

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

**RÉDUCTION DE L'UTILISATION DES HERBICIDES EN TERRAIN GRANITIQUE DU BEAUJOLAIS :
QUELLES INFLUENCES AGRONOMIQUES, ŒNOLOGIQUES ET ÉCONOMIQUES ?**

J.-Y. CAHUREL¹, T. DECOUCHANT², C. GAVIGLIO³

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

³ Institut Français de la Vigne et du Vin, V'innopôle, BP22, 81310 Lisle sur Tarn, France, christophe.gaviglio@vignevin.com

RÉSUMÉ

Les vignobles en Beaujolais-Villages et en Crus du Beaujolais, du fait de leur mode de conduite et de leurs caractéristiques pédologiques et topographiques, sont actuellement mal préparés à répondre aux exigences de réduction de l'utilisation des désherbants chimiques. Des techniques (enherbement, désherbage mécanique) existent mais doivent être validées en termes de faisabilités technique et économique et d'impacts agronomique et qualitatif. C'est l'objectif de cette expérimentation menée de 2008 à 2013, en conduite « traditionnelle » d'une part et avec aménagement (arrachage d'un rang sur deux et taille cordon) d'autre part. Au final l'impact des pratiques expérimentées est surtout sensible sur le plan économique, le désherbage mécanique étant plus coûteux en conduite traditionnelle alors qu'il est le plus avantageux économiquement sur vignes transformées.

Mots-clés : coûts de production, entretien du sol, réduction des herbicides, vigne, vin.

ABSTRACT

REDUCTION OF HERBICIDE USE IN GRANITIC SOIL OF BEAUJOLAIS: WHAT ARE THE AGRONOMIC, OENOLOGICAL AND ECONOMIC IMPACTS?

Beaujolais-Villages and Crus du Beaujolais vineyards are currently not prepared for reduction of their herbicide use because of their current farming practices and soil and topographic characteristics. Some practices (grass cover, mechanical weeding) can be implemented but need to be validated in terms of technical and economic feasibilities and agronomic and harvest quality impacts. This is the objective of this experiment led between 2008 and 2013, in "traditional" training system (goblet-pruning in high density) on one hand and with arrangement (uprooting one row on two and cordon pruning) on the other hand. Results show that practices impact is especially sensitive economically.

Keywords: production costs, soil management, chemical weeding reduction, vine, wine.

INTRODUCTION

Les diagnostics effectués sur différents bassins versants viticoles ont abouti au constat d'un transfert de certaines substances herbicides vers les eaux superficielles. Dans certains cas, les eaux souterraines sont également concernées (Direction Générale de l'Environnement, 2008). Des actions doivent donc être entreprises pour réduire ces pollutions, la suppression de certaines matières actives, comme l'aminotriazole, ou l'obligation de la diminution des quantités de matière active utilisables à l'hectare, commencée pour le glyphosate, étant susceptibles de se généraliser à plus ou moins long terme.

Les vignobles en Beaujolais-Villages et en Crus, du fait de leur mode de conduite (gobelet, densité élevée) et de leurs caractéristiques pédologiques (sol granitique, faible profondeur) et topographiques (coteaux à pente élevée), sont actuellement mal préparés pour répondre à ces exigences. Des solutions économiquement viables sont difficiles à trouver en coteau si le mode de conduite n'est pas modifié, le type de sol superficiel empêchant l'enherbement et les problèmes d'érosion éliminant la solution du désherbage mécanique. Par contre, sur sol moins pentu et moins superficiel, une modification du type d'entretien du sol pourrait permettre une diminution sensible des désherbants. La faisabilité technico-économique de cette modification est à vérifier.

Outre cet aspect technique, il convient également de prendre en compte les aspects agronomiques et qualitatifs de l'incidence des différentes techniques d'entretien des sols dans le choix des itinéraires techniques adaptés aux diverses situations. La possibilité de modifier le mode de conduite, initiée par les nouveaux décrets (décrets des appellations d'origine contrôlée du Beaujolais de 2004 puis cahiers des charges des appellations d'origine contrôlée du Beaujolais de 2013), qui conduit à une certaine variabilité au niveau de la taille (gobelet, cordon) et des écartements entre rangs, est également un élément à considérer avec attention dans cette problématique entretien des sols, du fait des passages d'outils rendus plus aisés.

