

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTEGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

**INFLUENCE DU SYSTÈME DE PRODUCTION SUR LA VIGNE ET LA QUALITÉ DES RAISINS, EN LIEN
AVEC LA RÉDUCTION DE L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES**

J-Y. CAHUREL¹, T. DECOUCHANT²

¹ Institut Français de la Vigne et du Vin, 210 Bd Vermorel, CS60320, 69661 Villefranche-sur-Saône, France, jean-yves.cahurel@vignevin.com

² Sicarex Beaujolais, 210 Bd Vermorel, CS 60320, 69661 Villefranche-sur-Saône, France, thierry.decouchant@vignevin.com

RÉSUMÉ

Dans le contexte de plus en plus prégnant de diminution de l'usage des produits phytosanitaires, cet essai, mis en place en Beaujolais sur vigne étroite, a pour objectif d'obtenir des références et de comparer l'impact sur la vigne et les raisins d'une viticulture conventionnelle, raisonnée et biologique. Les différences entre ces différents systèmes de production résident essentiellement dans la lutte phytosanitaire (lutte contre les maladies et ravageurs, entretien du sol). Les modalités raisonnée et biologique permettent de réduire l'IFT de façon significative. Les résultats obtenus sur 11 années de suivi permettent de mettre en évidence une diminution de la vigueur et du rendement des ceps sur la modalité raisonnée et, de façon plus marquée, sur la modalité biologique, en lien principalement avec l'entretien du sol et, certaines années à forte pression parasitaire, au développement des maladies. Les analyses classiques sur les raisins montrent peu de différences entre les modalités étudiées.

Mots-clés : lutte phytosanitaire, rendement, système de production, vigne, vigueur.

ABSTRACT

PRODUCTION SYSTEM IMPACT ON VINE AND GRAPE QUALITY, IN THE CONTEXT OF PESTICIDE USE REDUCTION

In the context of pesticide use reduction, the aim of this study, carried out in Beaujolais in high density, is to evaluate three production systems (conventional, integrated and organic), distinguished only by pest control, on vine and grape quality. Integrated and organic systems reduce significantly TFI (treatment frequency index). Results on 11 years highlight lower vigour and yield on integrated vines and, more acute, on organic vines. Mostly soil management and, some years with high pest pressure, diseases development, explain these effects. Grape quality does not vary between strategies.

Keywords: pest control, yield, production system, vine, vigour.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la prise de conscience des déséquilibres occasionnés par la viticulture devient de plus en plus importante. Ces déséquilibres proviennent de plusieurs sources, principalement la lutte phytosanitaire (emploi de pesticides dangereux pour l'homme et la faune et flore auxiliaires), la non-culture (herbicides) et la fertilisation. Ils portent sur l'environnement et la santé humaine (INSERM, 2013), sujets qui préoccupent de plus en plus non seulement les viticulteurs et professionnels de la filière mais aussi les consommateurs et l'opinion publique en général (cf. plans Ecophyto 1 et 2 : MAAF, 2015). En prolongement de ce concept, vient se greffer la notion d'agriculture durable avec le souci de laisser aux générations futures une terre propre.

Des efforts importants ont été faits en Beaujolais afin de promouvoir une viticulture plus soucieuse de l'environnement : groupes Lutte raisonnée, Terra Vitis, Contrat de lutte contre l'érosion... A ceci vient s'ajouter la montée en puissance de la viticulture biologique, avec des objectifs très proches de la viticulture raisonnée, soutenue d'ailleurs financièrement par les décideurs gouvernementaux.

Les influences de ces trois systèmes de production au vignoble sont donc intéressantes à étudier, sans oublier d'intégrer leurs effets sur la qualité des raisins, souci majeur d'une AOP. L'idée n'est pas de mettre en avant tel ou tel système mais bien de mettre en évidence les points positifs et négatifs de chaque système au regard des différents paramètres étudiés.

L'originalité d'une telle étude est d'englober tous les aspects de la conduite de la vigne et donc de mettre en évidence l'impact réel d'un itinéraire technique donné.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Cette expérimentation a été mise en place en 2003 sur une parcelle à sol superficiel et à pente faible (8 %), dont les caractéristiques sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques de la parcelle d'essai
Trial plot characteristics

Parcelle	St Etienne La Varenne
Sol	granitique (61 % sables, 14 % argile)
Année de plantation	1988
Cépage / Porte-greffe	Gamay N cl 222/ SO4
Densité de plantation	9 090 ceps/ha (1,1 x 1 m)
Taille	Gobelet non palissé

3 modalités sont comparées (3 répétitions en blocs de 15 à 17 rangs de large et de 15 ceps de long, les contrôles étant réalisés au milieu du bloc) :

- Conventionnel (**C**) : application d'un calendrier préétabli pour les traitements phytosanitaires. Désherbage chimique sur toute la surface.
- Raisonné (**R**) : respect du cahier des charges Terra Vitis (Elia et Soumireu-Lartigue, 2008), utilisation du POD Mildium® (Processus Opérationnel de Décision) à partir de 2010 pour les traitements contre le mildiou et l'oïdium. Désherbage chimique sur toute la surface en début d'expérimentation, enherbement spontané de tous les inter-rangs à partir de 2008, puis 1 inter-rang sur 2 à partir de 2012, l'autre inter-rang étant désherbé chimiquement.
- Biologique (**B**) : respect du cahier des charges de l'agriculture biologique (Règlement CE 889/2008). Désherbage mécanique sur toute la surface.

