



HAL
open science

Gestion des cultures de services en viticulture : pilotage de la destruction pour obtenir des compromis entre services et dysservices

Léo Garcia, Yvan Bouisson, Clément Enard, Aurélie Metay

► To cite this version:

Léo Garcia, Yvan Bouisson, Clément Enard, Aurélie Metay. Gestion des cultures de services en viticulture : pilotage de la destruction pour obtenir des compromis entre services et dysservices. 14ème Journée Scientifique Vigne-Vin - JSSV 2023, L'institut Agro Montpellier - INRAE - Université de Montpellier, Mar 2023, Montpellier, France. pp.21-27. hal-04142827

HAL Id: hal-04142827

<https://hal.inrae.fr/hal-04142827v1>

Submitted on 27 Jun 2023

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

Gestion des cultures de services en viticulture : pilotage de la destruction pour obtenir des compromis entre services et dysservices

Léo GARCIA¹, Yvan BOUISSON¹, Clément ENARD¹, Aurélie METAY¹

¹ ABSys, Univ. Montpellier, CIHEAM-IAMM, CIRAD, INRAE, Institut Agro Montpellier, Montpellier

Contact : leo.garcia@supagro.fr

Introduction

Les cultures de services, ou couverts végétaux, permettent de fournir des services écosystémiques dans les vignobles : régulation de la vigueur et du rendement viticole et de la qualité de la vendange (Abad *et al.*, 2021; Griesser *et al.*, 2022), protection des sols contre l'érosion, régulation des adventices, ravageurs et maladies, infiltration de l'eau dans les sols, portance, fertilité et biodiversité des sols, séquestration de carbone (Garcia *et al.*, 2018; Giffard *et al.*, 2022; Winter *et al.*, 2018). Cependant, ces cultures associées à la vigne entraînent également une compétition pour les ressources du sol, entre autres, pour l'eau et l'azote (Celette *et al.*, 2009; 2008). Cette compétition dépend notamment de la dynamique spatiale et temporelle de présence des cultures de services dans la vigne (Celette and Gary, 2013; Delpuech and Metay, 2018). Le pilotage de la destruction des cultures de services via la date, l'outil de destruction et la gestion des résidus, apparaissent comme un levier important pour gérer l'arrêt de transpiration des couverts et conserver l'eau dans les sols (Novara *et al.*, 2021), ainsi que la minéralisation des résidus du couvert (Zanzotti and Mescalchin, 2019).

L'objectif principal de ce travail était de comparer ces stratégies de gestion de la destruction des couverts afin de trouver des compromis entre services et dysservices rendus par les couverts végétaux en viticulture. Pour ce faire, 6 modalités de destruction (deux dates et trois outils) d'un couvert végétal semé dans les inter-rangs d'une parcelle de Syrah au Domaine du Chapitre à Villeneuve-lès-Maguelone, de 2019 à 2022. Plusieurs indicateurs ont été mesurés sur le sol et la vigne pour évaluer les différentes stratégies de gestion des couverts : stocks hydriques et azotés, matière organique, biomasse microbienne, potentiels de base, vigueur, composantes du rendement, delta ¹³C et azote des moûts.

Matériels et méthodes

Site et dispositif expérimental. La parcelle (1 ha) est située au Domaine du Chapitre à Villeneuve-lès-Maguelone. La vigne (cépage Syrah) a été plantée en 2003 à une densité de 4000 ceps.ha⁻¹ (2,5 x 1 m), et est conduite en double cordon de Royat. Le climat est méditerranéen et présentait un cumul de précipitation de 621 mm pour le cycle 2019-2020, 421 mm en 2020-2021, et 579 mm en 2021-2022, ainsi qu'une température moyenne de 15,9 °C sur l'ensemble des cycles. Le sol est limono argileux (35 % d'argiles, 42 % de limons et 23 % de sables), avec 30 % d'éléments grossiers (> 2 mm). En 2019, l'ensemble des inter-rangs de la parcelle a été semé avec un mélange de féverole (100 kg.ha⁻¹), avoine noire (70 kg.ha⁻¹) et moutarde blanche (3 kg.ha⁻¹). En 2020, l'avoine a été remplacée par de l'orge semée à la même dose, et en 2022 du pois protéagineux a été ajouté au mélange (60 kg.ha⁻¹). Six modalités de destruction des couverts végétaux ont été mises en place, à travers la combinaison de deux dates de destruction (précoce, autour du 10 février chaque année, et à débourrement, fin mars-début avril selon les années) et trois outils ou combinaisons d'outil (rolofaca Roll'n Sem, gyrobroyeur, ou gyrobroyeur suivi d'un travail du sol). Les modalités détruites à la première date (février) ont été détruites à nouveau à la deuxième date (débourrement). Chaque modalité a été mise en place sur une zone comprenant un rang de 45 ceps ainsi que les deux inter-rangs adjacents. Les 6 modalités ont été répétées aléatoirement

