

AgroSYS

Ingénierie pour des AgroSystèmes Durables

ADVINI

DES VIGNOBLES & DES HOMMES

Impact de la Biodynamie : Physiologie de la vigne, sol et étude des composantes du rendement,

Clara BACONIN, Sara DESPALIN, Lucie GIRAUD, Anthelme RIVOIRE

Tutorat : chaire AgroSYS et ADVINI

Sommaire

1. Introduction et contexte de l'étude
2. Confrontation bibliographie/terrain
3. Discussion sur les indicateurs pertinents à analyser pour le stage Advini
4. Conclusion

Introduction et contexte



La Biodynamie en viticulture

Controverse : la biodynamie ne se base pas sur des études scientifiques mais provient de préceptes ésotériques et occultistes de Rudolf Steiner

Basée sur des préparations issues de matières :

- végétales
- animales
- minérales

Appliquées à des moments précis en fonction du cycle de la vigne

Biodynamie

Concept apparu en 1924 sous l'influence de Rudolf Steiner (philosophe)



2 labels :

- Demeter
- Biodyvin



Demeter

- Certification internationale créée en 1982
- Concerne tous les produits issus de la biodynamie (pas seulement le vin)

En 2022 :

- 700 domaines viticoles
- 13 923 ha
- + 21% de surface / 2021

Biodyvin

- Label international créé en 1998 par le SIVCBD
- Concerne uniquement le milieu viti-vinicole

En 2021:

- 189 domaines français certifiés (+ 13 européens)

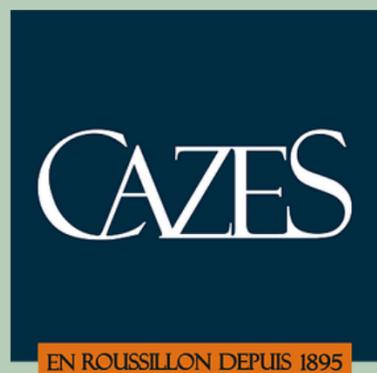




Objectifs de l'étude :

- étudier la bibliographie pour connaître les impacts théoriques
- comparer avec la réalité du terrain (entretiens avec différents domaines d'Advini et autres)
- synthétiser les connaissances actuelles sur le sujet et préconiser des axes de recherche pour orienter un futur stage chez Advini

Les différentes personnes interrogées :



Pyrénées Orientales
500, 501, Maria Thun
Phytothérapie
Biodyvin



AOC Saint Chinian
501, 500P, Compost,
phytothérapie
suivant les années



Côtes Roannaise
500,501,compost
Phytothérapie
Biodyvin



Chablis
500P, 501
Phytothérapie



Languedoc
500, 501, 500P,
phytothérapie

Rappel sur les pratiques agronomiques en biodynamie

Préparations biodynamiques :

- **500** : bouse de vache enterrée dans le sol pour favoriser les micro-organismes et la production de matière organique
- **501** : silice pure enterrée puis pulvérisée sur les plantes pour améliorer leur structure
- **Compost/Maria Thun / 500P**



Phytothérapie : Infusion ou décoction de plantes séchées

- Prêle : silice organique
- Ecorce de saule : défenses de la plante
- Ortie : biostimulant
- ...

Confrontation bibliographie/terrain



Que sait-on aujourd'hui grâce à la bibliographie ?

Majorité des études = comparaison conventionnel (ou intégré)/biologique et biodynamique.

Etudes européennes, publiées entre 2015 et 2020 majoritairement (quelques études plus anciennes : 2000-2010)



→ **peu d'études sur la comparaison biologique/biodynamique**

Et qu'en disent les viticulteur.trices ?

Peu de référentiel de comparaison et de recul, pas d'étude sur leurs domaines

→ **quelques observations mais très peu de mesures pour les quantifier**



Impact de la biodynamie sur la vie du sol

En règle générale : impact significatif des pratiques bio et biodynamiques sur le sol par rapport au conventionnel avec une meilleure fertilité biologique (plus de MO, d'azote minéralisé, de cations...)[3] [8] mais moins évident biodynamie VS bio

Caractéristiques physico-chimiques et fertilité : —→ Résultats controversés

- Impact de la biodynamie VS bio :