Des expérimentations ont donc été mises en place dans ce sens, complétées par une étude économique, de façon à prendre en compte les coûts de production.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Les expérimentations ont été mises en place en 2008 sur deux parcelles, à sol profond et dont les pentes sont de 8-9 %. Ces parcelles (parcelle 1 représentative de la situation actuelle en termes de mode de conduite, et parcelle 2 ayant été aménagée en arrachant un rang sur deux et en transformant la taille gobelet en taille cordon) sont situées l'une à côté de l'autre et étaient intégralement désherbées chimiquement avant la mise en place des essais.

Identifiant :	Parcelle 1	Parcelle 2
Parcelle :	St Etienne la Varenne	St Etienne la Varenne
Sol :	granitique (75% sable, 7% argile)	granitique (77% sable, 7% argile)
Année de plantation :	1988	1985 et 1992
Cépage / porte-greffe :	Gamay / SO4	Gamay / SO4
Densité de plantation :	1,1 m x 1 m	2,2 m x 1 m
Taille :	Gobelet sur échelas	Cordon unilatéral

3 modalités sont comparées sur chaque parcelle (4 répétitions en blocs, de 3 rangs de 40 à 50 cepcs chacun) :

- parcelle non transformée :
 - . témoin désherbé chimiquement (C)
 - . enherbement sur l'inter-rang et désherbage chimique sur le rang (E)
 - . désherbage mécanique sur l'inter-rang et sur le rang (M)
- parcelle transformée (en avril 2008) :
 - . enherbement sur l'inter-rang et désherbage chimique sur le rang (EC)

- . enherbement sur l'inter-rang et désherbage mécanique sur le rang (EM)
- . désherbage mécanique sur l'inter-rang et sur le rang (M).

L'enherbement (à base de pâturin des prés) a été mis en place au printemps 2008 : la moitié de la surface sur la partie non transformée et les deux tiers de la surface sur la partie transformée.

Les contrôles suivants sont réalisés, sur 8 (partie transformée) à 10 ceps (partie non transformée) par parcelle élémentaire :

- poids des bois de taille, surface externe du couvert végétal vigne (SECV), analyses des pétioles début véraison, pourriture grise
- observations floristiques (espèces, taux de couverture)
- contrôles classiques à la vendange : composantes du rendement, qualité des baies
- minivinifications (40 kg) : une minicuve = ensemble des 4 répétitions.

Les différentes modalités ont été vinifiées en vin de garde, en minicuves de 40 kg de vendange. Une minicuve correspond à l'assemblage des 4 répétitions. La levure utilisée est L1515 et la durée de macération est de 6-7 jours. Un ajout d'azote en début de fermentation a été réalisé si la teneur en azote ammoniacal des moûts était faible. Cet ajout a été quasi-systématique sur la partie transformée.

L'étude a été conduite sur 6 années (2008-2013). Les analyses statistiques sur les résultats annuels sont réalisées par analyse de variance.

L'estimation des coûts a été réalisée avec l'outil Viticoût® (www.viticout.com), uniquement à partir des interventions réalisées pour l'entretien du sol, les autres opérations étant identiques sur les différentes modalités, et en prenant en compte l'évolution annuelle des coûts des différents postes (carburant, fournitures, main d'œuvre – voir en annexe 1).

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DES MILLÉSIMES

Les années 2009 (été) et 2011 (printemps) ont été les plus chaudes et les plus sèches. A l'inverse, l'été 2008 a été frais et humide.

Les autres millésimes sont dans la moyenne au niveau température. 2010 a été sec en été, contrairement à 2012, arrosé en début de printemps et en été. 2013 a été caractérisé par des pluies moyennes, un printemps frais et un été chaud.

RÉSULTATS

OPÉRATIONS D'ENTRETIEN DU SOL

Le nombre d'interventions dépend, bien entendu, des caractéristiques climatiques du millésime, qui favorisent plus ou moins le développement des adventices ou de l'herbe semée. En moyenne sur les 6 années d'expérimentation, le nombre d'interventions par an en fonction des modalités est le suivant :

- parcelle non transformée :

C : 2,2 passages désherbage chimique (mixte : glyphosate/flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin)

E : 2 passages désherbage chimique sous le rang (mixte : glyphosate/flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin) et 2 tontes de l'inter-rang

M : 4,3 passages désherbage mécanique (buttage, débutage, lames sous le rang + charrue et griffes sur l'inter-rang)

- parcelle transformée :

EC : 1,8 passage désherbage chimique (mixte : glyphosate/flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin) sous le rang et 2 tontes de l'inter-rang

EM : 3 passages désherbage mécanique sous le rang (buttage, débutage, lames sous le rang + charrue et griffes sur l'inter-rang) et 2 tontes de l'inter-rang

M : 4,7 passages de désherbage mécanique (buttage, débutage, lames sous le rang + charrue et griffes sur l'inter-rang).

