade BBCH 13-15 durant près de trois semaines, avec des feuillages verts pâle, jaunâtres.

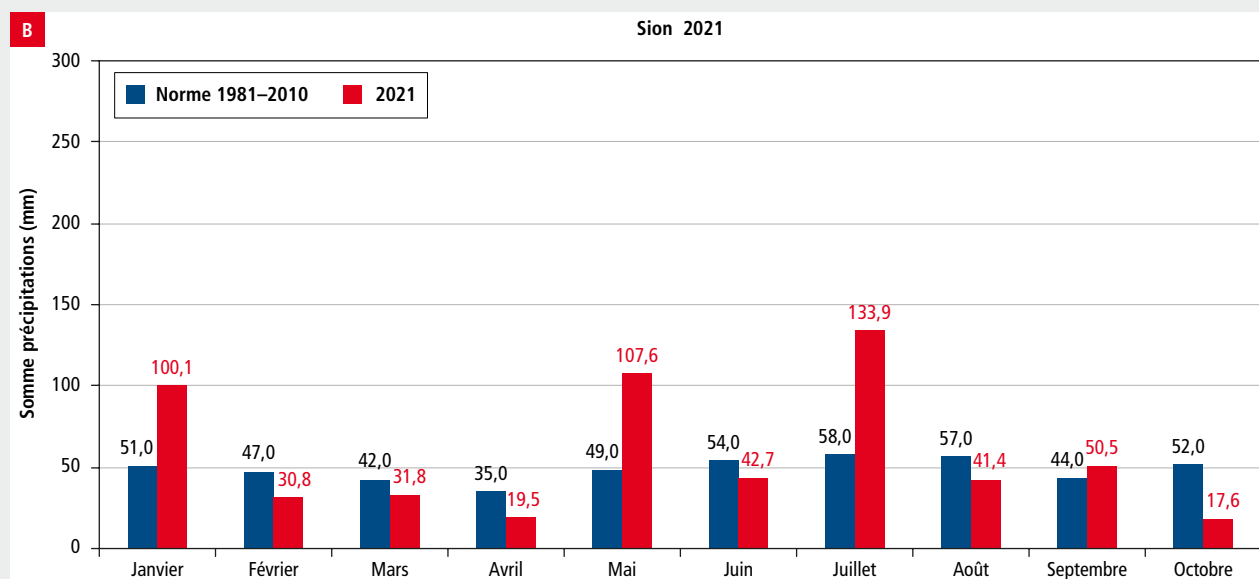
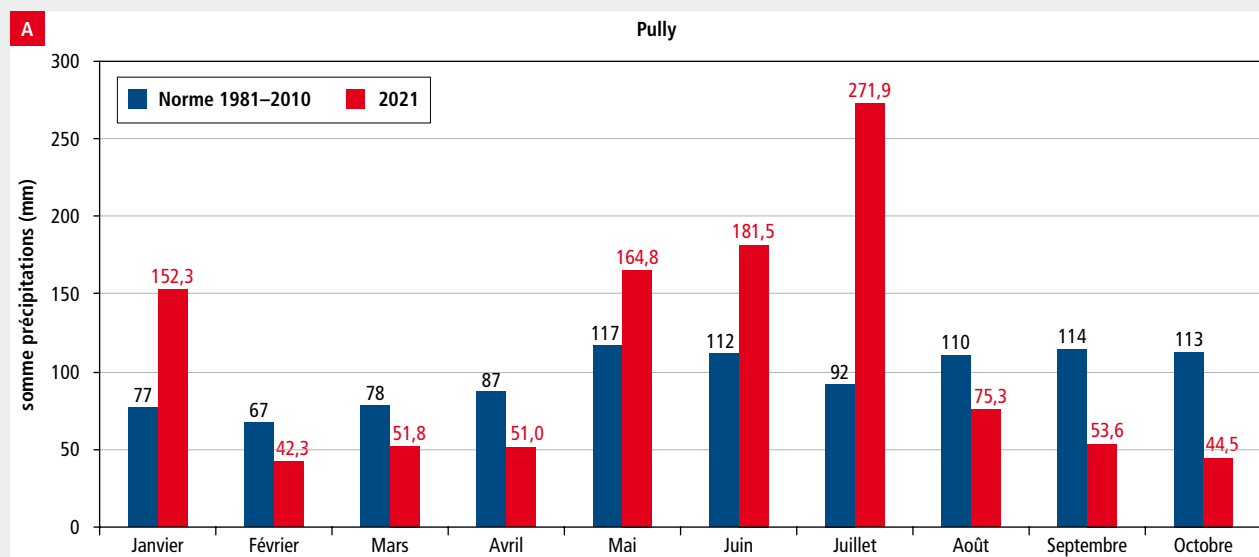


Figure 8 | Somme des précipitations mensuelles à Pully (A) et à Sion (B) du 1^{er} janvier au 31 octobre 2021, comparée à la moyenne de trente ans (1981-2010).

