

Expérimentation de systèmes viticoles à faible usage d'intrants phytosanitaires en Val de Loire

Lafond D.¹, Delanoue G.², Dutruel L.³, Fortin E.⁴, Gilet G.⁵, Sorgniard D.⁶

¹ IFV Val de Loire Centre, unité d'Angers, 42 Rue Georges Morel, F-49072 Beaucouzé

² IFV Val de Loire Centre, Vinopôle Centre Val de Loire, 509 avenue de Chanteloup, F-37400 Amboise

³ Lycée professionnel agricole Edgar PISANI, route de Méron, F-49260 Montreuil-Bellay

⁴ IFV Val de Loire Centre, domaine expérimental de Montreuil-Bellay, route de Méron, F-49260 Montreuil-Bellay

⁵ Vitaconsult, ZA du Pré Neuf, 19 rue du Pré Neuf, F-44190 Gorges

⁶ Domaine de la Gabillière, lycée Viticole d'Amboise, 46 avenue Emile Gounin, BP 239, F-37402 Amboise cedex

Correspondance : david.lafond@vignevin.com

Résumé

Le projet EcoViti Val de Loire a évalué trois systèmes de culture viticoles pendant 6 ans. Le premier système était basé sur la combinaison de pratiques déjà éprouvées au moment du lancement du projet, un second sur l'impact du mode de taille de la vigne sur la sensibilité aux maladies, et le dernier sur l'association de vigne et rosiers. Ces divers systèmes ont permis des réductions significatives d'IFT, avec parfois des revers, en termes de rendement notamment. Ils ont également mis en évidence la nécessité de prendre en compte la phase de transition dans les essais systèmes, et l'intérêt de mener les essais systèmes en culture pérenne dès la plantation. En effet, le temps de rééquilibrage d'une plante pérenne n'est pas à sous-estimer, et même une plante aussi plastique que la vigne met plusieurs années pour s'adapter à une modification de taille ou de mode d'entretien du sol.

Mots-clés : Essai système, Viticulture, Association de culture, Architecture, Ecophyto

Abstract: Experimenting low pesticide use viticulture systems in the Loire valley

The EcoViti Val de Loire project evaluated various viticulture systems during 6 years. One system was based on a combination of already assessed practices (at the time of design), a second one on the impact of the pruning system on diseases susceptibility, and the last on the association of grapevine and roses. These systems led to significant TFI reductions, with sometimes some drawbacks in terms of yield. They also allowed to show the importance of the transition period in system experimentations, and the interest to lead these experimentations from the plantation for perennial crops. The time for the system to get back in balance is not to be underestimated, even a plant as plastic as grapevine takes several years to adapt to a change in pruning or soil management.

Keywords: System trials, Viticulture, Crop association, Architecture, Ecophyto

Introduction

Le projet EcoViti Val de Loire, conduit de 2012 à 2017 dans le cadre du réseau DEPHY EXPE, s'inscrit dans le contexte national de réduction des usages de produits phytosanitaires initié lors du Grenelle de l'environnement par le plan Ecophyto 2018, devenu plan Ecophyto par la suite, en réponse aux

interrogations croissantes de la société concernant ces produits. De 2011 à 2014, l'IFV a piloté le projet CASDAR EcoViti visant à développer une démarche de conception de systèmes de culture viticoles à faibles usages d'intrants par expertise et expérimentation (Lafond et Metral, 2015). Ces systèmes ont été mis en œuvre dans six projets DEPHY EXPE, regroupés par bassin viticoles : Alsace, Arc Méditerranéen, Bordeaux, Charentes, Sud-Ouest et Val de Loire. Les expérimentations du réseau Val de Loire ont mis en œuvre des systèmes variés, afin de tester des approches différentes (association de cultures, combinaison de facteurs, architecture), réparties sur trois sites expérimentaux (Amboise, Montreuil-Bellay, Tillières).

1. Contexte

Le Val de Loire est un vignoble assez diversifié, s'étendant de Nantes à l'Auvergne. Les principales zones de production sont d'Ouest en Est le vignoble Nantais, l'Anjou-Saumur, la Touraine et les vins du Centre.

Les productions sont variées, l'ensemble des types de vins étant présent sur le bassin : vin blancs secs (Muscadet, Anjou blanc, Sancerre...), moelleux ou liquoreux (Coteaux du Layon, Vouvray, Montlouis), rosés (Rosé de Loire, Cabernet d'Anjou...), rouges (Saumur, Chinon, Touraine...), effervescent (Crémants de Loire, Saumur). Une variété de cépages est présente (Melon de Bourgogne et Folle Blanche dans le pays Nantais, Chenin, Cabernet-Franc, Grolleau sur la moyenne vallée de la Loire, Sauvignon, Pinot noir, Gamay, Cot sur la Touraine et les vins du Centre).

Les systèmes de conduite sont également diversifiés, avec des densités de plantation variant entre 4500 pieds/ha (Anjou, Saumur, Touraine) et 7200 pieds/ha (Muscadet). Les tailles utilisées sont en général longues (Guyot Nantais, Guyot simple ou double, Guyot Poussard) ou mi-longues (taille « à dague »).

Le climat est océanique, en particulier sur le vignoble Nantais, qui présente des précipitations significativement plus élevées que le reste du Val de Loire.

Sur le plan sanitaire, cela se traduit par une pression importante du mildiou de la vigne *Plasmopara viticola* et de la pourriture grise *Botrytis cinerea*. Cette pression se fait particulièrement ressentir sur le pays Nantais, ainsi que sur les vignobles de l'est du Val de Loire. L'Oïdium de la vigne *Erysiphe necator* est moins présent, quoique pouvant occasionnellement entraîner des dégâts importants, en particulier sur les vignobles du Maine et Loire et d'Indre et Loire (Saumur, Chinon, Bourgueil...). Le Black-rot *Guignardia bidwellii* est relativement rare, même si dans les années favorables il peut entraîner des pertes importantes sur de nombreux secteurs. En ce qui concerne les ravageurs, les tordeuses de la grappe sont le problème principal (*Lobesia botrana* et *Eupoecilia ambiguella* sont présentes). Les cicadelles vertes *Empoasca vitis* peuvent également poser localement problème, sur certains cépages particulièrement sensibles (Côt N, par exemple). Par contre, la Flavescence dorée étant absente du secteur, la cicadelle vectrice *Scaphoïdeus titanus* est présente mais ne pose pas de problème.

Les usages de produits phytosanitaires sur le bassin Val de Loire sont présentés en Figure 1.

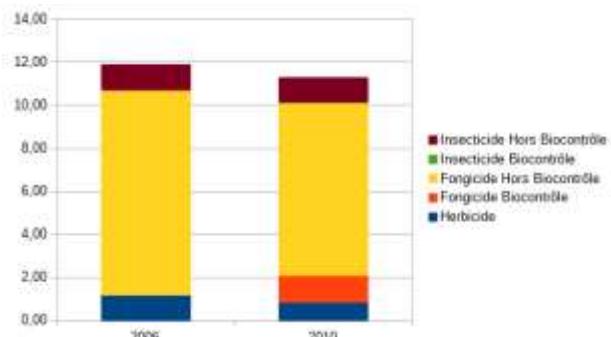


Figure 1 : Répartition de l'IFT sur le bassin Val de Loire (Source : SSP-Agreste, Enquête sur les pratiques phytosanitaires en viticulture 2010/2006).

