

Tester le triptyque nutrition/stimulation/OAD

Et si la nutrition de l'agrosystème et l'équilibre physiologique des plantes étaient des leviers de la santé des plantes ?

MARIE-EMMANUELLE SAINT-MACARY⁽¹⁾, OLIVIER DEMARLE⁽¹⁾, ÉMILIE LASCAUX⁽²⁾ ET ÉDOUARD LOISEAU⁽³⁾

(1) Frayssinet. (2) Cérience (ex-Jouffray-Drillaud). (3) Promété

Bien qu'il soit de plus en plus admis que la fertilisation des cultures joue un rôle majeur au niveau de la santé des plantes et de leur capacité d'autoprotection, les programmes de protection des plantes, y compris ceux utilisant des produits de biocontrôle, sont encore déconnectés d'une gestion globale des intrants à l'échelle du système de production. En effet, la dichotomie dans les programmes de nutrition d'une part (fertilisation) et de protection d'autre part (phytoprotection) persiste dans les itinéraires techniques proposés en déclinant simplement les différentes typologies d'intrants utilisés de manière parallèle, malgré la volonté d'une approche optimisée et plus globale de la part des utilisateurs.

Lien entre nutrition et santé des plantes

Gestion du sol et pression parasitaire

La gestion du compartiment sol a été pendant plusieurs décennies réduite à la simple fonction d'alimentation des plantes en oubliant le rôle d'écosystème primaire de ce dernier. Outre ses fonctions structurales (physico-chimique), le sol a une fonction biologique essentielle en tant qu'habitat où la matière organique apparaît comme moteur central. L'appauvrissement des sols agricoles en matière organique et en organismes vivants (notamment micro-organismes) est aujourd'hui un problème majeur en productions végétales. D'ailleurs,



Photo : Frayssinet

Journées portes ouvertes à Puichéric (Aude).

les maladies transmises par le sol constituent une menace de plus en plus importante pour les systèmes agricoles, et tout particulièrement ceux des cultures pérennes dont les cycles de vie ne peuvent utiliser la rotation des cultures pour réduire l'incidence des ravageurs et maladies des plantes. Le sol est un écosystème complexe contrôlant les populations des organismes qui y vivent (saprophytes, mutualistes, parasites...) via différents processus biologiques tels que les compétitions spatiale et/ou nutritionnelle, l'antibiose, le parasitisme, la prédation. Ces phénomènes sont à l'origine des sols dits « suppressifs » dont la résultante est la no-

tion même de biocontrôle : la protection des plantes en privilégiant l'utilisation de mécanismes et d'interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel. Ce puissant levier de maîtrise des populations de bioagresseurs est encore trop souvent négligé et déconnecté des programmes de protection des cultures.

Fertilisants organiques : une nutrition globale de la rhizosphère

En tant que fertilisants organiques, les composts présentent un double intérêt pour la production végétale (Gobat *et al.*, 2003) : – amendement, car ils renferment des composés organiques précurseurs de l'humus ; – engrais, par leurs teneurs en éléments fertilisants.

La limite de ce levier technique réside dans les variations de qualité de ces produits (Hoitink *et al.*, 1997). Seuls les composts qui répondent aux exigences de qualité (sanitaire, équilibre dégradabilité/maturité, composition), et qui excluent les effets négatifs sur la croissance des plantes doivent être pris en considération pour une utilisation en production végétale. Les bénéfices de la fertilisation organique avec du compost de qualité ne sont plus à prouver avec une augmentation de la teneur en carbone organique et de l'azote total dans l'horizon supérieur du sol en comparaison à une fertilisation minérale (Leifeld *et al.*, 1998, 2002).

L'addition de compost dans un sol représente également une source nutritionnelle pour les organismes indigènes du sol (Dick

RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** - Il devient nécessaire d'appréhender la protection des plantes sous un angle global où les pratiques culturales et les méthodes alternatives s'incrémentent au lieu de se substituer aux pratiques conventionnelles.

♦ **ÉTUDE** - Différents travaux mettent en évidence une influence de la fertilisa-

tion organique sur la santé des plantes, ainsi que sur l'efficacité des stimulateurs de défense des plantes (SDP). Un programme de recherche (2018-2020) collaboratif (Frayssinet/Cérience-Jouffray-Drillaud/Promété) a étudié l'impact des pratiques de fertilisation (minérale vs organique) et de stratégies combinant nutrition, biostimulation, biocontrôle

et OAD sur la protection du vignoble vis-à-vis du mildiou.

♦ **RÉSULTATS** - Au cours des trois campagnes d'essais (2018-2020), une meilleure gestion des apports nutritionnels (engrais de fond et foliaires) et l'utilisation d'un OAD pour optimiser le positionnement du stimulateur de

défense des plantes (SDP) a permis d'atteindre une réduction des IFT de -45% à -65% (selon les sites et/ou les années), tout en maintenant un bon niveau de protection.