La modalité C, même si elle n'est plus d'actualité du fait de sa forte consommation en produits phytosanitaires, permet d'avoir une idée des potentialités de la parcelle en termes agronomiques (l'objectif étant de minimiser les pertes de rendement).

Les différences de conduite entre les 3 systèmes portent essentiellement sur la protection phytosanitaire et l'entretien du sol.

Les différents contrôles et études ont porté sur les points suivants :

- observations maladies
- vigueur
- contrôles classiques à la vendange : composantes du rendement, qualité des baies

L'étude a été conduite sur 11 années (2003-2013). La parcelle ayant été touchée par la grêle en 2005, les résultats à la vendange ne sont pas disponibles pour cette année.

Les analyses statistiques sont réalisées par analyse de variance, avec transformation de Bliss au préalable pour les fréquences et intensités de maladies.

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DES MILLÉSIMES

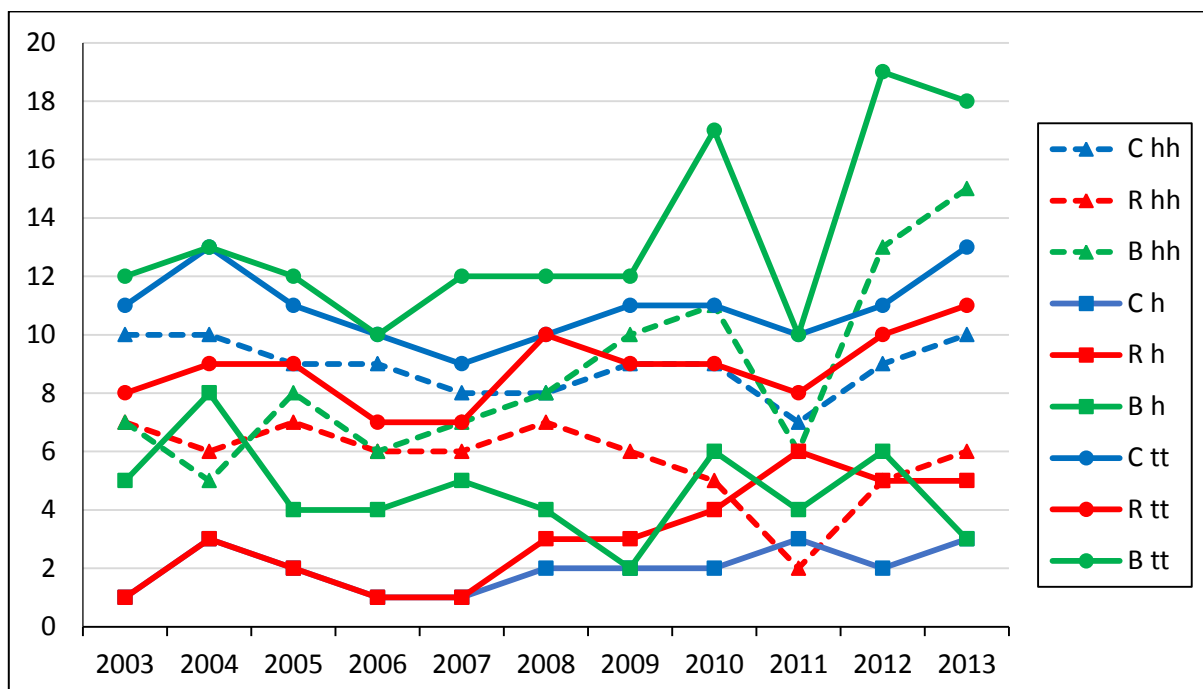
Les 11 années d'expérimentation ont présenté des caractéristiques très variables, ce qui permet d'avoir une bonne idée générale du comportement des différents systèmes. Les millésimes 2003, 2006, 2009 et 2011 ont été chauds, alors qu'à l'inverse, 2004 (printemps), 2007 et 2008 (été), 2010, 2012 et 2013 ont été plutôt frais. 2012 et 2013 ont été les années les plus pluvieuses, avec 2004 et 2008 mais surtout en été pour ces deux dernières années. 2003, 2007 et 2011 ont été secs.

