



SysVitSolVin - Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité sensorielle des productions

N. Nassr, A. Langenfeld, M. Benbrahim, Laurent Deliere, Jean-Pascal Goutouly, - Lafond D., Lionel Ley, R. Koller, - Desmonts M.-H., D. Werner, et al.

► To cite this version:

N. Nassr, A. Langenfeld, M. Benbrahim, Laurent Deliere, Jean-Pascal Goutouly, et al.. SysVitSolVin - Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité sensorielle des productions. Innovations Agronomiques, 2019, 71, pp.135-150. 10.15454/RWBIWY . hal-02623114

HAL Id: hal-02623114

<https://hal.inrae.fr/hal-02623114v1>

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

SysVitSolVin - Impact de systèmes viticoles à faibles intrants sur la qualité des sols et la qualité sensorielle des productions

Nassr N.¹, Langenfeld A.¹, Benbrahim M.¹, Delière L.², Goutouly J-P.^{2,3}, Lafond D.⁴, Lionel L.⁵, Koller R.⁶, Desmonts M-H.⁷, Werner D.⁷, Thiollet-Scholtus M.⁸

¹RITMO-Agroenvironnement, 37 Rue de Herrlisheim, F-68000 Colmar

²INRA UMR 1065.71 av E. Bourlaux F-33882 Villenave d'Ornon

³INRA, UMR 1287 EGFV, F-33883 Villenave d'Ornon

⁴IFV Institut Français de la Vigne et du Vin, 42 Rue Georges Morel, F-49070 Beaucoze

⁵INRA-SEAV. 28, rue de Herrlisheim F-68021 Colmar

⁶ARAA, 2 rue de Rome, BP 30022 Schiltigheim, F-67013 Strasbourg

⁷Aérial, Parc d'Innovation, rue Laurent Fries, F-67412 Illkirch

⁸INRA-SAD- UR-0055-ASTER, rue de Herrlisheim F-68021 Colmar

Correspondance: najat.nassr@rittmo.com

Résumé

Différents systèmes viticoles sont évalués dans le cadre du programme ECOPHYTO pour fournir à la filière des nouveaux itinéraires techniques faiblement consommateurs d'intrants phytosanitaires. Les analyses réalisées sur les sols des sites systèmes viticoles étudiés, ont mis en évidence l'effet des pratiques sur le fonctionnement biogéochimique du sol. Les analyses combinées des paramètres microbiologiques du sol (diversité métabolique par Biolog® et biomasse bactérienne et fongique par qPCR) et de la minéralisation de l'azote ont permis de différencier les itinéraires en agriculture biologique de ceux en protection intégrée pour certains sites /systèmes étudiés. En effet, pour le site d'Aquitaine avec une vigne jeune et un sol sableux, le potentiel de minéralisation de l'azote est probablement lié à ces deux paramètres. En revanche pour un même cépage, des différences ont été obtenues entre les itinéraires techniques (biologique ou intégré) au niveau de la minéralisation de l'azote, de la biomasse et de l'activité microbienne du sol d'un site Alsacien. Au niveau de la production, les résultats montrent que le profil sensoriel du vin, établi par un panel d'expert, est lié à la qualité de la grappe. Les attributs visuels et aromatiques sensoriels des vins ont permis de distinguer les sites en production AOP ainsi que les millésimes 2014 et 2015, mais non les systèmes en agriculture biologique de ceux intégrés. Finalement, la réduction drastique des herbicides dans la gestion des sols du vignoble n'a eu que des effets mineurs sur les caractéristiques sensorielles des baies de récolte et des vins.

Mots-clés : Biomasse microbienne (qPCR), activité microbienne (Biolog®), minéralisation d'azote, pratiques viticoles, qualité organoleptique raisins et vins

Abstract: Impact of vineyards managements with low inputs on soil quality and wine sensory qualities

Various vineyard management systems are evaluated within the framework of the program ECOPHYTO to provide an innovative soil management practices that permit low pesticides inputs. The analysis performed on soils from the vine sites systems showed that the terroir management had an effect on soil biogeochemical functions. The microbial analysis of soil (functional diversity by Biolog® and

abundance of bacteria and fungi by qPCR) combined to nitrogen mineralisation made it possible to distinguish between organic and integrated systems in some sites. Indeed, for Bordeaux vineyard, with a sandy soil and the youngest vine, the potential of nitrogen mineralization is probably related to these parameters. However, for Alsace sites, differences between organic and integrated systems were obtained on nitrogen mineralisation and soil biomasses and activities.

For the wine production, the results showed that the sensory profile of the wine established by the expert panel was linked to grape quality at harvest. Visual and aromatic sensory attributes of wines enabled to distinguish the sites on PDO productions and both 2014 and 2015 vintages, but not the organic systems from the integrated ones. Finally, drastically reducing herbicides in soil management of the vineyard had minor effects on sensory characteristics of harvested berries and wines and did not significantly impact consumer preferences of the wines.

Keywords: microbial biomass (qPCR), microbial activities (Biolog®), nitrogen mineralization, vineyard management, sensory qualities, grapes and vines

Introduction

La viticulture est conduite sous des pratiques, en majorité conventionnelles, qui favorisent le tassement, l'érosion, l'accumulation de cuivre et la diminution de la biomasse microbienne (Miguens *et al.*, 2007). Des systèmes viticoles innovants sont évalués dans le cadre du programme ECOPHYTO pour fournir à la filière de nouveaux itinéraires viticoles drastiquement faibles en intrants phytosanitaires, alors que ce secteur est aujourd'hui un gros utilisateur de produits phytosanitaires, avec 20% des volumes de pesticides pour seulement 3% des surfaces cultivées en France. Les innovations de ces systèmes sont essentiellement basées sur les modes de travail de sol, la gestion de l'enherbement, les traitements phytosanitaires et la maîtrise de la vigueur de la vigne. Ces leviers de réduction des intrants phytosanitaires peuvent impacter directement la qualité des sols et leur fonctionnement biologique et peuvent potentiellement modifier la qualité des raisins récoltés et des vins qui en sont issus. Ces systèmes innovants et économes en intrants phytosanitaires vont au-delà des systèmes de production intégrée et d'agriculture biologique. Certains intègrent des pratiques adoptées en agriculture biodynamique à savoir l'usage des huiles essentielles pour réduire l'apport de cuivre. L'objectif du projet SysVit-SolVin a été l'acquisition de nouvelles données et de nouveaux indicateurs de la qualité biologique des sols en lien avec la minéralisation de l'azote du sol, de la gestion de la nutrition azotée de la vigne et de la qualité organoleptique des raisins et des vins dans les nouveaux systèmes innovants à utilisation réduite d'intrants chimiques. Ce projet ambitieux a réuni des partenaires variés provenant du monde de la recherche, de l'enseignement et de la filière viticole : INRA Colmar, INRA Bordeaux, IFV Val de Loire-Centre, OPABA, EPLEFPA de Rouffach, ARAA, AERIAL et RITMO Agroenvironnement.

Le projet intégrait plusieurs « systèmes-innovants » situés en Aquitaine, en Alsace et en Pays de la Loire. Ces systèmes innovants font partie des plateformes d'expérimentation du réseau DEPHY ECOPHYTO. Il s'agissait particulièrement des plateformes PEPSVI sur le vignoble Alsacien, ECOVITI AQUITAINE sur le vignoble Bordelais et ECOVITI sur le vignoble de la Loire. Les onze systèmes de culture présents sur ces sites sont des systèmes innovants de type protection intégrée, variété résistante ou agriculture biologique. Des analyses ont été menées sur les trois compartiments étudiés : sol – végétal – production. La qualité biologique des sols a été analysée par la caractérisation des communautés microbiennes globales selon une approche basée sur l'activité métabolique nutritionnelle globale et spécifique impliquée dans la dégradation de la MO et le cycle de l'azote. La nutrition azotée de la vigne a été étudiée par des mesures du potentiel de minéralisation de l'azote du sol et l'état nutritionnel de la vigne à différents stades végétatifs. La qualité organoleptique des raisins et vins issus

des récoltes a été caractérisée au niveau sensoriel (analyse descriptive quantitative par un panel d'experts) et au niveau biochimique (profil polyphénolique, acidité totale, acide malique).