♦ **MOTS-CLÉS** - Fertilisation organique, compost, stimulateur des plantes, biocontrôle, OAD, vigne.

Les matières fertilisantes

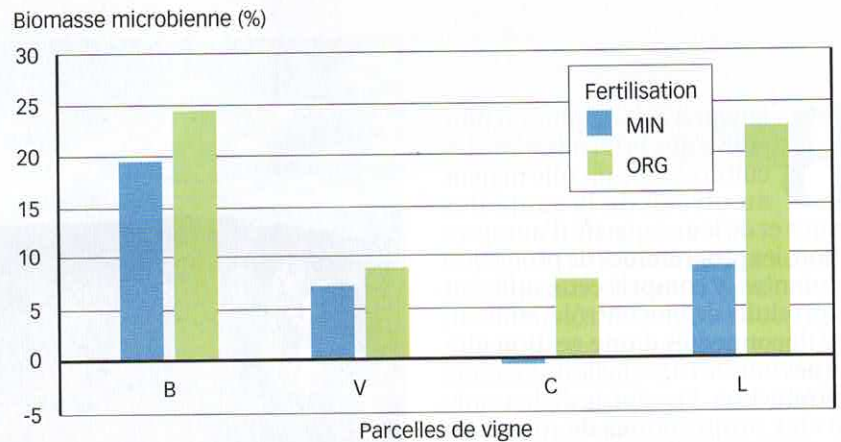
Les matières fertilisantes comprennent les engrais et les amendements :

- les engrais sont destinés à favoriser la croissance des plantes en leur apportant des éléments nutritifs ; les engrais peuvent être issus de la synthèse, composés de minéraux et/ou organiques (issus de coproduits) ;
- les amendements sont des matériaux apportés au sol pour en améliorer la qualité à des fins agricoles. Il existe des amendements minéraux (calco-magnésiens) qui corrigent le pH et les amendements organiques qui apportent des sources de carbone.

et McCoy, 1993) et un apport notable de micro-organismes vivants (Gobat *et al.*, 2003). Ainsi, l'apport de compost peut influencer l'activité microbienne en modifiant les conditions du sol hébergeant les microbes (Perucci, 1990) ou en agissant directement sur ces derniers (Pera *et al.*, 1983) (Figure 1). En améliorant le potentiel biologique et enzymatique des sols, le compost crée des conditions optimales pour la croissance des plantes, grâce à la minéralisation, l'humification et la disponibilité des éléments nutritifs. Les éléments fertilisants issus de matières organiques (notamment provenant de matrices végétales et composées) sont libérés de manière progressive

Fig. 1 : Mesure de l'impact de la fertilisation organique (ORG) ou de la fertilisation minérale (MIN) sur la biomasse microbienne

Dans quatre parcelles de vigne du sud de la France (MIN = 40 U de sulfate d'ammoniaque ; ORG = 40 U de fertilisant organique Frayssinet constitué d'une base de compost). Données issues du programme de recherche collaborative FUI NV2 (financement BPI, Région Occitanie et Feder). Biomasse microbienne exprimée en % du témoin sans apport en fonction du type de fertilisant organique (ORG) ou minérale (MIN). Mesure réalisée en sortie d'hiver dans quatre parcelles de vigne après quatre années d'apport : B et V en zone méditerranéenne, C dans le Gers et L à Gaillac.



contrairement à de nombreux engrais minéraux très rapidement disponibles dans la solution du sol, pouvant créer des à-coups nutritionnels importants pour la plante et son agrosystème.

Intérêt des composts et gestion des organismes phytopathogènes

L'apport d'amendements organiques

peut être une stratégie intéressante pour contrôler les maladies engendrées par les pathogènes du sol (Larbi, 2006 ; Nguyen *et al.*, 2017). Pourtant, la manière dont les communautés microbiennes du sol interviennent dans le contrôle des maladies grâce à l'apport de matière organique reste largement inconnue et nécessite la poursuite de travaux de recherche pour accom-

Fig. 2 : Effet de deux bases compostées différentes (Frayssinet) sur le pourcentage de mortalité de plantules de cresson dû au champignon pathogène *Pythium ultimum* à trois doses d'inoculation du substrat

2019-1 : base organique compostée avec fumier (35%), laines (10%) et tourteaux végétaux (55%). 2019-2 : base organique compostée avec mélange de matières végétales. Réf = témoin non inoculé. Essais réalisés par FIBL France dans le cadre du projet Synergies, CasDar 2019-2021. *P < 0,05. ***P < 0,005.