sur trois blocs présentant un gradient de taux de cailloux croissant (de 10% à 40%) sur l'ensemble de la parcelle.

Mesures. Avant chaque date de destruction, la biomasse des couverts végétaux a été mesurée dans l'ensemble des modalités à l'aide de quadrats de 50x50 cm², à raison de trois répétitions par modalité, dans l'ensemble des blocs. Juste après floraison de la vigne, les stocks hydriques (1 m de profondeur) et d'azote minéral (20 cm de profondeur) ont été mesurés à l'aide d'une foreuse dans le premier bloc, à raison de trois répétitions par modalité. Les potentiels de base de la vigne ont été mesurés à l'aide de chambres à pression, juste après floraison, à nouaison, véraison, ainsi qu'en période de maturation des baies (sauf 2022), à raison de 6 ceps par modalité, dans l'ensemble des blocs. Le nombre de grappes et le poids des grappes ont été mesurés aux vendanges, sur 10 ceps par modalité, dans chacun des trois blocs (180 ceps au total). Les grappes récoltées dans chaque modalité et chaque bloc ont été pressées pour en extraire le jus et former un échantillon composite (pour chaque série de 10 ceps), afin d'analyser l'azote des moûts et le delta ¹³C, à raison de 3 répétitions analytiques par échantillon. Chaque hiver, la masse des bois de taille a été mesurée après la chute des feuilles de la vigne, pour évaluer sa vigueur. À l'automne 2022, en fin d'expérimentation, des prélèvements de sol ont été effectués sur l'horizon 0-20 cm dans chacune des modalités du premier bloc (3 répétitions par modalité) afin de mesurer le taux de matière organique (libre et liée) ainsi que la biomasse microbienne du sol.

Analyses statistiques. Les comparaisons entre modalités ont été réalisées à l'aide de modèles linéaires mixtes et non mixtes, et analyses de variance (ANOVA, $\alpha = 0.05$). Pour les mesures réalisées sur les trois blocs, les analyses ont été conduites à partir de modèles mixtes incluant le facteur bloc en effet aléatoire. Les modèles comprenaient les effets date de destruction, outil de destruction, année, ainsi que leurs interactions. L'ensemble des analyses ont été conduites à l'aide du logiciel R.

Résultats

1- Biomasse des couverts végétaux

La biomasse des couverts végétaux varie fortement d'une année à l'autre : 10 et 15 t.ha⁻¹ au débourement 2020 contre 2-3 t.ha⁻¹ au maximum en 2021 (**Figure 1**), probablement due à une forte variabilité des précipitations hivernales entre ces années. La destruction à débourement permet de doubler voire tripler la production de biomasse en 2020 (de ~5-6 t.ha⁻¹ à ~10-12 t.ha⁻¹) et 2022 (de ~1,5 t.ha⁻¹ à ~5 t.ha⁻¹), en revanche, en 2021 la biomasse évolue peu entre les deux dates de mesure.

