COMPARAISON

de différents itinéraires de désherbage mécanique sous le rang

Bilan d'un essai machinisme mené d'avril à août 2017

Rédacteurs - Contacts : Dimitrios SKOUTELAS - dimitrios.skoutelas@aube.chambagri.fr, Pierre GACHIGNAT
Chambres d'agriculture Vignoble Champenois

RESUME

Les Chambres d'agriculture du Vignoble Champenois mettent en place chaque année plusieurs essais afin de proposer des solutions d'avenir pour les viticulteurs.
L'essai machinisme mené d'avril à août 2017 devait comparer différents itinéraires de désherbage mécanique sous le rang en évaluant leur efficacité mais également leur impact environnemental. Quatre modalités travaillées par cinq outils de la marque Boisselet ont donc été mises en place sur une surface totale de 0,34 hectare située sur la commune de Merrey-sur-Arce (Aube). Ces modalités se différencient les unes des autres par leurs itinéraires techniques au niveau du type d'outil utilisé (rotatif ou à lame), du nombre d'intervention ou encore du système d'effacement de ces outils.
Les observations réalisées tout au long de cet essai ont permis de distinguer les outils à lame des outils rotatifs dans la plupart des critères évalués en présentant notamment une meilleure efficacité de désherbage entre les ceps pour les outils à lame.

***Mots clés** : Sous le rang ; Désherbage mécanique ; Efficacité ; Impact environnemental*

INTRODUCTION

La mécanisation et l'arrivée des molécules herbicides dans les années 1950 ont rapidement refondé les pratiques de désherbage en viticulture en remplaçant le désherbage mécanique à traction animale par un désherbage chimique aujourd'hui de plus en plus contesté. Cette pratique et les avantages qu'elle présente se retrouvent donc confrontés à une pression sociétale toujours plus forte. La viticulture n'échappe pas à cette tendance et la médiatisation grandissante de ce phénomène a logiquement entraîné la mise en place de mesures de restriction concernant l'utilisation de produits phytosanitaires (plan Ecophyto 2, cahiers des charges de certifications…). Les produits herbicides sont les premiers visés par ces mesures, car ce sont notamment les molécules les plus retrouvées dans les eaux de captage mais aussi car il existe des alternatives à leur utilisation (Gaviglio, 2010). Face à ces problématiques, le désherbage mécanique réapparait donc comme une solution incontournable pour la viticulture à l'heure actuelle.
La finalité de cet essai est de pouvoir comparer différents itinéraires techniques mélangeant plusieurs interceps afin de permettre au viticulteur d'avoir un regard plus critique sur ces outils et ainsi pouvoir le guider dans sa prise de décision pour un éventuel investissement.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de l'essai

La parcelle d'essai (0,34 ha), appartenant au domaine Champagne Serge Mathieu, repose sur un sous-sol formé d'une alternance d'assises marneuses et calcaires riches en Exogyra virgula datant du Kimméridgien supérieur et moyen (BRGM), (NC). La pente, d'environ 30%, est homogène sur toute la parcelle et s'oriente vers le sud. Le sol, travaillé depuis environ 25 ans sous le rang et dans l'inter-rang, est de texture argilo-limoneuse et le pourcentage d'éléments grossiers varie de 40% à 50%.

Matériel végétal mis à disposition :

- Porte-greffe : 41B,
- Cépage : Pinot Noir,
- Mode de conduite : cordon de Royat,
- Densité de plantation : 8666 pieds/hectare.

Outils utilisés

5 outils interceps ont été employés pour cet essai et appartiennent exclusivement à la gamme BIO-MATIC de la marque Boisselet. Les outils composants cette gamme ont la particularité de tous s'adapter sur un système de « servo-moteur » qui relie l'outil à un porte-outil et est composé d'un circuit hydraulique. Ce système a pour avantage de permettre un gain de temps lors du changement d'outil. Quatre des cinq outils sont munis d'un système d'effacement hydraulique fonctionnant grâce à un palpeur (tige horizontale positionnée devant l'outil et permettant de détecter les ceps de vigne pour les éviter) :

- **Cutmatic** : outil à lame plate non-animée à utiliser sur un sol de préférence préalablement ameubli. Outil fonctionnant par sectionnement des racines grâce à une lame avançant parallèlement par rapport à la surface du sol.
- **Starmatic** : outil animé rotatif hydraulique composé d'un moyeu à trois dents en forme de « L » utilisable sur tout type de terrain même caillouteux, enherbé ou non cultivé depuis plusieurs années. Outil fonctionnant par binage et retournement de la terre.
- **Petalmatic** : outil animé rotatif hydraulique composé d'un disque concave formé de 3 « pétales » et d'un cylindre central lisse, utilisable sur tout type de terrain même difficile grâce à un faible angle d'attaque. Outil fonctionnant par fragmentation des mottes de terre et désolidarisation des adventices.
- **Brosmatic** : outil animé rotatif hydraulique composé d'un moyeu à brosse métallique, permettant un désherbage superficiel sans déplacer la terre. À utiliser de préférence sur sol sec en fin de saison.

Un **cinquième outil** n'appartenant pas à la gamme BIO-MATIC a également été utilisé. Il s'agit d'une lame comparable à celle composant le Cutmatic mais qui n'est cette fois pas équipée d'un système d'effacement hydraulique. Cet outil est ici appelé « lame mécanique ». Montée derrière l'un des quatre outils cités précédemment, cette lame mécanique permet un désherbage de meilleure qualité autour des ceps puisqu'elle vient s'appuyer sur le pied de vigne avant de pouvoir le contourner grâce au ressort mécanique qui la compose (Gaviglio, 2013).

La parcelle mise à disposition pour cet essai n'étant pas enherbée, l'entretien de l'inter-rang fut réalisé grâce à des griffons de manière à ce que l'ensemble de la surface du sol soit travaillé. Sur les dix rangs que comptait chaque modalité, l'enjambeur réalisait 2 aller-retour et demi de manière à ce que chaque rang soit travaillé une fois en descendant et une fois en montant. Pour assurer leur mise

en œuvre, ces outils étaient montés sur un tracteur enjambeur 3 rangs, modèle Bobard 1096 (180 ch) d'environ 6100 kg fonctionnant à environ 1600 tr/min (Bobard 1096 Ti, s.d.).

Modalités mises en place

Date de passage	Modalité 1 (Lame)	Modalité 2 (Mix)	Modalité 3 (Rotatif)	Modalité 4 (Vigneron)
14 avril	Cutmatic	Starmatic	Starmatic	Starmatic + lame mécanique
15 mai	Cutmatic	Cutmatic	/	Cutmatic + lame mécanique
22 juin	Cutmatic	Brosmatic	Petalmatic	Cutmatic + lame mécanique

Mesures réalisées

- **Efficacité du désherbage entre les ceps** : évaluée grâce à un suivi floristique sur un total de 48 placettes pour l'ensemble de l'essai soit 12 placettes par modalité. Ce suivi a été effectué, à chaque relevé, grâce à un cadre de comptage de 0,1 m^2 et une application mobile « Canopéo » mesurant le pourcentage de recouvrement du sol par les plantes. Cette application, développée par l'université de l'Oklahoma fonctionne en utilisant l'appareil photo du mobile utilisé. Sur chaque placette les plantes présentes dans le cadre de comptage sont identifiées et dénombrées puis le pourcentage de recouvrement est déterminé via l'application (Patrignani et Ochsner, 2015). Une moyenne du pourcentage de recouvrement est ensuite réalisée pour chaque modalité.
  Après chaque passage, l'efficacité de l'outil utilisé a été déterminée en soustrayant le pourcentage de « recouvrement du sol par les plantes » mesuré avant le passage par celui mesuré après le passage. Ce résultat est ensuite divisé par le taux de recouvrement initial pour obtenir le pourcentage de végétation supprimée suite au passage de l'outil. Une moyenne des efficacités calculées est ensuite réalisée pour chaque outil (excepté ceux ayant été utilisés une seule fois).
- **Efficacité du désherbage autour des ceps** : évaluée en dénombrant le nombre de plantes présentes dans un rayon de 15 cm autour du cep situé en amont de chaque placette. À chaque relevé, une moyenne était ensuite réalisée, modalité par modalité, afin de suivre l'évolution de ce paramètre dans chaque modalité au cours de la saison.
  Pour cette partie les résultats n'ont pas été interprétés outil par outil mais modalité par modalité puisque seule la modalité « vigneron » était composée de lame mécanique dont le but était de désherber cette zone spécifiquement.
- **La consommation de carburant par outil** : évaluation après chaque intervention du volume consommé.
- **Le temps de travail par outil**
- **Les blessures engendrées sur le matériel végétal** : après chaque intervention, estimées par observation de 30 ceps par modalité. Pour la notation de ces observations une échelle d'intensité de blessure a été mise en place, cette échelle allant de 0 à 3.

  0 : aucune blessure observée

  1 : cep légèrement touché. Exemple : légère coupure à la base du cep provoquée par une lame

2 : cep gravement touché. Exemple : rameaux ou charpente arrachés
3 : cep arraché

- **L'évolution du type de flore** au sein de chaque modalité. La proportion entre les plantes de différents types biologique (annuelle, bisannuelle, pluriannuelle, vivace) a également été calculée à chaque relevé pour évaluer l'évolution de ce critère au cours de la saison.

RESULTATS

Efficacité du désherbage entre les ceps

Paradoxalement, les résultats présentés en *figure 1* montrent que les interceps à lame (Cutmatic et lame mécanique) offrent une meilleure efficacité de désherbage entre les ceps que les outils rotatifs.

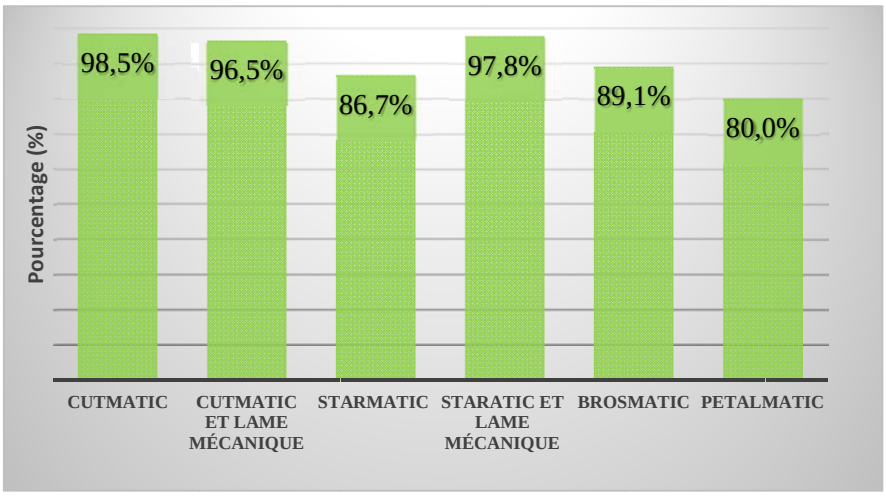

Figure 1 : Histogramme représentant, pour chaque outil, le pourcentage d'efficacité de désherbage entre deux ceps (Source personnelle)

Au cours de l'essai, les lames ont permis d'éliminer plus de 96% de la végétation présente au sol alors que les outils rotatifs n'ont en moyenne pas dépassé 90%. Pour les associations « Starmatic et lame mécanique » et « Cutmatic et lame mécanique », ces bons résultats s'expliquent en partie par le fait que deux outils montés l'un derrière l'autre sur le porte-outil sont logiquement plus efficaces qu'un seul. Ceci n'explique cependant pas tout puisque l'outil Cutmatic seul a permis d'obtenir une efficacité équivalente.