Il est à noter que les analyses réalisées sur les sites (sol et productions) ont porté sur deux années (2014 et 2015) et que les itinéraires techniques ont varié entre les deux millésimes, la pression parasitaire et le climat ont pu modifier la gestion de ces parcelles, même si les règles de décision ont été maintenues. Les analyses menées sur sol, vigne et production ont montré pour les trois compartiments un fort effet de deux paramètres : le site étudié et le millésime. Ainsi, les résultats obtenus dans le projet SysVit-SolVin ont été dans un premier temps analysés par année avant d'être comparés entre les deux millésimes étudiés.

1. Les sites-systèmes et les pratiques culturales viticoles étudiés

La mise en œuvre des plateformes d'expérimentation étudiées ont pour objectif la conception, l'expérimentation et l'évaluation de systèmes viticoles innovants utilisant peu ou pas du tout de pesticides. Différents leviers sont utilisés pour atteindre cet objectif de réduction de l'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) : contrôle cultural, lutte biologique, lutte chimique, lutte physique. Le contrôle cultural permet une gestion des pathogènes par une maîtrise du volume de végétation, de l'enherbement et du mode de conduite. La lutte biologique inclut le biocontrôle (y compris lutte biotechnique) hors usage du soufre. La lutte physique correspond à l'utilisation d'un désherbage mécanique pour la maîtrise de l'enherbement. Chaque site utilise un ou plusieurs de ces leviers pour atteindre les objectifs fixés, via différentes innovations de pratiques culturales viticoles (Tableau 1).

Quatre sites en Alsace (Figure1), un site en Pays de la Loire et un site en Aquitaine ont été étudiés, représentant 4 systèmes en agriculture biologique, 6 systèmes en protection intégrée et un système avec variété résistante (Tableau 1).

Des prélèvements de sol ont été effectués sous le rang à trois stades phénologiques de la vigne (débourrement, mi-véraison et récolte) en 2014 et en 2015.



Figure 1 : Photo d'une parcelle d'essai en Alsace (INRA Colmar).

Tableau 1 : Description des sites-systèmes.

Nom	Cépage	Système viticole	Sols	Type de vin (AOC)/Localisation	Description des pratiques de travail du sol	Pratiques vis-à-vis des attaques fongiques
ChatenAB			Alluvions granitiques	Crémant /Alsace	Travail superficiel du sol sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	Usage du soufre, réduction drastique de l'usage du cuivre (< 1 kg/ha/an) et infusions végétales
IngerAB	Riesling	Agriculture Biodynamique	Sol brun sur arène argilo-granitique	Alsace	Couverture permanente sous le rang et en inter-rang	Usage du soufre, réduction de l'usage du cuivre
RibeauAB			Sol limono-argileux caillouteux sur marnes calcaires	Grand Cru Osterberg/Alsace	Paillage de copeaux de bois sous le rang, travail profond du sol en inter-rang	Usage du soufre, réduction de l'usage du cuivre
RibeauPI		Production Intégrée			Herbicide sous le rang, travail superficiel du sol en inter-rang	Pesticides de synthèse et usage classique du cuivre
RouffPI		Production Intégrée			Herbicide sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	Pesticides de synthèse et usage classique du cuivre
RouffPIOpti	Pinot Gris	Production Intégrée Optidose	Limons argileux	Alsace	Herbicide sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	
LoirePI : Int1 et Int2	Cabernet Franc	Production Intégrée	Sol limono-argileux	Loire	Herbicide sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	Pesticides de synthèse et usage classique du cuivre
BdxAB		Agriculture Biologique			Travail superficiel du sol sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	Usage du soufre, réduction de l'usage du cuivre
BdxPI	Merlot	Production Intégrée	Sol sableux	Pas d'AOC/Aquitaine	Herbicide sous le rang, travail du sol et couverture permanente en inter-rang	Pesticides de synthèse et usage classique du cuivre
BdxRes	Variété résistante	Zéro pesticide			Zéro herbicide sous le rang et en inter-rang	Zéro fongicide

2. Caractérisation de l'état physique des sols au sein des sites /systèmes

Les viticulteurs s'interrogent fréquemment sur l'état de fertilité de leurs sols, s'inquiétant d'une possible dégradation. Parmi les trois composantes de cette fertilité (chimique, physique et biologique), si les composantes chimiques et biologiques disposent de méthodes analytiques pour tenter de les évaluer, la composante physique est plus rarement étudiée. La composante physique de la fertilité des sols a été étudiée sur la totalité des systèmes mis en comparaison, par la description de profils culturaux. Les profils culturaux ont été réalisés selon la méthode décrite par l'ISARA (<http://profilcultural.isara.fr>). Les descriptions ont été faites perpendiculairement aux rangs de vigne pour analyser les conséquences de la différenciation d'entretien des interrangs. Elles ont été complétées par des mesures de densité apparente.

Indépendamment de la diversité pédologique, les profils montrent des similitudes concernant l'impact du roulage sur la structure des sols, avec l'observation de tassements récurrents situés de part et d'autre du cavaillon, alors que ce dernier constitue une zone plutôt préservée des dégradations. Par ailleurs, des dégradations profondes sont parfois identifiées, sans lien avec les interventions culturales habituelles : ces dégradations pourraient résulter des opérations liées au chantier de plantation. Les densités apparentes mesurées sont en bonne adéquation avec les états structuraux identifiés, dans une gamme de 1,3 à 1,6 g/cm³. En revanche, sur cette série d'observations les différences actuelles entre systèmes de conduite de vigne ne semblent pas être un facteur de différenciation majeur du point de vue des conséquences prévisibles pour la vigne.

Ces constats conduisent à formuler des questions pour l'évaluation des autres composantes de la fertilité des sols : ainsi, la stratégie d'échantillonnage pour une évaluation de l'activité biologique des sols au service de la nutrition minérale de la vigne doit tenir compte de la segmentation latérale du profil, en se focalisant sur la zone du cavaillon. Par ailleurs, des recommandations concernant la gestion différenciée des interrangs peuvent être discutées, comme la préconisation courante d'inverser régulièrement l'enherbement dans les systèmes enherbés un interrang sur deux. Il est également légitime de s'interroger sur l'objectif d'état structural idéal à viser dans le cadre de la production viticole. Enfin, ces observations suggèrent de porter une attention particulière aux opérations de travail du sol envisagées et aux conditions de réalisation de toutes les interventions au moment du chantier de plantation, dont les conséquences s'avèrent durables.

3. Évaluation de la biomasse et de l'activité microbienne dans les systèmes viticoles

Les prélèvements de sol effectués sous le rang (profondeur 30 cm) à trois stades phénologiques de la vigne (débourrement, mi-véraison et récolte) en 2014 et en 2015 ont été analysés selon une approche basée sur l'activité métabolique nutritionnelle globale et spécifique impliquée dans la dégradation de la matière organique (MO) et le cycle de l'azote. Pour cela, deux types de mesures microbiologiques ont été effectuées : (i) l'étude de l'aptitude des communautés microbiennes du sol à dégrader divers substrats carbonés (diversité métabolique par Biolog®) et (ii) la biomasse d'ADN, bactérien (qPCR ADN16S) et fongique (qPCR ADN 18S) présente dans les échantillons de sol.

La biomasse et l'activité métabolique microbienne semblent être favorisées pour certains systèmes de productions notamment en biodynamie (parcelles ChatAB(bio) et IngerAB(bio) (Figure 2). L'activité microbienne dans ces deux sites est plus particulièrement importante au stade de débourrement en 2014, permettant ainsi au sol de disposer d'un potentiel de fourniture d'azote minéralisable. Dans les deux sites, le mode de gestion des systèmes de production est basé sur des pratiques pouvant favoriser la vie microbienne du sol (enherbement semé ou naturel, travail du sol, apport d'amendement organique). Ces valeurs élevées ne sont pas retrouvées en 2015. Malgré des itinéraires techniques différents, une convergence des objectifs est observée pour ces sites et les sols disposent de

biomasses et d'activités microbiennes capables de dégrader des substrats organiques et de minéraliser l'azote. Il a été démontré que les pratiques viticoles en agriculture biologique semblent améliorer les conditions du sol pour favoriser une meilleure fertilité biologique du sol (Probst et al., 2008).