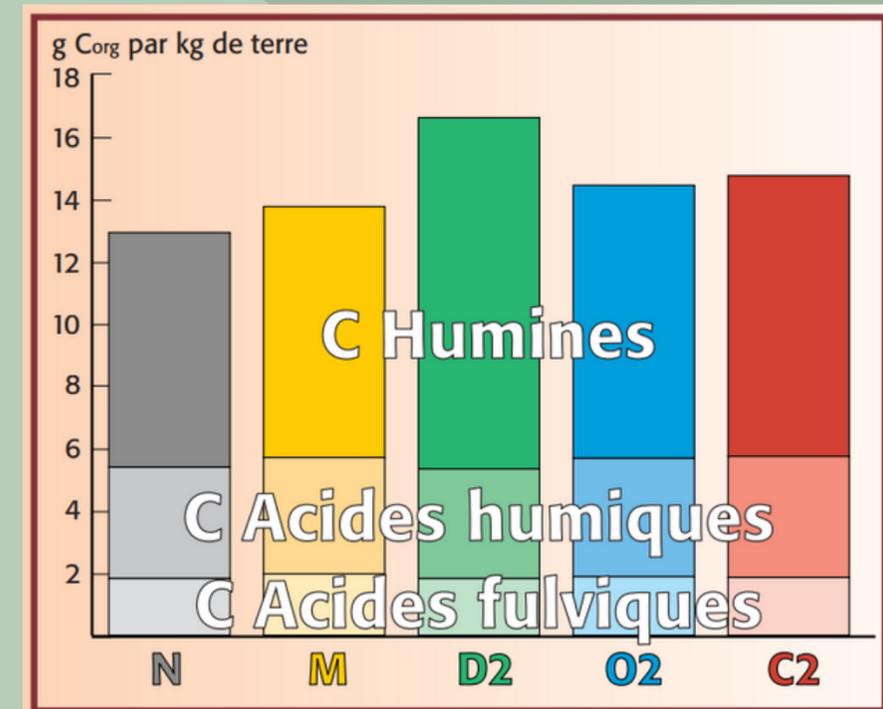
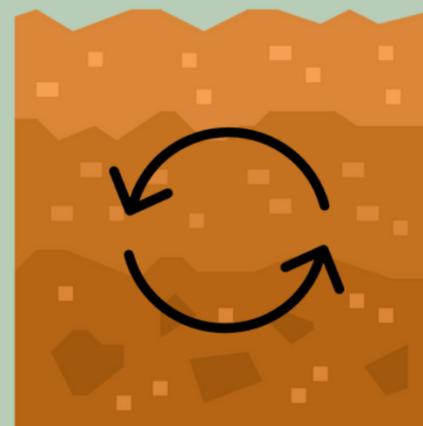
MO : **BD > Bio**, entraîne une meilleure structure avec moins de tassement donc moins de **battance** et un meilleur **ressuyage** [19] [20]

pH : BD (6,7) > BIO (6,5) [19]

Calcium : BD (95kg/ha/an) > BIO (50 kg/ha/an)[19]

Azote total : **BD > Bio** [21]

Flux de phosphore entre la matrice et la solution de sol : **BD > Bio** [18]



- Aucun impact de la biodynamie VS bio : [4] [22] [23]

Biodiversité : —→ Résultats controversés



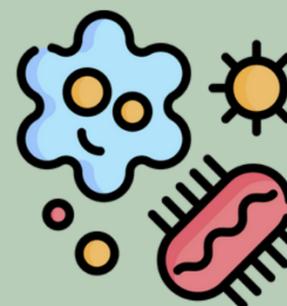
- Impact de la biodynamie VS bio :

Macro-faune :

- Fréquence de carabidés (210% contre 180%) et staphylinidés (170% contre 160%) : **BD > Bio** [20]
- Quantité et diversité de vers de terre : **BD > Bio** [2] [5] [8] [24]

Micro-organismes :

- Diversité et biomasse : **BD > Bio** [18] [20]
- Activités enzymatiques : **BD > Bio** [2] [5] [20]



=> la diminution dans le quotient métabolique montre une étroite relation entre la biomasse microbienne et l'activité enzymatique [18] [19] [20]

Végétation : **BD** (11) > **Bio** (9) pour la diversité des espèces présentes dans les couverts végétaux dû aux préparations et au compost [3] [19]