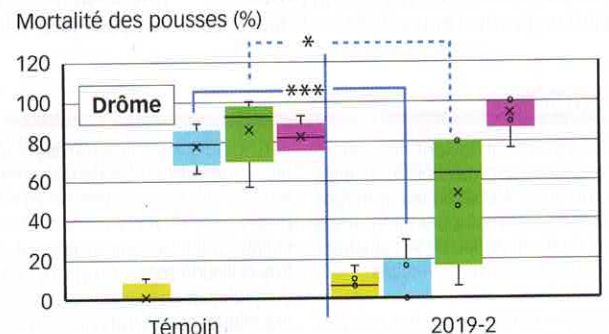
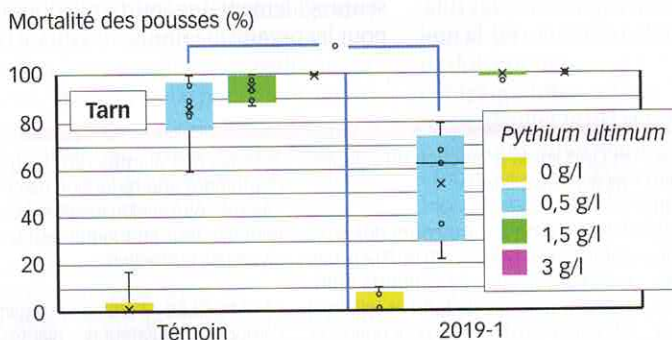
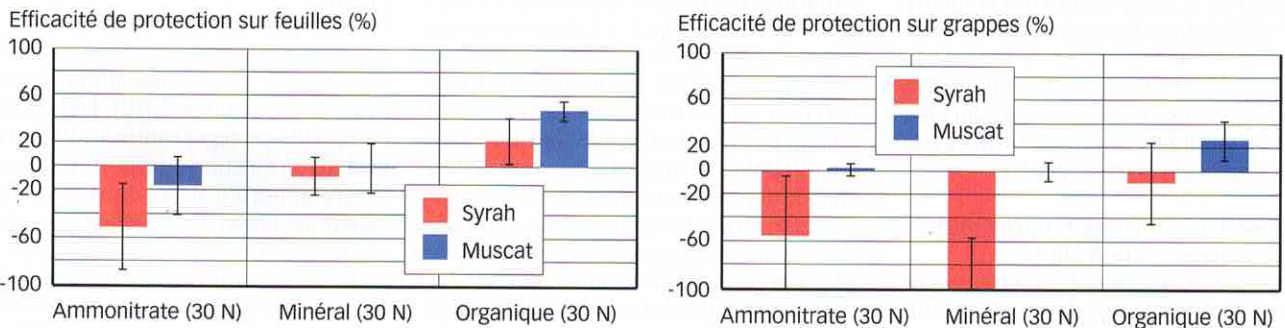


Fig. 3 : Effet de la fertilisation organique et minérale sur le contrôle du champignon pathogène *Plasmopara viticola* (mildiou) sur deux cépages de vigne cultivés (Aude)

Fertilisant organique = Orga (N-P-K 3-2-3 avec 50% de matière organique compostée avec fumier (35%), laines (10%) et tourteaux végétaux (55%), Frayssinet). Fertilisants minéraux = engrais minéral (N-P-K 17-8-12) et ammonitrate (N-P-K 33,5-0-0) comme référence azotée. Afin de suivre l'impact des fertilisants sur les maladies, un témoin non fertilisé sert de base de calcul au référentiel (ligne de base). Essai en blocs de Fisher (n = 4). Notation effectuée à la nouaison (BBCH 71), intensité du mildiou de 5% et 7,5%, respectivement sur muscat et syrah.



pagner son déploiement à grande échelle. L'action du compost sur la santé des plantes serait essentiellement due à sa microflore bénéfique et peut se traduire par une réduction des maladies aussi bien telluriques que foliaires (Hoitink et Grebus, 1994 ; Larbi, 2006). En effet, les amendements organiques représentent un environnement favorable aux micro-organismes, et notamment aux flores d'actinomycètes prédominantes dans le sol, qui peuvent être à l'origine de nombreux composés (antibiotiques, en-

zymes extracellulaires) actifs contre des souches bactériennes et fongiques phytopathogènes comme *Fusarium* sp. (Tanaka *et al.*, 1993 ; Cuesta *et al.*, 2012 ; Nguyen *et al.*, 2018). Cependant, tous les composts ne possèdent pas le potentiel de protéger les plantes contre les maladies (Fuchs et Larbi, 2004 et Hoitink *et al.*, 1997). En effet, le potentiel suppressif des composts varie considérablement d'un compost à l'autre (Nelson et Boehm, 2002 ; Termorshuizen *et al.*, 2006). Les facteurs majeurs influençant

cette activité de protection sont :