Juin

- Début du mois doux et normalement arrosé.
- Températures records dès la deuxième semaine du mois, avec l'isotherme du 0°C à 3800m d'altitude par un vent saharien chaud rempli de sable.
- Deuxième quinzaine du mois très pluvieux, violents orages accompagnés de grêle (18 juin autour du lac de Zurich, 28 juin à Chardonne, Concise et au lac de Bienne, 21 et 28 juin autour du lac de Zurich, dans les cantons de Zoug et de Lucerne), températures dans la norme.
- Précipitations moins abondantes dans le Valais central, qui montre un léger déficit de précipitations par rapport à la normale.

Juillet

- Pluviométrie extrême, violents orages de grêle (12 juillet à Riex – Epresses et à Aigle; 13 juillet dans la plaine de Magadino au Tessin), les fleuves, rivières et lacs ont atteint leurs cotes d'alarme, glissements de terrain et inondations.
- Précipitations diluviennes dans le Sottoceneri (TI), avec 99 mm le 25 juillet et 129 mm en 1 h 30 le 27 juillet à Mezzana, qui ont provoqué d'importants glissements de terrain dans les vignobles et les terrains en pente.
- Orage de grêle le 24 juillet à Cully, Grandvaux et Pully, causant 100% de dégâts à Onnens et Concise sur près de 50 ha de vigne.
- Sur l'ensemble du mois, températures en dessous de la norme, avec de très fortes humidités relatives de type tropical, très favorables au mildiou.

Août

- Première moitié du mois mouillée et fraîche, deuxième moitié sèche et douce, avec des nuits fraîches.

Septembre

- Début du mois doux et sec, avec les premiers symptômes de stress hydrique dans les terroirs graveleux de Bonvillars et très ponctuellement en Valais.
- Deuxième quinzaine du mois plus nuancée à partir du 19 septembre dans le bassin lémanique, avec un cumul de 88 mm jusqu'au 6 octobre à Pully et de 73,9 mm à Sion.

Octobre

- Températures dans la norme avec +0,1°C à Pully et +1°C à Sion et généralement sec (Pully 77% de la norme des précipitations mensuelles et Sion 36,1%).

Maladies fongiques et ravageurs

Mildiou (pression historique)

L'année 2021 restera dans toutes les mémoires pour sa pression historique du mildiou, qui a dans un premier temps tardé à s'installer en raison des mois de mars et avril particulièrement secs, freinant la maturation des œufs d'hiver. Pour humecter ces particules et assurer leur germination, on admet qu'il faut entre 40 et 60 mm de pluies préparatrices pour que les premières projections de spores à la surface inférieure des feuilles puissent avoir lieu. Ces conditions ont été remplies en mai 2021 avec plus de 150 mm de précipitations entre le 1^{er} et le 22 mai à Pully.

Chronologie du développement épidémiologique en 2021 dans le bassin lémanique

1. Germination des œufs d'hiver

La germination en 24 h a été atteinte à Changins le 3 mai.

Le 22 mai, les conditions pour une première infection primaire ont été remplies, au stade de deux feuilles étalées (BBCH 12).

2. Premières taches d'huile

A Changins, une première tache d'huile près du sol, proche du stock de feuilles infectées en 2020, est apparue à la fin de la période d'incubation le 31 mai. A cette même date, les premières taches d'huile ont été observées à Pully (domaine du Caudoz, Agroscope), parfaitement à la fin de la période d'incubation calculée par VitiMeteo (www.agrometeo.ch), tout comme le 2 juin en Valais (Leytron), dans le Chablais, à Lavaux et sur La Côte. Le début du mois de juin a encore été serein en termes de taches d'huile, avec de fréquentes précipitations et des températures estivales.

3. Phase exponentielle (développement de la haie foliaire et explosion du mildiou)

A partir de la mi-juin, les fréquentes précipitations et la croissance exponentielle de la vigne à un rythme effréné ont permis au mildiou de littéralement exploser dans les vignobles de tout le pays. A la fin de l'incubation de chaque série d'infections, les conditions de sporulation étaient réunies pour permettre de nouvelles infections, et ceci en continu jusqu'à la première quinzaine d'août. Lors de fortes précipitations, les infections se combinent à partir des œufs d'hiver et des feuilles infectées, ce qui renforce la dynamique de dispersion de la maladie.