La première explication à ces différences d'efficacité entre lame et rotatif est la surface de travail des outils. Cette surface travaillée est en effet plus importante pour les outils à lame que pour les outils rotatifs. Bien réglés, les Cutmatic offrent un recouvrement quasi total entre la zone qu'ils travaillent et la zone travaillée par les griffons dans l'inter-rang. Les outils rotatifs, bien que visuellement plus impressionnants et plus puissants, n'ont pas permis de travailler sur la totalité de la surface du sol.

Le mode de fonctionnement des interceps joue également un rôle au niveau de la différence d'efficacité entre lame et rotatif. Les outils à lame, en sectionnant le système racinaire des plantes adventices, éliminent efficacement l'ensemble des plantes touchées par l'outil. Avec l'utilisation d'interceps rotatifs, certains types de plantes (chardons par exemple) à système racinaire pivotant ne sont pas arrachés, mais seulement couchés par l'outil.

Efficacité du désherbage autour des ceps

Elle a été mesurée par le suivi du nombre de plantes autour des ceps par modalité (*Figure 2*) et non par pourcentage de recouvrement. L'efficacité de désherbage autour des ceps est meilleure dans la modalité « vigneronne » car le nombre d'adventices autour des ceps est toujours inférieur dans cette modalité par rapport aux trois autres. Ce nombre varie de 2 à quasiment 0 pour la modalité « vigneronne » alors que les autres modalités présentent en moyenne au minimum une plante de plus autour du cep.

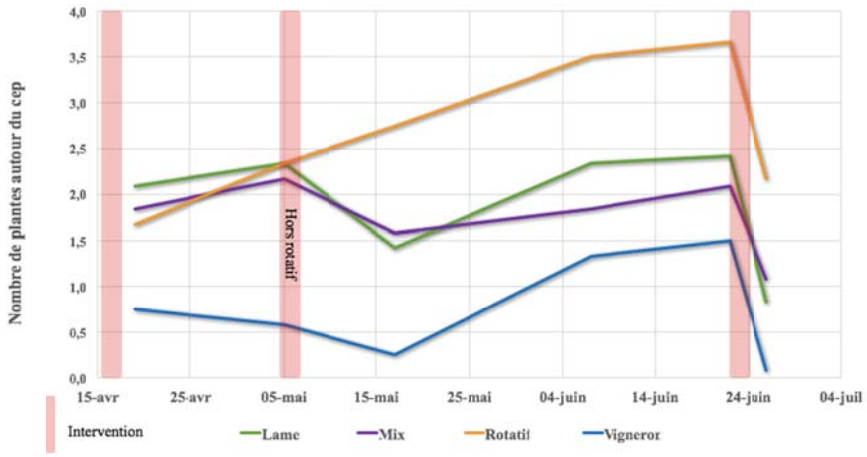

Figure 2 : courbe de suivi du nombre de plantes autour des ceps au sein des quatre itinéraires techniques (source personnelle)

L'évolution similaire de ce nombre pour les modalités « lame » et « mix » montre bien que seules les lames mécaniques ont un réel impact sur le désherbage de cette zone mais que les autres interceps à système d'effacement hydraulique ne se démarquent pas les uns des autres pour ce critère.

Blessure sur le matériel végétal

Les résultats (*Figure 3*) montrent qu'aucun dégât n'a été observé après utilisation du Cutmatic seul. Ces résultats peuvent s'expliquer par la simplicité de fonctionnement de cet outil et également par le fait que le tractoriste l'utilise depuis de nombreuses saisons. Cependant, couplé à une lame mécanique l'utilisation du Cutmatic a entraîné un taux de 12% de « blessures légères ». Ce même type de blessure est retrouvé dans les mêmes proportions pour l'association du « Starmatic et lame mécanique ». La lame mécanique, en venant s'appuyer contre la base du cep pour le contourner, provoque de petites entailles de quelques millimètres de profondeur sur quelques centimètres de largeur au niveau de la partie superficielle de l'écorce. Un léger écoulement de sève est alors visible durant quelques heures puis la plaie sèche rapidement. Les blessures graves de type « cep fortement touché » ou « cep arraché » ont été observées seulement après l'utilisation des trois outils rotatifs. Le taux de blessures graves plus faible (3%) obtenu avec l'outil Starmatic comparé au taux de blessures graves obtenu avec Brosmatic et Petalmatic (respectivement 10% et 7%) s'explique encore une fois par le fait que le Starmatic est un outil couramment utilisé par le

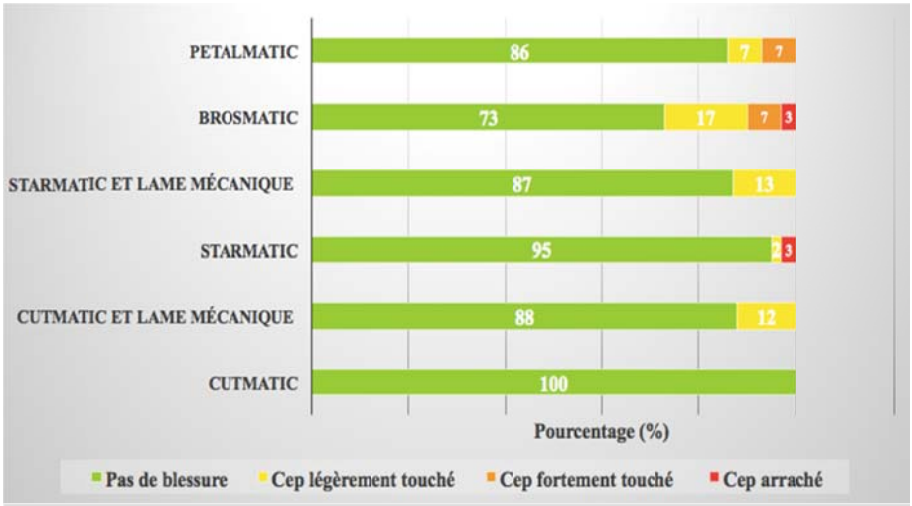

Figure 3 : histogramme comparant le taux de blessures sur cep outil par outil (source personnelle)

tractoriste.
Le taux de blessures important obtenu avec le Brosmatic s'explique par la hauteur inadaptée du modèle utilisé. La vigne étant taillée en cordon de Royat sur cette parcelle, le haut de l'outil venait rencontrer la charpente au niveau du fil lieur provoquant parfois l'arrachement de rameaux ou même de pieds entiers. Le Brosmatic a été utilisé à une profondeur de travail comparable à celle du Starmatic ou Petalmatic alors que cet outil doit être réglé pour travailler en surface sur sol sec. On peut donc penser que dans les conditions d'utilisations préconisées les dégâts auraient été plus importants puisque la hauteur de l'outil aurait été encore plus problématique vis-à-vis des charpentes. De nouveaux modèles de Brosmatic équipés de brosses plus courtes sont actuellement à l'essai pour pallier à ce problème d'encombrement. Ces résultats montrent malgré tout que les outils rotatifs de par leur puissance à celle des outils à lame demandent plus de technicité et plus de réglages pour leur mise en œuvre.

Temps de travail par outil

Ce critère est directement influencé par la vitesse d'avancement choisi par le tractoriste pour chaque outil. Le *tableau 1* montre que les vitesses d'avancement mesurées au cours de cet essai sont en deçà des valeurs citées dans la littérature en particulier pour l'utilisation du Cutmatic. Ces faibles vitesses peuvent se justifier par la forte pente que présente la parcelle d'essai et également par les habitudes de conduite du tractoriste. Les vitesses mesurées pour les outils à lames restent cependant supérieures à celles mesurées pour les outils rotatifs (*Tableau 1*). Les 130 min/ha mesurée pour l'utilisation du Cutmatic avec ou sans lame mécanique confirme bien que cet outil est le plus rapide d'utilisation. En effet, l'utilisation du Starmatic (avec ou sans lame mécanique) et du Petalmatic nécessite respectivement 198 min/ha et 201 min/ha alors que cette durée monte à 240 min/ha pour le Brosmatic (*Figure 4*).

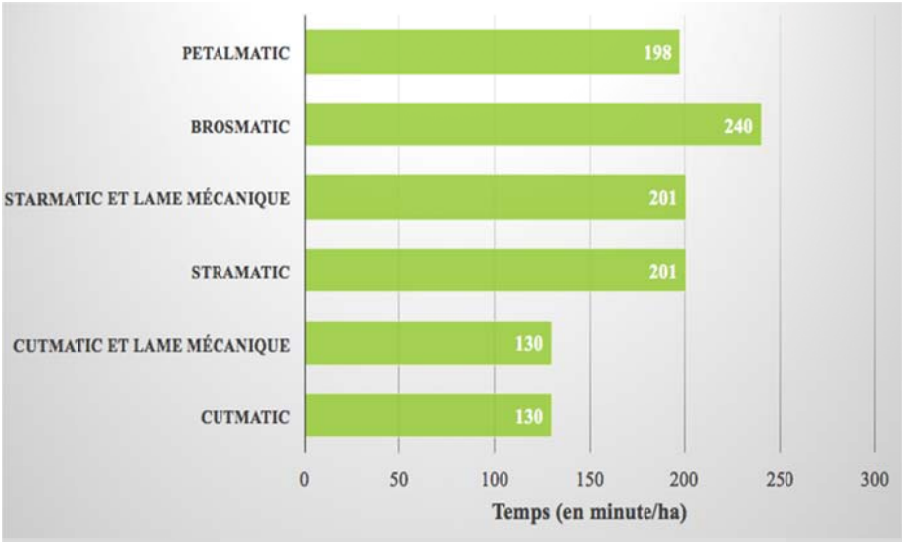

Figure 4 : histogramme représentant le temps de travail par hectare pour chaque outil (source personnelle)

Tableau 1 : Profondeurs de travail et vitesses d'avancement mises en œuvre pour chaque outil (Source personnelle)

	Cutmatic	Cutmatic et lame mécanique	Starmatic	Starmatic et lame mécanique	Petalmatic	Brosmatic
Vitesse d'avancement (km/h)	2,5	2,5	1,8 à 2	1,8 à 2	1,8 à 2	1,3 à 1,4
Profondeur de travail (cm)	6	6	8	8	8	7

Consommation de carburant

Les contraintes liées à la parcelle (% de pente, % d'éléments grossiers, type de sol) ainsi que le tracteur utilisé au cours de cet essai étant identiques pour tous les outils mis en œuvre, la consommation de carburant fut essentiellement influencée par les paramètres vitesse d'avancement, profondeur de travail et utilisation du circuit hydraulique. Les mesures réalisées offrent des résultats similaires pour le Cutmatic ainsi que pour l'association « Cutmatic et lame mécanique » avec respectivement 11,78 L/ha et 11,84 l/ha (*Figure 5*). En comparaison, les résultats obtenus pour le Starmatic et pour l'association « Starmatic et lame mécanique » sont respectivement de 13,09 L/ha et 11,77 L/ha. Il paraît cependant peu probable que l'association « Starmatic et lame mécanique » ait en réalité consommée moins que les outils à lame sachant que son temps de travail à l'hectare est 35% plus élevé que celui des interceps à lames et que le Starmatic a besoin d'un débit d'huile hydraulique plus important (25 l/min contre 6 à 15 L/min pour le Cutmatic). Les 13,09 L/ha mesurés pour le Starmatic seul paraissent donc plus cohérents vis-à-vis des caractéristiques de l'outil. La mauvaise utilisation du Brosmatic commentée dans la partie « blessures sur le matériel végétal » permet d'expliquer la valeur importante de 21,94 l/ha mesurée pour cet intercep. En effet cet outil n'étant pas conçu pour travailler le sol même de façon superficielle, il est probable que son utilisation dans ces conditions ait entraîné une surconsommation de carburant.

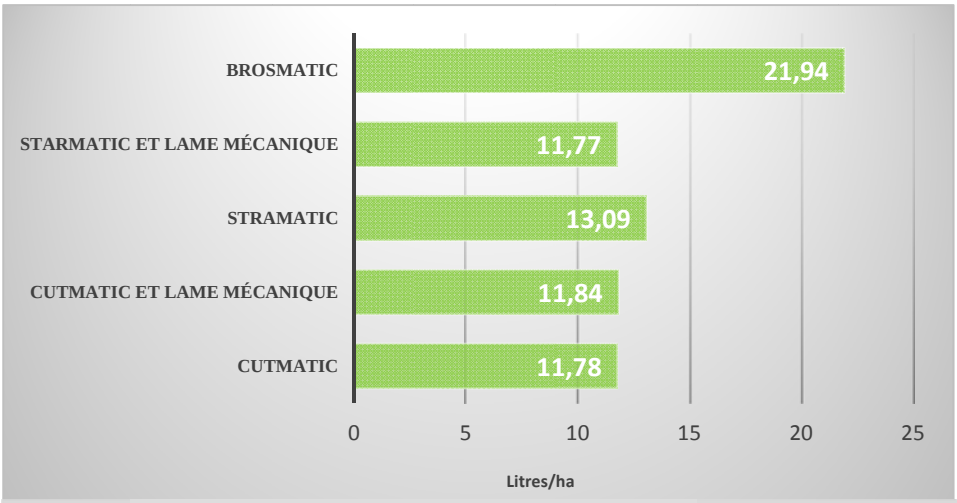

Figure 5 : histogramme représentant la consommation de carburant par hectare pour chaque outil (source personnelle)

Evolution du type de flore

L'identification des plantes à chaque relevé a permis de mesurer l'impact des différentes modalités sur l'évolution du type de flore au sein de celles-ci. Sur les quatre types biologiques de plantes que l'on peut rencontrer (annuelle, bisannuelle, pluriannuelle et vivace), seules des plantes de type annuelles, annuelles/bisannuelles ou vivaces ont été identifiées.

Une première comparaison du pourcentage annuelle/vivace a été réalisée avec les données obtenues avant le premier passage et celles obtenues avant le troisième dans le but d'évaluer l'impact qu'a pu avoir l'impasse réalisée sur le deuxième passage dans la modalité « rotatif ». Les annuelles étant présentes en plus grande proportion avant le premier passage (entre 65% et 84%), il semblerait que le fait de réaliser un passage de moins ait permis de limiter le développement des vivaces en leur laissant moins d'espace pour se développer.

La lecture des résultats montre en effet que c'est dans la modalité « rotatif » que la proportion de vivaces a le moins progressée entre ces deux dates (+10%) alors que pour les modalités « lame », « mix » et « vigneron » les progressions sont respectivement de +19%, + 29% et +36%. En comparant les pourcentages annuelle/vivace obtenus avant le premier passage et ceux obtenus en

fin de saison (11 août) on observe qu'un retour à la normale s'effectue puisque les pourcentages observés sont à peu de choses près les mêmes qu'en début de saison (*Figure 6*). Il serait donc intéressant de mesurer l'impact de ce type de modalités (différents outils, nombre de passages différent) sur l'évolution du type de flore sur plusieurs saisons.

