

Itinéraires techniques à faibles intrants phytosanitaires au vignoble et qualité des vins de l'AOC Alsace

Marie THIOLLET-SCHOLTUS¹, Alix MULLER¹, Julie GRIGNION², Christine KLEIN³, Lionel LEY⁴, Grégory LEMARQUIS⁴, Najat NASSR⁵ et Joseph WEISSBART⁶

¹ Université de Lorraine, INRAE, LAE, 68000 Colmar, France

² Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 49700 Doué-en-Anjou, France

³ EPLEFPA Les Sillons de Haute Alsace, 68250 Rouffach-Wintzenheim, France

⁴ INRA UEAV, 68000 Colmar, France

⁵ Rittmo-AgroEnvironnement, 68000 Colmar, France

⁶ BioGrandEst, 68000 Colmar, France

Renseignements: Marie Thiollet-Scholtus, tél. +33 389 22 49 20, e-mail: marie.thiollet-scholtus@inrae.fr, www.colmar.inrae.fr



Figure 1 | Buttage dans la parcelle de Châtenois, 2014 (photo: © Marie Thiollet-Scholtus, INRAE).

Introduction

La production de raisins de cuve nécessite une importante quantité d'intrants phytosanitaires qui peuvent occasionner de graves et nombreux problèmes environnementaux et sanitaires. Certains programmes de recherche et développement, comme le programme EcoPhyto, ont pour ambition de reconcevoir les itinéraires viticoles pour réduire ces risques tout en maintenant des systèmes de production de raisins de cuve

viables économiquement. L'expérimentation-système PEPSVI (Plateforme d'Expérimentation de Systèmes Viticoles Innovants) a eu pour objectif de concevoir des systèmes viticoles à très faibles intrants phytosanitaires et multi-performants. L'évaluation de ces systèmes est environnementale (diminution des intrants), économique (viabilité des exploitations), sociale (acceptabilité sociale) et agronomique (qualité et rendement des produits) (Meynard *et al.* 2012; Meynard *et al.* 2017). Pour finaliser l'analyse agronomique des systèmes viti-

coles innovants du projet PEPSVI, nous proposons une analyse de la **qualité des vins** élaborés à partir des raisins issus de différents terroirs de l'AOC Alsace. Le présent article présente les résultats d'analyses chimiques et sensorielles des vins issus de chacun des systèmes PEPSVI, fortement réduits en intrants, et ceci pendant cinq années consécutives.

Les objectifs de cette étude sont d'abord de valider qu'il est possible d'élaborer des vins blancs secs de qualité à partir de systèmes de production de raisins de cuve drastiquement réduits en intrants phytosanitaires (analyses biochimiques). Ensuite, il s'agit également d'affiner cette analyse par la description sensorielle de ces vins par rapport à des références de vins blancs secs AOC Alsace.

Matériel et méthodes

Les 30 vins étudiés

Les 30 vins analysés proviennent de 6 des 11 systèmes conçus et évalués dans l'expérimentation-système alsacienne PEPSVI, présentés à l'aide du tableau 1.

Les vins issus des sites d'Ingersheim, de Ribeauvillé et de Rouffach, en Alsace, conduits avec les itinéraires à faibles intrants AB (agriculture biologique/biodynamique) systèmes Inger_AB, Ribeau_AB et Ribeau_PI (production intégrée), sont issus du cépage Riesling et seront donc analysés ensemble, par rapport à une référence de vin de Riesling alsacien élaboré à la station expérimentale de l'INRA de Colmar (en PI).

Les vins issus des systèmes Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti sont issus du cépage Pinot gris et seront donc analysés ensemble, par rapport à une référence de vin de Pinot gris alsacien élaboré à la station expérimentale de l'INRA de Colmar. Aucune irrigation n'a été réalisée sur l'ensemble des sites et des systèmes de production, celle-ci étant interdite dans le cahier des charges à respecter pour pouvoir revendiquer l'AOC Alsace ou Grand Cru. La partie supérieure du tableau 1 renseigne sur le détail de l'itinéraire technique (taille hivernale, type de vendange, fumure azotée, irrigation), sur les cahiers des charges environnementaux (AB, biodynamie) et de qualité (AOC). La partie médiane du tableau 1 renseigne sur les différentes principales combinaisons d'innovations mises en œuvre pour réduire l'usage des produits phytosanitaires (semis sur les inter-rangs et sur les rangs, mulch sous les rangs, utilisation d'outils d'aide à la décision, pratiques de pulvérisation, utilisation d'huiles essentielles, soufflement des capuchons floraux), sur les caractéristiques du système de conduite de la vigne (cépage, porte-greffe, année de plantation, surface, densité de plan-

Résumé

La viticulture se doit de faire sa transition agroécologique, tout en maintenant son exigence qualitative. Pour aider les viticulteurs à produire des vins plus durables tout en maintenant le haut niveau qualitatif des cahiers des charges AOC, nous avons évalué la qualité de vins issus de onze systèmes viticoles innovants à très bas intrants phytosanitaires pendant cinq ans. Les raisins vendangés et les vins élaborés ont été analysés biochimiquement et sensoriellement selon les méthodes classiquement utilisées.

Les résultats montrent qu'il est possible de produire des vins blancs secs AOC Alsace à partir de systèmes de productions de raisins de cuve drastiquement réduits en intrants phytosanitaires. Tous les vins de Riesling et de Pinots gris ont des caractéristiques biochimiques et sensorielles équilibrées et qui répondent favorablement au cahier des charges AOC Alsace pour tous les itinéraires testés tout en conservant un effet du millésime et du site de production.

tation, sol et pente). Et, enfin, la partie inférieure du tableau 1 renseigne sur la consommation de produits phytosanitaires (indices de fréquence des traitements, IFT) et de cuivre métal par an, sur le rendement de chaque système et, enfin, sur l'azote assimilable des vins et le stress hydrique de la vigne à l'aide de la mesure du rapport 12C/13C.

Une diversité de conditions pédoclimatiques (Ingersheim, Ribeauvillé et Rouffach), de cahiers des charges d'appellation d'origine (AOC Alsace et AOC Grand Cru Osterberg), combinée à une diversité de cahiers des charges environnementaux (production intégrée, agriculture biologique et agriculture biodynamique), constitue un très fort cadre de contrainte, mais permet de représenter des cas réels de production de vins en Alsace.

La diversité des types de cahiers des charges environnementaux est aussi représentée et constitue un cadre de contrainte supplémentaire pour l'élaboration de systèmes viticoles à très faibles intrants. Cette diversité permettra de montrer qu'il est possible d'élaborer des vins AOC Alsace à partir de conditions de production initiales très diverses.