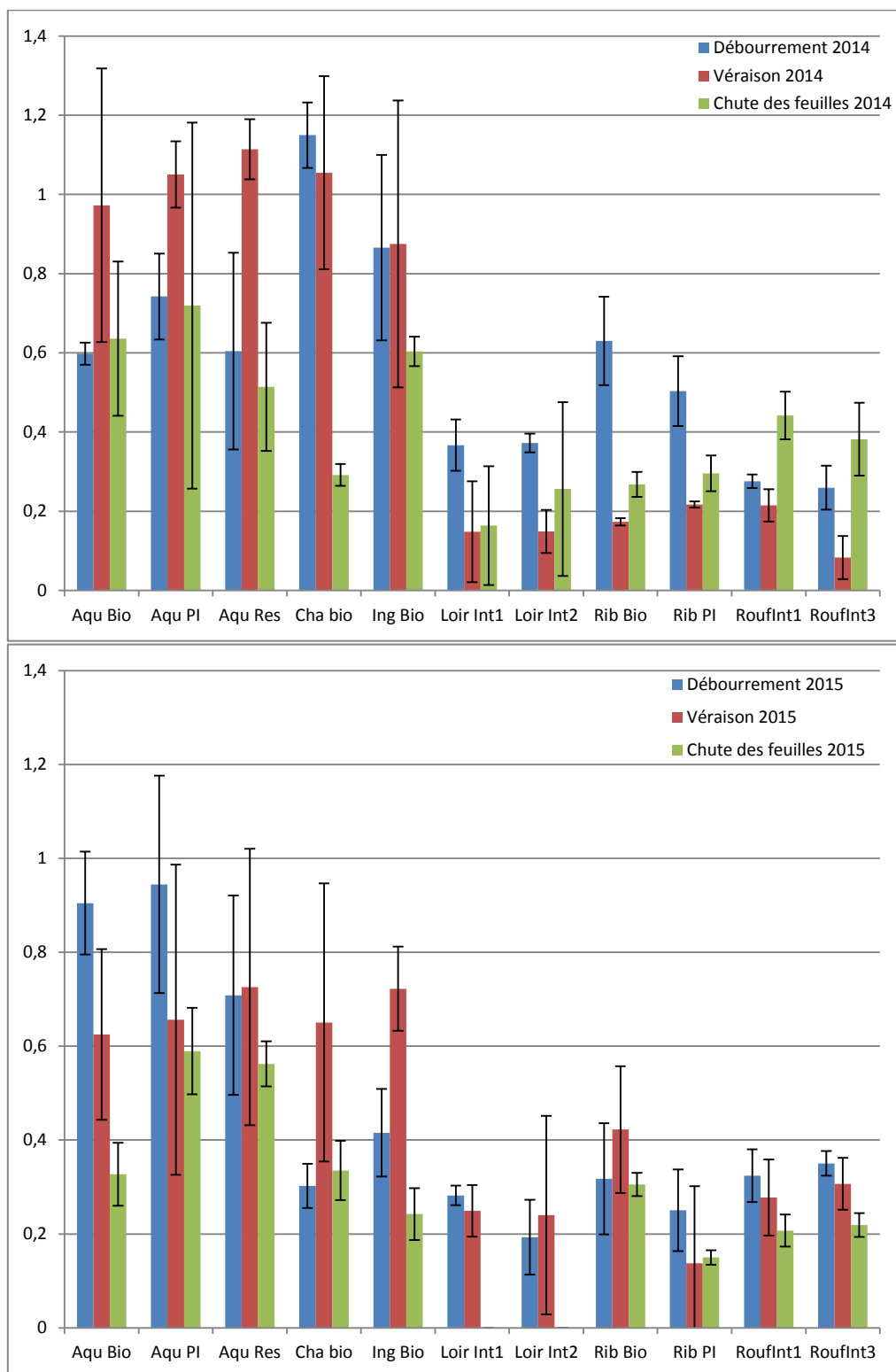


Figure 2 : Diversité métabolique (AWCD : densité optique à 620 nm) mesurée aux trois dates de prélèvements pour les échantillons de sols récoltés (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin).

L'analyse de l'indicateur d'activité métabolique n'a pas mis en évidence des différences importantes entre certaines pratiques au sein d'un même site. Des faibles différences sont observées pour certains sites (ex : Rib Bio et RibPI), plus particulièrement au stade de débourrement, période pendant laquelle l'activité microbienne est généralement optimale. Néanmoins des différences entre les deux systèmes (RibeauAB(bio) et RibeauPI(int)) ont été observées au niveau de la biomasse moléculaire bactérienne et de la minéralisation de l'azote. Il a été montré que le climat, la région, le type de sol et le type de cépage peuvent jouer un rôle important dans la structuration des communautés microbiennes et leurs activités dans les sols viticoles (Burns et al. 2015 ; Bokulich et al. 2016). De même, des études ont mis en évidence les effets de certaines pratiques comme l'enherbement, la fertilisation et des systèmes de productions conventionnels, biologiques ou biodynamiques (Jacobsen and Hjelmsø 2014) sur l'état du sol et plus particulièrement les communautés microbiennes.

L'abondance de données disponibles suite aux diverses mesures effectuées a nécessité une analyse globale des résultats des mesures biogéochimiques. Cette analyse combinée a mis en évidence que les caractéristiques intrinsèques du sol, les conditions climatiques de la région d'Aquitaine en plus des pratiques adoptées dans ces systèmes les différencient des autres sites et avec notamment une richesse et activité microbienne élevée dans ce site. Pour les autres sites-systèmes, une différenciation des pratiques en agriculture biologique et en protection intégrée est observée (Figure 3).

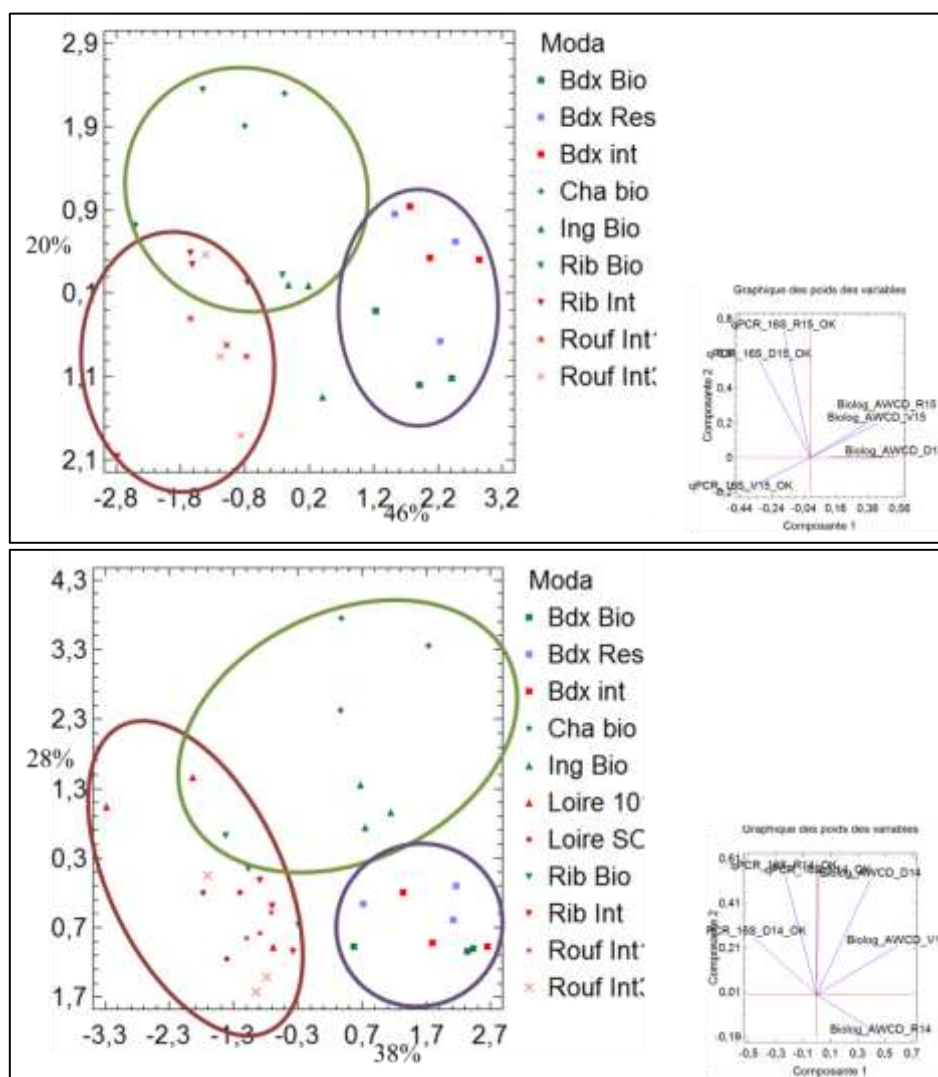


Figure 3 : Analyse multivariée des résultats 2014 (en haut) et 2015 (en bas) pour les paramètres de diversité métabolique et d'abondance moléculaire bactérienne aux trois dates de prélèvements (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