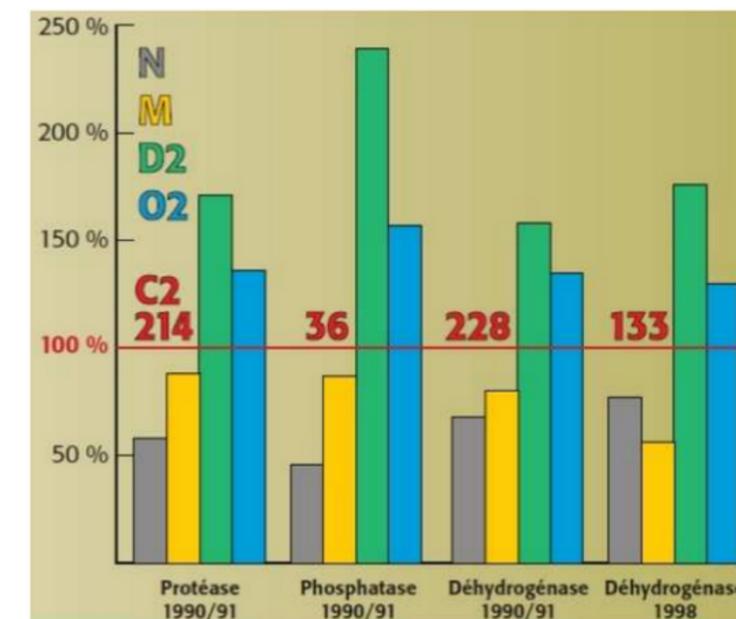


Figure 1 : activité enzymatique des micro-organismes du sol (Fließbach et al., 2001)
O = conduite biologique, D = Conduite biodynamique, C et M = conduites conventionnelles et N = non fertilisé.

- Aucun impact de la biodynamie VS bio : [4] [22]

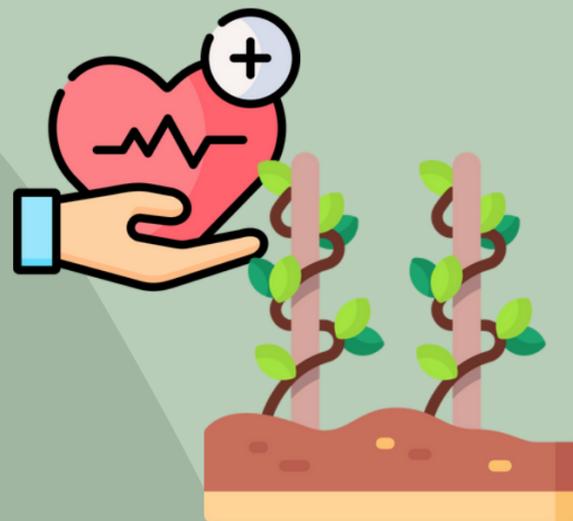
Observation des viticulteur.trices sur le sol

Domaine Laroche :

- pas de mesure de matière organique mais les sols se portent mieux s'ils ont reçu de la 500 P
- Moins de tassement et modification de la structure du sol

Domaine Cazes :

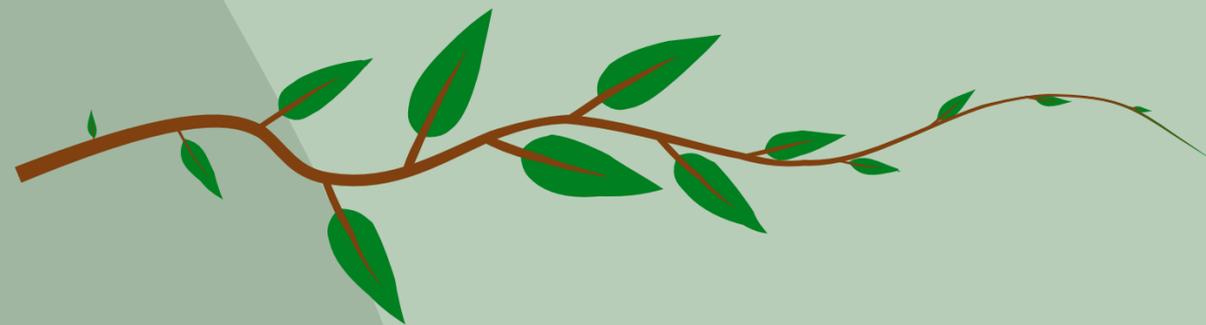
- pas d'observations particulières
- Taux de MO à Cazes : 1,5 à 3% vs. 1% moyenne des PO



Impact de la biodynamie sur la physiologie de la vigne

Croissance :

- croissance générale réduite de 21% en biodynamie/biologique.[5]
- Pousses plus courtes, entrenœuds plus courts, moins de pousses latérales
= **meilleure exposition au soleil** [2] [16]
 - Surface des pousses latérales : **intégré 4.26 m² ; bio 3,45m² ; biodynamie 2,95m²** [1]
 - Vignes plus aérées, longueur des sarments et densité foliaire plus faible en biodynamie qu'en bio [14]
 - L'utilisation de préparations biodynamiques aurait peu d'influence sur la croissance végétative de la vigne [4]



Maladies et ravageurs :

- incidence du mildiou plus forte pour les traitements bio et biodynamie (**taux moyen d'infection de 2,02 et 1,89**) par rapport au traitement intégré (**1,02**). Pareil pour le Botrytis (**4,82 biodynamie ; 4,49 intégré**) [1][2]
- Mais microclimat des vignes moins favorable aux infections fongiques et à leur propagation d'une baie à l'autre [2]