Les systèmes dont les vins ne sont pas présentés ici le sont pour deux raisons: soit ce sont de jeunes plantations dont la production de raisins est encore trop

faible pour élaborer des vinifications selon le protocole établi pour le projet, soit les raisins ont changé de destination de vin en cours de projet. L'itinéraire technique œnologique est identique pour tous les vins et tous les ans; 100 kg de raisins sont vendangés et microvinifiés sur la plateforme de vinification expérimentale INRA-CIVA-IFV de l'INRA de Colmar. Après pressurage,

les vins sont élevés sur lies fines dans des bonbonnes (de 25 ou 10l). Les levures utilisées pour la fermentation alcoolique varient seulement selon le cahier des charges environnemental du système de production (intégré et biologique/biodynamique) et sont identiques chaque année. Les durées d'élevage sont adaptées selon le millésime et le vin (tab. 2).

Tableau 1 | Caractéristiques des systèmes étudiés. Pour les pratiques: une croix signifie que la pratique innovante est mise en œuvre dans le système, une case vide signifie qu'elle ne l'est pas.

Nom des vins		RIES_REF	Chat_AB	Inger_AB	Ribeau_AB	Ribeau_PI	Rouff_PI	Rouff_PI_Mild	Rouff_PI_Opti
Site		Bergheim	Châtenois	Ingersheim	Ribeauvillé	Ribeauvillé	Rouffach	Rouffach	Rouffach
Caractéristiques de la parcelle	Cépage	Riesling	Riesling	Riesling	Riesling	Riesling	Pinot gris	Pinot gris	Pinot gris
	Porte-greffe	SO ₄	SO ₄	3309	161-49	161-49	SO ₄	SO ₄	SO ₄
	Année de plantation	1997	2009	1978	1997	1997	1981	1981	1981
	Surface (ha)	0,30	0,25	1,6	0,37	0,37	0,40	0,40	0,40
	Densité de plantation (ceps/ha)	4464	5348	4167	4464	4464	3922	3922	3922
	Sol	marno-calcaire caillouteux	brun	alluvions granitiques	limono-argileux caillouteux	limono-argileux caillouteux	limono-argileux	limono-argileux	limono-argileux
	Pente (%)	10	10	0	15	15	10	10	10

Cahier des charges	Environnemental (1 ^{re} année)	Intégrée (2010)	Biodynamique (2009)	Biodynamique (2009)	Intégrée (2010)	Biologique (2010)	Intégrée (2000)	Intégrée (2000)	Intégrée (2000)
	Type de vin: AOC	Alsace	Alsace	Alsace	Alsace	Alsace Grand cru Osterberg	Alsace Grand cru Osterberg	Alsace	Alsace

Pratiques	Taille hivernale	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot	Double Guyot
	Pratique de vendange	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle	manuelle
	Fumure azotée	un engrais foliaire en juillet tous les ans	aucune	0,75 t de compost organique une fois tous les ans	engrais organique au printemps en 2014 et en 2016	un engrais foliaire en juillet tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans	200 kg/ha par an d'engrais minéral 14-0-0 en avril tous les ans
	Irrigation	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais	jamais
Pratiques innovantes pour réduire les intrants	Semis d'un mélange graminées légumineuses 100%			X					
	Semis de graminées un inter-rang sur deux				X			X	X
	Travail du cavaillon				X				
	Mulch de copeaux de feuillus sous le cavaillon				X				
	Outil d'aide à la décision				X				
	Pulvérisation			X	X	X	X		
	Huiles essentielles		X						
Soufflement des capuchons floraux	X	X							

IFT (min-max sur la période 2013–2017)		5,50–7,60	1,18–7,10	2,28–5,60	5,50–7,60	7,92–12,69	6,75–9,77	3,00–7,8	5,4–7,85
Cuivre métal kg/ha/an (min-max sur la période 2013–2017)		0,75–3,04	0,33–0,77	0,0–0,69	0,75–3,04	0,57–1,93	0,38–1,33	0,33–1,5	0,56–1,31
Rendement	2013	5,83	2,15	0,94	1,10	0,96	0,97	0,86	0,75
	2014	6,13	1,86	0,77	1,11	0,93	1,17	0,73	0,96
	2015	6,93	1,38	0,88	0,67	0,92	1,40	0,80	0,74
	2016	7,67	1,91	1,16	0,79	1,01	1,54	0,51	0,80
	2017	7,23	1,24	0,65	1,19	1,03	1,20	0,91	0,93
Azote assimilable dans les vins	2013	109	117	94	56	53	169	114	119
	2014	107	92	115	57	47	208	116	106
	2015	137	64	188	163	173	173	73	74
	2016	123	36	158	134	108	155	103	87
	2017	110	44	189	94	65	228	118	147
12C/13C	2013	NR	-28	-26	-29	-29	-27	-27	-27
	2014	NR	-28	-27	-28	-28	-27	-27	-27
	2015	NR	-27	-24	-27	-28	-27	-26	-27
	2016	NR	-28,08	-24,27	-28,26	-28,13	-27,08	-26,91	-26,93
	2017	NR	-27,53	-22,73	-27,88	-27,53	-26,1	-26,45	-26,19

NR = Non renseigné

Tableau 2 | Ecart temporel entre la mise en bouteille des vins et les deux séances de dégustation (répétitions 1 et 2).

Millésimes					
Temps (en mois)	2013	2014	2015	2016	2017
entre mise en bouteille et dégustation – Répétition 1	47	8	10	12	4
entre mise en bouteille et dégustation – Répétition 2	53	22	23	15	6
entre Répétitions 1 et 2	6	14	13	3	2

Tableau 3 | Description des attributs d'analyses chimiques.

Codes des attributs	Description des attributs	Données disponibles			
		Châtenois	Ingersheim	Ribeauvillé	Rouffach
Must_sugar (g/l)	Sucres en g/l-1	X	X	X	X
Must_TAP % vol	Titre alcoométrique potentiel (TAP) en % du volume	X	–	–	X
Must_pH	pH	X	X	X	X
Must_malic acid (g/l)	Acide malique en g/l-1	–	–	–	X
Must_tartric acid (g/l)	Acide tartrique	–	–	–	X
Acidité totale H ₂ SO ₄ (g/l)	Acidité totale	X	X	X	–

Une croix signifie que l'attribut est mesuré pour le système, une trait signifie qu'il ne l'est pas.

L'analyse biochimique des vins

L'analyse biochimique a été faite sur moût par le laboratoire œnologique de l'IFV de Colmar chaque année pour chaque système (tab. 3), selon la même méthode de titrage que (Cadot *et al.* 2010). Les données sont présentées en détail dans (Thiollet-Scholtus *et al.* 2020).