4. Dynamique fonctionnelle de l'azote dans les sites/systèmes

La dynamique de l'azote dans le sol au cours du cycle de la vigne a été étudiée par deux mesures : mesure des formes d'azote à trois dates dans l'année et mesure de la minéralisation potentielle de l'azote. Les mesures des formes d'azotes ont été effectuées aux trois dates de prélèvement de sol : débourrement, mi-véraison et chute des feuilles, sous le rang, à une profondeur de 30 cm. Le suivi de la minéralisation potentielle de l'azote est effectué sur les échantillons de sol prélevés à débourrement (sous le rang à 30cm de profondeur). Cet essai est inspiré de la norme XP U44-163. La modélisation des courbes de minéralisation a permis de calculer deux paramètres de la dynamique de l'azote dans le sol. Le premier paramètre (A) est la quantité maximale de l'azote potentiellement minéralisable. Le second (k) est une fonction de la vitesse de minéralisation.

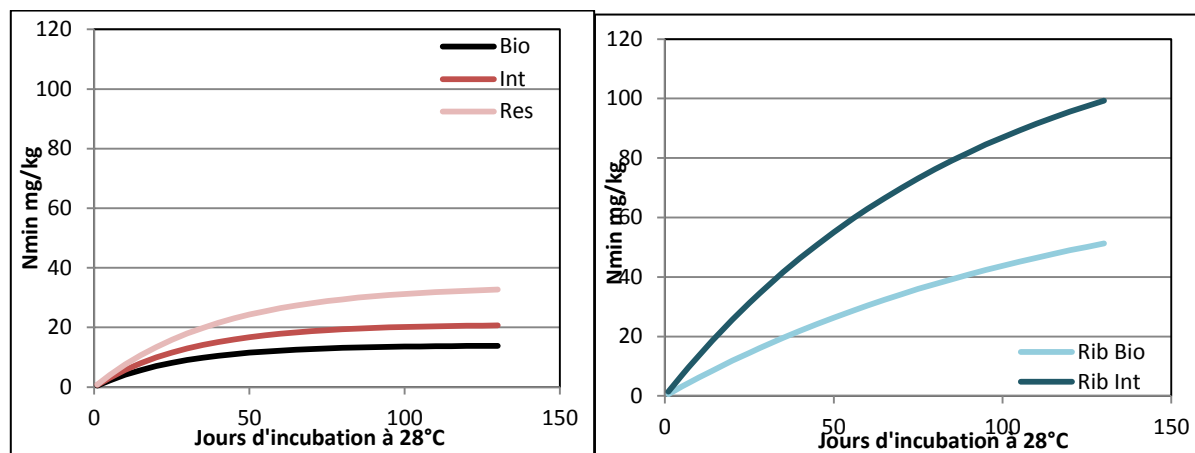


Figure 4 : Courbes de minéralisation des sites Ribeauvillé et Bordeaux en 2014 (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

L'azote potentiellement minéralisable varie en moyenne de 14,5 à 131 mg/kg de sol en 2014 et de 28 à 161 mg N/kg de sol en 2015. Les plus faibles valeurs sont observées dans les sols sableux des sites bordelais (Figure 4 et 5). La fonction de vitesse de minéralisation varie de 0,01 à 0,03 (jour⁻¹) en 2014 et de 0,01 à 0,06 (jour⁻¹) en 2015.

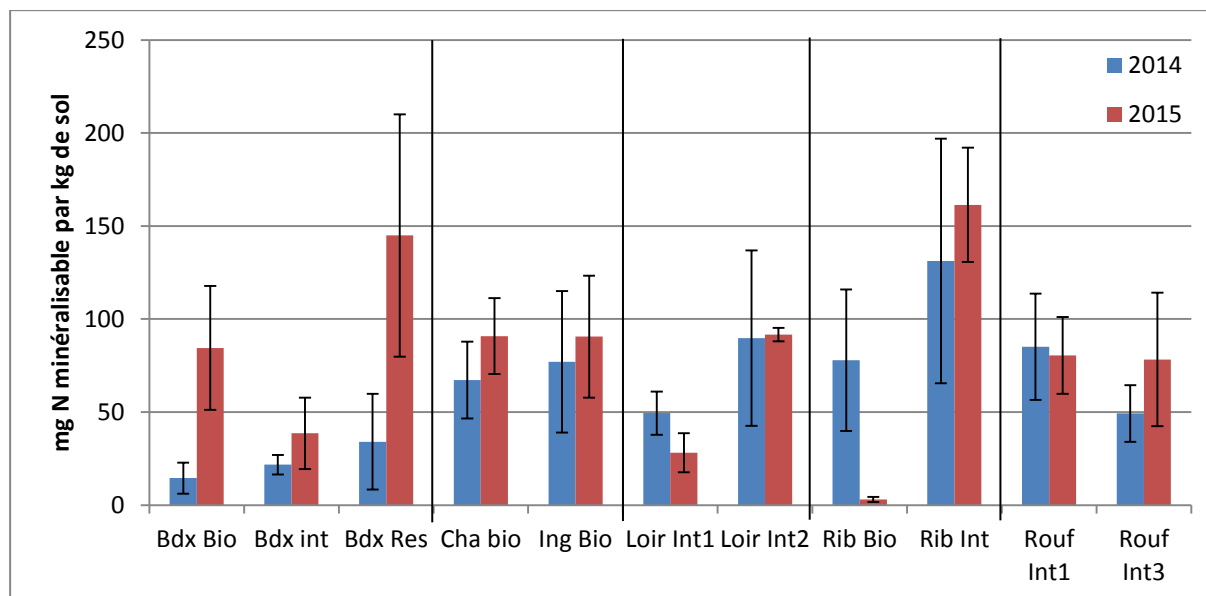


Figure 5 : Azote potentiellement minéralisable dans les sols des différents sites/systèmes (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

Une forte augmentation de la minéralisation potentielle de l'azote est observée en 2015 pour les sites BdxBio et BdxRes par rapport à 2014. La différence observée entre les deux systèmes de Rouffach en 2014 n'est pas observée en 2015. La tendance observée en 2014 pour les systèmes de Loire est significatif en 2015 ($\text{Int2} > \text{Int1}$). À Ribeauvillé, le système Bio présente une forte diminution entre 2014 et 2015.

Les teneurs en azote nitrique et ammoniacal ont été mesurées à débourrement, véraison et chute des feuilles (Figure 6).

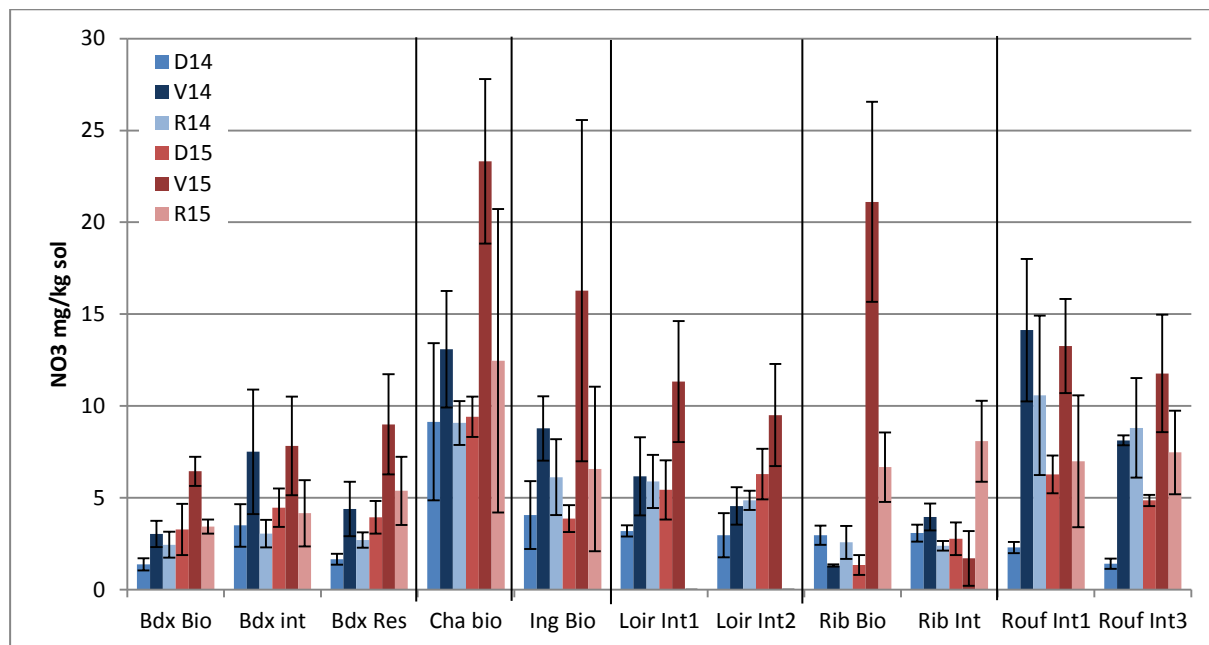


Figure 6 : Teneurs en azote nitrique des sols (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