	Lame	Mix	Rotatif	Vigneron
		10 avril		
Annuelles (%)	65	73	75	84
Vivaces (%)	35	27	25	16
		11 août		
Annuelles (%)	71	83	73	83
Vivaces (%)	29	17	27	17

10 avril : Avant le premier passage
11 août : 50 jours après le troisième passage

Récapitulatif du 10 avril au 11 août

	Lame	Mix	Rotatif	Vigneron
Annuelles (%)	+ 6 %	+ 10 %	- 2 %	- 1 %
Vivaces (%)	- 6 %	- 10 %	+ 2 %	+ 1 %

Figure 6 : évolution du type de flore au sein de chaque modalité entre le 10 avril et le 11 aout (source personnelle)

CONCLUSIONS

Les résultats issus de la modalité « vigneron » montrent que sur un sol déjà travaillé, l'utilisation du couple « Cutmatic et lame mécanique » tout au long de la saison apparaît ici comme la meilleure solution en termes d'efficacité de désherbage (entre et autour des ceps) et d'impact environnemental. L'utilisation d'une lame mécanique présente donc un intérêt non négligeable en permettant le désherbage de la zone la plus difficile d'accès pour un outil intercep. Malgré les blessures légères occasionnées à la base des ceps, son utilisation dans de bonnes conditions comme ce fut le cas lors de cet essai permet un gain de temps précieux au viticulteur en lui épargnant un désherbage manuel supplémentaire autour des pieds.

Bien que moins performants que les outils à lame sur le plan de l'efficacité, les interceps rotatifs présentent d'autres intérêts notamment grâce à leur puissance. En début de saison sur sol sec ou sur un sol non travaillé, ces outils permettent d'ameublir le sol en fragmentant les mottes de terre afin de réaliser un émiettement suffisamment fin pour assurer la bonne efficacité des interventions suivantes. Les déplacements de terre entraînés par ce travail du sol plus agressif doivent cependant être gérés pour ne pas créer de déséquilibre entre rang et inter-rang. La puissance apportée par le circuit hydraulique permet également à ces interceps de bénéficier d'une bonne efficacité même avec une pression de plantes adventices plus importante comme lors de la troisième intervention de l'itinéraire « rotatif ». De par leur puissance, la bonne utilisation des interceps rotatifs demande donc plus de soin et de réglages par rapport à des outils à lame si l'on souhaite limiter les risques liés à leur emploi.

L'itinéraire « rotatif » avec la réduction du nombre d'interventions a également montré qu'il était possible, sur cette parcelle, d'aller au bout de la campagne de désherbage 2017 en ne réalisant que deux interventions puisque les relevés du 11 août montrent que cette modalité n'est pas celle ou le recouvrement du sol par les adventices est le plus élevé (Annexe 1 à 8). Cependant, appliquer cet itinéraire sur tout son parcellaire expose le viticulteur à tous les risques liés à un enherbement trop développé (concurrence hydrique et azotée, hygrométrie plus élevée, encombrement). Ce choix est donc à raisonner en fonction des conditions pédoclimatiques de l'année, du rendement recherché par le viticulteur ou encore de la tolérance de celui-ci vis-à-vis des adventices.

Bibliographie

Bureau de Recherches Géologiques et Minières. (NC). Carte géologique à 1/50000 Bar-Sur-Seine. Nancy: Berger-Levrault.

Gaviglio C. (2013). Gestion des sols viticoles. Paris: France Agricole.

Patrignani A., Ochsner T. E. (2015, Septembre 25). Canopeo: A Powerful New Tool for Measuring Fractional Green Canopy Cover. Agronomy Journal, 107.

Webographie

Bobard 1096 Ti. (s.d.). Récupéré sur basse_jm_web: http://91.191.144.132/basset_jm_web/FR/PGEAWPFICPRO-PR000096.awp?&P2=2-CA000014_1-ZAZ_3-CA_4-ZAZ_5-99999_6-2013_7-75000_8-TarifPro_9- AnneePro_10-NomMar_11-PuissancePro_12-DateDerModPro&P3=&P4=5&P5=0

Gaviglio C. (2010, Juillet 7). L'entretien du sol dans une viticulture durable. Récupéré sur techniloire.com: http://www.techniloire.com/documents/124963587/actes_entretien_sol.pd