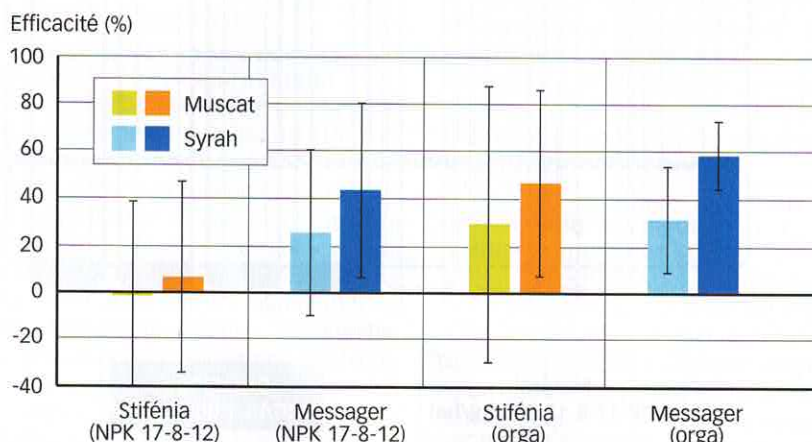
- la composition des intrants ;
- le degré de maturité physiologique des composts.

C'est donc la connaissance des matières premières et la maîtrise du processus des phases de compostage qui définissent la qualité du compost final avec des propriétés spécifiques et identifiées.

Les bases organiques compostées, résultant de la maîtrise du processus, sont au centre de l'effet sur la santé des plantes des fertilisants organiques. L'analyse de l'effet de deux bases compostées Frayssinet très distinctes du fait de leurs matières premières et des paramètres de compostage (2019-1 et 2019-2) présente des résultats différents lors de tests en conditions contrôlées vis-à-vis de deux champignons pathogènes majeurs du sol, *Pythium ultimum* et *Rhizoctonia solani*. Bien que les deux bases compostées montrent un effet de réduction des symptômes de *R. solani*, il apparaît clairement que la base 2019-2 présente un effet suppressif supérieur sur *P. ultimum* (Figure 2, source FIBL, projet CasDar Synergies). De plus, une étude menée sur trois composts différents (Frayssinet) par leur composition en matières premières (1 : essentiellement matières végétales ; 2 : fumier ; 3 : produit avec 50% compost de fumier) en mélange à un sol agricole présente des résultats significatifs sur le développement du champignon phytopathogène *Fusarium verticillioides*, produisant des mycotoxines. Cette étude en laboratoire démontre le pouvoir suppressif d'amendements à base de compost avec des effets d'inhibition de croissance du champignon pouvant atteindre 30% en deux semaines pour le compost composé

Fig. 4 : Efficacité de deux SDP (Stifénia – extrait de fenugrec – et Messenger – Cos-Oga –, Cérience/JD) à contrôler l'intensité du mildiou sur grappes, en fonction de la nature de la fertilisation azotée au sol : minérale (N-P-K 17-8-12) ou organique (Orga, Frayssinet)

Efficacité sur feuille à la nouaison (BBCH 71) avec une pression parasitaire de *Plasmopara viticola* importante (12,9% en intensité et 56,2% en fréquence). Essai de recherche Staphyt Bioteam (Vannière C., 2018).



principalement de matières végétales et allant jusqu'à 50 % après un mois d'incubation dans le sol pour le compost comprenant 80 % de fumier (Nguyen *et al.*, 2018). L'inhibition de la croissance de *F. verticillioides* est décrite en lien avec la composition en actinomycètes (*Streptomyces* sp.) isolés des composts, synthétisant des métabolites extracellulaires. Ces travaux montrent que la réduction de la pression parasitaire varie en fonction de la composition des composts mais également en fonction de leur cinétique d'évolution dans les sols et ouvrent la voie à des combinaisons de matières premières et/ou de processus de compostage pour améliorer les propriétés de protection de ce type d'intrants (Nguyen *et al.*, 2018).

Fertilisation et pression parasitaire : et si l'azote était une clé ?

De nombreux travaux de recherche récents démontrent clairement un lien entre nutrition et protection des cultures, et ce, tout particulièrement en lien avec l'azote. L'élément azote est un macronutriment indispensable à la nutrition végétale, mais il joue également un rôle-clé dans les voies de signalisation de défense des plantes (Verly *et al.*, 2019 ; Fagard *et al.*, 2020) et dans le pouvoir infectieux de bioagresseurs. Des niveaux élevés d'intrants azotés peuvent être favorables au développement de maladies et augmentent la sensibilité des plantes, un phénomène appelé Nitrogen Induced Susceptibility (NIS) (Ballini *et al.*, 2013 ; Huang *et al.*, 2016 ; Jeon, 2019). De plus, la source et le niveau de fertilisation azotée peuvent générer des effets distincts au niveau de l'efficacité des stimulateurs de défense des plantes SDP (Verly *et al.*, 2018, 2020). Des études sur l'effet suppressif de composts provenant de différents types de fumier (bovin, équin, avicole) ont démontré un niveau de protection équivalent de tous les composts contre les champignons phytopathogènes *Pythium ultimum* et *Rhizoctonia solani*. L'effet suppressif contre *P. ultimum* ne semblait pas dû à la population microbienne des différents composts, mais était inversement proportionnel à leur teneur en nitrate (Ringer *et al.*, 1997). Ces résultats mettent en évidence un rôle important potentiel de la source azotée dans la gestion des pathogènes selon la dose et/ou sa disponibilité dans l'environnement. Ainsi, outre l'apport notable de micro-organismes et/ou de métabolites en découlant, l'addition de compost dans un sol représente une source nutritionnelle dont la teneur en azote pourrait être en lien avec son effet de protection des plantes.