À débourrement en 2014, le système Int de Bordeaux présentait une teneur en azote nitrique plus élevée que les systèmes Bio et Res ; cette différence n'est plus observée en 2015. Dans la Loire, les deux systèmes présentent des valeurs similaires à débourrement, avec des teneurs en 2015 plus élevées qu'en 2014. À Rouffach, le système Int1 présente une teneur plus élevée que le système Int3 à débourrement en 2014, la même tendance mais non significative est observée en 2015. À Ribeauvillé, le système Int présente une teneur plus élevée à débourrement en 2015, ce qui n'était pas observé en 2014. Ceci souligne que les facteurs qui déterminent l'activité microbienne des sols comprennent le climat, le type de sol et les pratiques (Fierer et al., 2012).

À la chute des feuilles, les systèmes de Bordeaux et de la Loire ne se différencient pas entre eux sur les deux années de mesure. Sur le site de Rouffach à la chute des feuilles, comme à débourrement, le système Int1 présente une teneur plus élevée que le système Int3 en 2014, mais cet effet n'est pas observé en 2015. Pour les sites de Ribeauvillé, Chatenois et Ingersheim à la chute des feuilles, une forte augmentation est observée en 2015 par rapport à 2014, sauf pour le système Int de Ribeauvillé.

Les résultats d'analyse de la teneur en carbone organique et azote total dans les sols à débourrement montrent une bonne corrélation au niveau des teneurs en azote(N) et en carbone(C) entre 2014 et 2015 à l'exception du site de Ribeauvillé Bio qui présente une forte teneur en C en 2015 due à la présence du paillage (copeaux de bois) (Figure 7). Pour ce site, la minéralisation potentielle de l'azote dans le sol était très faible en 2015 (Figure 5).

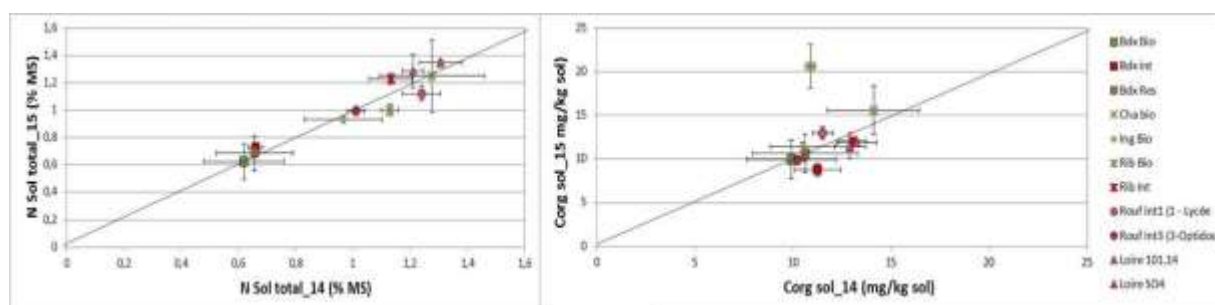


Figure 7 : Évolution de la teneur en C et N des sols échantillonnés au débourrement en 2014 et 2015 (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

Les paramètres de mesure de l'azote dans le sol sous le rang (profondeur de 30 cm) semblent mettre en évidence un fort effet de l'année et du site sur la dynamique fonctionnelle de l'azote, l'effet des pratiques étant faible (Figure 8). Au-delà de ces effets, les différences observées entre les systèmes nécessiteraient d'être confirmées par des mesures sur d'autres millésimes.

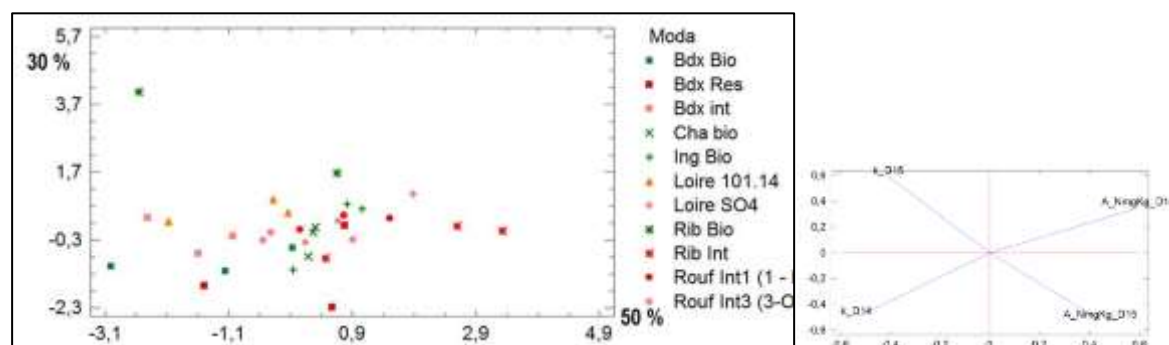


Figure 8 : Analyse multivariée sur la base des paramètres liés à la minéralisation de l'azote (à droite : projection des données), (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

Cependant, le traitement des données microbiologiques avec les données liées à la minéralisation de l'azote montre des différences entre les pratiques (Figure 9).

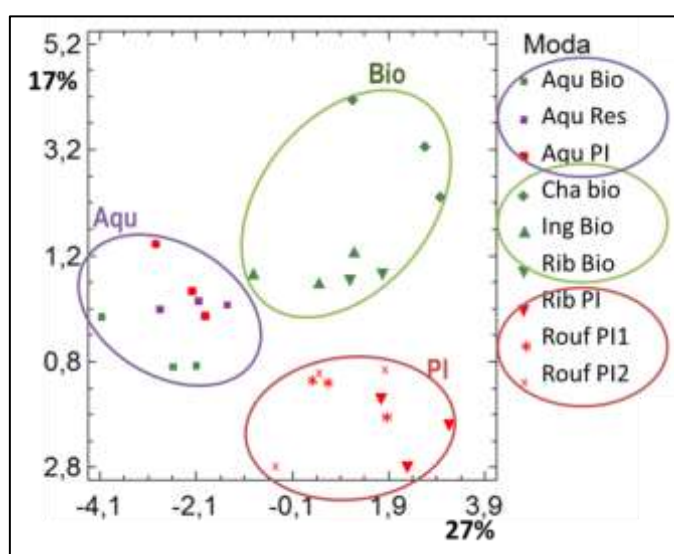


Figure 1 : Analyse multivariée des résultats 2014 et 2015 pour les paramètres de diversité métabolique, d'abondance moléculaire bactérienne et de minéralisation de l'azote. (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

5. Impact des itinéraires techniques/systèmes viticoles sur l'alimentation de la vigne

En première approche, on constate une différenciation entre les années (Figures 10 et 11), liée probablement à la sécheresse de printemps et début d'été 2015, peu favorable à une bonne alimentation de la vigne dans certains sites (Val de Loire et Alsace sauf Ribeauvillé pour laquelle les teneurs 2014 étaient basses). Très peu de différences sont obtenues au niveau de la teneur en azote dans les limbes et les pétioles entre les systèmes au sein d'un même site. Toutefois, pour le site d'Aquitaine, le système variété résistance (Bdx Res), une faible teneur en N dans les limbes est observée (Figure 10).