→ **difficulté à tirer une conclusion**

- niveaux plus élevés de métabolites secondaires antioxydants et antifongiques en bio/biodynamie [2][26]
- Silice : effets sur la croissance et la production car impact sur les maladies, les insectes [8][27]

Métabolisme :

- Teneur plus faible en chlorophylle (dépend du stade de développement) à **véraison la teneur relative de chlorophylle est de 42,9 (intégré) et 40,9 (biodynamie) [17] [18]**
- Mais les préparations biodynamiques (501 et 507) favoriseraient l'activité photosynthétique et l'efficacité de la Rubisco (**31% plus élevé qu'en conventionnel) [4] [8] [9]**

→ **difficulté à tirer une conclusion**



Métabolisme :

- Taux d'assimilation : **10,3 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$** (intégré) **et 8,4 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2/\text{s}$** (biodynamie)
- Taux de transpiration : **2,42 $\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$** (intégré) **et 1,98 $\text{mmol}/\text{m}^2/\text{s}$** (biodynamie)
- Conductance stomatique : **117 $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$** (intégré) **et 90 $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$** (biodynamie) [1] [5] [17]

→ inférieur en système biodynamique par rapport à un système intégré

- Stress hydrique plus fort mais dépend aussi beaucoup du porte greffe et de l'année [1] [17]

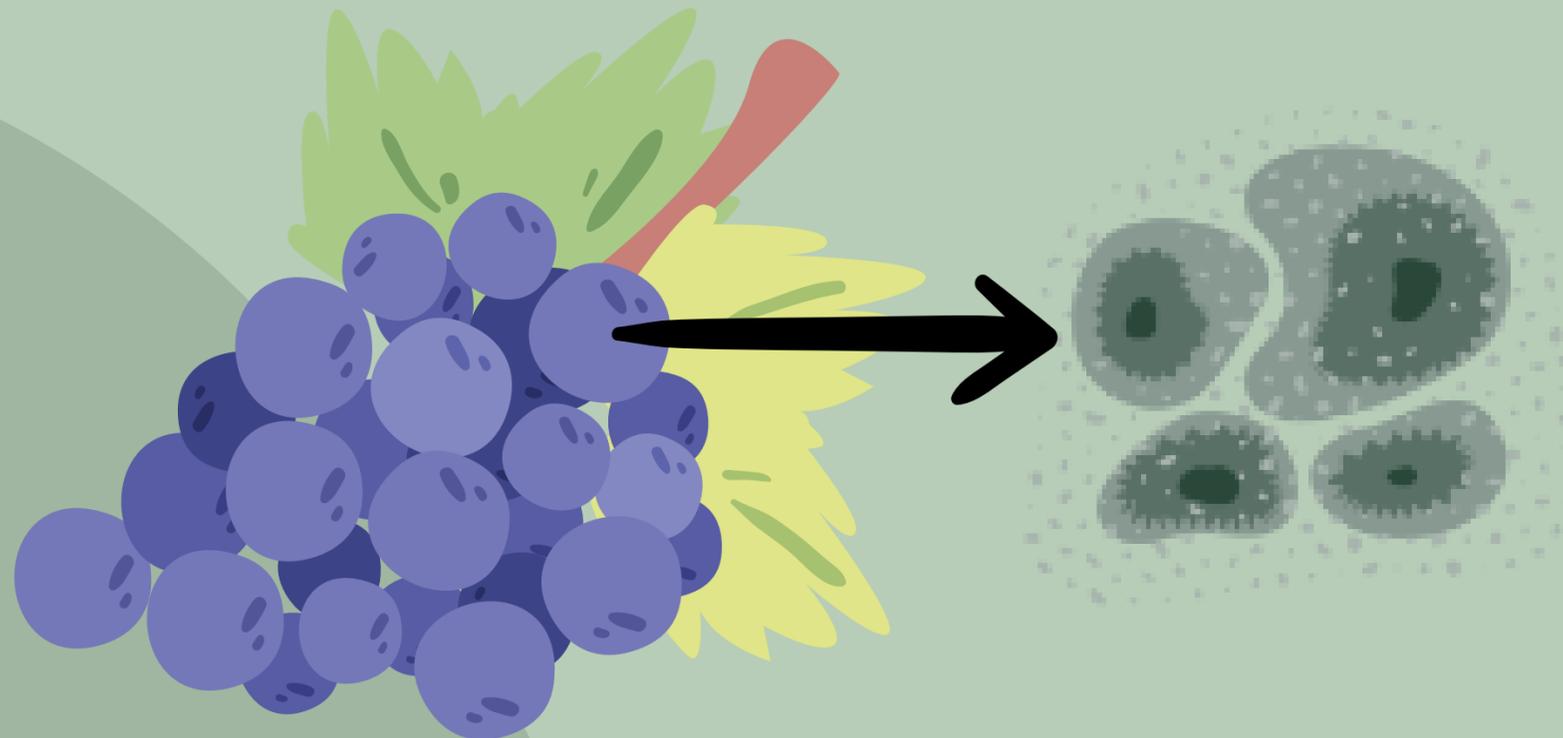


Populations indigènes

- Quantité de micro-organismes plus importante sur le raisin
- En conventionnel : développement de micro-organismes résistants aux traitements