L'analyse sensorielle des vins

L'analyse sensorielle a été faite pour tous les vins, avec deux répétitions. Les profils sensoriels des vins ont été estimés par analyse descriptive quantitative.

La caractérisation sensorielle a été effectuée par un panel de dix juges composés de l'INRA de Colmar.

L'évaluation a été faite à partir d'une liste de treize attributs sensoriels qui concernent des descripteurs visuels, olfactifs et gustatifs, générés par l'expertise du service technique du CIVA, qui utilise cette grille pour caractériser la typicité des cépages alsaciens. Le jury a dégusté dans une salle d'analyse sensorielle normalisée et a saisi ses notations sur des feuilles papier. Ces notations ont ensuite été saisies sur ordinateur pour analyses statistiques. Deux répétitions de chaque séance de dégustation ont été effectuées. Les vins ont été présentés dans un ordre de présentation randomisée et équilibrée. Les juges ont réalisé leurs profils sensoriels sur des échelles linéaires structurées de 0 à 10 (Jourjon *et al.* 2005). Pour chaque cépage, un vin de référence de l'unité SEAV de l'INRA de Colmar est présenté aux juges.

Le tableau 4 présente la liste des descripteurs sensoriels utilisés pour analyser les vins PESPVI de la présente étude et les données sont présentées en détail dans (Thiollet-Scholtus *et al.* 2020).

L'analyse environnementale des itinéraires techniques à l'origine des vins étudiés

Les calculs des indices de fréquence de traitement (IFT; équation ci-dessous) et des quantités de cuivre métal par hectare et par an ont été calculés (tab. 1) à partir d'enquêtes des itinéraires techniques réalisés auprès des gestionnaires des systèmes viticoles (Thiollet-Scholtus *et al.* 2016).

Equation 1: Formule de l'indice de fréquence de traitement

$$IFT = \frac{\text{Dose du produit appliquée sur la surface traitée} \times \text{Surface traitée}}{\text{Dose homologuée minimale du produit} \times \text{Surface de la parcelle}}$$

Tableau 4 | Liste des descripteurs sensoriels utilisés par le jury lors des dégustations.

Type de descripteurs sensoriels	Code des attributs	Description des attributs
Examen visuel	Int_col	Intensité colorante
Examen olfactif	Int_aro	Intensité aromatique
	Aro_flo	Arôme floral
	Aro_fru	Arôme fruité
	Aro_min	Arôme minéral
	Aro_veg	Arôme végétal
Examen gustatif	Gust_acid	Acidité
	Gust_sucr	Sucrosité
	Gust_amer	Amertume
	Gust_long	Longueur
	Qual_gust	Qualité gustative
Examen global	Qual_ens	Qualité d'ensemble

Traitements statistiques

Les notes des attributs sensoriels des juges ont été centrées pour limiter le biais dû à l'expérience des juges. Un traitement statistique par analyse de la variance (ANOVA) a été réalisé ensuite pour comparer les vins, premièrement par cépages, puis par millésimes. Des analyses en composantes principales (ACP) ont ensuite été réalisées sur les matrices de covariance des bases de données présentant des différences significatives de notations entre attributs sensoriels, déterminées grâce aux ANOVA. Les ACP permettent ensuite de distinguer les profils sensoriels des vins étudiés (Chapman *et al.* 2004). Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec XLSTAT-Pro software (version 2009; Addinsoft, Paris, France).

Résultats et discussion

Caractéristiques biochimiques des vins de Riesling et de Pinot gris équilibrés quels que soient les systèmes drastiquement réduits en intrants

Les tests statistiques sur les données d'analyses des vins ne montrent aucune différence significative entre les différents Pinot gris, soit le vin de référence Rouff_PI et les vins Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti (tab. 5).

Cela nous confirme que l'on peut produire des vins de Pinot gris AOC Alsace avec des systèmes viticoles à bas intrants. Le passage au désherbage mécanique n'entraîne pas de différence biochimique.

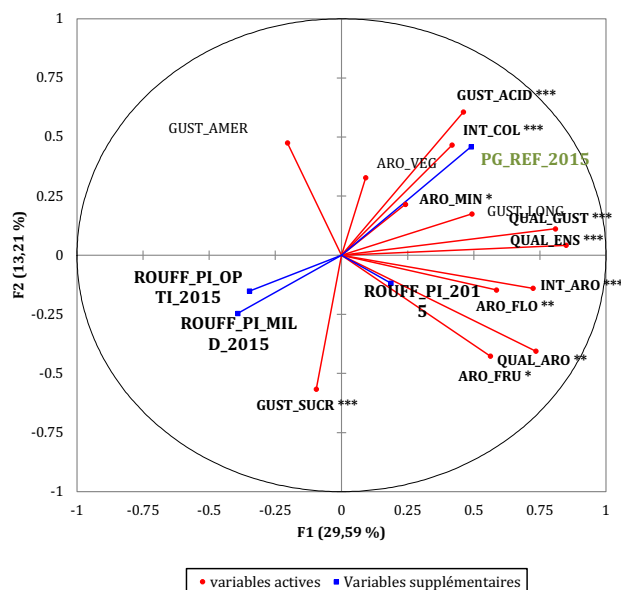


Figure 2 | Analyse en composantes principales (ACP) des trois vins de Rouffach millésime 2015. Les barycentres des vins de PG_REF_2015, ROUFF_PI, ROUFF_PI_MILD et ROUFF_PI_OPTI sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité : * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

En revanche, les vins Riesling présentent des différences biochimiques significatives (tab. 5). Le taux de sucre entre les vins est ainsi un caractère qui discrimine les vins PEPSVI par rapport aux vins de référence.

Les profils biochimiques des vins Riesling sont représentés sur la figure 2.

Les résultats des analyses univariées (ANOVA réalisées site par site, tous millésimes confondus) montrent que seul le site de Châtenois se distingue de la référence Riesling pour le taux de sucre et l'acidité totale. Pour les sites d'Ingersheim et de Ribeauvillé, les vins ne sont pas différents de la référence, les validant ainsi comme des vins éligibles à l'AOC Alsace (tab. 6), même avec des itinéraires techniques drastiquement réduits en intrants phytosanitaires.