Apport de la fertilisation organique en protection des plantes

Peu d'études sur le terrain apportent la preuve et surtout une quantification des

bénéfices des apports de matière organique, notamment vis-à-vis de la pression parasitaire. Une étude pluriannuelle sur vigne avec des fertilisants minéraux ou organique (base compostée) est menée depuis 2018 afin d'évaluer l'impact de différents types d'apport d'engrais sur le potentiel infectieux parasitaire en conditions naturelles. Cette expérimentation est réalisée sur deux cépages distincts (syrah et muscat) dans des situations pédoclimatiques équivalentes (sites connexes, Aude). L'analyse de sol réalisée avant la mise en place des essais a permis de calculer les besoins nutritionnels nécessaires à la culture de la vigne en ciblant particulièrement la nutrition azotée (30 unités d'azote). L'apport est réalisé chaque année avant débourrement par application au sol. L'évaluation des maladies cryptogamiques rencontrées au vignoble (dans ce cas, mildiou) en fonction du type de fertilisants utilisés montre l'impact positif de l'apport de l'engrais organique (Orga3, Frayssinet) par rapport aux engrais de syn-

thèse à dose équivalente d'azote, et ce, tout particulièrement sur l'intensité de la maladie (Figure 3 page précédente). En outre, avec un programme de protection classique, il est possible de démontrer que l'apport du fertilisant organique permet de limiter la pression parasitaire avec près de 30 % de réduction de symptômes de mildiou par rapport à l'engrais minéral et réduit significativement l'intensité de la maladie sur grappe.

Partant de l'hypothèse que l'azote peut également avoir un effet directement au niveau de l'efficacité des stimulateurs de défense des plantes (SDP), l'efficacité de deux SDP à protéger contre le mildiou a été évaluée en fonction du type de fertilisation azotée apportée au sol dans cette même expérimentation. En effet, les SDP utilisant les mécanismes de défense systémique des plantes, leur efficacité est dépendante de l'état physiologique des plantes stimulées. Sans surprise, l'efficacité des deux SDP testés (Stifénia – extrait de fenugrec ; et Messenger

Fig. 5 : Plan d'expérimentation combinant les leviers testés

Essai multifactoriel à deux facteurs : avec premier facteur, le type de fertilisant organique (Orga3, Frayssinet) ou minérale (N-P-K 17-8-12) et en second facteur, trois programmes foliaires incrémentiels. 1) Outil d'aide à la décision solo (AgroClim, Promété). 2) OAD et stimulateur de défense des plantes SDP (Messenger, Cérience/JD). 3) OAD + SDP avec programme de nutrition et de biostimulants foliaires (PNS, Frayssinet). Essais pluriannuels (2018-2020), sur cépages syrah et muscat (même terroir), Aude.