Les IFT Biocontrôle ne sont pas différenciés en 2006.

2. Démarche

L'objectif du projet EcoViti Val de Loire a été d'explorer une diversité de leviers pour concevoir les systèmes expérimentés. En effet, de nombreuses pistes semblaient susceptibles d'amener des résultats intéressants. Par ailleurs, la diversité des situations de production rendait compliqué l'adoption d'un même système sur les trois sites. Il a donc été décidé de favoriser une complémentarité des approches, pouvant servir ultérieurement à concevoir des systèmes plus complexes. Les systèmes proposés sont les suivants :

- Le site d'Amboise est situé sur le domaine du lycée viticole dont le projet d'établissement porte sur la biodiversité. Il a donc été décidé de travailler sur l'association de cultures comme axe principal. Suite à un atelier de conception dans le cadre du projet CASDAR EcoViti, un grand nombre de pistes ont été évoquées en terme de fonctionnalités possibles d'une association de culture, mais sans aller jusqu'à identifier les cultures à associer. Un groupe de travail ad-hoc a donc été constitué pour creuser cette question, et la piste de l'association Vigne-Rosier s'est dégagée.
- Le site de Montreuil-Bellay est l'un des premiers ayant fait l'objet d'un atelier de conception dans le cadre du projet CASDAR EcoViti, et le système conçu a principalement consisté à combiner des leviers validés individuellement. L'innovation résidait dans la manière de combiner différents leviers plus que dans l'expérimentation de leviers innovants.
- Enfin le troisième site, situé dans le vignoble du Muscadet à Tillières, a mis l'accent sur le mode de conduite, à travers la taille. En effet, la plasticité de la vigne autorise un grand nombre de modes de taille, dont l'impact sur la sensibilité aux maladies n'a que peu été exploré. Cette expérimentation a donc consisté à conduire une vigne selon une stratégie bas intrants identique pour toute la parcelle, et à pratiquer 6 modes de taille différents, ce qui revient de facto à comparer 6 systèmes différents.

3. Systèmes mis en oeuvre et résultats

3.1 Amboise

3.1.1 Contexte local

Le Côt, cépage emblématique de l'AOP (Appellation d'Origine Protégée) Touraine Amboise, est sensible aux cicadelles vertes pouvant, selon les années, amputer considérablement la qualité de la haie foliaire, limitant la maturation de ce cépage nécessitant une maturité optimale afin d'exprimer au mieux sa palette aromatique. Depuis plusieurs années, l'exploitation du Lycée Viticole d'Amboise s'est lancée dans les objectifs de réduction des intrants. En plus de servir de lieu de formation, le vignoble a pour destination l'expérimentation. Les derniers insecticides utilisés sur le vignoble étant destinés à limiter l'impact des grillures de cicadelles vertes sur le feuillage, c'est tout naturellement que l'expérimentation d'un système visant à se passer totalement d'insecticides a trouvé sa place au sein du Domaine de la Gabillière, l'exploitation du lycée.

La biodiversité y est particulièrement suivie, grâce à différentes actions de recherche mais aussi par le suivi de la faune et de la flore réalisé par la Chambre d'Agriculture 37 et la SEPANT (Société d'Etude, de Protection et d'Aménagement de la Nature en Touraine). L'objectif est de connaître la biodiversité environnante et de suivre son évolution. L'intérêt est aussi pédagogique en visant à sensibiliser plus fortement les élèves à l'importance de la biodiversité.

La cicadelle verte (*Empoasca vitis*) peut causer de gros dégâts sur Côt noir, le cépage de l'AOP Touraine-Amboise. Ce cépage est en effet particulièrement sensible à ce ravageur. Dans certaines situations, une régulation naturelle. Deux antagonistes ont cependant un effet potentiel intéressant. *Anagrus atomus* et *Steyhynium triclavatum* deux parasitoïdes de la famille des Mymaridae, identifiés en

Franconie (Allemagne) (Böll et al., 2003). *A. atomus* étant le plus fréquent, il a été décidé de se focaliser sur cet auxiliaire. *A. atomus* est un parasitoïde d'*Empoasca vitis* et permet de limiter la population de ce ravageur. Cependant, les spécimens d'*A. atomus* passent l'hiver sous forme d'œuf parasité, or *E. vitis* le passe sous forme de femelle adulte, *A. atomus* doit donc se retirer de la parcelle et hiverner dans des œufs d'autres cicadelles présentes sur d'autres plantes telles que les Rosaceae, Betulaceae, Ulmeceae et Aceraceae ce qui retarde le parasitisme au printemps. Implanter de telles essences « réservoirs d'hôtes alternatifs » dans la parcelle permet à *A. atomus* de passer l'hiver à proximité de la parcelle et de parasiter *E. vitis* plus rapidement dès le printemps.

3.1.2 Description du système testé

Il a donc été choisi d'implanter des Rosaceae : Rose « sweet love » et « parfum de Honfleur » présentant un intérêt pour le processus choisi. De plus, une valorisation de ces plantes est possible en distillerie. La parcelle de 40 ares est donc composée de plants de Côt (plantation en juin 2013) et de plants de rosiers (plantation en décembre 2013), répartis en deux rangs écartés d'un mètre, intercalés tous les sept rangs de vigne. L'implantation des nouveaux plants a nécessité un travail du sol total afin de favoriser l'enracinement profond des ceps, et de limiter la concurrence du couvert végétal.

Le reste de l'itinéraire technique est très classique, respectant le cahier des charges de l'agriculture biologique, sans insecticides. Les règles de décisions sont celles d'un îlot conduit en AB sur le domaine.

3.1.3 Matériel et méthodes

Le suivi des populations de Cicadelle verte et de son parasitoïde *Anagrus atomus* a été réalisé au cours des étés dès la 3^e feuille. Trois ou quatre points de collecte ont été mis en place, dans la parcelle, ou dans une parcelle voisine ne possédant pas de rosiers afin d'évaluer l'influence de l'implantation de cette culture secondaire. La méthodologie mise au point consistait à prélever 100 feuilles de vignes de façon aléatoire sur la parcelle, une fois par semaine entre le stade floraison et fermeture de la grappe, à les disposer dans des seaux éclosoirs et à énumérer après éclosion le ratio de larves d'*Anagrus atomus* par rapport aux larves de cicadelles vertes.

3.1.4 Résultats

En fonction des moments de collecte et des millésimes, les résultats divergent : de 1 à 22 individus par saison, et aucun prélèvement n'a révélé la présence de plus de 7 individus pour 100 feuilles. La présence d'*Anagrus atomus* a été prouvée, cependant, un travail de biologie moléculaire a mis en évidence que les cicadelles vertes présentes étaient de l'espèce *Empoasca decipiens* et non *E. vitis*. Les populations de parasitoïdes et de cicadelles ayant été relativement faibles sur les années suivant la plantation (gel, extrêmes climatiques,...) il est pour le moment impossible de conclure, les piégeages n'ayant révélé la présence seulement de 1 à 4 individus par prélèvement. Un prélèvement de bois de rosier à la sortie de l'hiver suivant le même protocole a permis de confirmer la présence abondante d'*Anagrus* dans les rangs de rosiers (>20 individus par seau éclosoir).