L'effet du système viticole innovant est analysé du point de vue de la biochimie des vins qui en sont issus: les ANOVA réalisées montrent que les vins issus des systèmes innovants de Ribeauvillé ne présentent pas de différences biochimiques significatives par rapport à une référence de vin de l'AOC Alsace (tab. 6). Il est donc possible de produire des vins de même qualité biochimique, même si certains ont de faibles teneurs en azote assimilable (carences pour les sites de Châtenois et de Ribeauvillé), répondant favorablement aux critères d'agrément de l'AOC Alsace, avec des itinéraires techniques innovants à très faibles intrants phytosanitaires. Cependant, la teneur en azote assimilable des moûts à la vendange a été très faible (< 100 mg N/l) sur certains terroirs, notamment à Ribeauvillé, conduit en PI et en AB lors des millésimes 2013 et 2014, et à Châtenois pour pratiquement tous les millésimes. Les valeurs recommandées pour les cépages blancs devraient être supérieures à 140 mg N/l

Tableau 5 | Différence significative d'attributs biochimiques entre les trois vins de pinot gris issus des systèmes de Rouffach, et les cinq vins de riesling issus des systèmes de Ribeauvillé, Ingersheim et Châtenois, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Caractéristiques biochimiques	Riesling (Châtenois, Ingersheim, Ribeauvillé)	Pinots gris (Rouffach)
	Pr > F et significativité	Pr > F et significativité
Must_sugar (g/l)	0,0067***	0,0814°
Must_TAP % vol	0,0076***	0,0814°
Must_pH	0,2855	0,9390 NS
Must_malic acid (g/l)	données manquantes	0,9853 NS
Must_tartric acid (g/l)	données manquantes	0,1188 NS

NS = Non significatif.

(Lorenzini *et al.* 1996) afin de garantir une alimentation suffisante en azote assimilable des moûts pour les levures. Des valeurs plus faibles risquent d'entraîner des fermentations languissantes et le développement de caractéristiques organoleptiques indésirables, comme l'astringence et une amertume en bouche, de même qu'une perte de typicité des vins. Mais cela n'a pas été mis en évidence lors des dégustations sensorielles des vins.

Effet des systèmes sur les profils sensoriels des vins

Différentes études ont montré les effets du sol sur la précocité de la vigne, sur l'alimentation en eau de la vigne, sur la composition des baies (Cadot *et al.* 2012) et donc sur la qualité du vin. Or, le mode de conduite de la vigne peut aussi influencer les caractéristiques sensorielles des vins en intervenant sur la qualité de la production.

Effet des itinéraires techniques sur les vins de Riesling

Afin de comparer plus finement pour un même cépage les effets de l'itinéraire technique viticole sur la qualité et les arômes du vin, des ANOVA ont été réalisées sur l'ensemble des millésimes pour les deux modalités du site de Ribeauvillé plantées en Riesling: Ribeau_AB et Ribeau_PI. Deux passages d'herbicides sont appliqués sur la modalité PI. Ces interventions sont remplacées par un travail mécanique du sol dans la modalité AB. Les produits phytosanitaires utilisés ne sont pas les mêmes non plus entre les deux modalités, dépendants du cahier des charges suivi.

Pour l'ensemble des millésimes étudiés, seuls trois attributs sensoriels distinguent statistiquement de façon significative (au seuil de 5%) les deux expérimentations systèmes du site de Ribeauvillé, les modalités PI et AB pour le Riesling du site de Ribeauvillé. Les résultats sont présentés dans le tableau 7. L'influence de l'itinéraire technique (désherbage mécanique ou chimique) est donc peu perçue par le jury impliqué dans cette étude.

Tableau 6 | Analyse univariée (ANOVA) des caractéristiques biochimiques des trois sites en riesling tous millésimes confondus, et pour le même système de conduite de la vigne, à savoir «AB». Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Caractéristiques biochimiques	Pr > F		
	Ingersheim	Châtenois	Ribeauvillé
Must_sugar (g/l)	0,0699°	0,0272*	0,5138
Must_pH	0,1549	0,4056	0,2776
Acidité totale H ₂ SO ₄ (g/L)	0,7648	0,0145*	0,3886

Si l'on compare les vins Ribeau_AB et Ribeau_PI millésime par millésime, seul le millésime 2014 différencie significativement les deux types de vins. Les attributs sensoriels qui différencient de manière significative les deux types de vins pour chaque millésime sont mis en évidence dans le tableau 8.

Concernant le site de Ribeauvillé et le millésime 2014, le vin issu de la modalité en Agriculture biologique possède une meilleure qualité aromatique et est plus apprécié que celui de la modalité PI pour le millésime 2014. Ce dernier possède des notes végé-

tales démontrée comme significatives par une ACP (données non montrées).

Effet des systèmes sur les vins de Pinot gris

Les trois systèmes du site de Rouffach (Rouff_PI; Rouff_PI_Mild Rouff_PI_Opti) sont plantés en Pinot gris. Les vins issus de ces trois expérimentations systèmes sont comparés à un Pinot gris de l'unité SEAV de l'INRA de Colmar. Le tableau 7 révèle que seuls trois attributs sensoriels discriminent statistiquement les quinze vins de Pinot gris entre eux, tous millésimes confondus.

L'ANOVA réalisée sur les vins de Pinot gris millésime par millésime révèle pour chaque millésime un nombre restreint d'attributs sensoriels discriminant les vins de Rouffach au seuil de 5% (tab. 9). En 2013, seule l'intensité aromatique permet de discriminer significativement les vins des trois différents systèmes. En 2014, les trois vins ne sont pas différents statistiquement selon leurs attributs sensoriels. A l'inverse, en 2015, presque tous les attributs sensoriels sont discriminants au moins au seuil de 5%. Seuls les attributs sensoriels «longueur en bouche», «amertume» et «arôme végétal» ne sont pas statistiquement discriminants pour les trois vins de Rouffach.

Toutes les modalités d'itinéraires techniques des vins de Pinot gris étant sur le même site, l'analyse des attributs sensoriels des vins provenant de Rouffach montre l'impact des différences d'itinéraire technique sur la qualité sensorielle des vins indépendamment de l'effet du contexte pédoclimatique.