→ **Limite la polyvalence microbienne par rapport à la biodynamie** [6]

- Influence des pratiques sur la population de levures indigènes retrouvée sur les baies puis dans le vin [13] [15]



Observation des viticulteur.trices sur la physiologie

Domaine Laroche :

“ La vigne souffre moins du stress hydrique et le port du feuillage est plus ouvert avec des feuilles plus ouvertes pour la lumière”

Domaine des Pothiers :

“Des vignes en meilleure santé mais aussi moins d’irrégularités entre les années”

Domaine de Borie La Vitarèle

“ les vignes s’adaptent mieux à la sécheresse même sans irrigation mais il y a quand même beaucoup de feuilles qui jaunissent”

Cazes, Vignobles JeanJean :

pas d’observations particulières

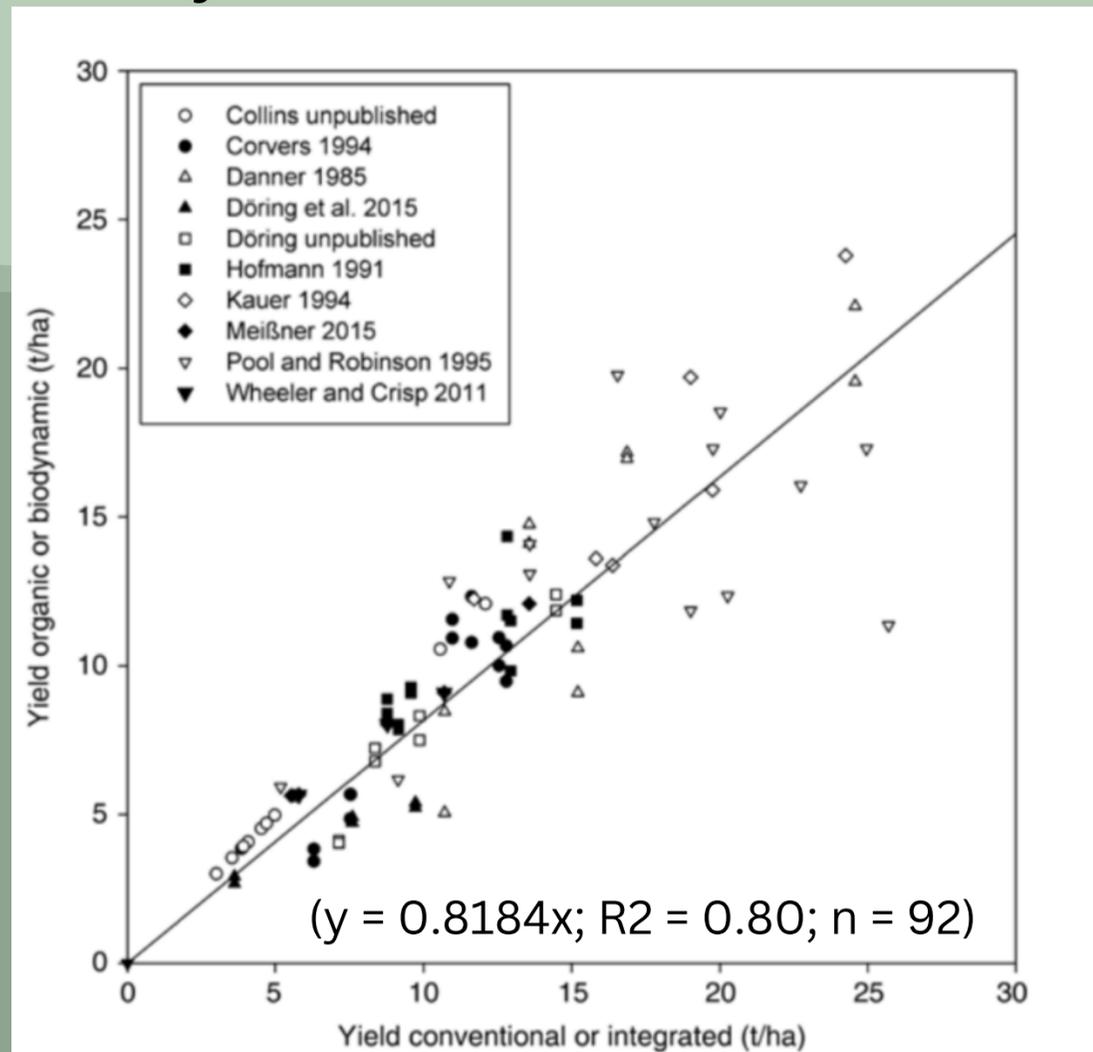


Impact de la biodynamie sur les composantes du rendement



- **Rendement (T/ha)** : en moyenne inf. à 20% en biodynamie/bio [1] [2] [5] [7] [8] [11]