La parcelle étant très jeune, et ayant subi des accidents climatiques (gel en 2^e feuille et en 2017) (Tableau 1), la valorisation économique est impossible à interpréter. Néanmoins au niveau des maladies, les résultats montrent une protection globalement satisfaisante (Tableau 2).

Tableau 1 : Historique du système testé.

Année	2013	2014	2015	2016	2017
Plantation	X				
Entretien du sol		x	x	x	
Accidents		Gel			Gel
Climatologie	Classique	Classique	Humide	Humide	Sèche
Récolte Vigne					Partielle
Récolte Rose		Possible	Possible	Possible	Possible

Tableau 2 : Evaluation des pressions maladies (- : pression faible, \pm : moyenne, + : forte), degré de satisfaction de la protection (1 : insatisfaisant, 2 : limite, 3 : satisfaisant), IFT (dont biocontrôle).

Année	2014		2015		2016		2017	
Mildiou	\pm	3	-	3	\pm	2	-	3
	2.98 (0)		1.18 (0)		2.62 (0)		0.87 (0)	
Oïdium	\pm	3	\pm	3	\pm	3	\pm	3
	2.48 (2.48)		1.71 (1.71)		3.29 (3.29)		1.74 (1.74)	
Black-rot	-	3	-	3	-	3	-	3
	1 (0)		0.5 (0)		0.5 (0)		0.5 (0)	
Botrytis	-	3	\pm	3	-	3	-	3
	0		0		0		0	
Tordeuses	-	3	-	3	-	3	-	3
	0		0		0		0	
Cicadelles	+	3	\pm	3	\pm	3	+	3
	0		0		0		0	

3.1.5 Discussion

Les premières années de suivi ont permis de dégager des tendances sur l'intérêt de l'implantation de rosiers, confirmant la présence d'*Anagrus* dans les rosiers l'hiver et dans les vignes l'été, cependant, les effectifs dans les vignes sont faibles. La présence du parasitoïde d'intérêt a été prouvée. D'autres évaluations d'émergence à la sortie de l'hiver sont prévues afin de s'assurer que les parasitoïdes se réfugient convenablement sur les bandes de rosiers. Un travail sur l'itinéraire technique est en réflexion afin de favoriser encore plus le maintien de ces populations en limitant l'usage de produits phytosanitaires tels que le soufre, ayant un impact sur les parasitoïdes. L'estimation et le suivi de la valorisation économique de la vigne ne sera possible qu'à partir de 2018, une fois la parcelle rentrée en production. Il est envisagé de créer une cuvée spéciale afin de valoriser au mieux le travail réalisé. Il est prévu également de pouvoir valoriser les pétales de roses, les essences ayant été choisies pour leur intérêt pour l'extraction en parfumerie. Une filière locale permettrait de valoriser cette production, mais le volume nécessaire pour une extraction étant important, une gestion plus productiviste des rangs de rosiers sera nécessaire. L'évaluation économique sera donc à extrapoler pour des surfaces plus importantes.

3.2 Montreuil-Bellay

3.2.1 Contexte local

Le site de Montreuil-Bellay est représentatif de la moyenne Vallée de la Loire (Anjou, Saumur, Chinon, Bourgueil...), sur un terroir de plateau argilo-calcaire. Les vins sur ce secteur sont principalement des rouges ou des rosés, issus de Cabernet Franc. Les bioagresseurs principaux sont le Mildiou et l'Oïdium, le Cabernet Franc étant relativement peu sensible à *Botrytis cinerea*, et les pressions de ravageurs étant également limitées.

3.2.2 Description du système testé

Le principal enjeu étant les maladies cryptogamiques, il a été décidé de s'appuyer sur le Processus Opérationnel de Décision Mildium, développé par l'INRA de Bordeaux et l'IRSTEA (Delière et al., 2015). Afin de limiter encore plus le recours aux produits phytosanitaires, l'Outil d'Aide à la Décision (OAD) Optidose (Davy et al., 2010) a été utilisé pour réduire les doses appliquées. Les règles de décision de traitement au départ de l'expérimentation sont présentées Figure 2.

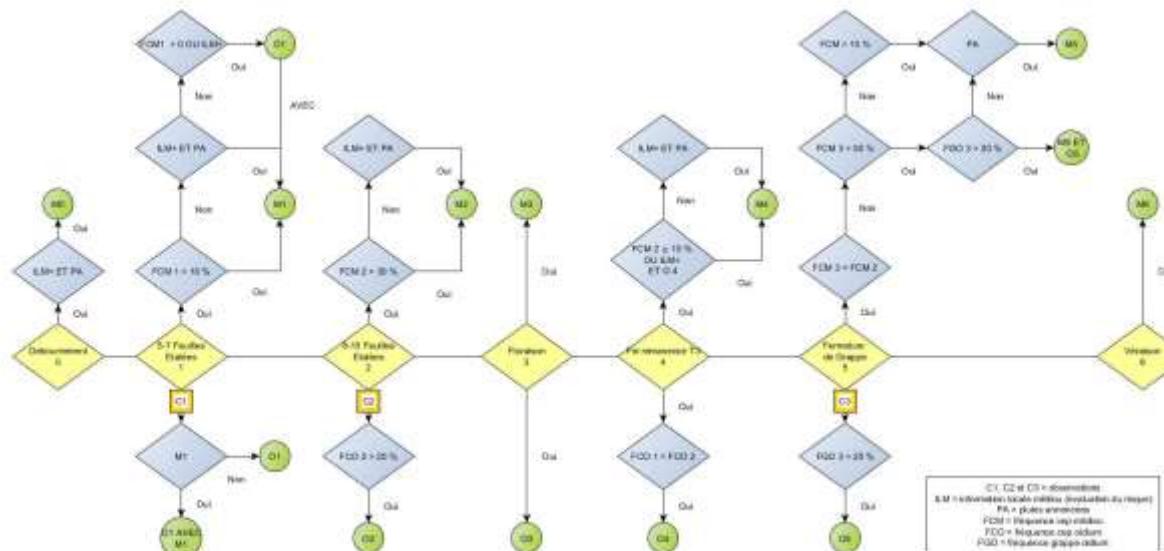


Figure 2 : Règles de décision Mildium innovantes utilisées au démarrage du projet (M0... M6 : Traitements mildiou ; O1... O5 : traitements Oïdium). Les losanges jaunes représentent les étapes de la campagne, délimitées par rapport aux stades phénologiques clés.

Les règles de décision ont néanmoins évolué à plusieurs reprises au cours du projet, pour intégrer les enseignements des années précédentes. Ainsi, un traitement facultatif a été rajouté entre les traitements 4 et 5, puis 5 et 6, pour prendre en compte des millésimes où ces étapes s'allongent particulièrement. De même, un poudrage a été ajouté, pour répondre à une problématique oïdium croissante. Les règles finales sont présentées Figure 4 (page suivante).