Suite aux ANOVA réalisées, une ACP a été effectuée pour le millésime 2015, qui différencie fortement les trois vins du site de Rouffach (tab. 9) pour tenter d'ex-

Tableau 7 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des dix vins de Ribeauvillé Ribeau_AB et Ribeau_PI et des quinze vins de Rouffach Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Ribeauvillé Pr > F et significativité	Rouffach Pr > F et significativité
Int_col	0,0003***	0,2912
Int_aro	0,0111*	< 0,0001*
Aro_flo	0,4006	0,9092
Aro_fru	0,5519	0,7821
Aro_min	0,8980	0,1605
Aro_veg	0,7690	0,7394
Qual_aro	0,4543	0,4660
Gust_acid	0,3164	0,0627°
Gust_sucr	0,3824	0,0352*
Gust_amer	0,4674	0,0353*
Gust_long	0,0308**	0,7549
Qual_gust	0,1067	0,1807
Qual_ens	0,0786°	0,0609°

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,514	0,003**	0,087°	0,000***	0,183
Int_aro	0,620	0,455	< 0,0001***	0,152	0,764
Aro_flo	0,299	0,114	0,159	0,802	0,451
Aro_fru	1,000	0,183	0,144	0,055°	1,000
Aro_min	0,743	0,612	0,508	1,000	0,607
Aro_veg	0,615	0,022*	0,815	0,801	0,266
Qual_aro	0,706	0,057	0,267	0,714	0,126
Gust_acid	0,592	0,417	0,078°	0,765	0,707
Gust_sucr	0,326	0,151	0,398	0,218	0,078°
Gust_amer	0,375	0,056	0,501	0,363	0,673
Gust_long	0,104	0,004**	0,580	0,425	0,643
Qual_gust	0,780	0,001**	1,000	0,062°	0,152
Qual_ens	0,920	< 0,0001***	0,645	0,057°	0,333

Tableau 8 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des dix vins de Ribeauvillé Ribeau_AB et Ribeau_PI pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

plier les tendances de profils sensoriels des vins de Pinot gris induites par l'itinéraire technique. L'ACP est représentée dans la figure 2.

Conclusion sur les vins de Pinot gris

En 2015, les trois expérimentations systèmes installées à Rouffach donnent des vins assez différents de la référence Pinot gris. Les vins sont moins acides et plus sucrés que ceux du Pinot gris de référence. Par ailleurs, les vins provenant des expérimentations systèmes Rouff_PI_Mild et Rouff_Pi opti qui ont des modes de conduite similaires, et notamment d'entretien du sol, ont des profils sensoriels très proches. Les caractéristiques semblables des vins issus des systèmes Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti sont confirmées par les ANOVA réalisées sur les autres millésimes pour ces deux modalités.

Sur les expérimentations systèmes Rouff_PI_Mild et Opti, des outils d'aide à la décision ont été mis en place pour réduire les doses de fongicides. D'autre part, aucun traitement herbicide n'est appliqué sur ces deux modalités, où l'entretien du sol est similaire à celui d'une parcelle en agriculture biologique (travail mécanique du cavaillon et enherbement temporaire des inter-rangs). Ce mode d'entretien du sol mécanique peut induire une concurrence hydro-azotée, notamment vis-à-vis des graminées qui colonisent rapidement l'espace entre chaque passage mécanique sous le cavaillon. Cet effet est plus important les années de stress hydrique. Les valeurs d'azote assimilable des moûts, inférieures à 100 mg N/l, enregistrées sur les systèmes Rouff_PI_Mild et Opti, indiquent que la vigne a souffert d'une concurrence azotée particulièrement en 2015 et en 2016. Le site Rouff_PI, par contre, montre des teneurs plus élevées en azote assi-

milable (> 140 mg N/l) sur l'ensemble de la période d'étude. En cas de stress hydrique modéré induit par le mode d'entretien du sol, la qualité du raisin à l'origine des vins peut être affectée. Cela peut conduire à un nombre de baies par grappe et de grappes par cep plus faible. Un arrêt plus précoce de la croissance des rameaux est aussi observé pour les vignes enherbées. Il en résulte une meilleure accumulation des sucres et une plus grande dégradation de l'acide malique. L'année 2015 a été marquée par un début d'été très sec, qui a induit un stress hydrique sur la vigne qui a impacté les raisins vendangés. Les vins Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti qui en sont issus présentent des notes significativement plus sucrées que les vins issus de la référence Rouff_PI.

Les résultats de la composition isotopique du carbone des sucres de raisins (rapport 12C/13C) montrent que la parcelle Inger_AB a subi un stress hydrique durant la maturité des baies en 2015, 2016 et 2017, avec le plus grand stress en 2017 (-22,73), tandis que les autres parcelles n'ont subi aucune restriction en eau (valeurs comprises entre -29 et -26 pour mille sur la période d'étude).

Conclusion de l'effet du système drastiquement faible en intrants sur le profil sensoriel des vins

En conclusion, la réduction drastique des herbicides dans la gestion des sols des systèmes à Ribeauvillé et à Rouffach n'a eu que des effets mineurs sur les attributs sensoriels des vins qui en sont issus, comparés à des références d'itinéraires techniques alsaciens. En année sèche, la teneur en azote assimilable des moûts peut être faible et la concurrence hydro-azotée exacerbée (partie inférieure tab. 1). Sur six années de vinification,

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,8380	0,6763	< 0,0001***	0,4225	0,3129
Int_aro	0,0199*	0,2720	< 0,0001***	0,7397	0,1864
Aro_flo	0,3644	0,1226	0,0057**	0,1804	0,0549°
Aro_fru	0,5256	0,6651	0,0235*	0,6267	0,4126
Aro_min	0,9200	0,1741	0,0284*	0,8129	0,6879
Aro_veg	0,6881	0,5699	0,8629	0,9830	0,8141
Qual_aro	0,1296	0,3203	0,0052**	0,1076	0,2245
Gust_acid	0,9360	0,2070	< 0,0001***	0,7707	0,5791
Gust_sucr	0,1197	0,1251	< 0,0001***	0,0372*	0,0135*
Gust_amer	0,9321	0,0679	0,2274	0,0023**	0,1932
Gust_long	0,1386	0,3494	0,1235	0,1077	0,0900°
Qual_gust	0,2225	0,7045	< 0,0001***	0,0744°	0,4212
Qual_ens	0,1555	0,1632	< 0,0001***	0,0221*	0,3281

Tableau 9 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 15 vins de Rouffach Rouff_PI, Rouff_PI_Mild et Rouff_PI_Opti pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

sur deux sites différents pour deux cépages alsaciens, seuls les vins 2014 de Ribeauvillé (tab. 8) et les vins 2015 de Rouffach (tab. 9) présentent des différences sensorielles.

Effet fort des millésimes sur les profils sensoriels des vins de Pinot gris

Effet des millésimes sur les vins Riesling

L'année de production influence le profil sensoriel des vins Riesling de manière différenciée selon les cépages (au seuil de 5%). Ainsi, pour les quatre expérimenta-

tions systèmes issues de Riesling (tab. 10), l'effet millésime s'exprime sur la couleur, sur l'arôme végétal et sur différents attributs gustatifs, soit l'acidité et le sucre, ainsi que la qualité du vin. Seuls deux attributs différencient de manière marquée les millésimes entre eux (la couleur et l'acidité).