RÉSULTATS

TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES ET ENTRETIEN DU SOL

Figure 1 : Nombre de passages annuels pour la lutte phytosanitaire (h : entretien du sol ; hh : hors entretien du sol ; tt : total)

Annual round number for pest control (h : soil management ; hh : except soil management ; tt : total)

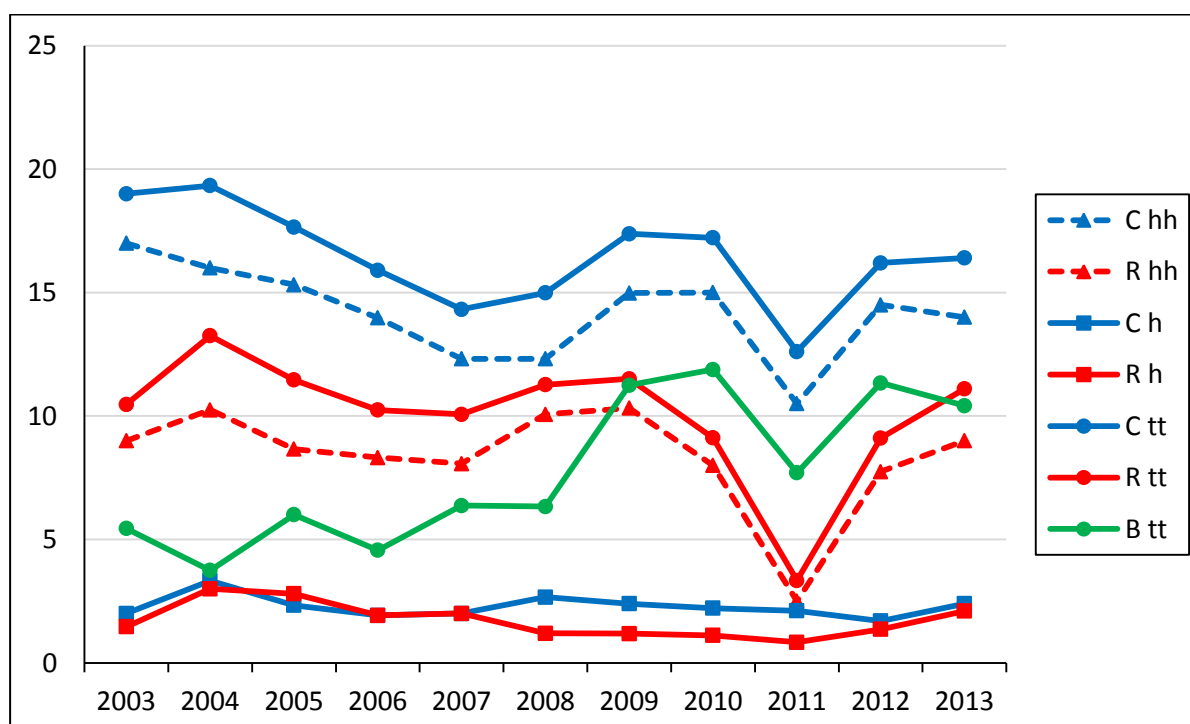


Pour la lutte contre les maladies et ravageurs, le nombre de passages (figure 1) est inférieur sur R avec 5,7 passages/an en moyenne. Les modalités C et B impliquent plus de passages (respectivement 8,9 et 8,7 passages/an en moyenne), les passages sur B ayant été augmentés à partir de 2008. Ce nombre de passages varie en fonction des millésimes, en lien avec les conditions climatiques et le développement parasitaire qui en découle. En particulier, l'effet des millésimes 2011 et 2012, opposés à ce niveau, est très net, plus particulièrement sur R et B.

En termes d'IFT (Indice de Fréquence de Traitement, calculé selon les règles en vigueur au démarrage de l'expérimentation) (figure 2), toujours pour cette partie lutte contre les maladies et ravageurs, cela se traduit par des valeurs élevées pour C (14,2 en moyenne, proche de la valeur de référence régionale : 15,9). R voit son IFT diminuer à partir de 2010, du fait de l'application du POD Mildium® (Processus Opérationnel de Décision). Cet outil, mis au point par l'INRA et l'IRSTEA (Delière *et al.*, 2008), utilisé pour la lutte contre le mildiou et l'oïdium, est basé sur un nombre restreint de traitements obligatoires (appliqués à des stades précis), éventuellement complétés par des traitements optionnels déclenchés en fonction des observations à la parcelle, du niveau de risque local et des événements pluvieux annoncés. Un traitement insecticide est réalisé sur R depuis 2009. L'augmentation d'IFT de R en 2013 s'explique par une augmentation de la protection anti-oïdium consécutive à la présence d'oïdium sur cette modalité.

B, au contraire, augmente son IFT à partir de 2009, du fait de l'utilisation de soufre en phytosanitaire à la place d'un engrais foliaire contenant du soufre, de l'ajout de traitements anti-botrytis à base de *Bacillus subtilis* et de l'apport de *Bacillus thuringiensis* contre les tordeuses de la grappe, suite à l'observation de nombreuses pontes.