- Pas de différences significatives sur le rendement avec l'utilisation de préparations biodynamiques [4] [12]
- Nbre de grappes par pied, poids des grappes, poids des baies : **pas de différences** [5]
- Compacité des grappes (volume des baies inférieur) plus faible en biodynamie vs bio (parcelle expérimentale de Riesling de l'université de Geisenheim). [2]. **Hypothèse d'action** : silice aurait un effet l'acide gibbérellique (utilisé en production intégrée)
- Rapport rendement/poids de taille **plus faible** en biody vs bio [5]



Döring et al, 2019

Impact de la biodynamie sur les composantes du rendement

Paramètres “œnologiques” : des résultats divergents



VS Conventionnel



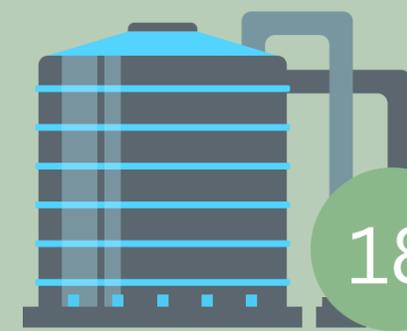
VS



- **Pas de différence** sur la quantité de sucres par baie : le rapport feuilles/fruits est le même : décroissance simultanée de la vigueur et du rendement (rapport feuille/fruit id.) [7]
- Méta analyse : concentrations moût/vin plus **importantes, identiques ou inférieures** en polyphénols (anthocyanes et flavonoïdes) selon les différentes études [7]



Pas de tendances clairement définies



Observation des viticulteur.trices sur le rendement

Domaine Cazes :

- Rendement aux alentours de 35 hL/ha : au-dessus de la moyenne par rapport aux bio de la région (vignoble irrigué)
- Meilleur pH des moûts

Domaine Laroche

- Pas d'observations sur les grappes et sur le rendement (dépend fortement de la météo et de la pression maladie)
- Plus de tension dans les vins

Indicateurs à analyser



Indicateurs du sol

- Biodynamie VS **bio**
- Comparaison suivant le nombre **d'années** en biodynamie



Élément à analyser	Indicateurs	Exemple de protocole
Matière organique	Taux de MO	Analyse de sol
Composition du sol	Teneur en éléments assimilables et éléments minéraux (N, P, K...), pH	Analyse de sol
Biodiversité	Quantité et diversité florale et faunique (lombriques, insectes, micro-organismes, plantes présentes dans les couverts)	Inventaire floral et faunique (dénombrement et espèces) des couverts et dans le sol, analyses labo des micro-organismes (boites de pétri, dilutions successives)
Activités enzymatiques	Activités protéases, déshydrogénases, phosphatases	Observation des enzymes présentes dans les cellules des micro-organismes

Indicateurs de physiologie de la vigne

- Biodynamie VS **bio**
- Comparaison suivant le nombre **d'années** en biodynamie



Élément à analyser	Indicateur	Exemple de protocole
Métabolisme des feuilles	Activité photosynthétique	Mesure de la production de glucose en prélevant des feuilles à différents stades de développement de la vigne (HPLC ou dosage enzymatique)
Croissance végétative	Indice de croissance des apex	Observer une 50aine d'apex et les classer selon 3 catégories (pleine croissance, croissance ralentie ou arrêt de croissance)
Biodiversité	Quantité de micro-organismes présent sur la baie	Mise en culture à partir d'un échantillon de baies (à des stades différents du développement) ou alors spectrométrie de masse

Indicateurs des composantes du rendement



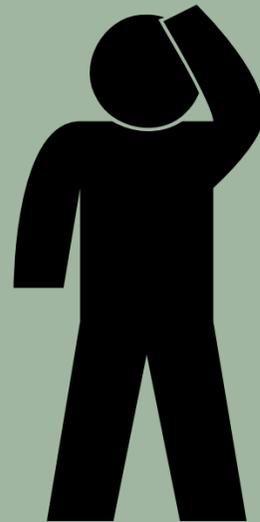
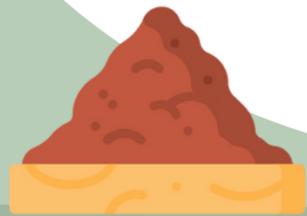
- Biodynamie VS **bio**
- Comparaison suivant le nombre **d'années** en biodynamie