Le détail des différences de profils sensoriels entre millésimes pour les quatre vins plantés en Riesling est présenté dans le tableau 11. Les millésimes qui sont les plus discriminants entre les quatre vins Riesling étudiés sont les millésimes 2014 et 2015. Les autres millésimes ne présentent qu'un seul attribut significatif au seuil de 1%.

Nous avons effectué des ACP pour permet de visualiser les tendances de profils sensoriels des vins riesling en fonction des millésimes (données non montrées). L'ACP de tous les vins de 2014 à 2017 est expliquée sur ses deux premiers axes respectivement à 24% et 12% par les descripteurs sensoriels. Les millésimes 2014 et 2017 sont ceux où les vins Riesling ont été les plus appréciés par le jury, 2017 se caractérisant par des notes sucrées et le millésime 2014 par des notes acides. Les vins Riesling du millésime 2016 ont été moins appréciés par le jury, du fait d'arômes végétaux.

Tableau 10 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 20 vins de rieslings Ing_AB, Ribeau_AB, Ribeau_PI et Ries_Ref, tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	< 0,0001***
Int_aro	0,7222
Aro_flo	0,1068
Aro_fru	0,2447
Aro_min	0,3683
Aro_veg	0,0076**
Qual_aro	0,0632°
Gust_acid	< 0,0001***
Gust_sucr	0,0011**
Gust_amer	0,7052
Gust_long	0,2435
Qual_gust	0,0092**
Qual_ens	0,0123*

Effet des millésimes sur les vins de Pinot gris

Pour les vins de Pinot gris planté sur le site de Rouffach, l'effet millésime se note de manière plus marquée au seuil de 5% et entraîne des différences organoleptiques significatives. Le tableau 12 montre les attributs sensoriels discriminants entre millésimes sur les vins de Pinot gris. La figure 3 indique les tendances des profils sensoriels en fonction des millésimes pour les quatre vins de Pinot gris étudiés.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,0036**	< 0,0001***	0,0008***	< 0,0001***	0,0515°
Int_aro	0,8759	< 0,0001***	< 0,0001***	0,0167*	0,3156
Aro_flo	0,3043	0,4611	0,0007***	0,9105	0,1942
Aro_fru	0,9593	0,0003***	0,0180*	0,0306*	0,0872°
Aro_min	0,9330	0,2530	0,0139*	0,0784°	0,2868
Aro_veg	0,2229	0,0342	0,9297	0,8161	0,3826
Qual_aro	0,2049	< 0,0001***	0,0002***	0,5131	0,0357*
Gust_acid	0,8073	0,4739	< 0,0001***	0,3561	0,9592
Gust_sucr	0,5804	0,0843°	0,4108	0,1323	< 0,0001***
Gust_amer	0,6313	0,0675°	0,5942	0,5540	0,1366
Gust_long	0,1170	0,0282*	0,0184*	0,5005	0,9093
Qual_gust	0,4484	0,0009***	0,2439	0,0451*	0,0314*
Qual_ens	0,3678	< 0,0001***	0,5018	0,0684°	0,0016**

Tableau 11 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des 20 vins de rieslings Ing_AB, Ribeau_AB, Ribeau_PI et Ries_Ref, pour chaque millésime séparément. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Si l'on regarde millésime par millésime (tab. 9), les vins de Pinot gris présentent quelques différences significatives d'attributs sensoriels pour tous les millésimes, excepté le millésime 2014. Les différences entre les vins de Pinot gris sont notamment marquées en 2015.

La figure 4 indique les grandes tendances au niveau des attributs sensoriels des vins de Pinot gris pour les différents millésimes étudiés. Les vins de Pinot gris 2016 sont peu aromatiques et peu sucrés, tandis que le millésime 2014 donne des vins acides et 2015 des vins en moyenne plus sucrés. Pour un millésime donné, les caractéristiques sensorielles des vins étudiés varient donc fortement selon le millésime considéré, avec des caractéristiques proches entre les trois vins de Pinot gris d'une année à l'autre. Il existe donc un effet millésime plus marqué sur les vins de Pinot gris que sur les vins Riesling.

Discussion de l'effet du millésime sur les profils sensoriels des vins

L'effet millésime observé peut néanmoins être discuté. Les différences marquées particulièrement pour les millésimes 2014 et 2015 peuvent s'expliquer en partie par l'âge des vins au moment de la dégustation. Une ANOVA réalisée sur l'ensemble des vins en distinguant les répétitions 1 et 2 montre des différences significatives de notations d'attributs sensoriels entre les répétitions 1 et 2 pour les millésimes 2014 et 2015. A l'inverse, aucune différence significative n'est observée

entre les répétitions 1 et 2 pour les autres millésimes. D'autre part, l'écart temporel entre la première et la seconde dégustation est de quatre mois en moyenne pour tous les millésimes, sauf pour 2014 et 2015, pour lesquels il est de dix mois, pour des raisons logistiques. Cela confirme bien l'effet de l'âge du vin au moment de la dégustation sur les profils sensoriels, indépendamment de l'itinéraire technique.

Tableau 12 | Analyse univariée (ANOVA) des attributs sensoriels des quinze vins du cépage pinots gris. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	0,1772
Int_aro	0,0022**
Aro_flo	0,0081**
Aro_fru	0,1880
Aro_min	0,0005***
Aro_veg	0,0007***
Qual_aro	0,0252*
Gust_acid	< 0,0001***
Gust_sucr	< 0,0001**
Gust_amer	0,0002***
Gust_long	0,1550
Qual_gust	0,0893°
Qual_ens	0,1049

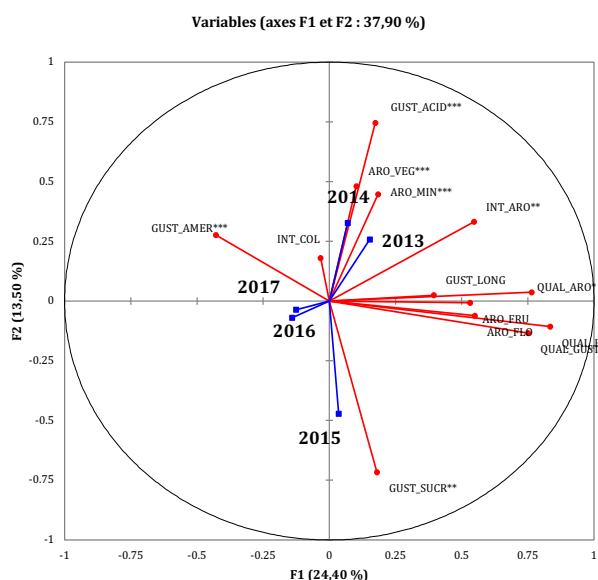


Figure 3 | Analyse en composantes principales (ACP) des 20 vins de pinots gris. Les barycentres des millésimes Vintage_2013, Vintage_2014, Vintage_2015, Vintage_2016 et Vintage_2017 sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