Cette situation n'a laissé aucune chance aux fréquences de traitements trop espacées, aux matières

actives de contact appliquées à intervalles de plus de sept à huit jours et aux produits pénétrants à plus de dix à douze jours, aux doses de moins de 200 g de cuivre métal par hectare et aux lacunes d'application (traitements un rang sur deux, sous-dosage des produits phytosanitaires, calibrage du pulvérisateur insuffisant, applications par drone et par voie aérienne sans complément au sol, vitesse d'avancement > 5 km/h, application sur du feuillage mouillé et fausse interprétation de l'effet curatif des fongicides pénétrants ou systémiques, rebloilage insuffisant de la zone des grappes, etc.). Le mildiou s'est surtout concentré sur les grappes à partir de la fin de la floraison et jusqu'à la nouaison, période de très haute sensibilité, avec du rot gris, puis du rot brun (fig. 9) provoquant des pertes économiques considérables.

Oïdium

Les premiers symptômes de l'oïdium ont été observés au début de juin dans la phase la plus sensible de la vigne, soit en plein développement végétatif avant la floraison. Les pluies intenses qui se sont répétées de mi-juin à mi-août ont bloqué l'évolution de l'épidémie, la pluie inhibant la germination des spores de l'oïdium. L'importante fréquence des traitements anti-mildiou combinés aux anti-oïdium a permis de maîtriser le pathogène, qui s'est généralisé à partir de la fin juillet sur les cépages insuffisamment protégés.

Pourriture grise

Après un mois de conditions de maturation optimales du 15 août au 15 septembre, chaud et sans précipitations, les pluies des 19–20 septembre (26,9 mm à Pully)

et du 4 au 6 octobre (29,5 mm à Pully) ont permis à la pourriture grise de s'installer localement en fonction du degré de maturation et de la situation des parcelles, surtout sur les cépages rouges précoces (Pinot noir et Gamay). Par chance, les températures fraîches ont freiné l'ardeur du Botrytis et les raisins sont restés généralement sains.

Drosophile du cerisier (*Drosophila suzukii*)

Dans la succession des fruits au cours de l'année, la vigne est une des dernières cultures à disposition des drosophiles, qui s'attaquent de préférence aux cépages dont la véraison est précoce et les épidermes des baies relativement faciles à perforer pour y déposer les œufs (Dornfelder, Dunkelfelder, Cabernet Dorsa, Dakapo, Mara, Gamay, Garanoir). En 2021, les courbes de vol en Suisse romande montrent que l'insecte s'est développé modestement à partir du début de juillet, avec une augmentation des populations à fin septembre (www.agrometeo.ch). L'intensité des vols ne donne pas d'indication sur le taux d'infection des baies, soit le nombre de baies dans lesquelles les femelles de l'insecte pondent leurs œufs. Les seuils de tolérance (4% de baies avec des pontes) pour déclencher une éventuelle lutte ont été atteints en 2021 dans quelques situations particulières sur les cépages les plus sensibles justifiant des traitements au kaolin.

Jaunisses (flavescence dorée et bois noir)

La flavescence dorée est apparue pour la première fois en Suisse au Tessin en 2004. Le canton de Vaud a été le premier touché au nord des Alpes à partir de 2015 à La Tour-de-Peilz et à Blonay. En 2018, de nouveaux foyers



Figure 9 | Le mildiou a été particulièrement virulent en 2021, touchant tous les organes de la vigne et provoquant d'importantes pertes économiques.

infectieux ont été identifiés à Chardonne, et en 2019 pour la première fois sur La Côte. Les campagnes d'éradication dans les zones focales menées immédiatement, la surveillance systématique du vignoble ainsi que les mesures de lutte contre la cicadelle vectrice dans les périmètres définis évitent la dissémination de cette maladie de quarantaine extrêmement contagieuse. Les suivis des populations montrent que la lutte insecticide contre le vecteur *Scaphoideus titanus* à l'aide d'un ou deux traitements de pyrèthre, admis en viticulture biologique, est efficace. En 2019, le périmètre de lutte obligatoire couvrait une surface de 440 ha, qui a été étendue en 2020 à 680 ha, puis en 2021 à 730 ha. La surveillance systématique du territoire est une mesure primordiale qui fait appel aux viticulteurs. Le dépistage précoce permet de freiner la diffusion de la maladie hors des zones focales et de limiter la surface des périmètres de lutte. La certification du matériel de multiplication et le traitement des barbes à l'eau chaude font partie des mesures préventives, même dans les secteurs où la maladie est encore absente. *S. titanus* est présent de Salquenen (VS) à Genève et poursuit sa migration vers le nord, où les premiers individus ont été trouvés à La Sarraz et Eclépens. Tous les piégeages réalisés ailleurs en Suisse sont pour l'heure négatifs.

En 2020, de nouveaux foyers ont été identifiés à Cully et dans le Chablais vaudois (Roche et Yverne), ainsi qu'en Valais (commune de Port-Valais, Ardon). En 2022, la situation sur La Côte devrait permettre de supprimer des périmètres de lutte, mais une importante zone contaminée est apparue sur la commune de Cully, qui impose un arrachage de la parcelle. Une situation plus nuancée est apparue à Aigle et à Villeneuve, qui impose de nouveaux périmètres de lutte obligatoire en 2022. Ces nouveaux foyers montrent surtout l'importance du suivi systématique des jaunisses par les viticulteurs et les instances phytosanitaires, tout comme la nécessité absolue d'imposer le traitement à l'eau chaude à tout le matériel de multiplication planté dans les vignobles vaudois et suisses comme mesure de prévention.

Considérations œnologiques

De manière générale, les aléas climatiques ont eu des conséquences très variables, allant de la perte quasi totale (gel, grêle ou mildiou) à la récolte de pleins quotas. Dans l'ensemble du pays, les rendements sont faibles et suivent une petite récolte 2020.

En cave, les vins ont achevé leurs fermentations et se dégustent agréablement, avec une grande complexité aromatique, riche et équilibrée, digne des bons millésimes.

Soufre et cuivre

L'intensité des traitements phytosanitaires appliqués en 2021 contre le mildiou et l'oïdium à l'aide de stratégies basées sur le cuivre et le soufre a potentiellement mené à des teneurs importantes de ces deux éléments dans les moûts. Le soufre a un pouvoir réducteur important, qui peut mener entre autres à des mercaptans (H₂S, goûts de bock). Le cuivre, apprécié en œnologie pour son pouvoir combinant les molécules soufrées, peut quant à lui oxyder les acides aminés comme la cystéine et le glutathion, réaction qui libère également du H₂S lorsque sa concentration dans les moûts est trop importante. Les travaux de Pic et Rousseau (2018) montrent que chez les cépages aromatiques de type -thiols (Sauvignon blanc ou Arvine), les précurseurs aromatiques sont significativement oxydés par ce phénomène. ■

Bibliographie

- Pic L. & Rousseau J. (2018). Impact des traitements au cuivre sur le potentiel aromatique des jus blancs et rosés, *Revue française d'œnologie*, 290: 28-31.



AGROVINA

Présent à Agrovina sur le stand GVS Agrar

bovet^{sa}

Route de la Maladeire 2
1566 Les Friques/FR
Tél. 026 677 95 00
info@bovet-sa.ch

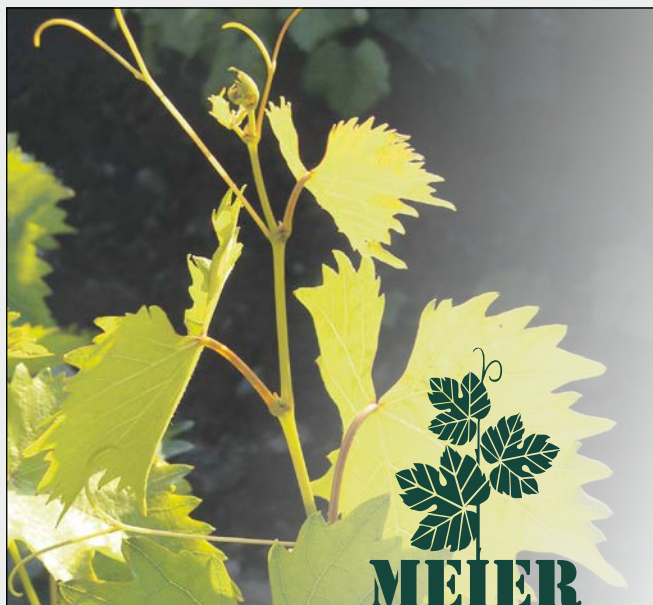
ETRAMA

TRACTEURS  MACHINES

En Rambuz 11
1037 Etagnières
Tél. 021 731 34 95
info@etrama.ch

Vos spécialistes des
techniques viticole et
arboricole dans la région!

Concessionnaires de **GVS Agrar**



PLANTS DE VIGNE


Pour une viticulture moderne
couronnée de succès


MEIER

1921-2021
100 ans

PÉPINIÈRES VITICOLES ANDREAS MEIER & Co SA

5303 Würenlingen | T 056 297 10 00
office@rebschule-meier.ch | www.vignes.ch

B  **N**
JOUR

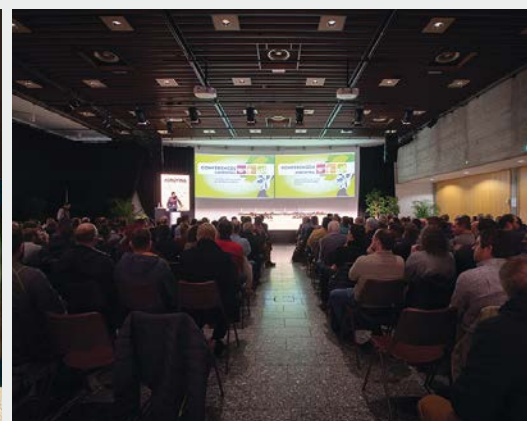
Suivez votre ligne de vie,
venez donner votre sang 

 TRANSFUSION INTERREGIONALE CRS
INTERREGIONALE BLUTSPENDE SRK

 **MAVIE
TON SANG**

Numéro gratuit 0800 14 65 65 | itransfusion.ch

parrhesia NOW.ch



Agrovina 2022: les conférences organisées par Agroscope et CHANGINS

Le 14^e Salon international Agrovina se tiendra du 25 au 27 janvier 2022 à Martigny. A cette occasion, trois matinées thématiques de conférences seront organisées et réuniront des experts renommés autour de l'arboriculture, la viticulture et l'œnologie.

tant l'exposition, vous découvrirez également de nombreuses innovations et pourrez échanger avec les spécialistes présents. ■

Christoph Carlen, Agroscope
Président de la commission scientifique d'Agrovina

- 19e Journée suisse de l'arboriculture fruitière, mardi 25 janvier 2022, de 8 h 30 à 11 h 30.
- Journée suisse de la viticulture, mercredi 26 janvier 2022, de 8 h 30 à 11 h 30.
- Journée suisse d'œnologie, jeudi 27 janvier 2022, de 8 h 30 à 11 h 30.

Retrouvez le programme des trois matinées de conférences 2022 sur le site d'Agrovina: www.agrovina.ch/fr/edition/programme

La réduction des intrants: le défi pour l'avenir, tel est le leitmotiv des trois matinées de conférences organisées par Agroscope et CHANGINS. Dans ce contexte, des spécialistes suisses, français et italiens présenteront des sujets d'actualité sur les enjeux techniques de production, de protection des cultures et d'optimisation de la qualité, ainsi que sur les enjeux commerciaux. Les conférences seront données en français et traduites simultanément en allemand.

La diversité des thèmes intéressera tous les acteurs de la vitiviniculture et de l'arboriculture, qu'ils soient impliqués dans la production, le conseil, la formation ou la recherche agronomique, ainsi que les personnes œuvrant à la mise en place de stratégies commerciales.

Ces matinées ont pour objectif le transfert et l'échange de connaissances. En visi-

AGROVINA
ŒNOLOGIE
ARBORICULTURE
VITICULTURE
MICROBRASSERIE

WWW.AGROVINA.CH
14^e ÉDITION
CERM – MARTIGNY
25.-27.01
2022

AGROVINA 2022, C'EST...

- un Salon professionnel biennal de 3 jours,
- des conférences techniques de haut niveau, organisées par Agroscope et Changins, la thématique de cette 14^e édition - la réduction des intrants: le défi pour l'avenir,
- une plateforme d'échange semi-ouverte au cœur du Salon, l'Agro Forum: conférences, tables rondes, dégustations et discussions autour des enjeux actuels,
- 180 exposants spécialisés de Suisse et d'Europe,
- 16'500 visiteurs: professionnels, connaisseurs et intéressés,
- 20'000 m² d'exposition,
- des secteurs d'activités variés: œnologie, viticulture, arboriculture, cultures spéciales, traitement des sols, engrais antiparasitaires, machinisme agricole, distillation, microbrasserie, marketing, distribution, packaging, conditionnement, logistique, transport, transformations de fruits.

AGROVINA, LE SALON À LA MESURE DE VOTRE DOMAINE!

Univerre syngenta NEUWERTH

Direction et secrétariat d'Agrovina | Rue du Levant 91, CH - 1920 Martigny - Suisse
T. +41 (0)27 722 00 34, F. +41 (0)27 721 07 22 E. info@agrovina.ch - www.agrovina.ch

FVS

AVIDOR SA

PRÉSENT À AGROVINA
 Nous vous invitons
 pour un verre et une raclette
 sur notre stand n° 1302

Occasions et matériel neuf en stock



Filtere tangential **Bucher FM 20**,
 2012, automate neuf, révisé
CHF 17 500.-



Support barriques en aluminium
 CHF 115.-/pce
Prix quantité sur demande
 Occasion



Support barriques en inox
 CHF 270.-/pce
Prix quantité sur demande
 Neuf



Pressoir **BUCHER XPRO 5/8**
 à membrane, occasion révisée
 Prix sur demande



Pompe à découper
BUCHER PM2, 2007,
 avec stop sec et variateur
 de vitesse
CHF 5500.-



Tapis à vendange étanche
BUCHER 2014, longueur 6 m
CHF 7200.-



Filtere à plaques 40/40
 avec pompe et fermeture
 hydraulique, 2014
CHF 7600.-

TOUTES NOS MACHINES NEUVES ET D'OCCASION
 disponibles en **LEASING GRATUIT** (à partir
 de **CHF 10 000.-**) pendant **Agrovina 2022**.

Plus d'occasions sur notre site internet
 (liste change toute les semaines)

AVIDOR SA – INDUSTRIESTRASSE 12 – 3970 SALGESCH
TÉL. 027 456 33 05 – 079 428 99 29

Conditions de vente: prix hors taxe départ Salgesch.
 Paiement 50% avant chargement, 50% à 10 jours.



Isonet® Isomate®

comitènt phéromones

Lutte par confusion

Contre les tordeuses en viticulture
 et arboriculture



Andermatt
Biocontrol
 Suisse

Andermatt Biocontrol Suisse AG
 Stahlematten 6 · 6146 Grossdietwil
 Tel. 062 917 50 05 · www.biocontrol.ch

Piquets de vigne en acier galvanisé



en acier inox
ZIGINOX



Fabrication
 suisse

www.zimmermannsa.ch

Zimmermann
 depuis 1932

AGROVINA

Martigny
 25 - 27 janvier 2022
 stand 3126

CMZimmermann sa
1268 Begnins

Un système de palissage
 complet et unique

Tél. 022 366 13 17



Nouvelle parution: *Guide de lutte contre les mauvaises herbes dans les vergers*

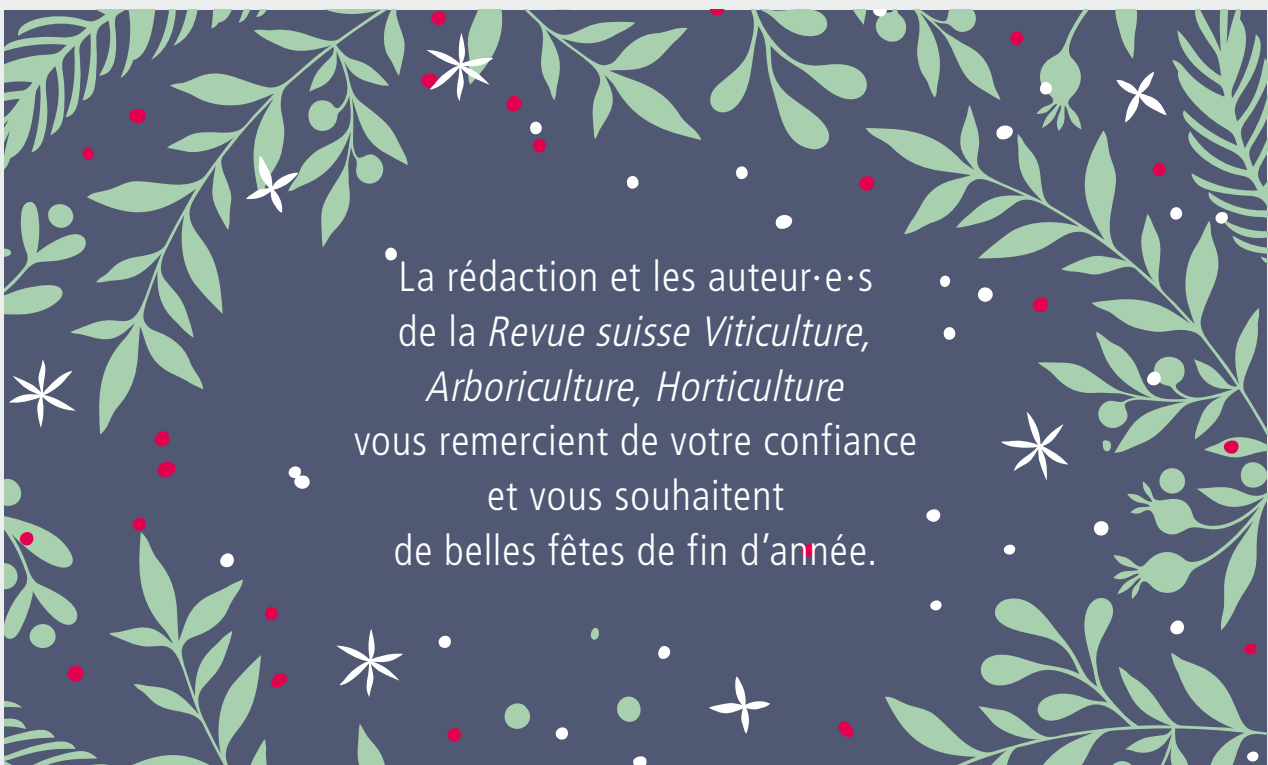
D'un point de vue agronomique, la lutte contre les mauvaises herbes en arboriculture fruitière est nécessaire: la concurrence pour l'eau et les nutriments, ainsi que les dommages causés par les souris sont minimisés, ce qui permet d'obtenir des récoltes de qualité.