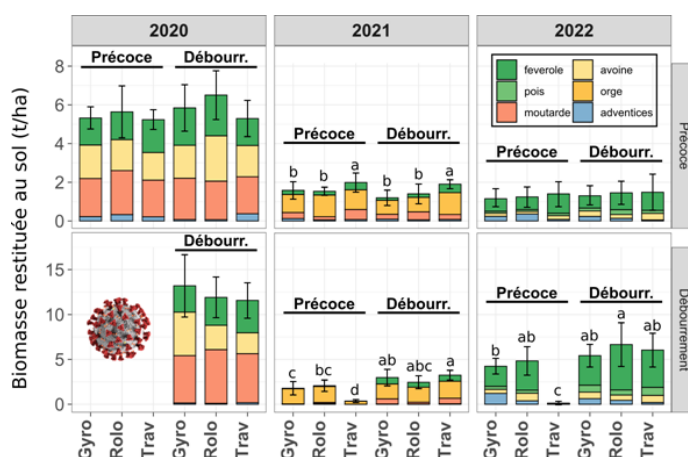


Figure 1. Biomasses sèches des couverts végétaux en t/ha mesurées aux deux dates de destruction en 2020, 2021 et 2022. En 2020, à débourement, les biomasses n'ont pas été mesurées dans les modalités « destruction précoce » dû aux problèmes engendrés par la pandémie et le confinement. Les couleurs indiquent les espèces présentes dans le mélange. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofac ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol. Les lettres indiquent les différences significatives.

L'augmentation des températures entre les deux dates explique probablement ces observations (Ruis *et al.*, 2019), mais la faible disponibilité en eau pendant l'hiver 2021 n'a pas permis cette production de biomasse supplémentaire. La destruction précoce avec travail du sol montre des biomasses quasi nulles lors des mesures à débourrement, tandis que dans les deux autres modalités (rolofaca et gyrobroyeur précoces) montrent des biomasses équivalentes aux modalités détruites seulement à débourrement (**Figure 1**). En effet, le travail du sol après le broyage entraîne une destruction efficace du couvert, tandis que le broyage seul provoque la repousse de certaines espèces, et le rouleau est faiblement efficace lorsque que la hauteur (et biomasse) du couvert est faible (Kornecki and Kichler, 2022). La proportion des espèces présentes dans le mélange varie également d'une année à l'autre, avec une faible présence de féverole en 2021, et une absence de moutarde en 2022.

2- Etats hydriques et azotés du sol

Seul l'outil de destruction montre un effet significatif sur les variations de **stocks hydriques et reliquats d'azote minéral** mesurés après floraison (sauf reliquats 2021), l'effet date de destruction n'est pas significatif (**Tableau 1**). Les stocks hydriques des modalités avec travail du sol sont significativement supérieurs aux stocks hydriques des modalités détruites au rolofaca, la modalité « gyrobroyeur » n'est pas différente des deux autres modalités (**Tableau 1**). L'efficacité de la destruction avec travail du sol explique probablement ces observations, la transpiration du couvert ayant été complètement arrêtée. La destruction au gyrobroyeur a temporairement arrêté la transpiration du couvert, mais la transpiration a ensuite redémarré avec la repousse des espèces. La destruction au rolofaca semble la moins efficace pour arrêter la transpiration des espèces semées, en particulier pour les graminées sur lesquelles le rolofaca a peu ou pas d'effet, ainsi que les années à faible production de biomasse. Les reliquats d'azote minéral sont significativement supérieurs dans les modalités travaillées en 2020 et 2022 en comparaison avec les deux autres modalités (**Tableau 1**). L'enfouissement des résidus explique ces observations, et permet d'accélérer la minéralisation de la matière organique restituée (Coppens *et al.*, 2006). Dans les deux autres modalités, la minéralisation est plus faible, et la repousse ou poursuite de croissance des espèces a probablement entraîné une consommation de l'azote minéral du sol. En 2021, la faible proportion de légumineuses dans le mélange explique probablement les faibles reliquats d'azote minéral mesurés dans l'ensemble des modalités après floraison (**Tableau 1**, Silvestri *et al.*, 2021).

Tableau 1. Stocks hydriques totaux et reliquats d'azote minéral mesurés juste après floraison de la vigne sur une profondeur de 1 m et 20 cm, respectivement. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofaca ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol. Pour chaque variable, les lettres indiquent les différences significatives.

	2020					
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Stocks hydriques (mm)	217 ± 12 ab	206 ± 1 b	247 ± 15 a	229 ± 13 ab	212 ± 22 b	235 ± 15 a
Reliquats N (kg.ha ⁻¹)	18 ± 11 b	19 ± 9 b	67 ± 11 a	17 ± 4 b	12 ± 6 b	59 ± 7 a
	2021					
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Stocks hydriques (mm)	223 ± 11 ab	220 ± 13 b	234 ± 16 a	214 ± 5 ab	206 ± 22 b	215 ± 26 a
Reliquats N (kg.ha ⁻¹)	7 ± 1 b	16 ± 9 b	16 ± 10 b	8 ± 5 b	5 ± 1 b	21 ± 14 b
	2022					
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Stocks hydriques (mm)	184 ± 12 ab	171 ± 9 b	193 ± 28 a	179 ± 11 ab	171 ± 8 b	189 ± 12 a
Reliquats N (kg.ha ⁻¹)	7 ± 3 b	17 ± 7 b	64 ± 43 a	17 ± 10 b	23 ± 6 b	60 ± 18 a

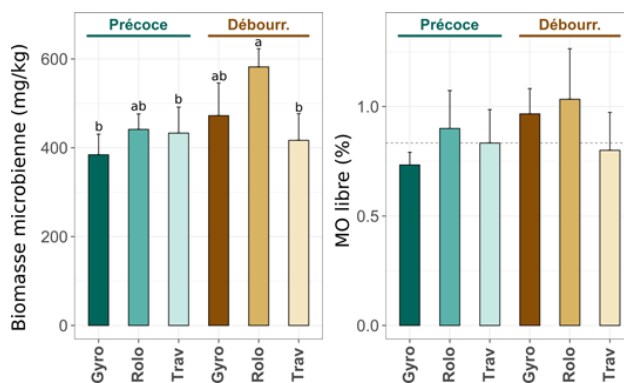


Figure 2. Biomasse microbienne et matière organique (MO) libre mesurées dans les 6 modalités en fin d'expérimentation. Les nuances de bleu correspondent aux destructions précoces, les nuances de brun aux destructions à débourrement. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofaca ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol. Les lettres indiquent les différences significatives. Les pointillés indiquent le taux de MO libre mesuré à t=0. La biomasse microbienne n'a pas été mesurée à t=0.

En fin d'expérimentation, la **biomasse microbienne** de la modalité rolofaca à débourrement est significativement supérieure aux modalités *travail du sol* et *gyrobroyeur précoce* (**Figure 2**). Les modalités *rolofaca précoce* et *gyrobroyeur à débourrement* présentent des valeurs de biomasse microbienne intermédiaires, non différentes des autres modalités. Le non-travail du sol et la durée de présence de couverts non détruits expliquent probablement les différences de biomasse microbienne entre le rouleau à débourrement et les destructions avec travail du sol (Sun *et al.*, 2020; Zuber and Villamil, 2016). En ce qui concerne la **matière organique libre**, la tendance est similaire mais aucune différence significative n'apparaît entre les modalités en fin d'expérimentation, et les valeurs sont proches du taux de MO mesuré en début d'expérimentation (**Figure 2**, Panettieri *et al.*, 2020).

3- Etat hydrique et azoté de la vigne, vigueur et vendange

Les **potentiels de base** et les analyses de $\delta^{13}\text{C}$ montrent une contrainte hydrique « légère à modérée » jusqu'à « modérée à forte » selon les années et la période de mesure pour les trois années, pourtant contrastées en terme de pluviométrie (**Figure 3**, **Table 2**). Dans l'ensemble, la destruction avec travail du sol permet de réduire la contrainte hydrique en comparaison avec les autres méthodes de destruction, particulièrement lorsque la destruction est faite précocement (**Figure 3**, **Table 2**). À nouveau, l'efficacité de la destruction avec travail du sol, provoquant un arrêt total de la transpiration du couvert, explique probablement le moindre stress hydrique observé sur la vigne pendant l'expérimentation (Selzer and Schubert, 2023). La **vigueur de la vigne**, via la mesure de la **masse des bois de taille**, montre une tendance similaire : avant expérimentation, les masses sont identiques dans l'ensemble des modalités, mais en 2021 et 2022 les modalités détruites avec travail du sol montrent une vigueur plus élevée que les autres modes de destruction (**Figure 4**). En 2021, la destruction avec travail du sol permet de limiter la chute de vigueur observée sur les autres modalités, et les bois de taille montrent une masse proche de celle mesurée avant expérimentation. En 2020 et 2022, la destruction avec travail du sol semble augmenter la masse des bois de taille en comparaison avec les autres modalités, alors qu'elle reste stable dans les autres modalités.