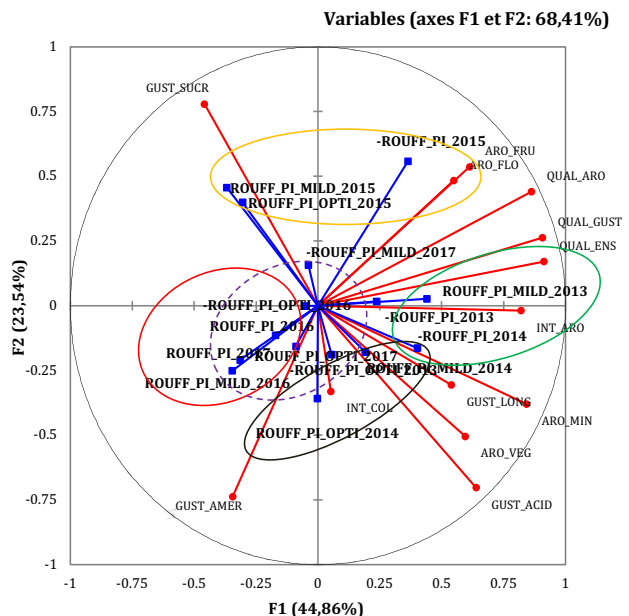


Figure 4 | Analyse en composantes principales (ACP) des quinze vins de pinots gris de Rouffach. Les barycentres des quinze vins sont projetés sur la figure en variables illustratives. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Effet des sites sur les profils sensoriels des vins de Riesling

Le tableau 13 montre les différences significatives d'attributs sensoriels entre sites plantés en Riesling tous millésimes confondus. L'intensité aromatique et la qualité aromatique sont deux attributs discriminants entre millésimes pour les vins de Riesling étudiés.

L'ANOVA réalisée sur les sites en Riesling millésime par millésime montre des différences significatives (au seuil 5%) entre les trois sites en Riesling. Le tableau 14 montre que les millésimes 2014 et 2015 sont les plus

Tableau 13 | Analyse univariée (ANOVA) des trois sites en rieslings tous millésimes confondus. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité
Int_col	0,0116°
Int_aro	0,0011**
Aro_flo	0,0185*
Aro_fru	0,0425*
Aro_min	0,1305
Aro_veg	0,6302
Qual_aro	< 0,0001***
Gust_acid	0,0497*
Gust_sucr	0,1411
Gust_amer	0,8548
Gust_long	0,0394*
Qual_gust	0,0234*
Qual_ens	0,0617°

Tableau 14 | Analyse univariée (ANOVA) des trois sites en rieslings pour les différents millésimes étudiés. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; * p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

Attributs sensoriels des vins	Pr > F et significativité				
	2013	2014	2015	2016	2017
Int_col	0,0010**	< 0,0001***	0,0009***	0,0347*	0,0195*
Int_aro	0,9223	< 0,0001***	0,0131*	0,7200	0,3630
Aro_flo	0,2507	0,8061	0,0005***	0,0894°	0,5460
Aro_fru	0,7724	0,0002***	0,0198*	0,1264	0,9284
Aro_min	0,8142	0,1426	0,0066**	0,6084	0,4792
Aro_veg	0,0916	0,1561	0,8274	0,2275	0,3806
Qual_aro	0,0865	< 0,0001***	0,0001***	0,1148	0,7982
Gust_acid	0,6890	0,3599	< 0,0001***	0,0605°	0,9249
Gust_sucr	0,6017	0,1231	0,3346	0,5683	0,3801
Gust_amer	0,6818	0,2157	0,4703	0,2932	0,8644
Gust_long	0,1833	0,4520	0,0073**	0,0471*	0,7271
Qual_gust	0,1949	0,0145*	0,1232	0,1762	0,5699
Qual_ens	0,1567	0,0072**	0,3479	0,1762	0,2219

discriminants entre les trois sites en Riesling, les autres millésimes présentant peu de différences d'attributs sensoriels entre sites.

L'ACP de la figure 4 indique les tendances de profils sensoriels des vins de Riesling liées à l'effet site. Les étoiles indiquent le degré de significativité: °p<0,1; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001.

La référence Riesling est plus aromatique et fruitée que les vins issus des sites de Ribeauvillé, plus acides, et que les vins de Riesling d'Ingersheim.

Quelques brèves conclusions peuvent être établies à la suite de ces analyses

- Les vins des trois expérimentations systèmes en Riesling ont des profils sensoriels assez éloignés de la référence Riesling du domaine INRA.
- Les vins de Riesling provenant des expérimentations systèmes PEPSVI ont des arômes acides, d'autant plus marqués pour les vins 2015 du site de Ribeauvillé. Le vin provenant d'Ingersheim présente des arômes plus végétaux que les vins Riesling de Ribeauvillé. A l'inverse, le vin témoin provenant du domaine de l'INRA est plus aromatique que les vins Riesling issus des expérimentations systèmes. Il possède des arômes fleuris, ressentis de manière significative, particulièrement en 2015.
- Enfin, bien qu'ils soient éloignés de la référence Riesling, les vins de Ribeauvillé sont les plus appréciés par le jury (meilleure qualité d'ensemble: Qual_ens), aussi bien en 2014 qu'en 2015.

Conclusion

Les attributs sensoriels des vins Riesling permettent de distinguer les trois expérimentations système les unes des autres, particulièrement en 2014 et 2015. Certains attributs sensoriels différencient de manière significative les différents sites plantés en Riesling. Il existe donc un effet du site sur la caractérisation sensorielle des vins AOC Riesling, quel que soit son itinéraire technique.

Cependant, les ANOVA et ACP réalisées ne permettent pas de conclure sur l'effet du site et donc sur l'effet du contexte pédoclimatique sur le profil sensoriel des vins, ni sur l'effet de l'itinéraire technique sur les profils sensoriels des vins, effets démontrés dans d'autres études (Cadot *et al.* 2012; Morlat 2001).

En effet, en 2014 les Riesling aux attributs sensoriels les plus proches sont Ing_AB et Ribeauvillé_PI, caractérisés par une amertume et des notes végétales. En revanche, en 2015 les vins des expérimentations systèmes jugés les plus similaires par le jury sont Ribeauvillé_AB et Ribeauvillé_PI, proches entre eux par une acidité très marquée. Ces

différences importantes de profils sensoriels pour un même vin entre millésimes ne permettent donc pas de distinguer les vins en fonction des caractéristiques des sols des parcelles.