Figure 2 : IFT annuels par modalité (h : herbicide ; hh : hors herbicide ; tt : total)
Annual TFI by treatment (h : herbicide ; hh : except herbicide ; tt : total)

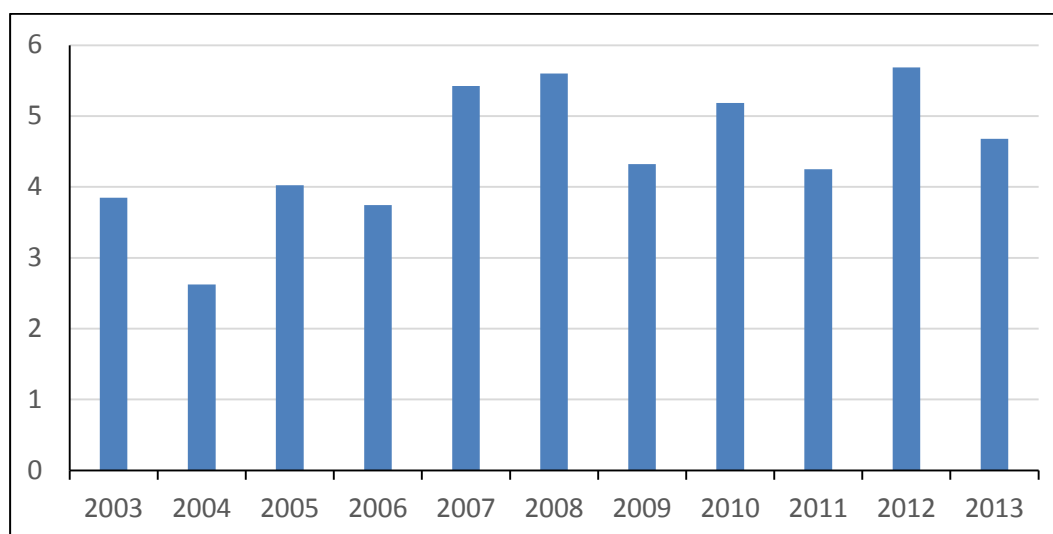


Le cumul de cuivre métal utilisé sur la modalité B est, en moyenne sur les 11 années d'expérimentation, de 4,5 kg/ha, les moyennes glissantes sur 5 ans étant inférieures à 30 kg/ha (figure 3).

Pour comparaison, la quantité de cuivre utilisé annuellement sur la modalité C est en moyenne de 1 kg/ha sur les 11 années.

Concernant l'entretien du sol, le nombre de passages est identique sur C et R (2 passages/an en moyenne) jusqu'en 2007. Puis s'ajoutent les tontes sur R (2 par an en moyenne). Le nombre de passages est beaucoup plus important sur B avec 4,6 passages/an (battage – débattage - 2-3 griffages sur l'inter-rang + lames sur le rang), avec des fluctuations annuelles plus importantes, du fait du lien entre conditions climatiques du millésime et développement des adventices (par exemple opposition 2011-2012 là encore). A noter que le développement des adventices peut être important sur cette modalité certaines années humides.

Figure 3 : Quantité de cuivre apporté à l'hectare sur la partie conduite en biologique (kg Cu/ha)
Copper amount applied on organic treatment (kg Cu/ha)



En termes d'IFT herbicides, B est évidemment à 0 puisqu'aucun herbicide n'est utilisé. C et R sont au même niveau jusqu'en 2007, puis le passage à l'enherbement de tous les inter-rangs permet à R une diminution conséquente de l'IFT (divisé par 2). La reprise du désherbage chimique 1 inter-rang sur 2 à partir de 2012 augmente l'IFT, qui reste légèrement inférieur à celui de C (- 15 %), ce qui correspond à la surface de la bande enherbée (réduite à 30-40 cm de large).

En prenant en compte la totalité des passages, R reste inférieur, C et B étant à peu près au même nombre de passages, excepté ces dernières années (B supérieur).

B et R sont équivalents en termes d'IFT totaux (inférieur pour B en début d'expérimentation et supérieur à partir de 2010), C étant supérieur.

MALADIES PARASITAIRES

Les maladies (et ravageurs) ont été dans l'ensemble bien contrôlés sur ces 11 années d'expérimentation. Certaines années, des développements de mildiou (2005, 2007, 2009, 2010, 2013) ou de black-rot (2005, 2009, 2010), ont été observés, en particulier sur la modalité B, mais sont restés faibles en intensité. Des attaques plus conséquentes de mildiou ont été enregistrées en 2008 et 2012, provoquant des dégâts sur grappes, particulièrement importants sur B. Pour exemple, les résultats des différentes observations réalisées en 2012 sont donnés dans le tableau 2. Une défoliation précoce des souches, liée en partie au mildiou, a été observée sur R en 2011.

Tableau 2 : Fréquence et intensité de mildiou (%) observées en 2012 à différentes dates
 Frequency and severity of downy mildew (%) in 2012 for different dates

		Test stat	C	R	B
Feuilles 5/07	Fréquence	S (10%)	61 a	43 b	48 ab
	Intensité	S (10%)	6 a	2 b	3 b
Grappes 11/09 vendanges	Fréquence	HS	53 b	43 b	83 a
	Intensité	HS	14 b	11 b	33 a

Quelques foyers d'oïdium ont été détectés en 2013 sur la modalité R.