La teneur moyenne en **azote assimilable** mesurée dans les jus de raisin varie entre 145 et 230 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ toutes modalités et années d'expérimentation confondues (**Tableau 2**). L'Institut Français de la Vigne et du Vin considère que le seuil de carence se situe autour de 140 mg/L . En moyenne, aucune des modalités ne montre des valeurs inférieures sur l'ensemble de l'expérimentation, mais certaines modalités s'en rapprochent selon les années (gyrobroyeur précoce en 2021, modalités non travaillées en 2022). On note cependant que la teneur en azote assimilable est systématiquement plus élevée dans

les modalités avec travail du sol en comparaison aux autres modes de destruction, sur l'ensemble de l'expérimentation (**Tableau 2**). Ces observations sont cohérentes avec les mesures de reliquats d'azote minéral, et s'expliquent probablement par une meilleure minéralisation des résidus de couvert après leur enfouissement (**Tableau 1**, Coppens *et al.*, 2006). En parallèle, la repousse du couvert après gyrobroyage, ainsi que la moindre efficacité de la destruction avec le rolofaca ont probablement entraîné une consommation de l'azote minéral disponible dans le sol par le couvert.

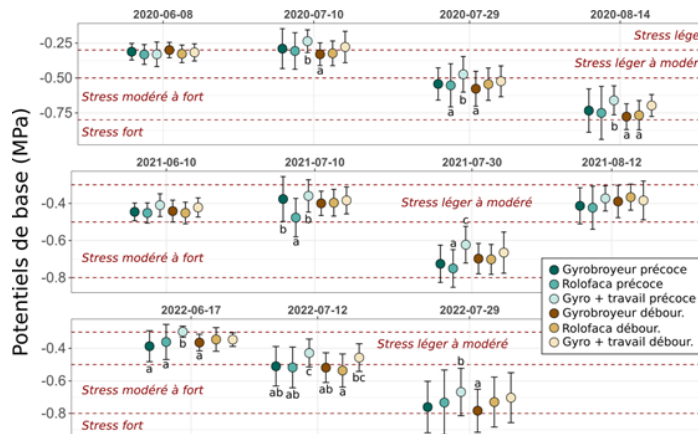


Figure 3. Potentiels de base (MPa) mesurés en 2020, 2021 et 2022 post-floraison, à nouaison, véraison, et maturation des baies (sauf 2022). Les nuances de bleu correspondent aux destructions précoces, les nuances de brun aux destructions à débourement. Les lettres indiquent les différences significatives.

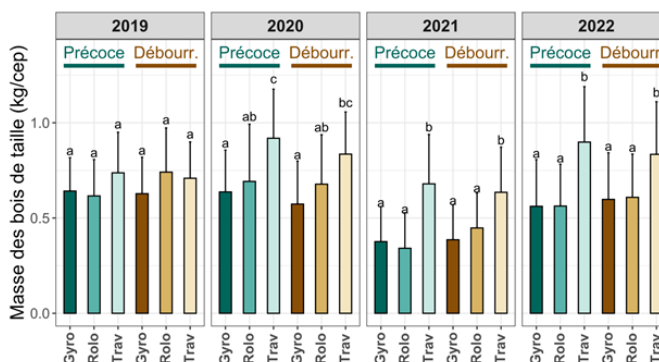


Figure 4. Masse des bois de taille en kg / cep mesurée en 2019 avant expérimentation, ainsi qu'en 2020, 2021 et 2022. Les nuances de bleu correspondent aux destructions précoces, les nuances de brun aux destructions à débourement. Les lettres indiquent les différences significatives. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofaca ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol.

Sur l'ensemble de l'essai, le **nombre de grappes par cep** moyen varie de 12 à 17, et le **rendement par cep** varie entre 1,8 kg.cep⁻¹ (gyrobroyeur précoce en 2021) et 3,4 kg.cep⁻¹ (gyrobroyeur + travail à débourement en 2022), correspondant à des rendements potentiels de 51 à 97 hL.ha⁻¹ (hypothèse 0% de manquants, 140 kg.hL⁻¹). En 2020 et 2021, les différences de rendement et nombre de grappes par cep ne sont pas significatives. En 2022, le rendement de la modalité détruite précocement avec travail du sol montre un rendement significativement supérieur aux deux autres modes de destruction précoces, mais n'est pas différent du rendement mesuré dans les modalités détruites à débourement. Également, le nombre de grappes dans la modalité détruite précocement avec travail du sol est significativement supérieur au nombre de grappes mesuré dans la modalité rolofaca précoce. La contrainte hydrique de l'année 2021 explique probablement ces observations (Guilpart *et al.*, 2014), la modalité rolofaca précoce ayant alors marqué la contrainte hydrique la plus forte (**Figure 3**).

Tableau 2. Deltas ¹³C et azote assimilable mesurés sur les jus en 2020, 2021 et 2022 dans l'ensemble des modalités. Pour chaque variable, les lettres indiquent les différences significatives. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofaca ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol.

2020						
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Δ^{13C} (%)	-24,1 ± 1,5 bc	-24 ± 1,9 bc	-25 ± 1,3 a	-23,6 ± 1,3 c	-24 ± 1,4 bc	-24,8 ± 1,8 ab
N assimilable (mg/L)	191 ± 6 a	204 ± 34 ab	230 ± 11 c	195 ± 18 ab	188 ± 24 a	211 ± 23 bc
2021						
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Δ^{13C} (%)	-22,5 ± 0,4 bc	-22,4 ± 1 c	-23 ± 0,4 a	-22,5 ± 0,3 c	-22,8 ± 0,3 abc	-22,9 ± 0,5 ab
N assimilable (mg/L)	145 ± 29 a	160 ± 42 a	192 ± 31 bc	160 ± 43 a	171 ± 42 ab	206 ± 39 c
2022						
	Précoce			Débourrement		
	Gyro	Rolo	Travail	Gyro	Rolo	Travail
Δ^{13C} (%)	-23,4 ± 1,1 b	-23,4 ± 1,2 b	-24,3 ± 0,8 a	-23,1 ± 0,8 b	-23,7 ± 0,7 ab	-23,8 ± 0,8 ab
N assimilable (mg/L)	156 ± 43 a	156 ± 68 a	215 ± 29 b	156 ± 46 a	149 ± 45 a	189 ± 54 b

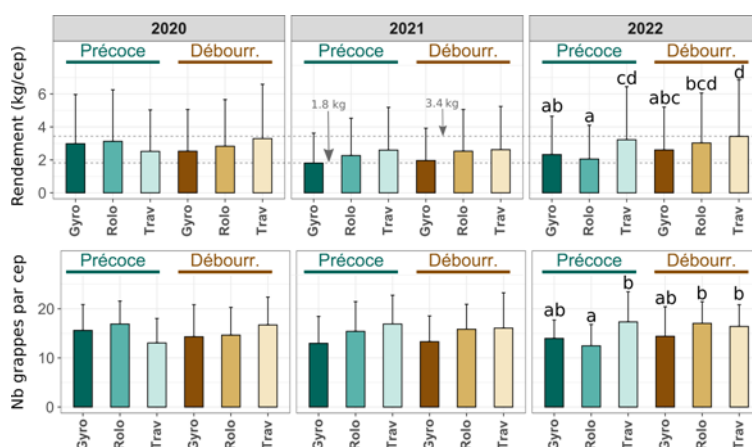


Figure 5. Rendement et nombre de grappes par cep mesurés aux vendanges 2020, 2021 et 2022. Les nuances de bleu correspondent aux destructions précoces, les nuances de brun aux destructions à débourrement. Les lettres indiquent les différences significatives. Gyro : gyrobroyeur ; Rolo : rolofaca ; Trav : gyrobroyeur + travail du sol.

Conclusion

Dans l'ensemble, ces résultats montrent qu'une destruction tardive du couvert végétal favorise la production de biomasse, ainsi que les teneurs en matière organique libre et en biomasse microbienne comparé aux destructions précoces. L'efficacité de la destruction avec travail du sol, ainsi que l'enfouissement des résidus, engendrent un arrêt de la transpiration du couvert et une minéralisation plus importante des résidus. Le rolofaca est moins efficace avec des biomasses faibles et une forte proportion de graminées, et certaines années, ne permet pas de détruire le couvert végétal en place. Au regard de la production, le rendement moyen est supérieur dans les modalités détruites avec travail du sol, mais sur l'ensemble de l'expérimentation les rendements moyens potentiels oscillent entre ~51 et 97 hL.ha⁻¹ toutes modalités confondues. Ces niveaux de rendement sont compatibles avec les limites de

rendement imposées dans certaines Appellations d'Origine Protégée, mais peuvent s'avérer limitants pour certaines Indications Géographiques Protégée ou productions non labellisées. En fonction des objectifs de rendement, le pilotage de la date de destruction apparaît ainsi être un levier important pour atteindre des compromis entre services écosystémiques