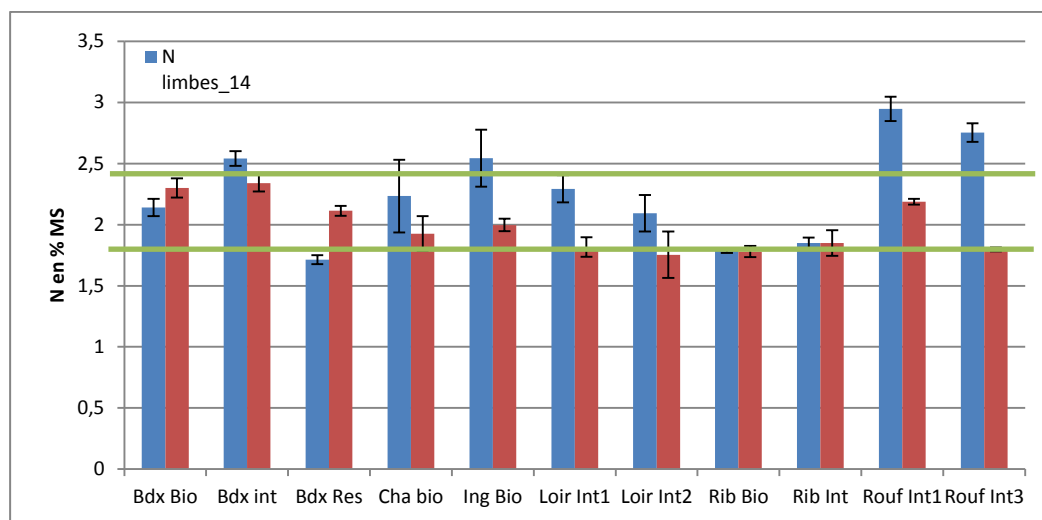


Figure 10 : Teneur en azote des limbes pour les sites-systèmes étudiés (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

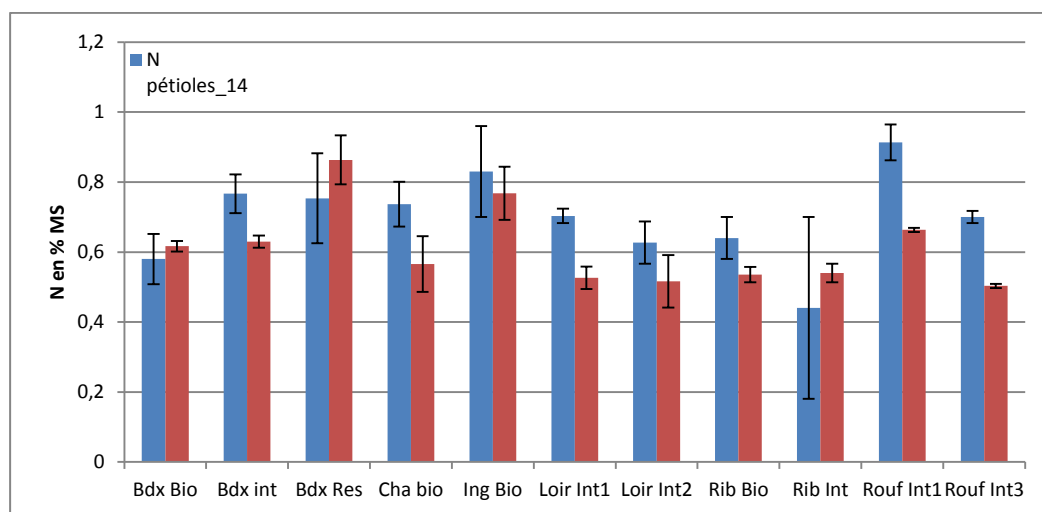


Figure 11 : Teneur en azote des pétioles pour les sites-systèmes étudiés (bio: AB, Int: PI, Res: résistante). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

La gamme des valeurs de teneur en azote des limbes qui s'étend de 1,5 à près de 3 % peut être interprétée avec les seuils proposés à titre indicatif par Cornelis (Kees) van Leeuwen et Philippe Friant (2011) (« les méthodes d'estimation de l'alimentation azotée de la vigne et des raisins au vignoble : état de l'art » - 2011) : <1,8 = faible ; 1,8-2,4 = moyen ; >2,4 = fort. Il est à noter qu'une bonne corrélation entre les limbes et pétioles a été observée.

6. Qualité organoleptique des raisins et des vins

L'étude approfondie de la qualité organoleptique des raisins vendangés et des vins a été menée sur 2 cépages alsaciens, le riesling et le pinot gris, représentant 6 expérimentations-systèmes.

Ces deux cépages ont été étudiés dans différentes conditions de systèmes de production liés à des cahiers des charges environnementaux, de types de sols (en Alsace, France), et de millésimes. Les analyses sensorielles et colorimétriques ont été menées pour étudier l'impact de ces pratiques sur la qualité organoleptique de la production, à savoir des raisins et des vins produits.

L'analyse sensorielle concerne les raisins à la vendange et les vins qui en sont issus, pour les millésimes 2014 et 2015. Les profils sensoriels des raisins ont été estimés par analyse descriptive quantitative (11 sujets ; 2 répétitions par échantillon ; 15 attributs sensoriels) complétée avec des mesures chromamétriques dans l'espace de couleur $L^*a^*b^*$. Les profils sensoriels des vins correspondants ont été estimés de manière complète (i) par une analyse quantitative descriptive (avec un panel de 12 experts sensoriels Aériel entraînés et un panel de 9 experts - œnologues en vin d'Alsace), (ii) par l'évaluation de la typicité (groupe d'œnologues), et (iii) en menant des tests de qualité hédonique des vins tranquilles (donc sauf le crémant de Chatenois) environ 8 mois après mise en bouteille (faits en décembre 2015 avec un panel de 61 consommateurs alsaciens) (Cadot et al., 2012).

6.1 Étude de la qualité organoleptique des raisins de Riesling : analyse sensorielle

Cinq des 15 attributs sensoriels utilisés pour les baies de raisin Riesling (intensité aromatique de jus et les 4 attributs visuels) ont différencié les 4 sites-systèmes pour les 2 années étudiées (Figure 12). Quatre autres attributs sensoriels (quantité de chair sur pédicelle, sucré du jus, nature aromatique de la chair et du jus) ne les ont différenciés qu'en 2014. Les attributs sensoriels « astringence de la pellicule » et « acidité du jus » n'ont été discriminants de façon significative qu'en 2015. Sur ces 15 attributs sensoriels, seulement "fermeté" et "jutosité", "délicération de la pellicule" et "intensité aromatique de la chair" n'ont jamais permis de discrimination significative à 5% (Desmonts et al., 2016)).

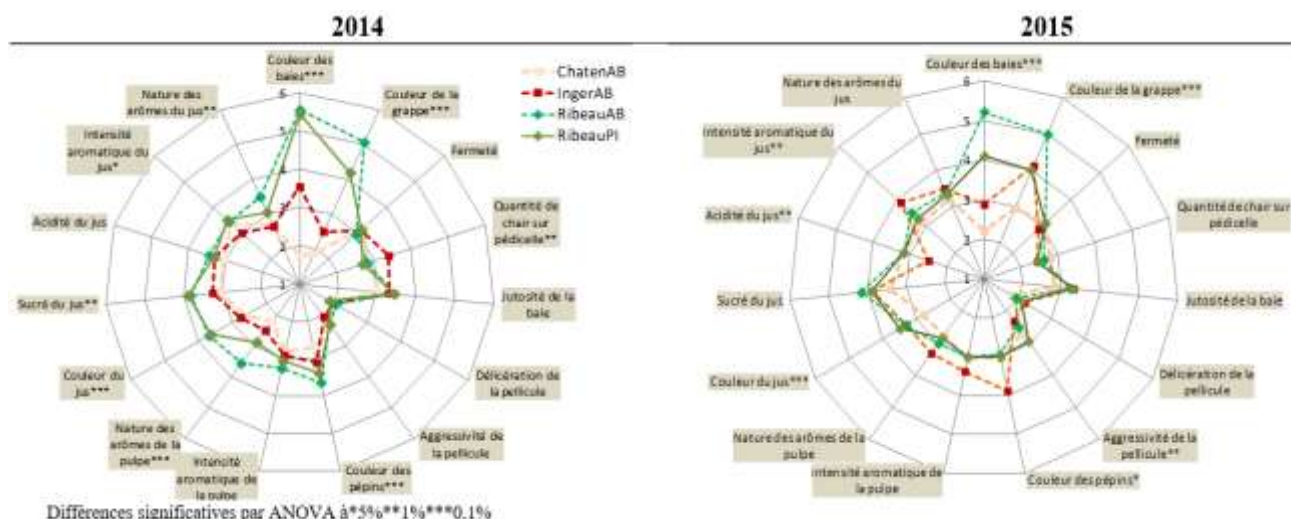


Figure 12 : Profils sensoriels descriptifs des quatre Rieslings IngerAB (bio), ChâtenAB(bio), RibeauAB (bio) et RibeauPI (int) de raisins vendangés en 2014 et en 2015. (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

Les attributs sensoriels d'arôme de raisins de Riesling ont permis de distinguer les sites les uns des autres. Cet effet est plus marqué en 2014 qu'en 2015.