Afin d'éliminer l'usage d'herbicides et de limiter les interventions de travail du sol, génératrices de gaz à effet de serre et coûteuses, un enherbement total de la parcelle était prévu. Il était constitué de graminées sur l'inter-rang, et d'un mélange de graminées et de légumineuses sous le rang, afin de ramener de l'azote dans le système. Ce système était appelé 1a. Suite à un problème de transmission des consignes lors d'un changement de pilote du système, l'ensemble de la surface a été travaillé en 2015. Un mélange de légumineuse (trèfle blanc, lotier, trèfle souterrain) a été mis en place, en même temps qu'un couvert d'engrais verts broyé au printemps (Figure 3).

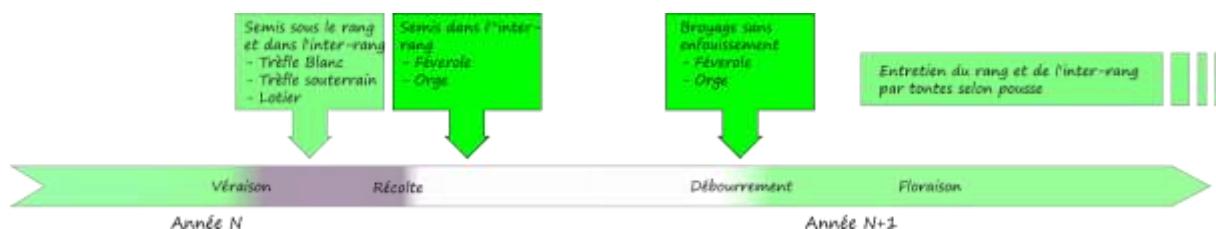


Figure 3 : Mise en place d'un enherbement permanent conjointement à un engrais vert sur le système 1a.

Le système initialement conçu était conduit en taille Guyot simple, la taille habituelle pour ce type de vigne, puisqu'il s'agissait de concevoir un système utilisable sur un vignoble en place.

Une variante (1b) en modifiant le type de taille en cordon de Royat a été mise en place sur la moitié de la parcelle. L'hypothèse étant que cette taille pouvait avoir un avantage en termes de répartition de la végétation le long du plan de palissage, et donc de sensibilité aux maladies (microclimat moins favorable, meilleure exposition des raisins). Cette taille étant réputée conférer moins de vigueur à la vigne, il a été décidé un entretien du sol plus classique, enherbé un inter-rang sur deux, et travaillé sur le reste de la surface.

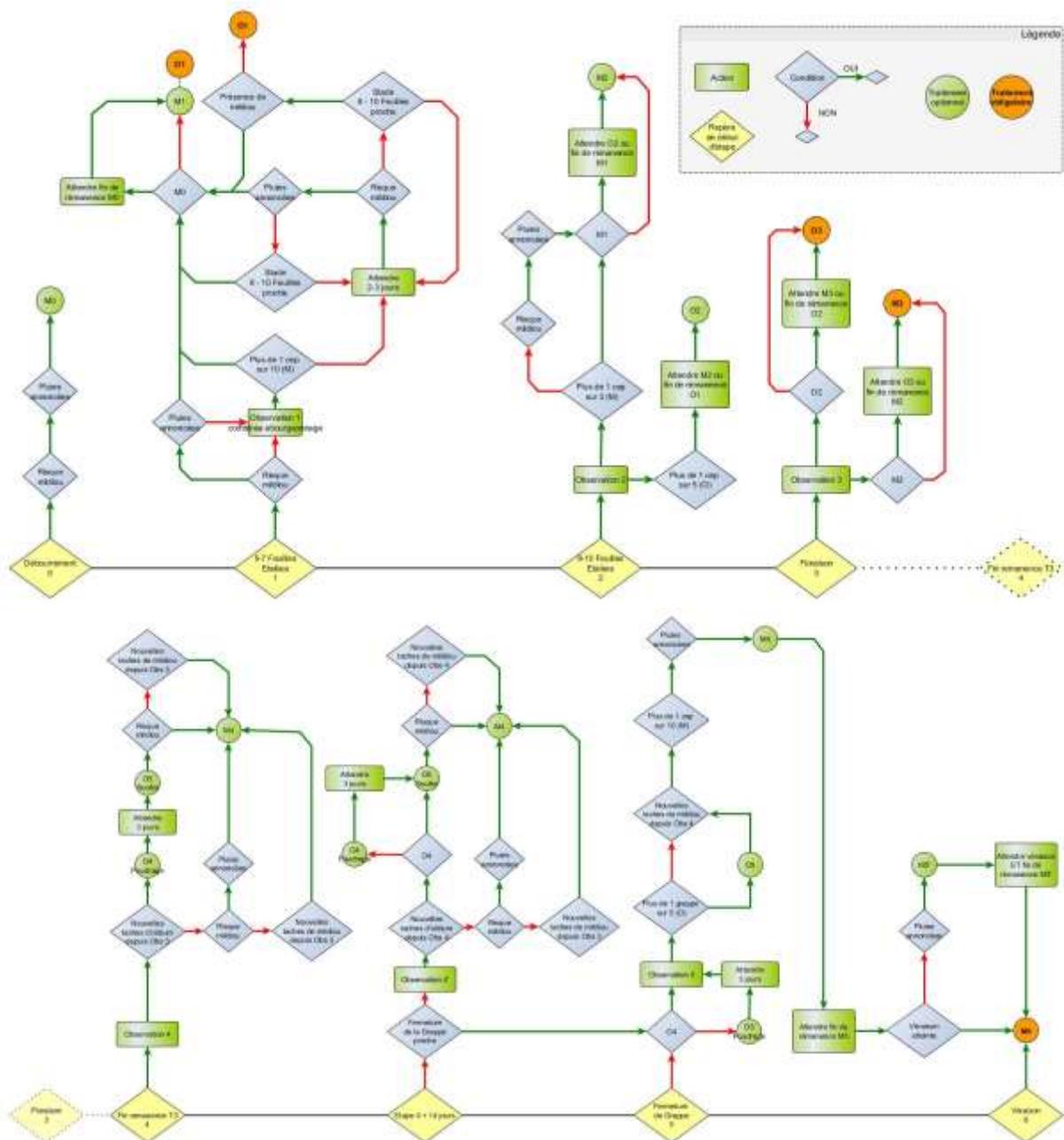


Figure 4 : Règles de décision de traitement à la fin du projet.

3.2.3 Matériel et méthodes

La parcelle d'essai choisie est une ancienne parcelle de comportement de porte-greffe, plantée en 1996, présentant 6 porte-greffes (101-14, Riparia Gloire de Montpellier, FERCAL, Gravesac, SO4, 3309C) réparties en placettes élémentaires de 3 rangs par 18 ceps. 6 répétitions étant présente pour chaque porte-greffe, la parcelle a été divisée en deux pour accueillir les systèmes 1a et 1b de façon à ce que chaque système soit testé sur 3 répétitions des 6 porte-greffes.

De nombreux indicateurs ont été suivis sur cette parcelle. Au niveau agronomique, ont été suivis l'indice chlorophyllien par N-tester (une mesure par placette), le rendement (pesée et comptage de grappes de 10 ceps par placette), la maturité (analyse de 200 baies par placette à la récolte) et le poids des bois de taille (pesée de 15 ceps par placettes sur deux porte-greffes, Riparia et SO4, ressortant comme les moins et plus vigoureux des études réalisées auparavant sur la parcelle).

Au niveau sanitaire, les maladies ont été suivies de manière hebdomadaire, en notant fréquence et intensité sur la piquetée centrale de chaque placette. Une notation finale a été réalisée avant récolte.

3.2.4 Résultats

L'historique du système ainsi que les principaux résultats de maîtrise des bioagresseurs et agronomiques sont présentés dans les Tableau 3, Tableau 4 et Tableau 5.

Tableau 3 : Historique du système testé.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Entretien du sol – 1a	Semis trèfle souterrain	Tontes	Tontes	Réimplantation couvert	Tontes	Tontes
Accidents				Travail du sol intégral sur 1a		
Entretien du sol – 1b	Travail du sol + enherbement un inter-rang sur deux					
Climatologie	Humide	Classique	Classique	Humide	Humide	Sèche

Tableau 4 : Evaluation des pressions maladies (- : pression faible, \pm : moyenne, + : forte), degré de satisfaction de la protection sur la récolte (1 : insatisfaisant, 2 : limite, 3 : satisfaisant), IFT (dont biocontrôle). Les résultats sont similaires sur 1a et 1b.

Année	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Mildiou	+	3	\pm	2	+	2	\pm	3	\pm	3	-	3
	3,47 (0)		2,72 (0)		3,3 (0)		1,8 (0)		0,3 (0)		1,4 (0)	
Oïdium	\pm	3	+	3	+	1	+	2	\pm	2	-	3
	3,17 (0)		3,5 (0)		2,33 (0)		2,68 (0,48)		0,9 (0,3)		2,6 (1)	
Black-rot	-	3	-	3	\pm	3	+	3	-	3	-	3
	0		0		0		0		0		0	
Botrytis	-	3	-	3	\pm	3	+	3	\pm	3	-	3
	0		0		0		0		0		0	
Terdeuses	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3
	0		0		0		0		0		0	
Cicadelles	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3
	0		0		0		0		0		0	

NB : l'IFT 1a et 1b des deux parcelles est similaire, sauf en 2013 où un traitement supplémentaire a été effectué sur la partie 1b, pour 1 IFT supplémentaire en Mildiou et 0.2 IFT Supplémentaire en Oïdium

Tableau 5 : Indicateurs agronomiques : rendement et comparaison à la moyenne de l'AOP Saumur (entre parenthèse), indicateur de qualité : 1 : critères œnologiques (TAP, pH, AT, anthocyanes...) très en deçà des attentes pour plusieurs d'entre eux, 2 : critères œnologiques légèrement en deçà des attentes, 3 : critères œnologiques conformes aux attentes.

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rendement hl/ha – 1a (Comparaison moyenne AOP Saumur)	40 (-9%)	34 (-23%)	51.6 (-4%)	33.8 (-44%)	55.5 (-3%)	25.8 (-53%)
Rendement hl/ha – 1b (Comparaison moyenne AOP Saumur)	30 (-32 %)	59 (+34 %)	55,7 (+3 %)	39,5 (-23 %)	58,7 (+3 %)	40,5 (-26 %)
Qualité	3	3	2	3	3	3

La parcelle comportant plusieurs porte-greffes, nous avons pu mettre en évidence une différence de réaction entre les porte-greffes se traduisant par un rendement très différent. Les porte-greffes les plus vigoureux (SO4, Gravesac), s'en sortent plutôt bien, avec le FERCAL qui réagit rapidement (Figure 5). Ce n'est pas surprenant, mais cela confirme que des systèmes enherbés totalement devront s'appuyer sur un matériel végétal vigoureux.

En termes de sensibilité aux maladies, les différents porte-greffes n'ont pas montrés de différences significatives au cours du temps.

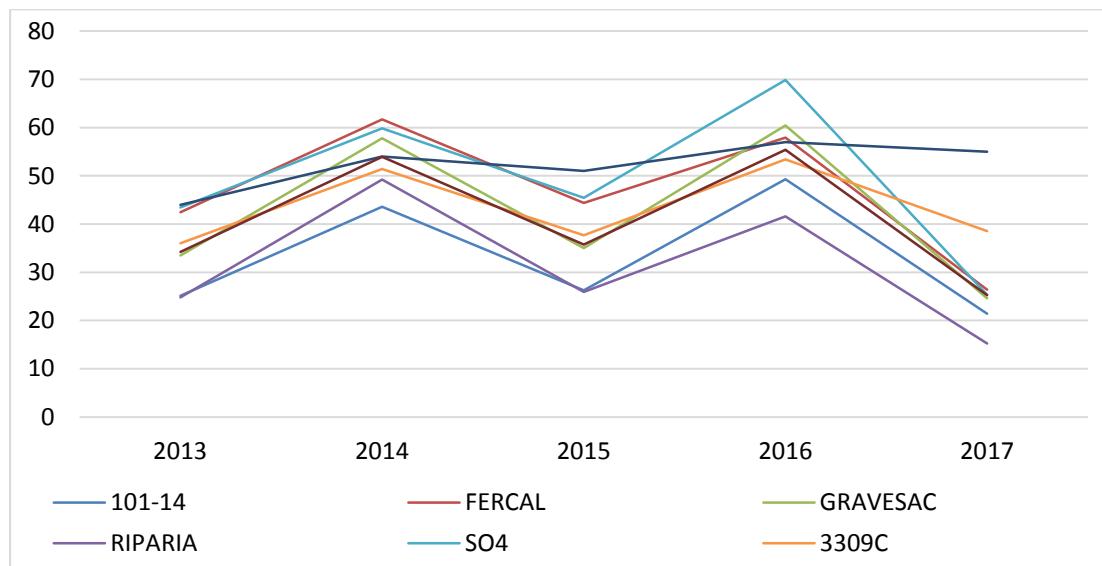


Figure 5 : Rendements (en hl/ha) par porte-greffe sur la partie 1a (totalement enherbée).

3.2.5 Discussion

De manière générale, les résultats sont très satisfaisants au niveau de la réduction de l'usage des produits phytosanitaires, mais plus variables au niveau agronomique. En particulier, le rendement de la partie 1a a été très en deçà des objectifs certaines années.

Ces difficultés sont plus liées à la concurrence exercée par l'enherbement qu'à l'impact des maladies, puisque le contrôle des maladies est globalement satisfaisant (Tableau X). Néanmoins, ces deux paramètres ne sont pas complètement indépendants. En effet, si le contrôle est tout à fait satisfaisant sur la récolte, le feuillage était en général dégradé en fin de saison, ce qui limitait la mise en réserve par la vigne. Dans une situation de concurrence exacerbée par la mise en place d'un enherbement total, il aurait été préférable d'avoir les premières années des règles de décision de traitements assurant la qualité du feuillage, pour permettre un bon redéploiement du système racinaire. L'impact sur le rendement n'est pas immédiat, mais se traduit plus sur le long terme. Ce travail montre l'importance de considérer la phase de transition d'un système vers un autre, même si les modifications semblent relativement limitées comme ce fut le cas pour nous.

Le système 1b a globalement été plus satisfaisant en termes de rendement et de pérennité du vignoble, toutefois en termes d'impact environnemental le recours au travail du sol entraîne une augmentation des consommations de carburants, d'où un impact carbone supérieur. Néanmoins, il montre qu'un ensemble de leviers et de règles de décision ne remettant pas en cause fondamentalement les aspects structurels du vignoble et les habitudes de travail du viticulteur permet déjà une réduction significative des IFT.

3.3 *Tillières*

3.3.1 Contexte local

L'essai a été mis en place dans le Pays Nantais sur cépage Melon de Bourgogne, cépage du Muscadet, qui a la particularité d'avoir une grappe serrée. Le vignoble du Muscadet, se situe sur la façade Atlantique, sous un climat océanique, propice à l'humidité et par voie de conséquence aux maladies telles que le mildiou (*Plasmopara viticola*) et la pourriture grise (*Botrytis cinerea*). Dans le cadre de ce projet, l'essai mis en place visait à évaluer l'impact du système de taille sur l'expression de ces deux maladies.

Le vignoble du Muscadet est en conduite étroite (1.40 m entre les rangs) et soufre d'une faible valorisation (prix de l'hectolitre inférieur au prix de revient), avec des charges de production élevées.

3.3.2 Description des systèmes testés

La vigne est une plante pérenne qui prend une forme définie par le viticulteur et par les exigences de l'appellation. Une fois cette forme établie au bout de quelques années, le cep de vigne évolue assez peu en hauteur et largeur sur le rang.

La vigne de l'essai était taillée en Guyot Nantais depuis 1991 année de plantation. Cette taille consiste à avoir 3 bras dans l'alignement du rang, puis sur chacun des bras, le vigneron laisse soit un courson de 2 yeux (pour 2 des 3 bras), et une baguette à 6-8 yeux sur le bras restant, pour un total de 12 yeux maximum.

4 modes de taille ont été testés en plus des 2 tailles de référence en guyot (baguette extérieure, baguette intérieure) :

- Le passage de la taille Guyot à la taille double **cordon de Royat** s'est fait en laissant la baguette sur le fil et en formant un second cordon à partir d'un rameau de cette baguette. Il a fallu 2 saisons pour arriver à transformer l'ensemble des ceps.
- La taille en « **gobelet** » a entraîné un retrait du fil porteur, puis une taille à 5-6 coursons, soit 2 coursons par bras. Parfois de nouveaux bras ont pu être créés.
- La taille en **arcure** est restée proche de la taille en guyot Nantais. Les coursons ont été supprimés, pour laisser une baguette plus grande. Il a fallu aussi ajouter un fil permettant de former l'arcure.
- Enfin, la **taille semi-minimale** a consisté dans un premier temps au retrait de la baguette, puis à un épantage d'un tiers des rameaux en hauteur. Ces rameaux ont été attachés sur un second fil porteur afin de les maintenir sur un plan de palissage. Il est important de ne pas laisser les rameaux trop hauts, et de les réduire de moitié, afin de forcer les bourgeons situés sur la base des rameaux, à débourrer.

Chacune des tailles a été réalisée dans le respect des flux de sève (trajet de sève, cône de dessication, attente d'un an ou deux avant de couper le bois non porteur de bourgeon...), conformément aux recommandations des travaux de la Sicavac (Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre).

Le programme de protection de la vigne contre les pathogènes et ravageurs était commun à l'ensemble des systèmes de taille. Il a été élaboré avec des produits non CMR (Cancérogènes, Mutagènes, Reprotoxique) et non classés pour l'utilisateur, dès qu'il en existait et sur la cible visée. Ces produits ont ensuite été positionnés en fonction du risque modélisé avec Potentiel Système, puis les doses modulées avec l'OAD Optidose.

Les produits de bio-contrôle ont aussi intégré le programme de protection dès lors qu'ils étaient homologués et avec une certaine efficacité (Armicarb, LBG 01F34, Success, RAK, Bastid, Kumulus DF, Esquive).

Compte tenu du climat océanique, il est important de garder une bande de roulement inter-rang pour faciliter le passage du matériel. Nous nous sommes donc orientés vers un enherbement sur 50-60cm de large à base de trèfle souterrain et la réalisation de travail mécanique sous le rang avec parfois des rattrapages avec un herbicide foliaire sous le rang (lutte contre le chardon).

3.3.3 Matériel et méthodes

Chaque système a été mis en œuvre sur 5 rangs de 110 m (550 ceps par taille) ; les 6 systèmes étant implantés sur une parcelle de 0.5 ha.

L'échantillonnage s'effectuait sur les 3 rangs du milieu de chaque système, puis sur 3 placettes (en haut, au milieu et en bas de la parcelle). La récolte s'effectuait ainsi sur 15 ceps par placette soit 45 ceps par système.

3.3.4 Résultats

Les résultats sont présentés de manière synthétique pour l'ensemble des modes de taille dans le tableau 6. Les deux modes de tailles en guyot sont représentatifs du vignoble nantais et servent de référence pour la suite.

Tableau 6 : Synthèse des résultats sur les différents modes de tailles. Echelle de note : Grand intérêt : 3, Intérêt moyen : 2, Faible intérêt : 1

	Semi-Minimale	Cordon	Guyot Bag Ext	Guyot Bag Int	Gobelet	Arcure
Temps de taille Coût/ha	3	2	1	1	2	1
Rendements 2013	2	2	3	3	1	3
Rendements 2014	2	2	2	3	3	3
Rendements 2015	1	3	2	2	1	3
Rendements 2016	3	2	3	3	1	3
Rendements 2017	3	1	1	1	1	2
Maturité 2013	1	2	2	2	3	2
Maturité 2014	3	3	1	1	3	3
Maturité 2015	2	2	2	2	2	2
Maturité 2016	1	2	2	2	3	2
Maturité 2017	3	2	2	2	1	3
Evolution maladies du bois entre 2012 et 2017	1	2	2	3	3	2
Impact sur le botrytis	2013	3	1	1	1	1
	2014	1	2	2	2	3
	2015	2	1	2	2	2
	2016	3	2	2	2	1
	2017	1	1	2	2	2

Le mode de taille le plus intéressant suite aux six années d'essai est le système de taille semi-minimale, malgré des résultats en dent de scie liés à la difficulté de transformer le système de taille sur des vignes âgées. La taille en gobelet est pénalisée par des rendements très faibles. L'arcure est intéressante, mais entraîne des coûts de taille importants. Le cordon a posé de gros problème de transformation du mode de taille à partir du Guyot Nantais.

Compte tenu de l'intérêt du système en taille semi-minimale et du caractère novateur de ce système, nous allons détailler à présent les résultats de ce système, en comparaison avec le système en Guyot nantais (référence locale).