La modalité B est en général plus sensible à la pourriture grise que R. Ces résultats sont tout de même variables d'une année sur l'autre et les intensités observées restent faibles (tableau 3). Les fréquences et intensités plus modérées enregistrées sur B en 2008 sont liées aux dégâts occasionnés par le mildiou, la perte de nombreuses baies ayant diminué la compacité des grappes.

D'un point de vue global, la vigueur plus faible enregistrée sur les modalités R (à partir de 2007) et B (dès le départ de l'expérimentation) engendre une moindre sensibilité aux maladies, qui se traduit à la fois sur les symptômes observés mais également sur la stratégie phytosanitaire (Valdes *et al.*, 2005).

Tableau 3 : Fréquence et intensité de pourriture grise (%) observées sur différents millésimes
 Frequency and severity of botrytis bunch rot (%) in different years

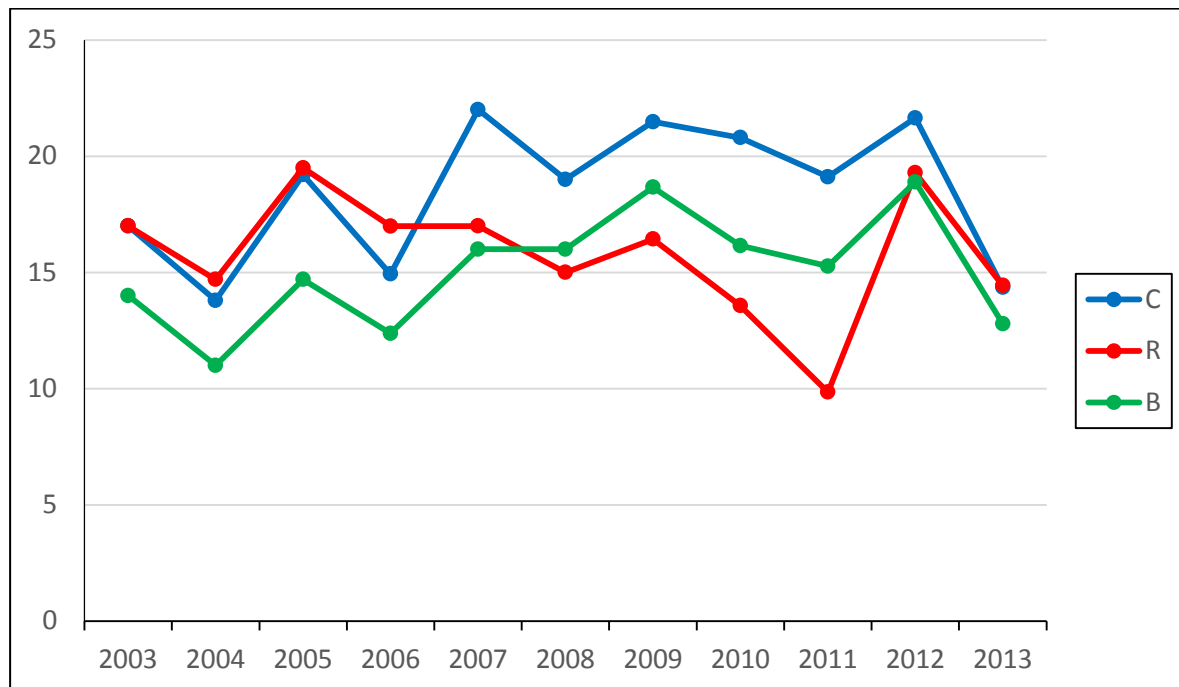
		Test stat	C	R	B
2007	Fréquence	HS	75 b	70 b	88 a
	Intensité	ns	12	8	9
2008	Fréquence	HS	58 a	48 a	31 b
	Intensité	HS	8 a	5 b	2 c
2010	Fréquence	HS	6 b	6 b	24 a
	Intensité	HS	0,2 b	0,1 b	0,9 a
2011	Fréquence	HS	13 a	1 b	16 a
	Intensité	HS	1,7 a	0,1 b	1,4 a

RÉSULTATS VITICOLES

Bois de taille

B est moins vigoureux que C de façon quasi-systématique (figure 4), les différences étant significatives 8 années sur 11 (- 19 % en moyenne). R l'est également par rapport à C (- 15 % en moyenne) mais seulement 5 années sur 11. Ces années correspondent aux millésimes où R est resté enherbé sur tous les inter-rangs. La grosse chute de vigueur occasionnée par cet enherbement en 2011 (presque moitié moins par rapport à C !), conjointement aux conditions printanières très sèches de ce millésime, est la raison pour laquelle un inter-rang sur 2 a été désherbé à partir de 2012, en réduisant la bande enherbée de l'autre inter-rang. Ceci a permis de limiter la concurrence de l'herbe et de revenir à une vigueur proche de celle de C. Ces dernières années (2012 et 2013) ne différencient d'ailleurs pas les modalités, ce qui peut s'expliquer également par les conditions printanières humides de ces 2 millésimes.