Références

- Abad, J., Hermoso de Mendoza, I., Marín, D., Orcaray, L., Santesteban, L.G., 2021. Cover crops in viticulture. A systematic review (2): Implications on vineyard agronomic performance. *OENO One* 55, 1–27. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.2.4481>
- Celette, F., Findeling, A., Gary, C. 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *European Journal of Agronomy* 30, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.07.003>
- Celette, F., Gary, C. 2013. Dynamics of water and nitrogen stress along the grapevine cycle as affected by cover cropping. *European Journal of Agronomy* 45, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.10.001>
- Celette, F., Gaudin, R., Gary, C. 2008. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy* 29, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.04.007>
- Coppens, F., Merckx, R., Recous, S. 2006. Impact of crop residue location on carbon and nitrogen distribution in soil and in water-stable aggregates. *European Journal of Soil Science* 57, 570–582. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00825.x>
- Delpuech, X., Metay, A. 2018. Adapting cover crop soil coverage to soil depth to limit competition for water in a Mediterranean vineyard. *European Journal of Agronomy* 97, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.04.013>
- García, L., Celette, F., Gary, C., Ripoché, A., Valdés-Gómez, H., Metay A., 2018. Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.030>
- Giffard, B. *et al.* 2022. Vineyard Management and Its Impacts on Soil Biodiversity, Functions, and Ecosystem Services. *Front. Ecol. Evol.* 10, 850272. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.850272>
- Griesser, M., Steiner, M., Pingel, M., Uzman, D., Preda, C., Giffard, B., Tolle, P., Memedemin, D., Forneck, A., Reineke, A., Leyer, I., Bacher, S., 2022. General trends of different inter-row vegetation management affecting vine vigor and grape quality across European vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 338, 108073.
- Guilpart, N., Metay, A., Gary, C., 2014. Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *European Journal of Agronomy* 54, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.002>
- Kornecki, T.S., Kichler, C.M., 2022. Effectiveness of Cover Crop Termination Methods on No-Till Cantaloupe. *Agriculture* 12, 66. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010066>
- Novara, A., Cerda, A., Barone, E., Gristina, L., 2021. Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. *Soil and Tillage Research* 208, 104896. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104896>
- Panettieri, M., de Sosa, L.L., Domínguez, M.T., Madejón, E., 2020. Long-term impacts of conservation tillage on Mediterranean agricultural soils: shifts in microbial communities despite limited effects on chemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 304, 107144. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107144>
- Ruis, S.J., Blanco-Canqui, H., Creech, C.F., Koehler-Cole, K., Elmore, R.W., Francis, C.A., 2019. Cover Crop Biomass Production in Temperate Agroecozones. *Agronomy Journal* 111.
- Selzer, T., Schubert, S., 2023. Water dynamics of cover crops: No evidence for relevant water input through occult precipitation. *J Agronomy Crop Science* jac.12631. <https://doi.org/10.1111/jac.12631>
- Silvestri, N., Grossi, N., Mariotti, M., Arduini, I., Guglielminetti, L., Raffaelli, M., Cardelli, R., 2021. Cover Crop Introduction in a Mediterranean Maize Cropping System. Effects on Soil Variables and Yield. *Agronomy* 11, 549. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030549>
- Sun, B., Chen, X., Zhang, X., Liang, A., Whalen, J.K., McLaughlin, N.B., 2020. Greater fungal and bacterial biomass in soil large macropores under no-tillage than mouldboard ploughing. *European Journal of Soil Biology* 97, 103155. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103155>
- Winter, S., Bauer, T., Strauss, P., Kratschmer, S., Paredes, D., Popescu, D., Landa, B., Guzmán, G., Gómez, J.A., Guernion, M., Zaller, J.G., Batáry, P., 2018. Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13124>
- Zanzotti, R., Mescalchin, E., 2019. Green manure effects on inorganic nitrogen dynamics in soil and its accumulation in grape must. *BIO Web Conf.* 13, 04010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191304010>
- Zuber, S.M., Villamil, M.B., 2016. Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry* 97, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.03.011>