6.2 Étude de la qualité organoleptique des raisins de Riesling : mesure chromamétrique

Les mesures chromamétriques ont permis des comparaisons absolues de couleur des raisins d'un millésime à l'autre (Figure 13). Le paramètre a^* (tendance verte) ainsi que les scores visuels sensoriels ont caractérisé les baies de Châtenois en 2014 et 2015 plus vertes que les baies de Ribeauvillé. Ceci est prévisible car le site de Châtenois étant destiné à une production de crémant, les raisins sont récoltés à une maturité plus faible que pour les autres sites. Ils sont opposés aux raisins du système RibeauAB (bio) pour les 3 paramètres L^* , a^* et b^* .

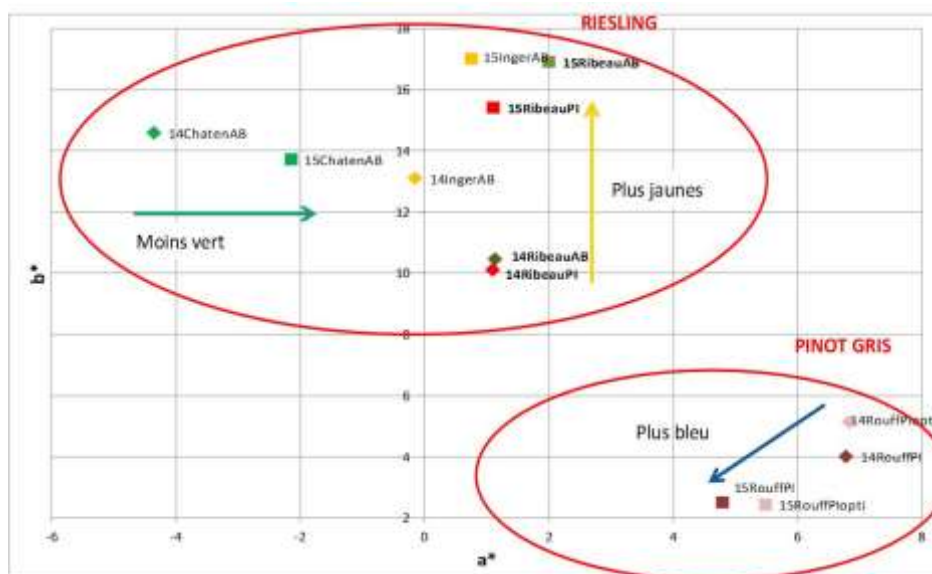


Figure 13 : Représentation des 6 raisins Riesling (IngerAB(bio), ChâtenAB(bio), RibeauAB(bio) et RibeauPI (int) et Pinot Gris (RouffPIOpti et RouffPI) en 2014 et en 2015 dans le plan défini par a^* (vert à rouge) et b^* (bleu à jaune) (144 mesures par raisin) (les flèches indiquent l'évolution de la couleur entre 2014 et 2015). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

La couleur des raisins de Riesling a évolué entre 2014 et 2015 (année moins pluvieuse) vers une couleur plus jaune et moins verte probablement en lien avec l'augmentation de la maturité des raisins liée au climat du millésime. L'indice Brix permettant de mesurer la teneur en sucre a augmenté entre 2014 et 2015 pour les baies de Châtenois (17,5 à 20,0), mais non pour celles d'IngerAB (respectivement 20,4 et 20,3).

6.3 Étude de la qualité organoleptique des vins Riesling : analyse sensorielle

L'analyse sensorielle, menée par des experts entraînés, a montré que les vins 2014 des systèmes RibeauAB et RibeauPI étaient similaires (à 5%) sur la base des attributs sensoriels étudiés. Le vin RibeauPI se distingue avec une odeur et un arôme plus "citron". Le vin IngerAB était significativement ($P < 5\%$) différent des vins RibeauAB et RibeauPI par une couleur jaune plus pâle, une plus grande amertume, une moindre sucrosité, un corps plus léger, un plus faible équilibre en bouche aux arômes moins persistants et décrit comme plus vert, plus herbacé, moins fruits confits. L'impact de la microvinification ou de la nature du sol de la parcelle concernée (type de vin/parcelle) était relativement élevé.

Selon les 9 œnologues impliqués dans cette étude, les trois vins de Riesling dégustés en 2015 différaient qualitativement sur tous les critères, sauf pour la typicité. Les vins des systèmes RibeauAB et RibeauPI étaient significativement ($P < 5\%$) plus appréciés que le vin IngerAB avec un fort potentiel

aromatique et une plus forte influence de « Terroir ». Pour ces experts en vin, il n'y a pas de différences qualitatives importantes entre les vins RibeauAB et RibeauPI, sauf pour la première impression en bouche considérée comme meilleure pour RibeauAB.

Les 61 consommateurs ont aussi largement déprécié le vin IngerAB avec une légère préférence pour le vin RibeauAB par rapport au vin RibeauPI pour la qualité globale (Figure 14). Les consommateurs ont les mêmes appréciations que les œnologues pour les vins étudiés.

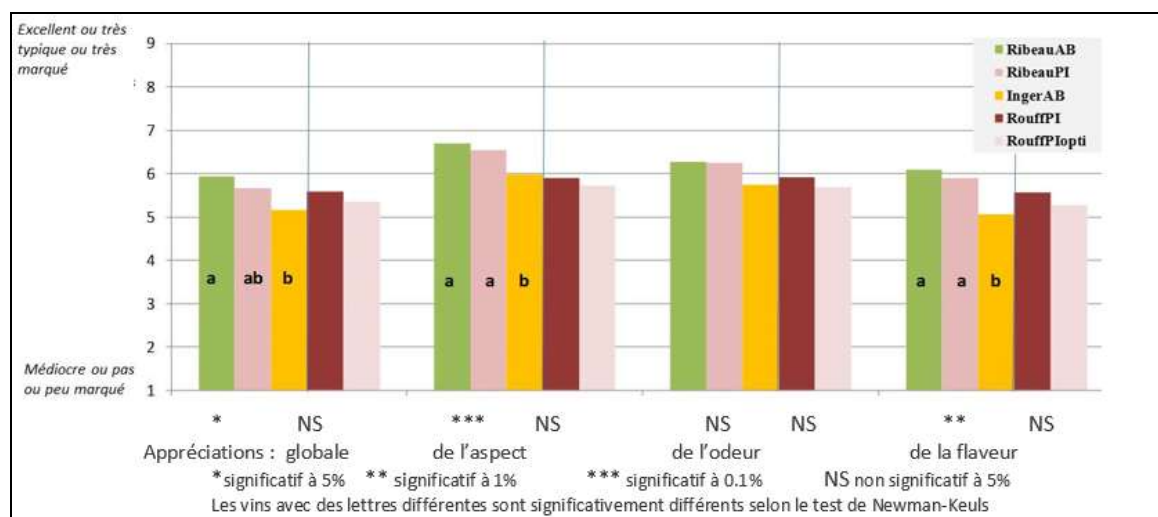


Figure 14 : Appréciations hédoniques par 61 consommateurs (notes de 1 à 9) des 3 vins 2014 Riesling (IngerAB(bio), RibeauAB(bio) et RibeauPI(int)) et des 2 vins 2014 Pinot Gris (RouffPIOpti et RouffPI). (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

6.4 Étude de la qualité organoleptique des raisins de Pinot Gris : analyse sensorielle

Seuls 2 attributs sensoriels ont permis de distinguer les 2 baies Pinot Gris pour les 2 années étudiées, 2014 (couleur du jus et délicateur de la pellicule) et 2015 (nature aromatique du jus, intensité aromatique de la pulpe) (Figure 15). Un effet global significatif est montré entre millésimes mais non entre les deux systèmes expérimentaux de Pinot Gris.