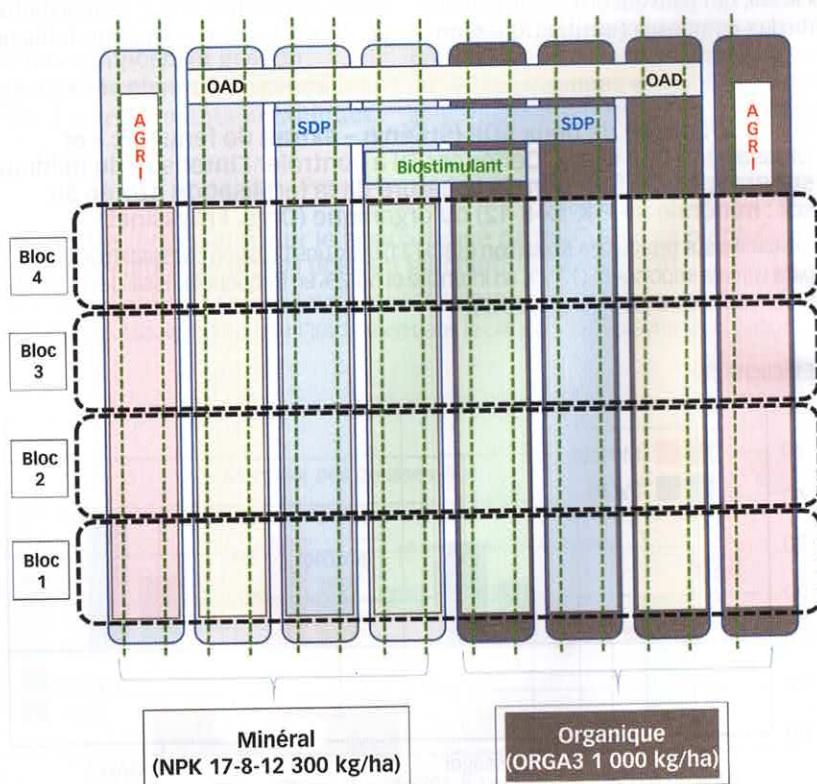
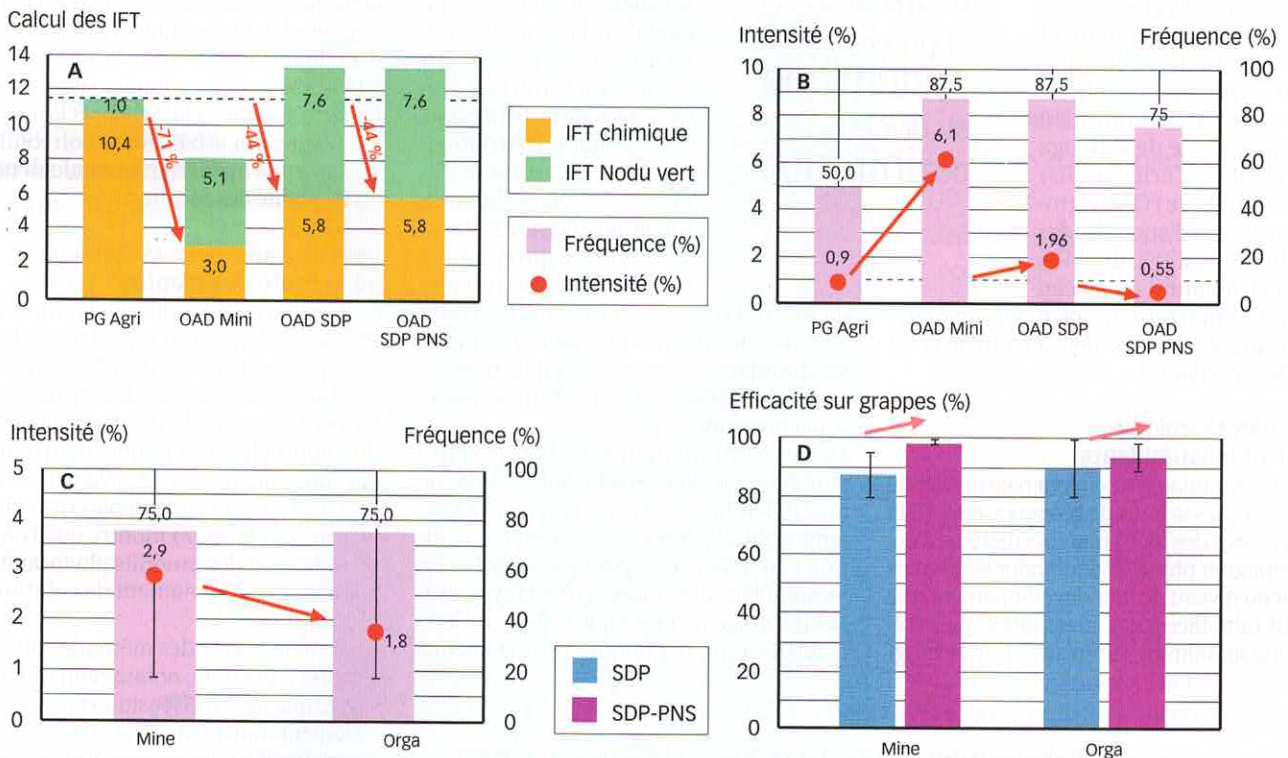


Fig. 6 : Résultats de la combinaison des leviers nutrition-OAD-SDP-bioestimulants

A. Réduction des IFT. **B. Niveau de protection** obtenu par gestion du programme de protection des vignes à l'aide de l'OAD AgroClim solo (OAD Mini), incluant un SDP positionné avec l'OAD AgroClim (OAD-SDP) ou intégrant l'approche globale OAD-SDP avec bioestimulants foliaires (OAD-SDP-PNS). **C. Pression parasitaire** de *Plasmopara viticola* (mildiou) sur grappe en fonction du type de fertilisation, organique (Orga) ou minérale (Mine). **D. Efficacité de protection** du SDP positionné par OAD complétement avec un programme de stimulation foliaire (bio-stimulation). Essai sur deux cépages de vigne cultivés (Aude). Nodu vert : Cos-Oga (Messenger) et soufre.



–Cos-Oga–, de Cérience/JD) est avant tout dépendante de la génétique de la culture (cépage sur vigne). Néanmoins, la nature de la fertilisation (organique ou minérale) a notablement modifié l'efficacité des SDP en conditions naturelles avec notamment une efficacité du Stifénia sur les deux cépages uniquement en condition de fertilisation organique (Figure 4 p. 27).