Quatre années d'essais sur le terrain ont permis d'étudier des stratégies de lutte contre les mauvaises herbes dans les vergers, des stratégies mécaniques, chimiques ou combinant les deux. Le présent guide résume les résultats pour faciliter l'utilisation pratique. Les différents appareils y sont présentés à l'aide de

fiches signalétiques et de courtes vidéos. L'outil de calcul Herbocost permet une estimation des coûts spécifiques à chaque exploitation.

Les personnes intéressées peuvent

- télécharger la version pdf du guide sous: www.mauvaisesherbes-arbo.agroscope.ch
- commander une version papier gratuite du guide auprès d'Agroscope: waedenswil@agroscope.admin.ch ■





Une rentrée presque normale!

Depuis septembre, la vie a repris au sein de l'école de CHANGINS pour le plus grand bonheur de toutes et tous. Les mesures demeurent certes contraignantes mais la vie étudiante sur le site de l'école fait beaucoup de bien!

AperoVinoSciences – Enfin, le retour avec la soirée I love Chasselas

La soirée consacrée au Chasselas a enfin eu lieu le lundi 1^{er} novembre à 18h, une belle occasion de reprendre avec près de 80 participant·e·s réuni·e·s autour de ce cépage emblématique.

Pascale Deneulin a donné un aperçu des premiers résultats de l'enquête sur la perception du Chasselas par les consommateurs suisses. Quant à Alexandre Truffer, journaliste du vin et président du Mondial du Chasselas, il a invité les participant·e·s à voyager dans l'univers des vieux millésimes.

Consulter toutes les informations sur nos soirées, <https://www.changins.ch/apero-vino-sciences-parler-du-vin-simplement>

Durabilité dans les Hautes écoles

La nouvelle étude sur l'ancrage de la durabilité dans les hautes écoles suisses réalisée par le WWF est parue: <https://www.wwf.ch/hautes-ecoles2021>.

La HES-SO obtient 85,75 points, ce qui lui vaut le meilleur résultat de toutes les hautes écoles spécialisées et de faire partie des ambitieuses.

Bien entendu, l'école de CHANGINS, qui a inscrit la Durabilité dans sa vision 2030, participe à ce projet.

Bon vent aux jeunes diplômé·e·s

Début septembre, nos étudiant·e·s de dernière année ont terminé leur cursus. Nous leur souhaitons le meilleur dans la vie professionnelle et les fêterons dignement lors de la cérémonie de promotion du 9 décembre.

Les étudiant·e·s de la Haute école ont soutenu oralement leur travail de Bachelor en cercle restreint dû à la pandémie. Vous pouvez découvrir les sujets de leur étude sur notre site internet: <https://www.changins.ch/travaux-de-bachelor-de-changins>

Et bienvenue aux nouveaux étudiant·e·s!