Tableau 7 : Historique du système testé

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Entretien du sol sur le rang	Travail du sol Désherbage	Travail du sol Désherbage	Semis de l'enherbement	Enherbement Travail sur le rang	Enherbement Désherbage sur le rang + travail sur le rang	Enherbement Désherbage sous le rang
Accidents				Effet négatif d'un désherbage provenant d'une zone non agricole		Gel sur 80% de l'essai
Climatologie	Moyennement pluvieux	Moyennement pluvieux	Pluvieux sur la saison	Pluies sur Mai et Août	Pluvieux sur la période de floraison et sec ensuite	Pluies régulières

Le Tableau 8 montre bien l'impact plus ou moins important des années sur les bioagresseurs.

Sur le mildiou, le bilan concerne les grappes (sauf 2017 impacté par le gel et l'absence de mildiou sur grappes). Sur 6 ans le bilan est quasi-similaire par rapport au système de référence du site. La taille semi-minimale développe de petites feuilles et de petites grappes en grande quantité. La sensibilité est donc différente d'un mode de conduite plus classique.

Concernant le Botrytis, la pression a été souvent moyenne à forte. Le mode de conduite semi-minimale présente sur ces 6 années, de bons résultats. Les grappes sont en nombre important mais leur taille défavorise l'installation du *botrytis cinerea*. Les grappes sont aussi réparties dans la végétation ce qui favorise leur aération.

On constate aussi que le biocontrôle prend une part de plus en plus importante dans la protection, tout en conservant un bon niveau d'efficacité contre les pathogènes.

L'action des leviers présentés, permet chaque année d'avoir un IFT inférieur à la référence régionale (Figure 6). A noter tout de même que la référence locale (pratique du viticulteur) est aussi en dessous de cette référence régionale (2006), cette réduction étant directement liée aux situations climatiques.

Tableau 8 : Evaluation des pressions maladies (- : pression faible, \pm : moyenne, + : forte), degré de satisfaction de la protection (1 : insatisfaisant, 2 : limite, 3 : satisfaisant), IFT (dont biocontrôle).

Année	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
Mildiou	\pm	3	\pm	2	\pm	2	-	3	+	1	-	3
	7.6 (0)		4.1 (0)		5 (0)		4 (1.2)		6.2 (1.3)		4.7 (2.3)	
Oïdium	-	3	-	3	\pm	1	-	3	-	3	-	3
	3.2 (0.6)		2.5 (1)		2.9 (0)		2.8 (0.3)		1.3 (0.3)		1.3 (0.3)	
Black-rot	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3
Botrytis	-	3	+	3	+	2	\pm	2	\pm	3	+	2
	1.8 (1.8)		2 (2)		1.6 (1.6)		0		0.6 (0.6)		0	
Tordeuses	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3
	0.9 (0)		1 (0)		1 (0)		1 (1)		1 (1)		1 (1)	
Cicadelles	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3
	0		0		0		0		0		0	

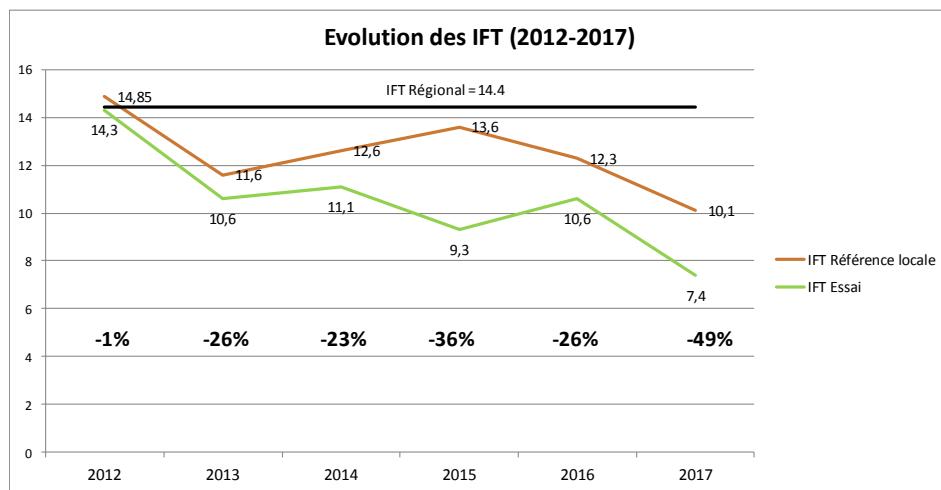


Figure 6 : Evolution des IFT totaux. Les pourcentages donnés sont des pourcentages de réduction par rapport à la référence régionale.

Sur le plan économique, la réduction du coût de la taille (Figure 7) permet de transférer des coûts de production vers d'autres pratiques comme la tonte, le travail du sol sous le rang, l'enherbement, l'effeuillage. Le gain de temps sur les opérations de taille est divisé par 6 pour le système de taille semi-minimale.

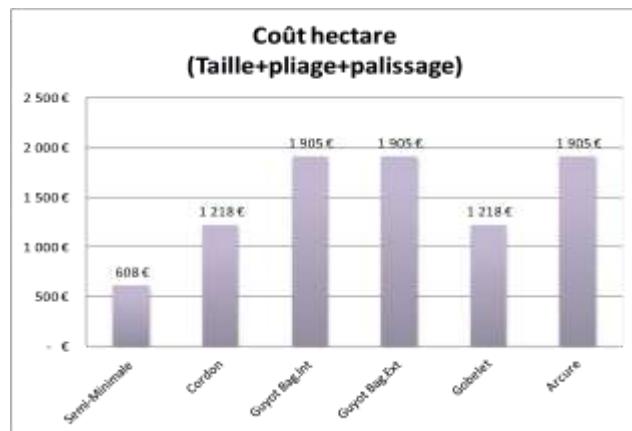


Figure 7 : Comparaison des coûts 'taille + pliage + palissage' par hectare entre les 6 modes de tailles.

Au niveau des performances agronomiques (Tableau 9), 2015 a été marqué par l'incident provenant d'un herbicide à base d'hormones appliqué à proximité de l'essai, ainsi qu'une concurrence accrue provenant de l'enherbement naturel sous le rang à base de Vulpie queue de rat.

Au niveau des maladies du bois, les résultats en comparaison des autres systèmes montrent une tendance intéressante (15 % de diminution du nombre de ceps vivants entre 2012 et 2106, contre 20 à 36 % pour les autres modes de taille), qu'il serait intéressant de confirmer sur des essais à partir de la plantation.

Tableau 9 : Indicateurs agronomiques : rendement et comparaison à l'objectif (= rendement de l'appellation), qualité évaluée par le TAP (Titre Alcoométrique Potentiel).

Année	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rendement (T/ha) (Différence avec l'objectif de rendement)	9.68 (+9%)	11.65 (+24%)	15.44 (+43%)	3.28 (-168%)	21.28 (+59%)	11.09 (+21%)
Qualité : TAP (%) (Ecart avec la référence)	11.1 (+3%)	9.20 (-5%)	11.50 (+6%)	10.66 (+1%)	9.94 (-8%)	11.13 (0%)

3.3.5 Discussion

Dans le cadre d'un changement et vis-à-vis des tailles étudiées dans cet essai, seule la taille semi-minimale présente un intérêt vis-à-vis de la taille en Guyot Nantais. Il n'a pas été démontré d'intérêts agronomiques supplémentaires dans les tailles en cordon et arcures.

Cette taille, qui génère beaucoup de petites grappes réparties dans l'ensemble du feuillage, permet de diminuer la sensibilité au Botrytis. C'est un effet que nous avons pu mettre en évidence en 2015 et 2016, quand le système était bien établi et présentait effectivement un nombre de grappe plus important. En 2017, la pression Botrytis était plus importante en lien avec le fait que c'est la seule taille n'ayant pas subi l'effet du gel. Cela peut s'expliquer par le très grand nombre de bourgeons non débourrés qui ont pu débourrer après l'épisode de gel. Ce type de taille permet aussi de réduire les coûts de production liés au taillage. Le rendement moyen sur 6 ans est plus élevé de 10% pour cette taille. Les maladies du bois semblent également moins se développer sur ce type de taille, ce qui serait à confirmer dans d'autres conditions, mais est une piste prometteuse.

4. Enseignements du projet, perspectives

4.1 Intérêt des leviers mobilisés

4.1.1 Règles de décision de traitement

Les règles de décisions mises en place à Montreuil-Bellay ont permis d'atteindre des IFT très bas, au prix d'observations régulières au vignoble. La maîtrise sanitaire a été satisfaisante sur les dernières itérations des règles de décision, qui ont été adaptées suite à des situations de protection imparfaite. Ces règles de décision sont donc transférables à ce stade, moyennant une appropriation par les viticulteurs.

4.1.2 Impact du mode de taille

L'essai de Tillières a confirmé l'hypothèse d'une différence de sensibilité aux maladies en fonction du mode de taille. La taille semi-minimale a permis en particulier une moindre sensibilité au Botrytis, et une apparente moindre sensibilité aux maladies du bois, à confirmer. Le rendement supérieur observé est également intéressant pour envisager un système enherbé sous le rang. Enfin, les moindres coûts de production liés à ce système de conduite peuvent permettre de dégager des marges pour mettre en œuvre d'autres techniques plus coûteuses.

4.1.3 Association de culture

L'essai d'Amboise n'a pas permis d'affirmer l'intérêt de l'association pratiquée, faute de pression cicadelle importante, néanmoins il a permis de confirmer l'hypothèse d'une hibernation d'*Anagrus atomus* sur les rosiers. Cet essai est donc poursuivi.

4.2 Méthodologie d'expérimentation système

4.2.1 Durée d'établissement des équilibres

Les plantes pérennes présentent la particularité d'avoir un temps de réaction aux modifications du système qui peut s'étaler sur plusieurs années. C'est particulièrement vrai sur des modifications touchant l'architecture de la vigne (changement de mode de taille) et le mode d'entretien du sol, qui impacte l'architecture racinaire. C'est encore plus vrai en cas de plantation, car la phase de production en rythme de croisière n'arrive qu'au bout de 5 à 6 ans en viticulture. Dans tous les cas, ces équilibres sont longs à se mettre en place, et il est important au cours d'expérimentations systèmes de prendre en compte cette phase de transition au moment de la conception, et de résister à la tentation de modifier

trop vite le système s'il montre des signes de faiblesse (destruction d'un enherbement par exemple), car on se prive de toute possibilité d'interprétation des résultats par la suite.

4.2.2 Dépérissements

La question des dépérissements en viticulture est prégnante aujourd'hui. Bien que cela ne soit pas pris en compte lors de la conception de systèmes Ecophyto en général (puisque n'existe aucun traitement), l'évolution peut être accélérée par des modifications du type d'entretien du sol (une concurrence plus importante entraîne une surexpression des symptômes), de même qu'une modification radicale du mode de taille entraînant des plaies de taille nombreuses et un parcours de la sève sinuieux. Cet effet milite pour une mise en place d'essai systèmes à la plantation plutôt qu'en modifiant une vigne déjà existante.

4.3 Diffusion des résultats

Les essais ont été le support de visites pour des groupes d'agriculteurs à différentes reprises (groupe DEPHY FERME, Tech&Bio, visites techniques...). Par ailleurs, plusieurs conférences techniques ont été données sur le projet (SIVAL, journées techniques) et des articles techniques sont parus. En outre, deux sites étant situés sur des lycées agricoles, de nombreux élèves sont intervenus sur les parcelles, ce qui a donné lieu à des explications sur la méthodologie employée et les systèmes étudiés.

Un travail sur les règles de décisions est en cours avec les réseaux DEPHY FERME du Val de Loire pour mettre en place des ateliers sur les règles de décision, et transférer la logique des règles de Montreuil Bellay aux agriculteurs du réseau.

4.4 Perspectives

L'essai d'Amboise sera poursuivi afin d'aller plus loin dans les règles de décision.

Les enseignements tirés des essais de Montreuil-Bellay et de Tillières seront quant à eux remobilisés dans de futurs projets, souvent partiellement. Ainsi, plusieurs systèmes mis en place dans le cadre du projet DiverViti feront appel à un type de taille proche de la semi-minimale expérimentée à Tillières. De même, les règles de décision de traitement du site de Montreuil pourront servir de base à celles d'autres systèmes.

Conclusion

Les essais systèmes menés dans le cadre du projet DEPHY EXPE EcoViti Val de Loire ont été riches en enseignements. Ils ont permis d'explorer une variété de leviers mobilisables pour réduire les usages de produits phytosanitaires de viticulture. Ces leviers sont à remobiliser dans les réseaux DEPHY FERME, ou lors de futurs essais systèmes. En outre, ils ont permis de dégager des règles de conduite des essais systèmes en plantes pérennes, qui permettront de mener de futurs essais dans les meilleures conditions.

Références bibliographiques

Böll S., Schwappach P., Rebschutz S., 2003. Biologische Bekämpfung der Rebzikade (*Empoasca vitis*) durch Förderung antagonistischer Zergewespenarten (Mymaridae). *Mitt Dtsch Phytomed Ges* 33.

Davy A., Raynal M., Vergnes M., Remenant S., Michez A., Claverie M., Codis S., Bernard F.-M., Colombier L., Davidou L., Girard M., Mornet L., Perraud J.-P., Rives C., Vergnes D., 2010. Trials results of the 'Optidose' method using an adjustment of the pesticide dose for control of downy and powdery mildew, in: *Proceedings of the 6th International Workshop on Grapevine Downy and*

Powdery Mildew. Presented at the 6th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew, A. Calonnec et al., Bordeaux, pp. 123–125.

Delière L., Cartolaro P., Leger B., Naud O., 2015. Field evaluation of an expertise-based formal decision system for fungicide management of grapevine downy and powdery mildews. Pest Manag Sci 1247–1257.

Lafond D., Métral R., 2015. Concevoir en partenariat une EcoViticulture ECOnomiquement viable et ECOlogiquement responsable par rapport aux pesticides (EcoViti). Innovations Agronomiques 46, 39–50.

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 ou DOI).