Élément à analyser	Indicateurs	Exemple de protocole
Paramètres quantitatifs	Rendement Taux de coulure et millerandage Nombre de grappes/rameau Nombre de baies/grappe Volume des baies	Comptages (non destructifs randomisés) dans la parcelle en fonction des différentes modalités
Paramètre qualitatif	Compacité des grappes	Comptage nombre de baies atteintes par la pourriture grise / Caractérisation de la grappe (de très lâche à très compacte)
Paramètres œnologiques	Maturité technologique et phénolique	Analyses de moût et de vin

Conclusion



Des effets bénéfiques démontrés sur le sol et la vigne **mais**... beaucoup de résultats contradictoires entre les études (contexte dépendant)



Limites rencontrées :

- Mécanismes d'action des préparations biodynamiques peu clairs
- Biodynamie souvent associée au bio dans les études
- Liens de causalité entre la physiologie, le sol et le rendement non évidents
- Non prise en compte de la phytothérapie et du calendrier lunaire dans les protocoles
- Manque de diversité dans les expérimentations : localisation + matériel végétal
- Analyse sensorielle des vins : résultats contradictoires



Merci de votre attention !



Bibliographie:

- [1] : DÖRING, Johanna et al, 2015. Growth, Yield and Fruit Quality of Grapevines under Organic and Biodynamic Management. KURTURAL, S. Kaan (éd.), PLOS ONE [en ligne]. 8 octobre 2015. Vol. 10, n° 10, pp. e0138445. [Consulté le 29 novembre 2023]. DOI [10.1371/journal.pone.0138445](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138445)
- [2] : MEISSNER, Georg et al, 2019a. Conversion to organic and biodynamic viticultural practices: impact on soil, grapevine development and grape quality. OENO One [en ligne]. 18 octobre 2019. Vol. 53, n° 4. [Consulté le 29 novembre 2023]. DOI [10.20870/oenone.2019.53.4.2470](https://doi.org/10.20870/oenone.2019.53.4.2470).
- [3] : HENDGEN, Maximilian, DÖRING, Johanna, STÖHRER, Verena, SCHULZE, Fabian, LEHNART, Ruth et KAUER, Randolph, 2020. Spatial Differentiation of Physical and Chemical Soil Parameters under Integrated, Organic, and Biodynamic Viticulture. Plants [en ligne]. 14 octobre 2020. Vol. 9, n° 10, pp. 1361. [Consulté le 29 novembre 2023]. DOI [10.3390/plants9101361](https://doi.org/10.3390/plants9101361)
- [4] : RIENTH, Markus, LAMY, Frederic, CHESSEX, Clément et THIERRY, Heger, 2023. Effects of biodynamic preparations 500 and 501 on vine and berry physiology, pedology and the soil microbiome. OENO One [en ligne]. 23 février 2023. Vol. 57, n° 1, pp. 207-216. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.20870/oenone.2023.57.1.7218](https://doi.org/10.20870/oenone.2023.57.1.7218)
- [5] : DÖRING, Johanna, COLLINS, Cassandra, FRISCH, Matthias et KAUER, Randolph, 2019c. Organic and Biodynamic Viticulture Affect Biodiversity and Properties of Vine and Wine: A Systematic Quantitative Review. American Journal of Enology and Viticulture [en ligne]. 1 juillet 2019. Vol. 70, n° 3, pp. 221-242. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.5344/ajev.2019.18047](https://doi.org/10.5344/ajev.2019.18047)
- [6] : PERPETUINI, Giorgia, ROSSETTI, Alessio Pio, BATTISTELLI, Noemi, ZULLI, Camillo, CICHELLI, Angelo, ARFELLI, Giuseppe et TOFALO, Rosanna, 2022. Impact of vineyard management on grape fungal community and Montepulciano d'Abruzzo wine quality. Food Research International [en ligne]. août 2022. Vol. 158, pp. 111577. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.1016/j.foodres.2022.111577](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111577)
- [7] : DÖRING, Johanna, COLLINS, Cassandra, FRISCH, Matthias et KAUER, Randolph, 2019b. Organic and Biodynamic Viticulture Affect Biodiversity and Properties of Vine and Wine: A Systematic Quantitative Review. American Journal of Enology and Viticulture [en ligne]. 1 juillet 2019. Vol. 70, n° 3, pp. 221-242. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.5344/ajev.2019.18047](https://doi.org/10.5344/ajev.2019.18047).

[8] : PIVA, Rafael, BOTELHO, Renato Vasconcelos, LIMA, Patrícia Carla Giloni De et RAMBOLÀ, Adamo Domenico, 2019. Desenvolvimento, fisiologia e ocorrência de míldio em videiras cv. BRS Margot tratadas com preparados biodinâmicos. Revista de Ciências Agrárias [en ligne]. 11 mai 2019. pp. 472- 482 Páginas. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.19084/RCA.17180](https://doi.org/10.19084/RCA.17180).