Combiner nutrition et protection

Un programme collaboratif pour tester la complémentarité des leviers

Partant du constat que la nutrition des plantes semble jouer un rôle majeur dans la gestion des organismes phytopathogènes tant au niveau des sols qu'au niveau de la physiologie des plantes et de leur capacité d'autoprotection, l'impact des pratiques de fertilisation (minérale vs organique) a été étudié dans un programme de recherche, sur le terrain, collaboratif et transversal combinant nutrition (Frayssinet), bio-stimulation (Frayssinet), biocontrôle (Cérience/JD) et OAD (Promété) dans un objectif de réduction de l'emploi de produits phytosanitaires.

Lors des essais réalisés depuis 2018 sur le terrain (Aude, Aquitaine et Champagne), la nécessité de prendre en compte la globalité des intrants agricoles utilisés au vignoble afin de réduire l'application de produits phytopharmaceutiques a été démontrée. Afin de suivre chacun des leviers testés indépendamment ou en approche incrémentielle (utilisation d'un OAD, gestion de SDP par OAD, couplage SDP-bio-stimulant positionnés par OAD) en comparaison avec un programme agriculteur classique en agriculture conventionnelle, et ce avec une fertilisation organique (Orga) ou minérale (N-P-K 17-8-12) au sol, un plan d'expérience au terrain a été mis en place (Figure 5).

OAD et optimisation du positionnement des SDP

Dans un objectif de réduction des intrants, les premières initiatives n'ont ciblé qu'une réduction de la dose ou du nombre d'applications de produits phytopharmaceutiques et/ou un meilleur positionnement en fonction des risques *via* le développement d'outils d'aide à la décision (OAD) modélisant les cycles de maladies ou de bio-agresseurs

reposant sur des données agro-météorologiques. Or, au vu des liens entre nutrition (physiologie végétale) et protection des plantes (cycle des bio-agresseurs), il apparaît indispensable d'utiliser les informations agro-météorologiques pour permettre une gestion globale, en vue d'une adaptation fine des programmes de production végétale en temps réel.

Centrés sur la réduction des produits phytosanitaires conventionnels, les OAD disponibles n'ont pas été optimisés pour la plupart des produits de biocontrôle dont les efficacités sont davantage dépendantes des conditions environnementales. Or, ces outils ont un réel potentiel pour ces produits. Ainsi, les SDP requièrent un cadre précis d'utilisation. La plateforme AgroClim (Promété) de modélisation des risques à l'échelle parcellaire permet d'évaluer au plus juste la pression maladie pour optimiser le programme phytosanitaire. En tenant compte des éléments de la nutrition azotée (dose et type de fertilisants utilisés) et de la pression parasitaire annoncée par les OAD (AgroClim), le positionnement de SDP est ainsi optimisé.

Les résultats de l'expérimentation collaborative menée sur vigne montre la possibilité de réduire drastiquement l'indicateur de fréquence de traitement chimique (IFT) à l'aide d'AgroClim (réduction de plus 70% en moyenne), mais avec un risque de nuisibilité sur la récolte généralement non accepté par la profession bien qu'économiquement intéressant. L'incrémentation du programme phytosanitaire par l'introduction de SDP à base de Cos-Oga (Messenger, Cérience/JD) géré à l'aide de l'OAD AgroClim permet d'atteindre des réductions d'IFT de 44 % tout en assurant un niveau de protection satisfaisant, même en cas de forte pression de mildiou (Figure 6A et 6B page précédente).

Agrométéorologie, SDP et biostimulants

Les biostimulants ne ciblent pas un effet de protection vis-à-vis de bioagresseurs (à la différence des SDP) mais permettent d'accompagner physiologiquement les plantes tant au niveau de leur développement que pour faire face à des stress abiotiques (sécheresse, salinité, carences...). Avec vingt

années d'expérience en biostimulation, Frayssinet a développé des programmes spécifiques alliant actions de biostimulation

au sol et foliaires intitulés « Programmes de nutrition et stimulation » (PNS).

De la même manière que les SDP, les biostimulants visent la physiologie végétale soit directement (biostimulants des plantes), soit indirectement *via* un effet sur le sol et/ou la rhizosphère. Or, du fait de la dichotomie réglementaire, les biostimulants sont intégrés dans l'itinéraire technique de fertilisation alors que les SDP sont gérés dans le programme phytosanitaire. Trop peu

de travaux sont consacrés, sur le terrain, à l'étude des interactions de ces produits de stimulation alors que les mécanismes moléculaires de synergie ou d'antagonisme sont encore méconnus.