Nouveaux tests consommateurs·trices

Le panel consommateur a repris ses activités en commençant par une recherche sur les vins blancs. Toutes les dégustations ont eu lieu dans le respect des normes sanitaires en vigueur. Pour toute question ou pour participer aux recherches du panel, n'hésitez pas à écrire à panel@changins.ch

Nous nous réjouissons de vous retrouver très prochainement à CHANGINS et vous remercions chaleureusement pour votre contribution à la recherche et au développement des vins suisses, ainsi qu'à la formation de nos étudiant·e·s. ■

PEPINIERES VITICOLES
LAPALUD
FRERES SARL



Sélection et
production
de clones,
greffons et plants
pour la
viticulture

PLANTATION MECANIQUE DE VOS VIGNES
PAR GUIDAGE GPS
ET MISE EN PLACE DES TUTEURS

lapalud@bluewin.ch

079 228 77 40

021 807 42 11

1163 ETOY

Êtes-vous prêts pour l'hiver?

Découvrez nos produits viticoles pour une nouvelle installation.

gvz_rossat[®]
Le choix des professionnels



Tél.: 026 662 44 66 - Route de la Petite Glâne 20 - 1566 St. Aubin - gvzsales@gvz-rossat.ch

AGROVINA
25. - 27. JAN. 2022

Plants Bio


BIO SUISSSE
CH-BIO-006
Preneur de licence
Bourgeon

- Hybridation
- Sélection
- Développement

Pépinières

BORIOLI

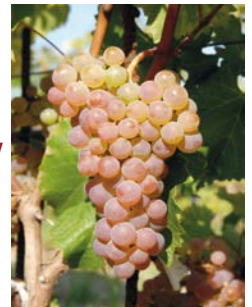
pour une viticulture durable

Réservez maintenant vos plants pour 2023 !

- Cépages classiques
- Variétés résistantes
- Plants hautes tiges
- Sélections massales
- Plantation mécanisée
- Conseil personnalisé



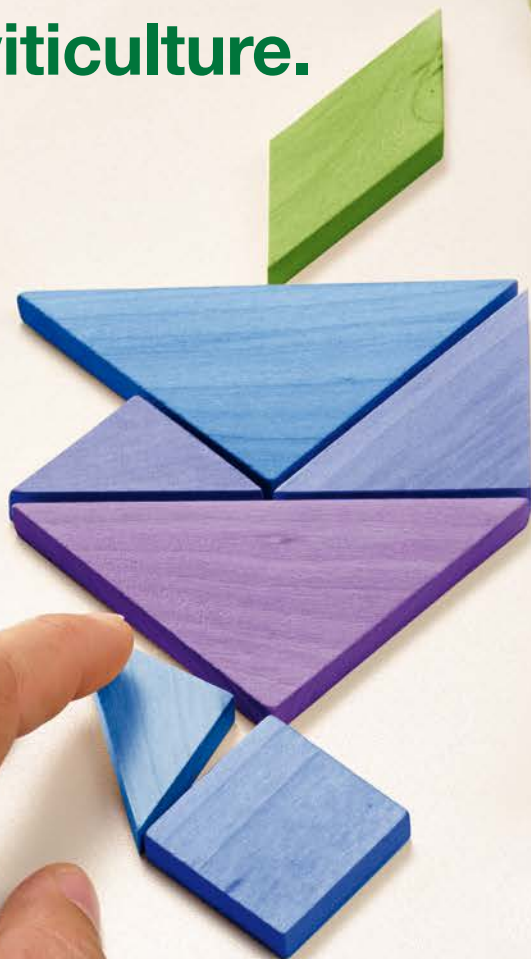
Sauvignac[®]
nouveau cépage
multi-résistant



Chemin du Coteau 1 • 2022 BEVAIX • Tél. 032 846 40 10 • Tél. 079 240 67 43 • info@multivitis.ch

Sercadis®

L'innovation pour
les pommes de terre,
l'arboriculture et
la viticulture.



BASF

We create chemistry

*** pour 28 Fr./ha max. en viticulture (0.0095 %, 0.15 l/ha Sercadis®) :**

- La puissance contre l'oïdium (Erysiphe n.)
- Action contre la black rot (Guidnardia bidwellii)
- Excellente sélectivité sur tout cépage/Fiable par tous les temps

Utilisez les produits phytosanitaires avec précaution. Avant toute utilisation, lisez toujours l'étiquette et les informations sur le produit. Tenez compte des avertissements et des symboles de mise en garde.

BASF Schweiz AG · Protection des plantes · Klybeckstrasse 141 · 4057 Basel · phone 061 636 8002 · www.agro.basf.ch/fr