Conclusions

- Les analyses statistiques entre années, ou entre cépages, ou entre itinéraires techniques permettent de valider des vins issus d'itinéraires techniques drastiquement réduits en intrants pour l'AOC Alsace.
- La réduction drastique des herbicides, entraînant une complémentation hydro-azotée plus ou moins marquée (fertilisation par compost organique azotée à Inger_AB tous les ans), n'a pas eu d'impact majeur sur la qualité des vins d'après le jury sensoriel. L'âge des vins lors de leur dégustation est le principal marqueur de différenciation des vins entre eux.
- L'impact majeur sur les caractéristiques biochimiques et sensorielles des vins semble être l'âge du vin au moment de sa dégustation. ■

Remerciements

Les co-auteurs remercient tous les partenaires PEPSVI ARAA, OPABA, RITMO-Agroenvironnement, EPPLPA Rouffach-Wintzenheim, CRAGE-68, INRA-SEAV, INRA-LAE du projet PEPSVI X2IN68VI. Ils remercient les financeurs: la Région Alsace (2013–2015, le Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt et le Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer avec EcoPhyto DEPHY-EXPE (2013–2018).

Bibliographie

- Cadot Y., Caillé S., Samson A., Barbeau G. & Cheynier V., 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by quantitative descriptive analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta* **660**, 53–62.
- Cadot Y., Caillé S., Thiollot-Scholtus M., Samson A., Barbeau G. & Cheynier V., 2012. Characterisation of the sensory representation of the conceptual and the perceptual typicality for wines related to terroir. An application to red wines from Loire Valley. *Food Quality and Preference* **24**, 48–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.012>
- Chapman D. M., Matthews M. A. & Guinard J. X., 2004. Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different crop yields. *American Journal of Enology and Viticulture* **55** (4), 325–334.
- Jourjon F., Symoneaux R., Thibault C. & Réveillère M., 2005. Comparaison d'échelles de notation utilisées lors de l'évaluation sensorielle de vins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* **39** (1), 23–29. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2005.39.1.906>
- Meynard J.-M., Dedieu B. & Bos A. P., 2012. Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In " Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic" (I. Darnhofer, D. Gibon & B. Dedieu, eds.), pp. 407–432. Springer.
- Meynard J.-M., Jeuffroy M.-H., Le Bail M., Lefèvre A., Magrini M.-B. & Michone C., 2017. Designing coupled innovations for the sustainability transition of agrifood systems. *Agricultural Systems* **157**, 330–339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.08.002>
- Morlat R., 2001. Terroirs viticoles: Etude et Valorisation, Oenoplurimédia/Ed.
- Thiollot-Scholtus M., Grignon J. & Weissbart J., 2016. To drastically reduce pesticides uses: two cases of redesigned systems with biodynamic and protected designation of origin constraints. In ESA2016 (eds.).
- Thiollot-Scholtus M., Muller A., Abidon C., Grignon J., Keichinger O., Koller R., Langenfeld A., Lemarquis G., Ley L., Rabolin-Meinrad C. & Nassr N., 2020. Assessment of new low input vine systems: dataset on environmental, soil, biodiversity, growth, yield, disease incidence, juice and wine quality, cost and social data. *Data in Brief* **31**, 105663. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105663>

Summary**Joint analysis of low pesticide inputs management of in vineyards and quality of AOC wines in Alsace, France.**

Nowadays, Viticulture now must be agro-ecological, while maintaining its qualitative quality requirement standards. To help winegrowers produce more sustainable wines while maintaining the high-quality level of the AOC specifications, we have evaluated the quality of wines from eleven innovative viticultural systems with very low pesticides inputs over five years. The harvested grapes and the wines produced were analyzed respectively biochemically and sensorially. The results show that it is possible to produce AOC Alsace dry white wines from wine grape production systems were pesticide use drastically reduced. All Riesling and Pinot Gris wines showed balanced biochemical and sensory characteristics that respond favorably to the AOC Alsace specifications for all the routes tested while maintaining the effect of the vintage and the production site.

Key words: pesticide reduction, AOC, biochemistry, sensory analysis, wines

Zusammenfassung**Kombinierte Analyse von Pestizidmanagement in Weinbergen und Qualität von AOC Weinen im Elsass, Frankreich.**

Gegenwärtig muss die Weinkultur ökologischen Richtlinien folgen und gleichzeitig die Weinqualität sicher stellen. Um Weinbauern zu helfen ihren Wein nachhaltiger zu produzieren und die hohe Qualität zu gewährleisten, wurden die Weinqualität von elf innovativen Weinbausystemen mit niedrigem Pestizid gebrauch über einen Zeitraum von fünf Jahren eingeschätzt. Die geernteten Trauben und der produzierte Wein wurden auf biochemische und sensorische Parameter untersucht. Die Resultate zeigen dass es möglich ist trocken weißen AOC Elsass Wein auf Weingütern zu produzieren in denen der Gebrauch von Pestiziden drastisch reduziert wurde. Alle Riesling und Grauburgunder Weine zeigten bilanzierte biochemische und sensorische Eigenschaften. Diese Eigenschaften sind im Einklang mit den AOC Elsass Spezifikationen und zeigen auch einen Erhalt der "Vintage" Eigenschaften und des Anbaubietes.

Riassunto**Itinerari tecnici e qualità dei vini AOC Alsace con ridotto impiego di fitosanitari.**

La viticoltura deve necessariamente compiere una propria transizione verso modelli di sviluppo già da tempo individuati dall'agro-ecologia, senza per questo rinunciare ai propri standard qualitativi. Per incentivare i viticoltori a produrre del vino in ottemperanza all'idea di uno sviluppo sostenibile – ma al contempo nel rispetto dell'alto livello qualitativo imposto dalle norme AOC – abbiamo esaminato nell'arco della durata di un quinquennio la qualità dei vini di undici "sistemi viticoli" giudicati innovativi. Le uve vendemmiate e i vini effettivamente prodotti sono stati analizzati dal punto di vista biochimico e sensoriale secondo le più classiche metodologie. I risultati raggiunti dimostrano che è possibile ottenere dei vini bianchi secchi AOC Alsace con uve da vinificazione scarsamente trattate con prodotti fitosanitari. Nei casi presi in esame, tutti i vini Riesling e Pinot hanno dimostrato di conservare delle caratteristiche biochimiche e sensoriali equilibrate conformi alle norme AOC Alsace mantenendo, allo stesso tempo, le specificità enologiche tipiche di ogni singolo produttore.