L'expérimentation menée dans le cadre d'une gestion globale de la santé de la vigne avec différents leviers agronomiques a également été analysée en fonction des solutions de nutrition organique au sol et de biostimulation en foliaire (PNS Frayssinet). Les résultats montrent que l'effet positif de la fertilisation organique sur la santé des

plantes peut être amélioré à l'aide de solutions biostimulantes foliaires pour faire face aux stress abiotiques rencontrés en cycle de culture (Figure 6C et 6D page précédente). Les résultats des trois campagnes d'essais (2018-2020) démontrent l'intérêt de lier le programme phytosanitaire à l'état nutritionnel des cultures *via* la prise en compte des éléments agrométéorologiques et des OAD intégratifs dédiés à cet effet. Cette démarche globale, nommée PNS2.0, a permis d'atteindre une réduction drastique des IFT (de -45 % à -65 % selon les sites et/ou les années). Renforcer la vigueur et la résistivité des plantes par la biostimulation contribue également à maintenir les rendements et/ou la qualité des récoltes.

Vers une approche systémique de la santé des plantes

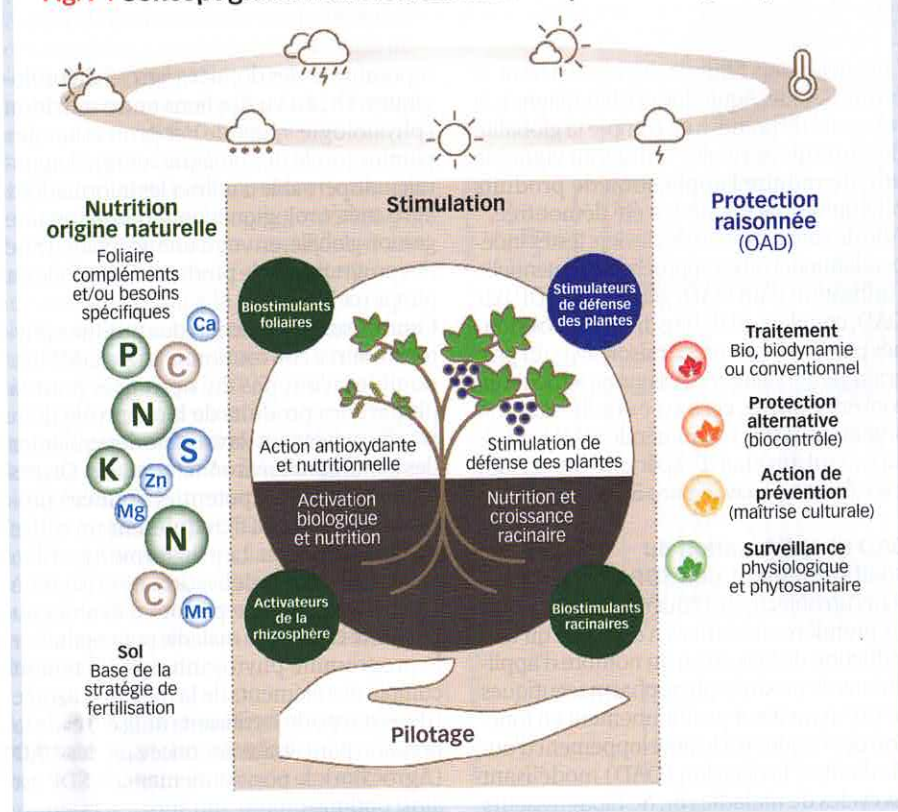
Cette expérimentation collaborative interentreprise démontre l'intérêt de décloisonner nutrition et protection des systèmes de production végétale en intégrant tous les leviers. Il apparaît désormais crucial d'avoir une approche systémique au niveau des intrants et des outils les régulant. Le concept PNS2.0 testé et validé depuis trois ans sur le terrain (Figure 7) montre que l'objectif de réduction des produits phytosanitaires passe par le déploiement de solutions de biocontrôle mais :

- combinées avec des méthodes de fertilisation cohérente, notamment organique avec une mise à disposition raisonnée des éléments nutritionnels et un possible effet suppressif sur les agresseurs telluriques ;
- associées à des produits de stimulation synergique en vue de l'amélioration globale de la santé du végétal ;
- positionnées en fonction des risques à l'aide d'un OAD intégratif dont la maîtrise est essentielle pour assurer un maximum d'efficacité au terrain.

Il est nécessaire de simplifier cette gestion multicritère et pluri-intrants en vue de positionner les actions au vignoble en fonction des conditions agro-météorologiques et des conséquences qui en découlent au niveau de la fertilisation (mise à disposition, lessivage), de l'état physiologique du végétal (stress abiotiques) et de la pression parasitaire (cycle de développement des pathogènes) où le sol et la rhizosphère, longtemps délaissés, reviennent au centre de toutes les attentions avec des leviers loin d'être maîtrisés.

il est crucial d'avoir une approche systémique au niveau des intrants.

Fig. 7 : Concept global nutrition/stimulation/protection géré par OAD



POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACT : me.saint-macary@frayssinet.fr

LIEN UTILE : frayssinet.fr/pns-2-0

BIBLIOGRAPHIE : la bibliographie de cet article (24 références) est disponible auprès de ses auteurs (contact ci-dessus).