Figure 4 : Poids moyen du sarment (g) par année
Annual pruning shoot weight (g)



Analyses pétiolaires

Des analyses pétiolaires ont été réalisées en 2003, 2004, 2006, 2013 et 2014. Aucune tendance significative ne se dégage. On note toutefois des teneurs plus élevées en phosphore et surtout en potassium pour R par rapport à B, en particulier ces dernières années. A l'inverse B présente des teneurs supérieures en magnésium.

Résultats à la vendange (tableau 4)

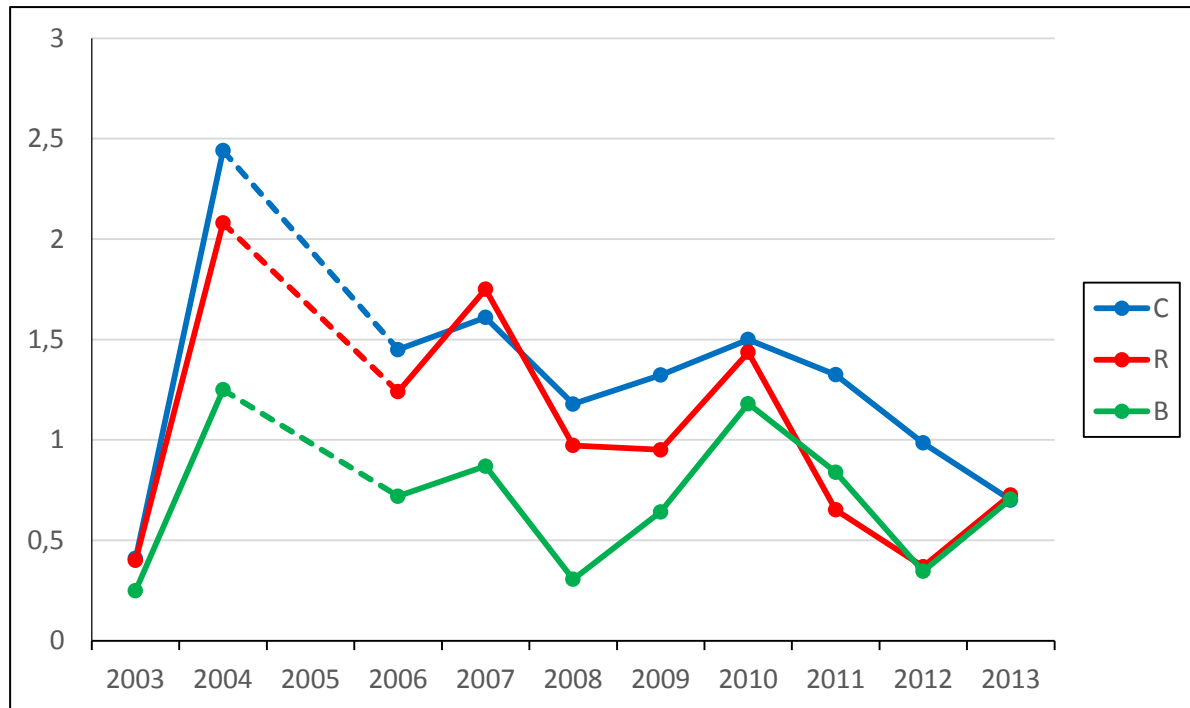
Tableau 4 : Résultats à la vendange (moyenne et écart-type 2003-2013)
Harvest results (mean and standard deviation 2003-2013)

		C	R	B
Poids vendange	kg/cep	1,29 ± 0,52	1,06 ± 0,54	0,71 ± 0,33
Nombre de grappes	/ cep	18,8 ± 4,8	17,3 ± 4,9	15,6 ± 3,0
Poids grappe	g	66 ± 14	57 ± 17	44 ± 14
Nombre baies	/ grappe	44 ± 15	39 ± 16	33 ± 16
Poids 100 baies	g	160 ± 40	155 ± 41	146 ± 40
Degré probable	% vol.	11,1 ± 0,8	11,0 ± 1,0	11,2 ± 0,9
Acidité totale	g H ₂ SO ₄ /l	5,4 ± 0,8	5,3 ± 0,6	5,4 ± 0,8
pH		3,24 ± 0,08	3,23 ± 0,09	3,23 ± 0,08

Le rendement (figure 5) est inférieur sur B : de façon significative 7 années sur 10 par rapport à C et 5 années sur 10 par rapport à R. Cette modalité accuse en moyenne une diminution de 45 % par rapport à C et 33 % par rapport à R. L'écart est très prononcé en 2008. La modalité R présente également des niveaux de production inférieurs à C, 6 années sur 10. Ces années correspondent aux

millésimes où R a été enherbé tous les inter-rangs. On note toutefois un gros écart entre C et les 2 autres modalités en 2012 (65 % de rendement en moins sur ces 2 modalités).

Figure 5 : Rendement (kg/cep) par année
Annual yield (kg/vine)



Les rendements sont bien corrélés avec le nombre de grappes/cep ($r^2 = 0,81$) et le poids moyen de la grappe ($r^2 = 0,87$).

C présente en général un nombre de grappes par cep supérieur à B (écart significatif 5 années sur 10). R est proche de B à partir de 2009 : sa fertilité diminue suite à l'enherbement des inter-rangs. Les valeurs très faibles de 2012 pour ces 2 modalités sont à rapprocher de la perte importante de vigueur enregistrée en 2011 pour R, combinée à une défoliation précoce cette année-là due au mildiou tardif, et d'une attaque de mildiou plus virulente sur B en 2012.

Les différences sur le poids moyen de la grappe sont plus marquées. Ainsi C présente des valeurs significativement supérieures à B 9 années sur 10, et à R 4 années sur 10, notamment les 3 dernières années d'expérimentation, suite à la chute de vigueur de R. R est supérieur à B 6 années sur 10 (les années avant 2011). Le faible poids de la grappe enregistré sur B en 2012 est lié à l'attaque de mildiou. Il en va de même en 2008. Ces différences sur le poids moyen de la grappe sont dues au nombre de baies par grappe, le poids moyen des baies présentant des écarts faibles entre les modalités.

Malgré les différences de rendement enregistrées, globalement on ne constate pas d'impact significatif du système de conduite sur la qualité de la vendange.

Toutefois, l'enherbement de tous les inter-rangs sur la modalité R à partir de 2008 semble avoir pour effet une diminution de la teneur en sucres des baies (différences significatives en 2008 et 2010), sans doute liée à la perte de vigueur. L'écart significatif constaté en 2012, toujours dans le même sens et pour cette modalité, est la conséquence de l'importante baisse de vigueur enregistrée l'année précédente.

En 2008, année délicate au niveau de la maturation des raisins, le rendement et la vigueur de C ont engendré une acidité totale supérieure à la vendange.

DISCUSSION

La réduction des IFT sur R et B (un tiers en moyenne) est à peu près comparable aux résultats obtenus par Crozier *et al.* (2010) en Saône-et-Loire.

Les écarts de vigueur et de rendement constatés entre les modalités sont essentiellement dus aux différences de mode d'entretien du sol, même si, ponctuellement, les années très favorables au développement des maladies cryptogamiques, la stratégie de traitement influe sur les rendements. L'effet dépressif de l'enherbement des inter-rangs de vigne sur ces paramètres a été montré par de nombreuses études (Casteran *et al.*, 1975 ; Carsouille, 1999 ; Celette, 2007 ; Tesic *et al.*, 2007). Il en va de même, mais de façon moins systématique pour le désherbage mécanique (Gaviglio, 2006).

La réduction de l'utilisation des intrants phytosanitaires provoque une baisse de vigueur et de rendement, variable suivant les millésimes et les stratégies adoptées. Le mode d'entretien du sol est à adapter aux potentialités de la parcelle : sur le sol superficiel de cette parcelle, un enherbement tous les inter-rangs n'est pas viable au niveau économique et pérennité des souches (alors que, sur un essai d'enherbement mené à 200 m de cette parcelle, un tel enherbement ne pose pas de souci – Cahurel *et al.*, 2016).

Dans l'ensemble, les maladies et ravageurs ont été bien contrôlés sur les 3 modalités. Toutefois, les années à forte pression, la modalité B présente des attaques de mildiou plus importantes, entraînant des pertes de rendement conséquentes, ce qui a pu être noté dans d'autres études mais de façon moins marquée (Crozier *et al.*, 2010 ; Collins *et al.*, 2015).

Cette modalité est déjà moins productive à la base, en lien avec une fertilité et un poids moyen de la grappe plus faibles. Ceci s'explique par une vigueur moins importante due, d'une part, au désherbage mécanique qui réduit le nombre de racines superficielles, et, d'autre part, au développement des adventices, difficile à contrôler certaines années, le tout en lien avec le sol superficiel sur lequel est implantée la parcelle. Döring *et al.* (2012) montrent également cette vigueur plus faible du système biologique par rapport au système raisonné.

La modalité R présente également un rendement plus faible que C depuis le passage à l'enherbement des inter-rangs, qui s'explique par une baisse de vigueur des ceps. L'année 2011 a été particulièrement traumatisante pour cette modalité, d'une part, suite au printemps sec qui a provoqué une très importante chute de vigueur, et, d'autre part, à la défoliation en fin de campagne qui a réduit la mise en réserves. Ceci explique que, malgré une bonne reprise de la vigueur l'année suivante, le rendement est resté très faible. L'enherbement tous les inter-rangs, sur ce type de sol superficiel, n'est donc pas à conseiller.

L'attaque tardive de mildiou en 2011 a permis de montrer l'importance de protéger le feuillage même tard en saison. Un traitement systématique en début de véraison a donc été ajouté pour adapter le POD Mildium® aux conditions beaujolaises.

Les différences de rendement enregistrées influencent très peu la qualité des baies, comme noté par ailleurs (Crozier *et al.*, 2010 ; Döring *et al.*, 2012 ; Collins *et al.*, 2015). Toutefois, l'étude œnologique (non présentée ici) met en évidence des différences sur vin concernant l'acidité, le pH et l'intensité colorante des vins.

CONCLUSION

Au niveau des traitements phytosanitaires, C présente les IFT les plus importantes, R et B réduisant les IFT d'environ un tiers en moyenne. R présente l'avantage de réduire le nombre de passages.

Sur les 11 années d'étude, le rendement moyen de B est inférieur de 45 % à celui de C et celui de R de 18 % par rapport à C. Les différences de vigueur vont dans le même sens mais de façon moins prononcée. Elles permettent d'expliquer la moindre sensibilité aux maladies des 2 modalités R et B et sont à relier aux modes d'entretien des sols pratiqués sur ces modalités. Toutefois, les années à très

forte pression parasitaire, la protection n'est pas suffisante sur ces 2 systèmes et engendre des pertes de rendement importantes.

Les critères classiques de qualité des baies ne permettent pas de différencier les modalités.

La réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires est donc possible mais s'accompagne d'une baisse de rendement qu'il convient de prendre en compte, en particulier en termes de commercialisation des vins. Ceci est d'autant plus vrai pour le système biologique.

D'autres aspects étant à prendre en compte pour évaluer ces systèmes, ces résultats ont été complétés par des études au niveau œnologique, économique et environnemental.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce au concours financier de FranceAgriMer.



BIBLIOGRAPHIE

Cahurel J.-Y., Decouchant T., Gaviglio C., 2016 – Réduction de l'utilisation des herbicides en terrain granitique du Beaujolais : quelles influences agronomiques, œnologiques et économique ? *In : 23^e Conférence du Columa*. Dijon, 6-8 décembre 2016.

Carsouille J., 1999 - Influence de l'enherbement permanent contrôlé sur quelques caractéristiques de production du cépage Gamay en Beaujolais. *La Tassée Beaujolaise*, 112, 10-13.

Casteran P., Leclair P., Pouget R., 1975 - Comparaison de différentes techniques d'entretien du sol dans le vignoble bordelais durant une longue période. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 9, 1, 7-15.

Celette, F., 2007 - Dynamique des fonctionnements hydrique et azoté dans une vigne enherbée sous le climat méditerranéen. *Thèse de doctorat*, Montpellier SupAgro, 200 pages.

Collins C., Penfold C., Johnston L., Bastian S., Marschner P., 2015 - The relative sustainability of organic, biodynamic and conventional viticulture. *In : 19^e Journées Internationales de Viticulture GiESCO*. Pech Rouge - Montpellier, 31 mai - 5 juin 2015, 53-55.

Crozier P., Bidaut F., Dubus C., Peres G., Cluzeau D., Chaussod R., 2010 - Trois modes de production comparés en Bourgogne viticole. Indicateurs environnementaux, d'utilisation des produits phytos, d'état sanitaire de la vigne, de production et de coûts : quatre ans de résultats. *Phytoma*, 638, 30-34.

Delière L., Cartolaro P., Naud O., Léger B., Goutouly J.-P., Davidou L., Brosse E., Guisset M., 2008 - Mildium : conception et évaluation d'un processus opérationnel de décision pour la gestion fongicide du mildiou et de l'oïdium de la vigne. *In : MondiaViti*. Bordeaux, 3 et 4 décembre 2008, 19-27.

Döring J.R., Kauer R., Löhnertz O., Frisch M., Stoll M., 2012 - Impact of vineyard management strategies on vine vigour, photosynthesis and fruit quality. *In : IX^e Congrès des terroirs vitivinicoles*. Dijon-Reims, 25-29 juin 2012, 6-33 - 6-36.

Elia N., Soumireu-Lartigue J.-H., 2008 - Terra Vitis : la viticulture raisonnée en action. *In : MondiaViti*. Bordeaux, 3 et 4 décembre 2008, 111-114.

Gaviglio C., 2006 - Intérêt et limites des solutions alternatives au désherbage chimique sur le rang. *In : MondiaViti*. Bordeaux, 29 et 30 novembre 2006, 51-56.

INSERM, 2013 – Expertise collective. Pesticides, effets sur la santé, synthèse et recommandations. 146 pages.

Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2015 - <http://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-pour-reduire-lutilisation-des-produits-phytosanitaires-en-france>

Règlement (CE) N° 889/2008 de la Commission Européenne (2008). 132 pages.

Tesic D., Keller M., Hutton R.J., 2007 - Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield and fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58, 1, 1-11.

Valdes H., Celette F., Fermaud M., Cartolaro P., Clerjeau M., Gary C., 2005 - Comment évaluer l'influence de la vigueur végétative sur la sensibilité de la vigne aux maladies cryptogamiques ? *In 14^e Journées du GESCO*. Geisenheim (Allemagne), 23-27 août 2005, 832-838.