[9] : DÖRING, Johanna, COLLINS, Cassandra, FRISCH, Matthias et KAUER, Randolph, 2019a. Organic and Biodynamic Viticulture Affect Biodiversity and Properties of Vine and Wine: A Systematic Quantitative Review. American Journal of Enology and Viticulture [en ligne]. 1 juillet 2019. Vol. 70, n° 3, pp. 221-242. [Consulté le 30 novembre 2023]. DOI [10.5344/ajev.2019.18047](https://doi.org/10.5344/ajev.2019.18047).

[10] « Méthode des apex », IFV Occitanie. Consulté le: 30 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/methode-des-apex/>

[11] M. C. Cravero, « Organic and biodynamic wines quality and characteristics: A review », Food Chemistry, vol. 295, p. 334-340, oct. 2019, doi: [10.1016/j.foodchem.2019.05.149](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.149).

[12] J. R. Reeve, L. Carpenter-Boggs, J. P. Reganold, A. L. York, G. McGourty, et L. P. McCloskey, « Soil and Winegrape Quality in Biodynamically and Organically Managed Vineyards », Am J Enol Vitic., vol. 56, no 4, p. 367-376, déc. 2005, doi: [10.5344/ajev.2005.56.4.367](https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.4.367).

[13] P. Morrison-Whittle, S. A. Lee, et M. R. Goddard, « Fungal communities are differentially affected by conventional and biodynamic agricultural management approaches in vineyard ecosystems », Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 246, p. 306-313, août 2017, doi: [10.1016/j.agee.2017.05.022](https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.022).

[14] Meissner, G. “Résultats de Recherches sur Différentes Modalités de Biodynamie. Approche Biodynamique de la Vigne : Connaissances, Recherches et Pratiques”. Colloque MABD - Bordeaux, fév2013, 2013

[15] J. Döring, M. Frisch, S. Tittmann, M. Stoll, et R. Kauer, « Growth, Yield and Fruit Quality of Grapevines under Organic and Biodynamic Management », PLoS ONE, vol. 10, no 10, p. e0138445, oct. 2015, doi: [10.1371/journal.pone.0138445](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138445).

[16] I. Soustre-Gacougnolle et al., « Responses to climatic and pathogen threats differ in biodynamic and conventional vines », Sci Rep, vol. 8, no 1, p. 16857, nov. 2018, doi: 10.1038/s41598-018-35305-7.

[17] Laghi L, Versari A, Marcolini E and Parpinello GP. 2014. Metabolomic Investigation by 1H-NMR to discriminate between red wines from organic and biodynamic grapes. Food Nutr Sci 5:52-59.

[18] Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Fertilité du sol et biodiversité en agriculture biologique. Science, Volume 296, N°5573, 1694.

[19] Fliessbach, A., Mäder, P., Pfiffner, L., Dubois, D., & Gunst, L. (2001). Le bio améliore la fertilité du sol et la biodiversité. Frick, Zürich: IRAB/FIBL

[20] Turinek, S., Grobelnik-Mlakar, M., Bavec, M., & Bavec, F. (2009). Biodynamic Agriculture research progress and priorities. Renewable Agriculture and Food Systems, 146-154.

[21] Reganold, J. P. (1995). Soil Quality & Profitability of Biodynamic & Conventional Farming Systems. Organic Farming & Biodynamic Agriculture Training resource book, 64-75

[22] Berry, D. (2005). Préparations Biodynamiques : bilan de 6 années d'applications. SERAIL - Chambre d'Agriculture de Rhône-Alpes.

[23] Bourguignon, C., & Gabucci, L. (2000). Comparisons of Chemical Analysis and Biological Activity of Soils Cultivated by Organic and Biodynamic Methods. Proceedings 6th International Congress On Organic Viticulture (pp. 92-99). FIBL.

[24] « Chiffres France et International », Demeter. Consulté le: 15 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.demeter.fr/chiffres-france-et-international/>

[25] « Nos adhérents ». Consulté le: 15 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.biodyvin.com/fr/nos-adherents.html>

[26] I. Soustre-Gacougnolle et al., « Responses to climatic and pathogen threats differ in biodynamic and conventional vines », *Sci Rep*, vol. 8, no 1, p. 16857, nov. 2018, doi: 10.1038/s41598-018-35305-7.

[27] S. Gaur, J. Kumar, D. Kumar, D. K. Chauhan, S. M. Prasad, et P. K. Srivastava, « Fascinating impact of silicon and silicon transporters in plants: A review », *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 202, p. 110885, oct. 2020, doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.110885.