OBSERVATIONS FLORISTIQUES

Dans l'ensemble, les parties désherbées chimiquement présentent très peu de développement d'adventices (taux de recouvrement <1%). Les développements d'adventices ont été faibles (du même ordre de grandeur que les parties désherbées chimiquement) en 2008 sur les parties désherbées mécaniquement, malgré la pluviosité du millésime. Cela s'explique par le passé de désherbage chimique des deux parcelles.

Les parties désherbées mécaniquement présentent des salissements variables suivant les années. Sur la partie non transformée, ces développements restent convenables (20%), alors que, sur la partie transformée, ils peuvent être très importants en cas de printemps humides : jusqu'à 80% en 2012 et 2013 en été. Egalement en cas de début d'été pluvieux : cas de 2011. Mais les interventions ont également été moins nombreuses ces années sur la partie transformée.

En termes floristiques, les deux parcelles sont à dominante sétaire, digitale, morelle et séneçon. On note une proportion moins importante de morelle sur les parties désherbées chimiquement à partir de 2010, en lien avec le changement d'herbicide de pré-levée : flazasulfuron puis isoxaben-oryzalin.

Les parties désherbées mécaniquement présentent un développement plus important de liseron et d'amarante sur la partie non transformée. Sur la partie transformée, la même constatation est faite avec, en plus, développement du séneçon. On note également la présence de rumex petite oseille et plantain en fin d'expérimentation.

Les parties enherbées (initialement à base de pâturin des prés) sont restées présentes tout au long des 6 années. Même si la surface réellement couverte a pu fluctuer, elle est toujours restée au minimum à 70-80%. Par contre la flore a évolué, avec implantation de trèfle blanc, de trèfle des champs et présence ponctuelle de séneçon, d'érigéron et de nombreuses asteracées.

RÉSULTATS VITICOLES

Bois de taille

Sur la partie non transformée, C a tendance à être plus vigoureux que E les 3 premières années d'étude, mais sans différence significative.

Sur la partie transformée, EM est moins vigoureux, avec, en moyenne, un poids du sarment inférieur de 25 %. Les différences sont significatives 3 années (2010, 2011, 2012) sur 5 avec M et 2 années (2010 et 2012) sur 5 avec EC.

A noter qu'aucune différence n'a été mise en évidence sur la SECV (surface externe du couvert végétal).

Analyses pétiolaires

Les différences sont peu nombreuses (tableau I) et variables d'un millésime à l'autre sur la partie non transformée. La modalité E présente des teneurs en azote plus faible, en particulier par rapport à C, mais les différences ne sont significatives que 2 années sur 6.

Sur la partie transformée, les teneurs en azote des modalités enherbées (EC et EM) sont inférieures et de façon significative 4 années sur 6, mais avec des écarts faibles : 5-7 % en moyenne. EM

présente un poids de pétiole inférieur (les différences n'étant pas significatives), en lien avec sa vigueur plus faible.

Tableau I : Résultats des analyses pétiolaires (moyenne et écart-type 2008-2013)
Petiole analysis results (mean 2008-2013)

		Non transformé			Transformé		
		C	E	M	EC	EM	M
Poids 50 pétioles	g	5,8 ± 1,1	5,8 ± 1,3	5,7 ± 1,6	6,6 ± 1,2	6,0 ± 1,4	6,8 ± 1,3
N	g/kg	6,0 ± 0,7	5,4 ± 0,5	5,7 ± 0,5	5,4 ± 0,4	5,5 ± 0,5	5,8 ± 0,4
Ca	g/kg	16,7 ± 2,0	16,0 ± 1,5	16,2 ± 1,2	14,9 ± 1,5	14,1 ± 2,3	15,7 ± 2,1
P	g/kg	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,2	2,6 ± 1,2	2,8 ± 1,3	2,3 ± 1,2
K	g/kg	36,7 ± 7,6	36,9 ± 4,0	35,0 ± 7,6	29,6 ± 5,9	30,3 ± 5,0	25,7 ± 7,9
Mg	g/kg	3,4 ± 0,8	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,7	2,9 ± 0,5	2,5 ± 0,5	3,0 ± 0,7
K/Mg		12 ± 4	14 ± 2,3	13 ± 5,2	11 ± 3,6	13 ± 3,7	10 ± 5,7

Résultats à la vendange

Sur la partie non transformée (tableau II), le rendement est très légèrement supérieur sur la modalité C (10% en moyenne) mais les différences ne sont significatives qu'une seule année. Le poids moyen des baies est plus faible sur E, notamment par rapport à C, 3 années sur 6.

Le pH des baies de E est inférieur 2 années sur 6. Aucun effet sur la sensibilité à la pourriture grise n'est mis en évidence.

Les baies de la modalité E sont moins riches en azote ammoniacal (3 années par rapport à M et 4 années par rapport à C) : 79 mg/l en moyenne contre 92 pour M et 95 pour C.

Tableau II : Résultats à la vendange – Partie non transformée (moyenne et écart-type 2008-2013)
Harvest results – Traditional system (mean and standard deviation 2008-2013)

		C	E	M
Poids vendange	kg/cep	1,45 ± 0,30	1,42 ± 0,47	1,37 ± 0,42
Nombre de grappes	/ cep	13,6 ± 0,9	13,9 ± 1,4	13,5 ± 1,6
Poids grappe	g	106 ± 22	102 ± 28	100 ± 21
Poids 100 baies	g	214 ± 20	198 ± 28	205 ± 24
Degré probable	% vol.	11,4 ± 1,2	11,5 ± 1,6	11,6 ± 1,4
Acidité totale	g H2SO4/l	6,1 ± 0,6	6,1 ± 0,7	6,1 ± 0,6
pH		3,19 ± 0,07	3,17 ± 0,08	3,19 ± 0,07
Azote ammoniacal	mg/l	95 ± 16	79 ± 9	92 ± 21
Fréquence pourri*	%	29 ± 17	23 ± 20	24 ± 19
Intensité pourri*	%	3,7 ± 3,2	2,8 ± 2,9	3,3 ± 3,7

*moyenne sur les 4 années où des contrôles ont été réalisés (2008, 2010, 2011 et 2012)

Sur la partie transformée (tableau III), on ne constate ni de différence de rendement, ni de différence de maturité des baies. La modalité M est plus sensible à la pourriture grise 2 années sur 4.

Les baies des modalités enherbées sont moins riches en azote ammoniacal, la modalité EC étant plus riche que EM : 50 mg/l pour EM, 64 pour EC et 82 pour M.

Tableau III : Résultats à la vendange – Partie transformée (moyenne et écart-type 2008-2013)
Harvest results – Redesigned system (mean and standard deviation 2008-2013)

		EC	EM	M
Poids vendange	kg/cep	1,95 ± 0,44	1,93 ± 0,29	2,07 ± 0,41
Nombre de grappes	/ cep	15,0 ± 3,8	14,9 ± 3,0	15,4 ± 2,9
Poids grappe	g	136 ± 33	135 ± 32	138 ± 30
Poids 100 baies	g	202 ± 32	199 ± 31	202 ± 28
Degré probable	% vol.	11,5 ± 1,0	11,4 ± 1,0	11,5 ± 1,1
Acidité totale	g H ₂ SO ₄ /l	5,8 ± 0,4	5,8 ± 0,5	5,8 ± 0,4
pH		3,17 ± 0,05	3,16 ± 0,06	3,19 ± 0,05
Azote ammoniacal	mg/l	64 ± 12	50 ± 5	82 ± 8
Fréquence pourri*	%	34 ± 19	16 ± 9	42 ± 20
Intensité pourri*	%	3,7 ± 2,4	2,1 ± 1,7	6,7 ± 3,7

*moyenne sur les 4 années où des contrôles ont été réalisés (2008, 2010, 2011 et 2012)

RÉSULTATS ŒNOLOGIQUES

Déroulement des fermentations

Les fermentations alcooliques (FA) sont en général plus longues sur les modalités enherbées sur l'inter-rang, que ce soit sur la partie non transformée ou la partie transformée (et malgré l'ajout d'azote) : 4 années sur 6. Les différences sont toutefois au maximum de 3 jours et en moyenne d'une journée.

Sur la partie non transformée, M présente également des durées de FA plus importantes 3 années sur 6, mais d'une seule journée.

Ces écarts sont à relier aux teneurs en azote ammoniacal des moûts, plus faibles sur les modalités enherbées : 2 à 26 % en moins avec une moyenne de 16 % sur la partie non transformée (figure 1), 18 à 52 % en moins avec une moyenne de 38 % sur la partie transformée (figure 2).

Figure 1 : Azote ammoniacal encuvage (mg/l) en fonction des millésimes - Partie non transformée
Must ammonia nitrogen content (mg/l) according to vintage – Traditional system

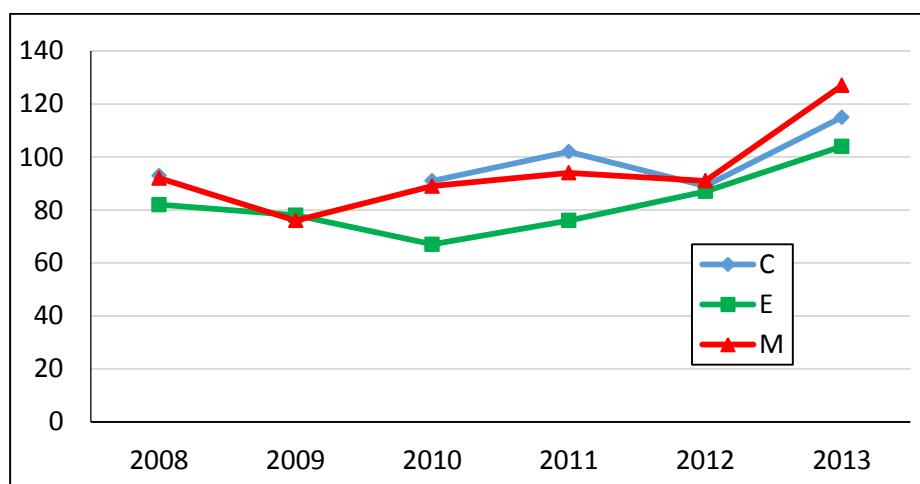
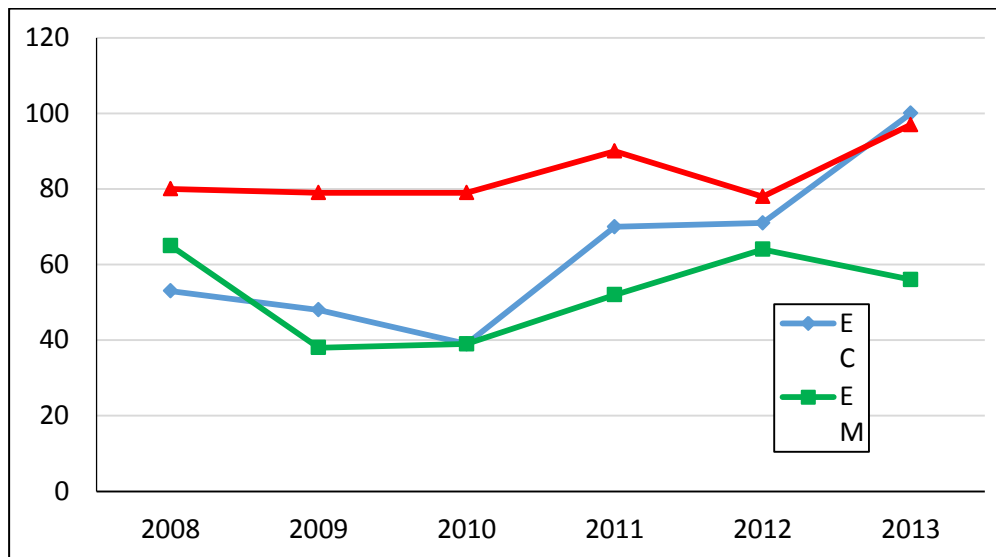


Figure 2 : Azote ammoniacal encuvage (mg/l) en fonction des millésimes - Partie transformée
Must ammonia content (mg/l) according to vintage – Redisigned system



Les teneurs sont plus faibles sur la partie transformée, en liaison avec la proportion plus importante de surface enherbée (2/3 contre 1/2).

Les parties désherbées mécaniquement (M par rapport à C dans la partie non transformée et EM par rapport à EC dans la partie transformée) ont tendance à présenter des teneurs en azote plus faibles et des durées de FA plus importantes que les parties désherbées chimiquement, en liaison avec un développement d'adventices plus important. Les différences restent cependant faibles.

Analyses des vins embouteillés (tableau IV)

Sur la partie non transformée, l'acidité totale est supérieure sur E, 4 années sur 6, en lien avec une acidité volatile (AV) légèrement plus élevée, mais les écarts sont faibles (+ 0,1 g H₂SO₄/l en moyenne par rapport à C). Le pH de cette modalité est plus faible que celui de C (- 0,02 H₂SO₄/l en moyenne), 3 années sur 6, comme cela avait déjà été noté sur baies.

L'intensité colorante est inférieure pour C, 3 années sur 6, en lien avec sa teneur en anthocyanes par rapport à M et son pH par rapport à E. C'est également inférieur en IPT (notamment par rapport à M) et moins riche en tanins par rapport à M et E, 4 années sur 6.

Tableau IV : Résultats des analyses des vins embouteillés (moyenne 2008-2013)
Wine analysis results (mean 2008-2013)

		Non transformé			Transformé		
		C	E	M	EC	EM	M
Acidité totale	g H ₂ SO ₄ /l	3,44	3,54	3,48	3,46	3,49	3,53
Acidité volatile	g H ₂ SO ₄ /l	0,19	0,22	0,19	0,24	0,21	0,20
pH		3,54	3,52	3,53	3,51	3,50	3,49
Intensité colorante	420+520+620	5,10	5,37	5,49	6,85	6,69	6,83
Indice Polyphénols Totaux		40	41	41	45	45	46
Anthocyanes	mg/l	158	154	164	190	182	190
Tanins	mg/l	1471	1515	1539	1721	1724	1741

Sur la partie transformée, l'AV est supérieure sur EC, 5 années sur 6, en particulier par rapport à M, avec un écart de 0,04 H₂SO₄/l en moyenne. On ne constate pas de différence sur les caractéristiques de couleur et les polyphénols.

Analyses sensorielles

Les vins ont été dégustés 7-8 mois après la fin des vinifications, puis 1 an plus tard. Certains millésimes ont également été dégustés 2 ans plus tard.

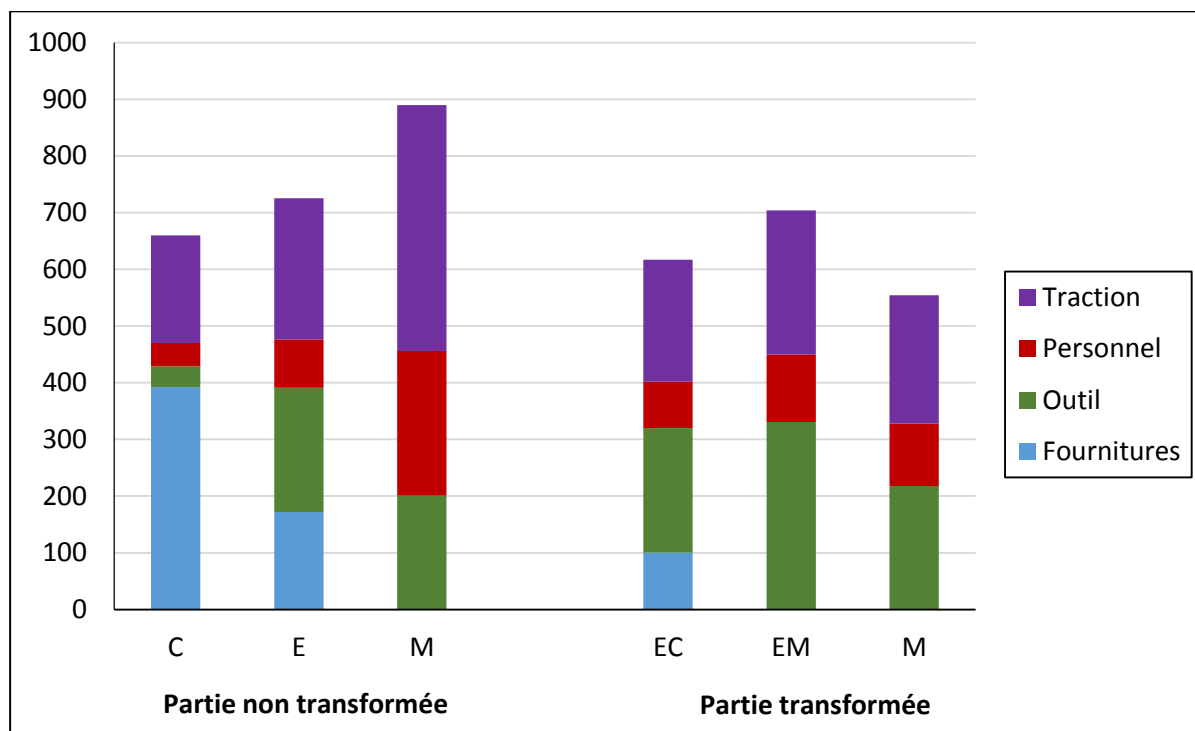
Les différences observées sont rarement significatives et très variables d'un millésime à l'autre, en particulier en première dégustation. Sur la partie non transformée, à la deuxième dégustation, la tannicité est supérieure sur E par rapport à C, 2 années sur 6. L'intensité acide est plus faible pour E par rapport à M à la troisième dégustation, 2 années sur 4. Sur la partie transformée, EC est mieux noté visuellement que EM lors de la dégustation + 1 an, 2 années sur 6. L'intensité acide est jugée plus importante sur M par rapport à EM lors de la dégustation + 2 ans, 2 années sur 4.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES (figure 3)

Des variations annuelles (données non présentées) sont enregistrées, en lien avec les interventions réalisées et les produits (herbicides) utilisés.

En moyenne sur la partie non transformée, la modalité C présente un coût global inférieur, caractérisé par une forte proportion de fournitures (herbicides) et un faible recours à la main d'œuvre. La modalité E, avec un coût global supérieur de 10 %, double le recours à la main d'œuvre, la proportion outil-traction augmentant par rapport à C. La modalité M est la plus coûteuse (+35 % par rapport à C), avec un recours important à la main d'œuvre (6 fois plus que C) et à la traction (un peu plus de 2 fois plus que C).

Figure 3 : Coûts annuels liés à l'entretien du sol (€/ha)
Annual costs of soil management (€/ha)



Sur la partie transformée, c'est la modalité M qui présente le coût global le plus faible, toujours avec un recours important à la traction. Mais les autres modalités sont très proches sur ce poste. La modalité EC, avec un coût supérieur de 11 %, se caractérise, outre l'emploi des herbicides, par une diminution de l'emploi de main d'œuvre (-25 %). La modalité EM est la plus coûteuse (+27 % par

rapport à M), avec un recours légèrement supérieur à la main d'œuvre (+8 %) et surtout une augmentation des coûts liés aux postes outil et traction (+32 % et +35 % respectivement par rapport à C et à EC).

Si on compare les deux essais, au niveau des modalités communes, on constate que la transformation du mode de conduite permet de diminuer le coût de l'entretien du sol de 15 % pour enherbement inter-rang/désherbage chimique rang (E et EC) et de 38 % pour le désherbage mécanique intégral (M), permettant de faire passer cette technique de la moins intéressante sur la partie non transformée à la plus intéressante sur la partie transformée, économiquement parlant.

DISCUSSION

Dans la partie non transformée, les modalités expérimentées donnent des résultats très proches aux niveaux viticole et œnologique. En particulier, la modalité enherbée sur l'inter-rang est peu impactée par la concurrence de l'enherbement, même si des écarts, toutefois faibles, sont enregistrés sur l'azote pétiolaire ou l'azote ammoniacal des moûts. Le désherbage mécanique n'a pas non plus de répercussion sur la vigne ou les baies : le développement des adventices a en général été bien contrôlé, ne permettant pas de concurrence avec la vigne, et le passage des outils ne semble pas avoir eu de répercussion sur le fonctionnement du système racinaire. L'expérimentation est située sur un sol profond (racines trouvées à plus de 1,3 m de profondeur), ce qui peut expliquer le peu de différences enregistrées entre les modalités, malgré la faible fertilité de ce sol sableux. D'autres auteurs ont en effet montré la concurrence liée à l'enherbement, se traduisant par une baisse de vigueur (Casteran *et al.*, 1975 ; Carsouille, 1999 ; Maigre et Aerny, 2000 ; Tesic *et al.*, 2007 ; Boutin et Genevet, 2008), une baisse de production mais moins fréquemment (Casteran *et al.*, 1975 ; Carsouille, 1999 ; Celette, 2007 ; Tesic *et al.*, 2007) et des teneurs en azote dans les pétioles (Carsouille, 1999 ; Maigre et Aerny, 2000 ; Tesic *et al.*, 2007) et les moûts plus faibles (Carsouille, 1999). Par contre Crozier *et al.*, 2004, trouvent des résultats concordant avec ceux de notre étude, sur des vignes à densité de plantation importante.

La diminution de la teneur en azote des moûts peut engendrer des problèmes de fermentescibilité des moûts et une baisse de la qualité des vins (Carsouille, 1999). Ici, les vins ne présentent pas de différence à la dégustation, même si le désherbage chimique a tendance à diminuer la couleur et la richesse en tanins des vins.

Le désherbage chimique sur toute la surface reste la technique la moins coûteuse, en particulier en termes de main d'œuvre. Le désherbage mécanique revient nettement plus cher et se montre gourmand en main d'œuvre. L'enherbement sur l'inter-rang se situe de façon intermédiaire sur ce plan économique.

Dans la partie transformée, l'effet de l'enherbement de l'inter-rang est plus marqué sur la vigueur, l'azote pétiolaire et l'azote des moûts, par rapport au désherbage mécanique intégral. Le fait que la surface enherbée soit plus importante que sur la partie non transformée (2/3 contre 1/3 de la surface) explique cet impact significatif. Il en résulte un écart sur la durée de fermentation alcoolique mais sans effet sur le vin et sa qualité. Rappelons toutefois que ces modalités ont été complémentées en azote en début de fermentation ce qui a permis de limiter les écarts, comme le montrent Cottreau et Carsouille, 1999. On ne constate pas de différence au niveau du rendement.

Par contre les deux modalités enherbées ont un coût économique plus important, surtout la modalité avec désherbage mécanique sur le rang. Contrairement à la partie non transformée, c'est donc le désherbage mécanique intégral qui est le plus intéressant du point de vue économique, ici. Il revient même moins cher que le désherbage chimique intégral de la partie non transformée.

CONCLUSION

Pour des vignes non transformées et dans ce type de condition, l'enherbement et le désherbage mécanique sont des techniques qui peuvent remplacer le désherbage chimique sur le plan agronomique mais pour un coût plus élevé, en particulier pour le désherbage mécanique.

Sur vignes transformées, le désherbage mécanique apparaît comme la technique la plus intéressante parmi les techniques testées, que ce soit sur le plan agronomique ou le plan économique. Elle requiert tout de même une technicité plus importante et une bonne gestion dans l'organisation du travail.

De façon à améliorer la faisabilité de ces techniques d'entretien du sol et leur appropriation par les viticulteurs, de nouvelles expérimentations ont été mises en place, d'une part pour limiter la concurrence de l'enherbement par l'utilisation d'engrais vert, et, d'autre part, pour faciliter l'entretien du rang de vigne par l'enherbement sous le rang, l'inter-rang étant désherbé mécaniquement.

REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être réalisée grâce au concours financier de la Région Rhône-Alpes. 

BIBLIOGRAPHIE

- Boutin F., Genevet B., 2008 - Enherbement spontané et concurrence : bilan de 5 années d'étude en Vallée du Rhône. *Rhône en VO*, 3, 32-37.
- 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.
- Cottureau P., Carsouille J., 1999 - Incidence œnologique de l'enherbement permanent. Possibilité de compensation œnologique. *La Tassée Beaujolaise*, 112, 14-18.
- Crozier P., Pérès G., Leveque J., Cluzeau D., Dousset S., Nouaïm R., Sauvage D., Andreux F., Chaussod R., 2004 - Entretien des sols viticoles en Bourgogne : comparaison de différents itinéraires techniques pendant 10 ans. In : *19^e Conférence du Coloma, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes*, Dijon, 8-10 décembre 2004.
- Direction Régionale de l'Environnement, 2008 - Etat des lieux des pesticides dans les eaux de la région Rhône-Alpes. Résultats de l'année 2006. 20 pages.
- Maigre D., Aerny J., 2000 - Essai d'enherbement et de fumure azotée sur Gamay dans le bassin lémanique. 1. Résultats agronomiques. *Revue suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture*, 32, 3, 145-151.
- 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.

ANNEXE 1 : Hypothèses pour le calcul des coûts

Partie non transformée :

Tracteur enjambeur : 60 000 €

Travail sur 2 rangs par passage pour la tonte et le désherbage chimique.

Combinaisons de travail du sol intercep et inter-rang

Partie transformée :

Tracteur interligne : 35 000 €

Travail sur 1 rang par passage pour tous les matériels.

Les outils de travail dans l'inter-rang sont utilisés à 6 km/h, les interceps à 2,5. La plus petite vitesse est prise en compte dans le cas des combinaisons.

Pour le coût de la main d'œuvre, deux catégories sont distinguées : qualifiée (pour les opérations avec machine) et non qualifiée avec des coefficients différents appliqués au SMIC horaire brut (source INSEE). Le coût du carburant est issu des publications Agreste.