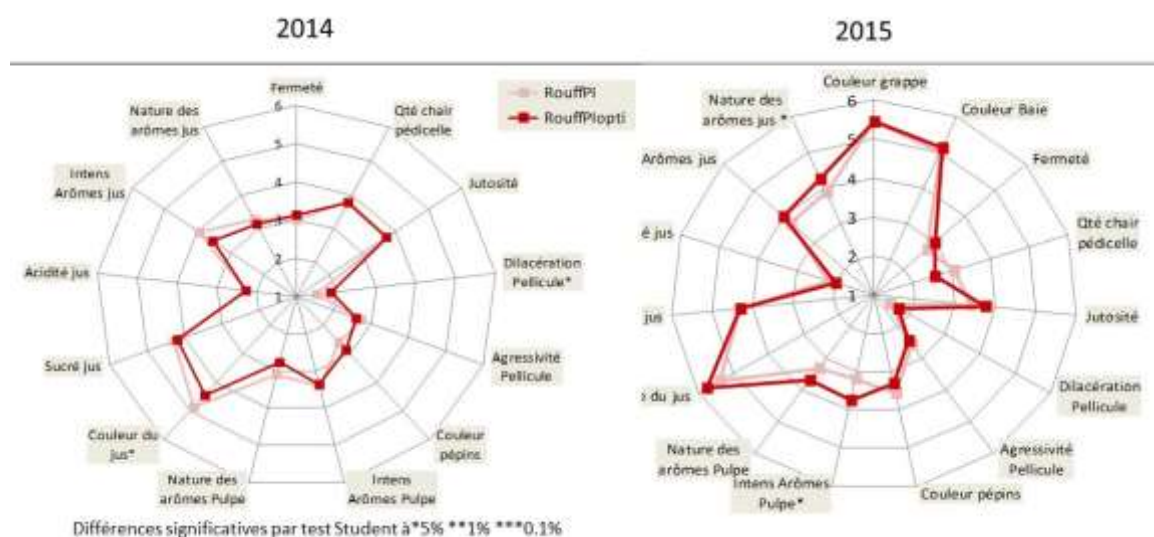


Figure 15 : Profils sensoriels descriptifs des raisins Pinot Gris RouffPIOpti et de RouffPI de raisins vendangés en 2014 et en 2015. (Source : données issues du projet SysVit-SolVin)

Comme pour le Riesling, l'évolution de la couleur a également été observée pour les raisins Pinot Gris entre 2014 et 2015. En ce qui concerne les attributs descriptifs, les deux raisins Pinot Gris sont très proches pour un millésime donné avec des caractéristiques différentes d'une année à l'autre.

6.5 Étude de la qualité organoleptique des vins Pinot Gris : analyse sensorielle

En 2014, le vin RouffPI se différencie (à 5%) du vin RouffPIOpti uniquement par une couleur plus jaune pâle. Le vin RouffPI a également en moyenne une odeur globale plus intense que le vin RouffPI Opti (tendance à 10% - note de soufre) (analyse par les experts). Les 61 consommateurs (Figure 14) et les 9 œnologues ne font pas de différence significative (à 5%) entre les vins 2014 des deux systèmes pour la qualité globale.

Conclusion

Le fonctionnement biologique des sols viticoles dépend des pratiques, des systèmes de production et des propriétés des sols. En effet, les caractéristiques intrinsèques du sol, les conditions climatiques de la région d'Aquitaine en plus des pratiques adoptées dans ces systèmes les différencient des autres sites. La biomasse et l'activité microbienne sous le rang ne semblent pas être influencées par l'enherbement ; en revanche, cette pratique a eu des effets sur le potentiel du sol à fournir de l'azote. D'autres pratiques de type paillage peuvent induire des effets sur l'activité microbienne du sol et sa capacité à fournir de l'azote.

En ce qui concerne les systèmes de production étudiés dans le cadre de ce projet, il apparaît que les systèmes de production en biodynamie présentent une biomasse et une activité microbienne plus importante, sur une des deux années d'étude même si les itinéraires techniques et le mode de gestion sont différents entre les deux sites étudiés.

L'approche multidisciplinaire adoptée dans le cadre du projet CASDAR SysVit-SolVin associant des mesures microbiologiques et des analyses chimiques a permis d'étudier le fonctionnement des sols viticoles et plus particulièrement la capacité du sol à fournir de l'azote à travers la minéralisation de la matière organique dans différents sites/systèmes. L'analyse descriptive de l'état biologique via les mesures d'abondance microbienne (ADN) et d'activités microbiennes (minéralisation de l'azote, diversité métabolique) a mis en évidence l'impact du mode de gestion des sols viticoles et des systèmes de production à faibles intrants chimiques sur le bon fonctionnement du sol.

Les résultats d'analyse organoleptique ont montré que les attributs visuels et aromatiques sensoriels des raisins vendangés ont permis de distinguer les systèmes de production et les millésimes 2014 de 2015, sans toutefois séparer les systèmes Agriculture Biologique des systèmes en Production Intégrée. Les mesures chromamétriques ont également été corrélées aux notes de couleurs des œnologues pour les deux variétés de raisin. Le profil sensoriel du vin est lié à celui des raisins vendangés.

La simple comparaison des systèmes de vignobles biologiques et intégrés a montré des effets mineurs sur les attributs sensoriels des raisins vendangés et de vins sans impact significatif sur les préférences des consommateurs habituels de ces vins.

Finalement, la réduction drastique des herbicides dans la gestion des sols des systèmes étudiés n'a eu que des effets mineurs sur les attributs sensoriels des raisins vendangés et des vins. Il serait intéressant d'étudier les différentes pratiques impliquées dans chaque système de production et de poursuivre l'analyse sensorielle des raisins et des vins avec d'autres millésimes.

Références bibliographiques

- Bokulich N.A., Collins T.S., Masarweh C., Allen G., Heymann H., Ebeler S.E., Mills D.A., 2016. Associations among wine grape microbiome, metabolome, and fermentation behavior suggest microbial contribution to regional wine characteristics. *Bio* 7 (3) e00631e16.
- Burns K.N., Kluepfel D.A., Strauss S.L., Bokulich N.A., Cantu D., Steenwerth K.L., 2015. Vineyard soil bacterial diversity and composition revealed by 16S rRNA genes: differentiation by geographic features. *Soil Biology and Biogeochemistry* 91, 232e247
- Cadot Y., Caillé S., Thiolllet-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 Qual. Pref.* 24, 48-58. DOI: [10.1016/j.foodqual.2011.08.012](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.012)
- Desmonts M.-H., Thiolllet-Scholtus M., Hamon E., Rapin A., Gavignet S., Ley L., Langenfeld A., Nassr N., 2016. An innovative soil management impacts white grapes and wines sensory qualities. In "Xlth International Terroir Congress", Vol. 1, pp. 7, Portland, USA of 7p.
- Fierer N., Lauber C.L., Ramirez K.S., Zaneveld J., Bradford M.A., Knight R., 2012. Comparative metagenomic, phylogenetic and physiological analyses of soil microbial communities across nitrogen gradients. *The ISME Journal* 6, 1007e1017.
- ISO 14238, Soil quality -- Biological methods -- Determination of nitrogen mineralization and nitrification in soils and the influence of chemicals on these processes.
- Jacobsen C.S., Hjelmsø M.H., 2014. Agricultural soils, pesticides and microbial diversity. *Current Opinion in Biotechnology* 27, 15e20.
- Kees C., Leeuwen V., Friant P., 2011. Les méthodes d'estimation de l'alimentation azotée de la vigne et des raisins au vignoble : état de l'art.
- Miguens T., Leiros M.C., Gil-Sotres F., Trasar-Cepeda C., 2007. Biochemical properties of vineyard soil in Galicia, Spain. *Science of the total environment*, 378, pp 218-222.
- Probst B., Schüller C., Joergensen R.G., 2008. Vineyard soils under organic and conventional management — microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. *Biol. Fertil. Soils* 44, 443–450.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL)