

Alternatives au désherbage chimique sous le rang : désherbage mécanique

ITINÉRAIRES

n°21

Sommaire

Diversité des matériels et intérêts	page 4
Adéquation type de matériel / type de sol / type d'adventice	page 8
Désherbage mécanique sous le rang : principe, conditions de réussite et réglages	page 10
Innovations et configurations intéressantes	page 12
Interactions avec les pratiques culturales	page 14
Stratégies de désherbage mécanique	page 16
Impacts sur le rendement et la qualité du vin	page 18
Coût des alternatives au désherbage chimique sous le rang	page 21
Gaz à effet de serre et Bilan Carbone®	page 22



P. Mackiewicz, IFV

Avant-propos

Que ce soit volontairement ou en application des dispositions réglementaires nées avec le Grenelle de l'Environnement, le vigneron est engagé dans des pratiques au vignoble et au chai qui s'inscrivent dans l'objectif du développement durable. L'entretien des sols et la protection phytosanitaire sont directement concernés.

Depuis plusieurs années, les équipes de l'IFV ont tenté d'anticiper sur cette évolution et ont recherché des techniques adaptées. Ce document a pour ambition d'apporter des réponses à la question complexe du désherbage sous le rang de vigne, grâce à la mise en œuvre de solutions alternatives à l'emploi des herbicides. Comment se préparer à ces solutions ? Quels sont les outils disponibles ? Les pages qui suivent donnent un état des lieux et apportent les conseils et références technico-économiques nécessaires.

Jean-Pierre Van Ruyskensvelde
Directeur Général de l'IFV

Introduction

Le désherbage des vignes a plusieurs objectifs : limiter la concurrence par rapport aux ressources hydriques et azotées, maintenir un état sanitaire correct en évitant que les herbes ne montent au cœur des souches, et de surcroît contribue à l'aspect esthétique des vignes, vecteur d'image pour le vin. L'utilisation des herbicides permet une très bonne maîtrise de la flore adventice du vignoble dans la majorité des cas. De plus, leur emploi est relativement simple et rapide. Cependant, la découverte de nombreuses molécules herbicides parmi les produits phytopharmaceutiques détectés dans les points de captage destinés à l'eau potable est à l'origine d'une forte pression sociale et politique pour la réduction, voire la suppression de l'usage des dites molécules. La préservation de la qualité de notre ressource en eau potable est l'enjeu principal de la recherche de solutions alternatives.

Les alternatives au désherbage chimique sont multiples : désherbage thermique, désherbage mécanique, enherbement. On distingue le travail de l'inter-rang du travail de celui de la ligne des souches. La recherche d'alternatives pour l'entretien de l'inter-rang est plus simple : le travail du sol est possible dans beaucoup de situations, de même que l'enherbement. De ce fait, la situation la plus courante aujourd'hui est de n'avoir recours aux herbicides que pour la ligne des souches, soit selon le vignoble concerné, encore 30 à 50 % de la surface. Cette zone sous les souches est plus délicate à travailler, car il faut éviter les ceps et cela réduit fortement la vitesse d'avancement.

Les constructeurs de matériels viticoles ont bien pris en compte cette nouvelle demande et proposent aujourd'hui un panel d'outils pour répondre à cette problématique de désherbage alternatif. L'enjeu des expérimentations mises en place par l'IFV était de cerner les capacités et les limites de ces outils, afin d'en définir les conditions optimales d'utilisation. Ce document fait la synthèse des observations et mesures réalisées au cours des diverses expérimentations menées par l'IFV depuis 2000.

Christophe Gaviglio
Responsable machinisme viticole



Diversité des matériels et intérêts

La diversité des outils présents sur le marché permet de trouver la meilleure solution pour s'adapter à son terrain, ses objectifs et aux différentes conditions rencontrées au cours de la saison.

Désherbage thermique

Le désherbage thermique s'adresse en priorité aux situations où toute autre alternative serait difficile à mettre en place : sol en pente impossible à travailler sans risque d'érosion, présence de pierres trop importante. Les matériels testés par l'IFV ont montré les progrès réalisés par ces appareils sur la maîtrise du phénomène de bulle chaude et donc le respect de l'intégrité des raisins. La consommation de gaz reste importante et le nombre de passages nécessaires élevé. Le désherbage thermique est réalisable en situation humide, car la vaporisation provoquée par le radiant enveloppe l'intégralité de la plantule à détruire. Il reste intéressant en association avec un désherbage chimique de prélevée pour réaliser un travail d'entretien une fois le printemps passé.

Les vitesses de passage sont limitées, autour de 3 km/h, pour laisser au radiant le temps nécessaire à son action.



C. Gaviglio, IFV

Désherbage thermique Souslikoff

Constructeurs proposant ce type de matériels : 2EBalm-Breton, Souslikoff, Jaulent.

Désherbage mécanique

■ Diversité des outils

Le désherbage mécanique sous le rang est réalisable avec trois grandes catégories d'outils qu'il est possible et même souhaitable d'alterner au cours de la saison :

- Décavaillonneuses légères
- Houes rotatives
- Lames intercepts équipées ou non d'ailettes de fragmentation.

D'autres outils viennent éventuellement en complément pour gérer les déplacements de terre, des disques par exemple, ou des coutres, qui permettent aux outils de travailler en condition de terre dure.



C. Gaviglio, IFV

Décavatic Boisselet



C. Gaviglio, IFV

Cutmatic Boisselet avec coutre à l'avant pour faciliter le travail de la lame



Y. Heinzié, IFV

Lames intercep Braun sur châssis enjambeur



Ferrand

Lame intercep Ferrand avec ailettes de fragmentation et contrôle dévers



Y. Heinzié, IFV

Houe rotative Pétaumatic Boisselet



C. Gaviglio, IFV

Lame sarcluse Humus Hugg avec dispositif d'effacement mécanique



C. Gaviglio, IFV

Tournesol Pellenc avec palpeur de recentrage et cloche de contournement par appui

■ Diversité des systèmes d'effacement

- Mécanique : le plus simple et le plus robuste (Humus, Souslikoff)
- Hydraulique : du plus simple au plus perfectionné (Boisselet, Clemens)
- Electro-hydraulique : réglage plus fin, progressivité et sensibilité (Gard, Terral)
- Par appui : meilleure efficacité autour des souches (Pellenc).

Cette diversité permet de faire le meilleur choix en fonction du type de sol à travailler, de l'âge des vignes, de la largeur à travailler. La plupart des constructeurs proposent en conséquence une gamme complète de matériels à adapter sur leur porte-outil qui réalise l'effacement devant la souche.

Efficacité intrinsèque des outils et mode d'action

Suivant leur profil, les outils ne désherbent pas de la même manière :

Les décaillonneuses retournent une bande de terre, enfouissant les parties végétatives des adventices et mettant les racines à nu. L'impact est très fort, mais le profil de l'outil peut être agressif vis-à-vis des racines superficielles de la vigne.

Les outils rotatifs fonctionnent par sectionnement, arrachement et dispersion. Selon le profil des lames et la vitesse de rotation, la houe rotative crée un émiettement plus ou moins important. La puissance demandée peut imposer la présence d'une centrale hydraulique entraînée par la prise de force.

Les lames sont plutôt utilisées en entretien. Leur mode d'action très simple est plus limité en termes d'efficacité de désherbage, mais il peut être amélioré par l'adjonction de dispositifs permettant la fragmentation de la terre soulevée et donc la dissociation adventices / mottes de terre.

Résultats d'essais

Depuis 2002, l'IFV a testé un panel important mais non exhaustif d'outils issus des gammes des constructeurs en vignes étroites comme en vignes larges. Le graphique suivant récapitule les performances enregistrées pour chaque gamme d'outils. En raison des conditions expérimentales variables qui ont été rencontrées à chaque session avec un constructeur, **il ne s'agit pas ici de comparer les marques entre elles mais plutôt de montrer, au sein d'une gamme, les capacités des différents outils confrontés à une situation similaire.** Une appréciation globale

Ne pas se cantonner à un seul type d'outil permet de gérer la flore adventice en fonction de l'état du sol et d'optimiser le temps passé au désherbage.



C. Gaviglio, IFV

Lame intercep Clemens équipée d'une herse verticale

(note) est dans ce sens plus pertinente qu'un résultat chiffré (pourcentage d'efficacité). Ce graphique montre d'une part, la dispersion des résultats et d'autre part, que la meilleure efficacité est obtenue avec les outils rotatifs ou avec les décaillonneuses. Les lames permettent quant à elles une bonne approche des souches. Ces résultats, obtenus avec des réglages réalisés par les constructeurs, sont sujets à variation en fonction des conditions rencontrées comme il est précisé par la suite. Il est toujours possible de les optimiser.

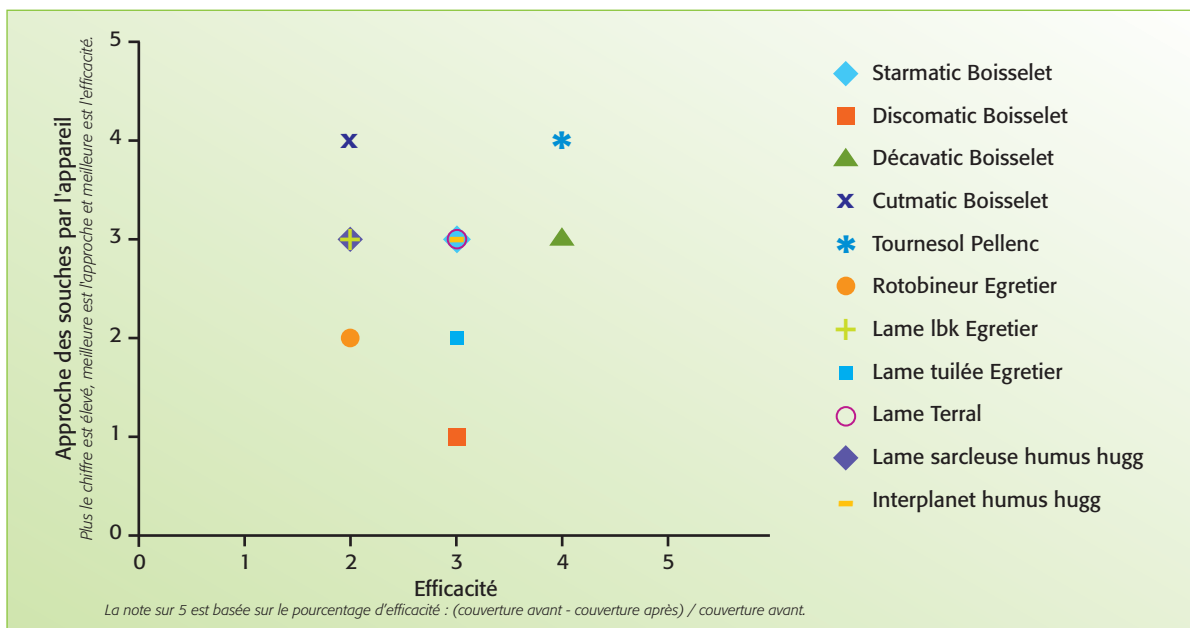


Figure 1 **Appréciations de onze matériels lors d'essais IFV réalisés en 2003 et 2004**

Privilégier les réglages et une vitesse adaptée.

■ Approche de la souche

Cette mesure est effectuée sur 20 souches consécutives, devant et derrière mais aussi sur les côtés. Même si elle est grandement déterminée par le réglage, elle donne une idée de la capacité des outils à bien désherber à proximité de la souche sans provoquer de blessure. L'utilisation d'un cure-cep (cf. p. 13) améliore le résultat. Le résultat dépend aussi de l'état de la terre et donc de la résistance à l'avancement et au mouvement de l'outil autour de la souche.

■ Taux de blessures

Cette mesure est réalisée sur 50 souches par observation des lésions profondes sur le bois : un simple écorçage n'est pas comptabilisé comme blessure. Une partie du résultat est imputable au réglage de l'outil, l'autre à son profil. Le tableau synthétique suivant ne mentionne les résultats que des outils utilisés à une vitesse correcte. Les essais ont montré que **l'augmentation de la vitesse est le principal facteur d'augmentation du taux de blessures.**

Marque	Outil	Taux de blessures (%)
Boisselet	Starmatic	2
	Discomatic	4
	Décavatic	2
	Cutmatic	2
Egretier	Lame tuillée	10
	Rotobineur	2
	Lbk	2
Souslikoff	Décalex	4
Terral	Intercep lame + houe	3
Pellenc	Tournesol	2
Gely	Rotatif	2

Tableau 1 **Taux de blessures observés avec différents outils**



C. Gaviglio, IFV

Résultat obtenu après le passage d'une houe rotative

Conseil : Les outils les plus efficaces ne sont pas les plus rapides. L'approche des souches reste imparfaite sans cure-cep si on garde une marge de sécurité importante.

■ Durabilité d'action des outils : efficacité et tenue du désherbage

Cette mesure est effectuée par évaluation de la surface couverte par les adventices avant le passage des outils et une semaine après. Les résultats dépendent aussi des conditions météorologiques postérieures à l'intervention.

Adéquation : type d'outil / type de sol / type d'adventice

Le travail de désherbage réalisé par un outil est dépendant des facteurs du sol et de la couverture par les adventices.

Le sol et son fonctionnement

La connaissance de quelques caractéristiques du sol permet de mieux adapter le travail réalisé. En fonction de sa teneur en argile, en sable et en limons, un sol est plus ou moins sujet à la battance, à la reprise en masse, à l'émiettement, à la rétention de l'eau et oppose plus ou moins de résistance à l'avancement des outils. Le triangle de texture des sols dans la figure ci-contre permet de faire de grandes catégories. Ce triangle ne prend pas en compte la présence de graviers ou de cailloux. Suivant leur taille, ils sont plus ou moins problématiques pour l'entretien mécanique. Le travail du sol doit être réalisé de manière à éviter les phénomènes d'érosion. Il faut pour cela prendre en compte le sens du travail par rapport à la pente et au dévers, l'époque d'intervention et l'humidité du sol (in « Les matériels de travail du sol, semis et plantation », collection Formagri, Volume 3, 1993, Editions Cémagref, FNCUMA, ITCF, Lavoisier Tec et Doc).

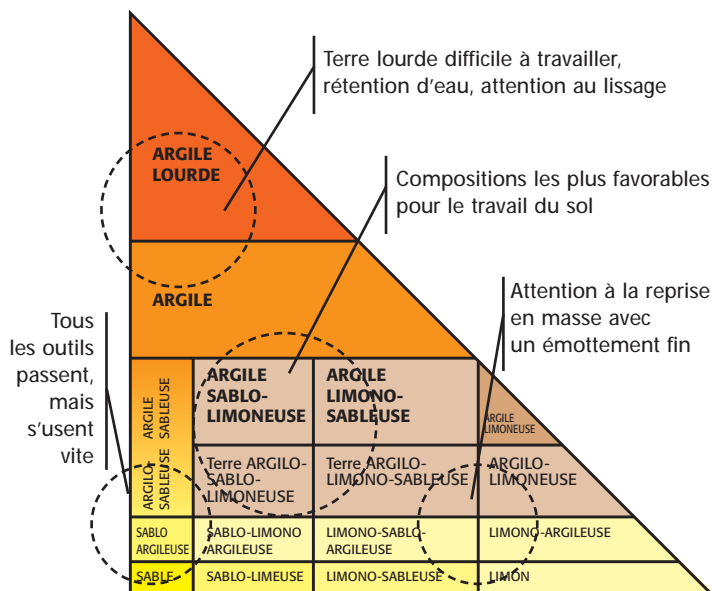


Figure 2 Triangle de texture des sols

La composition d'un sol détermine en grande partie sa capacité de ressuyage qui est aussi fonction de la météorologie et donc de la période de l'année.

Chaque outil travaille le sol en combinant plusieurs actions mécaniques dont les résultats sont très dépendants de l'humidité, de la texture et de l'état structural initial. Un comparatif est présenté dans le tableau ci-dessous. Les outils de désherbage mécanique intercept travaillent essentiellement par sectionnement (décavailleuses, houes rotatives,

lames), cisaillement (herse rotatives), et frottement (lames). L'émottement qui en résulte est d'autant plus fin que l'humidité est faible. Dans des sols sujets à la reprise en masse, il faut privilégier les outils donnant un résultat d'émottement grossier (fraises rotatives à faible vitesse de rotation, lames, décavailleuse) et éviter d'utiliser systématiquement d'un passage sur l'autre un outil rotatif. En terre plus argileuse, des lissages peuvent se créer lorsque le travail est réalisé dans des conditions d'humidité trop élevées.

Outil	Type	Fraction de terre fine	Fraction de mottes
Pétalmatic Boisselet	Rotatif	84 %	16 %
Tournesol Pellenc	Rotatif	92 %	8 %
Décalex Souslikoff	Déca	25 %	75 %
Binalex Souslikoff	Lame	27 %	73 %
Réflex Braun	Lame	43 %	57 %

Tableau 2 Fraction de terre fine ou de mottes après le passage des outils (IFV Bourgogne - Beaujolais - Jura - Savoie)

Les adventices difficiles à gérer par type d'outil

A partir d'une certaine taille, les érigerons posent problème à tous les outils. Leur port érigé et la lignification de leur tige peut même provoquer le déclenchement du système d'effacement devant la souche. Les graminées créant des talles importantes peuvent empêcher les outils rotatifs



C. Gaviglio, IFV

Développement d'un volume de végétation trop important pour un désherbage mécanique sous le rang

Certains outils sont limités dans leur possibilité d'action par l'état du sol et d'autres par la quantité d'adventices à éliminer. Ainsi, le Tournesol de Pellenc est capable d'intervenir dans des situations de forte pousse des adventices du moment que l'état de la terre le permet (souple et meuble). En revanche, sur un sol dur et refermé, le résultat sera nettement moins bon. Les houes rotatives de petit diamètre (Humus Hugg par exemple) travaillent parfaitement en sol meuble et sur adventices peu développées. Elles sont peu adaptées aux terrains sujets à la reprise en masse. Les lames bineuses classiques peuvent intervenir sur sol dur, mais leur action de désherbage est limitée à de l'entretien sur adventices peu développées. Les décavaillonneuses peuvent intervenir dans des situations où l'enherbement est bien développé : le profil de l'outil permet de faire passer le flux de végétation retourné sur le côté. En sol dur, une décavaillonneuse devra être équipée d'un dispositif d'assistance au retrait de l'outil par un vérin, car la résistance rencontrée par l'outil dans le sol, combinée au volume de terre à déplacer, peut être problématique.

L'outil universel n'existe pas, mais les lames intercepts sont utilisables dans de nombreuses situations.

peu puissants de rentrer sous le rang. Les vivaces (chiendent, liseron...) sont disséminées et surtout multipliées par les outils rotatifs qui les fragmentent. Si, avant de passer au désherbage mécanique, les vivaces n'ont pas été éliminées, elles resteront un problème important par la suite. Les légumineuses (vesces, trèfles, etc.) peuvent rapidement représenter un volume important de végétation et peuvent créer des bourrages avec tous les types d'outils, et spécialement les outils rotatifs si l'intervention est trop tardive.



C. Gaviglio, IFV

Graminées difficiles à éliminer au pied de la souche



Belhomme

Décavaillonneuse Belhomme

Désherbage mécanique sous le rang : principe, conditions de réussite et réglages

Le principe du désherbage mécanique sous le rang est de créer une bande de terre meuble sous le rang facile à entretenir par la suite, sans enlever trop de terre. Pour l'obtenir, le premier passage est souvent déterminant. Un outil bénéficiant d'un fort impact est à privilégier.

Observations

La date d'intervention est primordiale, tant au niveau de l'état de la terre – un minimum d'humidité est souhaitable – que du niveau de couverture et de développement des adventices. L'état de la terre détermine la capacité de l'outil à rentrer et à travailler correctement. Il doit favoriser la dissociation des mottes et des adventices. Les adventices ne doivent pas être trop développées pour que l'outil fonctionne correctement. Les conséquences d'une intervention trop tardive peuvent être : plus de résistance à l'avancement, mouvement d'effacement et de retour de l'intercep plus lent (zone non travaillée plus grande), bourrage, déclenchement non souhaité du palpeur et surtout, lenteur de l'intervention accrue.

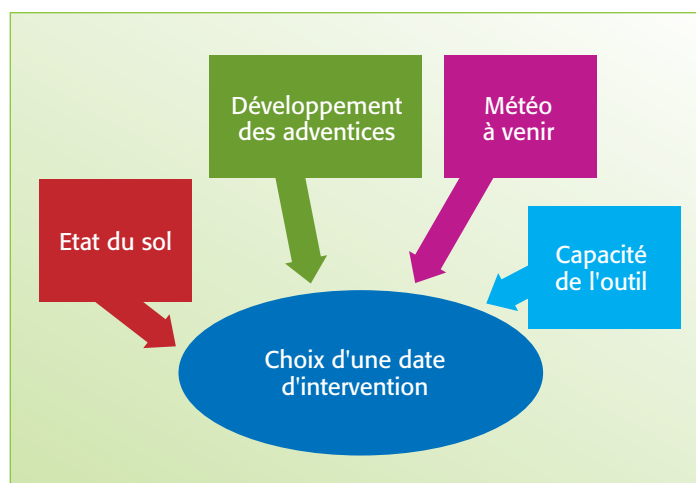


Figure 3 Facteurs à prendre en compte pour l'intervention



C. Gaviglio, IFV

Anticipation et prévoyance

La météorologie à venir est un élément à prendre en compte systématiquement pour optimiser le désherbage et sa durabilité. Même si la dessiccation des adventices est généralement rapide après le passage des outils en été, une fenêtre de temps sec de 48 heures après l'intervention permet de garantir une durabilité intéressante au printemps.

Désherbage mécanique sous le rang associé à l'enherbement : il faut limiter les déplacements de terre

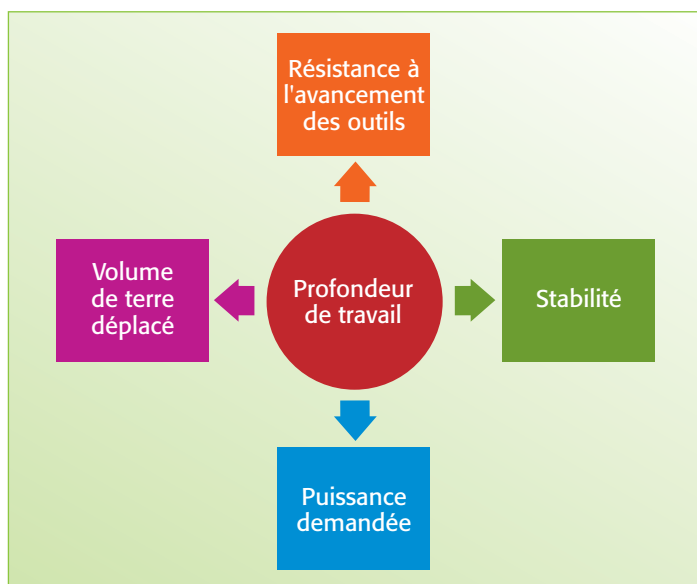
Technicité

L'utilisation des intercep demande un minimum de technicité pour travailler de manière optimale. Les réglages à effectuer sont les suivants :

- **Position des outils** : largeur, centrage : pour éviter les zones non travaillées et les blessures sur souche.
- **Profondeur de travail** : elle détermine la résistance à l'avancement rencontrée par les outils et la quantité de terre déplacée. Dans la grande majorité des cas, cette profondeur sera limitée à

quelques centimètres (3 à 8 cm). Pour les outils rotatifs, plus la profondeur est importante, plus l'énergie requise est importante. Aussi, sans centrale hydraulique spécifique, mieux vaut opter pour un travail très superficiel.

Le positionnement optimal des outils sur le rang est plus facile à obtenir avec un châssis enjambeur qu'avec un montage sur interligne qui implique un déport latéral sensible aux écarts de conduite.

Figure 4 **Incidences du réglage de la profondeur de travail**

C. Gaviglio, IFV

• **Position du pare-cep et réglage de la sensibilité** : détermine la marge de sécurité autour du cep. Le pare-cep doit suivre le niveau du sol pour détecter les souches à la base et non en hauteur. Le suivi de sol a une limite : le pare-cep peut aussi déclencher le retrait de l'outil sur une talle de graminée.

• **Vitesse de travail** : les essais IFV ont montré que la vitesse de travail est **le principal facteur de blessures sur souches**. Cependant, contrairement aux décaivonneuses ou aux outils rotatifs, avec lesquels la vitesse est limitée à 2-3 km/h, les lames bineuses ont besoin d'un peu de vitesse pour travailler correctement. Leur mode d'action, peu agressif, est plus efficace lorsque le mouvement de balayage de la lame est rapide. Avec un système d'effacement efficace, on peut envisager de travailler jusqu'à 6 km/h dans de bonnes conditions.

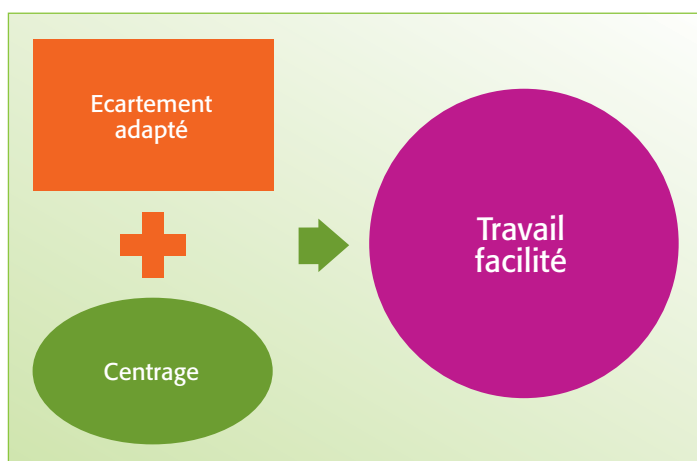
Exemple d'écorçage d'une souche dû à une vitesse de passage excessive

Surface réalisable

Les fenêtres d'intervention pour un travail optimal sont souvent limitées par le temps disponible et par l'évolution de l'état du sol et des adventives. En pratique, la surface réalisable avec un ensemble tracteur-outil est comprise entre 10 et 15 hectares si plus de trois interventions sont nécessaires pendant la campagne. Dans des conditions plus favorables (comme en zone méditerranéenne), des surfaces plus importantes peuvent être désherbées mécaniquement. Pour une exploitation changeant de pratique, passant du désherbage chimique au désherbage mécanique, il est conseillé de commencer sur des surfaces limitées, pour avoir le temps d'observer et d'optimiser la technique avant de l'étendre à l'ensemble de l'exploitation.

Organisation et combinaisons

Monter les outils entre les roues du tracteur permet de les utiliser simultanément à d'autres. La facilité d'attelage est un critère de choix lors de l'achat d'un ensemble outil / porte-outil car cela permet de gagner du temps.

Figure 5 **Facteurs facilitant le désherbage mécanique**

Innovations et configurations intéressantes

Parmi tous les outils présents sur le marché, certains ont retenu notre attention grâce à une particularité technique qui participe à leur efficacité ou qui rend la technique plus simple d'emploi pour les utilisateurs.

Le recentrage automatique, présent sur la configuration deux demi-rangs du Tournesol Pellenc est un atout à la fois pour le confort d'utilisation du chauffeur et pour le meilleur positionnement de l'outil en travail inter-rang.

Le châssis Acolyte pour vignes larges de Boisselet répond à la même problématique avec une approche différente : les deux modules sont positionnés sur le même rang, pour une position optimale et un meilleur suivi du terrain. Chez le même constructeur, le capteur latéral à ultra-sons réalise le centrage avec un châssis interligne.



C. Gaviglio, IFV

Tournesol Pellenc en travail de printemps



C. Gaviglio, IFV

Deux modules Starmatic Boisselet montés sur le châssis enjambeur tracté Acolyte

Le système de contrôle de la profondeur de travail Souslikoff est un plus pour la régularité et donc l'efficacité du désherbage. En outre, l'assistance pneumatique au retrait de l'outil permet de travailler même sur sol dur.

Dispositif Souslikoff d'assistance pneumatique et de régulation de la profondeur



C. Gaviglio, IFV

Châssis Boisselet à recentrage automatique



Souslikoff

Egretier propose également un porte-outil auto-stable qui ajuste le centrage de l'outil et la profondeur de travail.

Gard propose une double innovation concernant le couplage de la détection par cellule électromagnétique avec l'assistance au retrait de l'outil pour travailler en sol difficile avec les décaivonneuses.

Les systèmes de contrôle permettant de forcer l'outil à rentrer sous le rang, ou, au contraire à en sortir pour éviter un jeune plant sont aussi un atout pour une meilleure maîtrise des opérations. On peut citer Terral, Pellenc, ou encore Ferrand (photo), pour le réglage de l'inclinaison.



Egretier

Porte-outil Egretier monté entre roues avec régulation de la profondeur

Le tracteur enjambeur Bobard spécialisé dans le travail du sol permet de désherber simultanément jusqu'à trois rangs en vignes étroites. Les passages de tracteurs sont limités et les opérations réalisées plus rapidement. L'investissement reste élevé : il nécessite un tracteur spécialisé auquel on ajoute six modules interceps.

D'autres sont simplement équipés d'options intéressantes comme la présence d'un cure-cep ou d'un système de sécurité.

Le montage sur un châssis à l'avant avec disques est excellent pour gérer le déplacement de terre sans rouler dessus. Avec d'autres outils, la visibilité sur le travail effectué est améliorée.



Ferrand

Vérin de contrôle du dévers Ferrand



C. Gaviglio, IFV

Cure-cep Souslikoff

L'innovation est la clé du développement des techniques alternatives. Les dispositifs d'aide au centrage et de régulation de la profondeur facilitent le travail.



Boisselet

Montage à l'avant du Starmatic de Boisselet

Interaction avec les pratiques culturales

Soigner le liage de la baguette :

Pour les vignes en guyot, la qualité de la fixation de la baguette sur le fil porteur garantit la résistance du cep à l'appui d'un pare-cep mécanique ou d'une cloche de contournement.

Premières interventions : attention aux fils releveurs

Lors du passage de sortie d'hiver, la présence au sol des fils releveurs du palissage peut poser problème avec les outils rotatifs ou les socs des décavaillonneuses.

Tonte de l'inter-rang

Les houes rotatives en sol pierreux projettent fréquemment des cailloux dans l'inter-rang. Si ce dernier est tondu, la faucheuse risque d'être endommagée.

Le déplacement de terre depuis la ligne des souches jusqu'à l'inter-rang (cas des décavaillonneuses) doit être géré rapidement lorsqu'un enherbement est en place. Dans le cas contraire, les passages suivants du tracteur tassent cette terre, la rendant impossible à renvoyer sous le rang. L'idéal est d'utiliser des disques, si possible placés à l'avant du tracteur.

Printemps : épamprage et relevage comptent

Les jeunes pampres ne posent pas de problème par rapport au désherbage mécanique ou thermique. S'ils ne sont pas éliminés précocement, ils peuvent en revanche entraver la progression des outils. Sur guyot, le relevage est important, car une baguette retournée est synonyme de sarments arrachés au passage des outils.



C. Gaviglio, IFV

Les pampres ne peuvent pas être éliminés conjointement au désherbage

Le décavaillonnage déplace un bourrelet de terre à gérer par la suite



C. Gaviglio, IFV

Travail du sol de l'inter-rang

Le travail du sol de l'inter-rang permet de réaliser un désherbage mécanique total, avec une compensation des déplacements de terre puisque cela permet de renvoyer de la terre sous le rang.

Trouver la fenêtre d'intervention

Le moment idéal pour réaliser une intervention de désherbage mécanique dépend des facteurs du sol et de la pousse des adventives (cf. p. 10). Cependant, durant la période de mars à juillet, d'autres travaux doivent être effectués et entrent en concurrence avec l'entretien du sol : l'ébourgeonnage, l'épamprage, le relevage, le rognage et surtout les traitements phytosanitaires limitent le temps disponible et les fenêtres d'intervention.



C. Gaviglio, IFV

Le travail du sol hivernal permet de renvoyer de la terre sous le rang

Se passer des herbicides implique une importante réorganisation du travail sur l'ensemble de l'exploitation.

Un sol nu est plus sujet à l'érosion engendrée par le ruissellement



A-M. Denizot, IFV

Stratégies de désherbage mécanique

Pour être économiquement viable et techniquement performant, le désherbage mécanique sous le rang doit être optimisé en fonction des outils employés et des conditions de sol. On appelle stratégie de désherbage mécanique la succession des différents types d'outils que l'on peut utiliser tout au long de la saison en fonction de l'état du sol et des adventices présentes. Le nombre d'interventions fait partie de la stratégie. L'intérêt de l'alternance des outils employés et la fréquence de passage ont été évalués sur trois sites dans le Sud-Ouest, lors de deux saisons, en suivant les paramètres : tenue du désherbage, nombre d'interventions et vitesse de passage.

Cela permet de répondre aux questions suivantes :

■ Est-il préférable de conserver la parcelle très propre ou peut-on privilégier les itinéraires de désherbage moins performants, mais aussi plus rapides et moins coûteux ?

■ Est-il plus intéressant d'utiliser des outils rapides régulièrement en entretien, plutôt que des outils plus lents, avec une meilleure efficacité et moins souvent ?

■ Quels conseils d'équipement en découlent ?

Les résultats sont présentés synthétiquement dans les figures suivantes : surface dés herbée avant récolte (efficacité), temps passé et nombre d'interventions. Le coût de la technique étant plus dépendant du facteur temps (coût horaire du tracteur + coût horaire de la main-d'œuvre) que du facteur prix du matériel, on peut comparer l'efficacité et le temps de travail pour évaluer rapidement l'intérêt d'une stratégie.

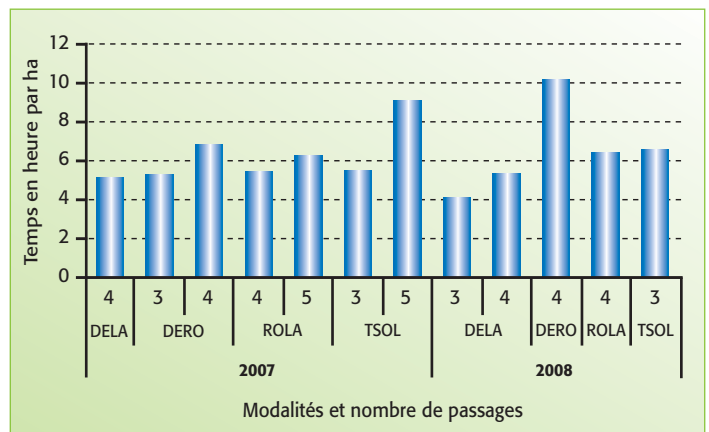


Figure 6 *Durée du désherbage et nombre de passages*

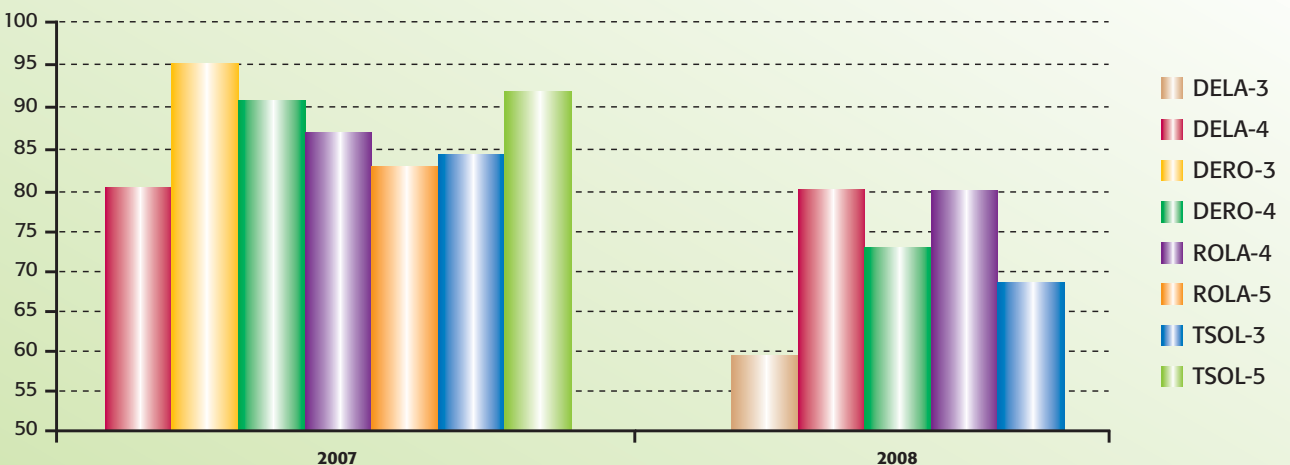


Figure 7 *Efficacité du désherbage selon la modalité et le nombre d'interventions, en 2007 et 2008*

Modalités citées dans les figures 6 et 7 :

• **DELA** : Ouverture du sol au printemps avec une décaillonneuse et entretien par la suite avec une lame intercept qui permet aussi de renvoyer un peu de terre sous le rang.

• **DERO** : Ouverture du sol au printemps avec une décaillonneuse et entretien par la suite avec une houe rotative. Le renvoi de la terre sous le rang est à gérer avec des disques si nécessaire.

• **ROLA** : Une houe rotative permet de gérer les adventices au printemps tout en ameublissant la zone de l'intercep, qui sera entretenue ensuite avec des lames.

• **TSOL** : La totalité de l'entretien des vignes est réalisée avec un seul outil rotatif : le Tournesol de Pellenc.

Lors du millésime 2007, le nombre d'interventions est variable pour toutes les modalités à l'exception de DELA : uniquement 4 passages. Il faut noter que cette modalité à 4 passages représente un temps de travail par hectare inférieur à la modalité DERO avec 3 passages par exemple, grâce à la vitesse d'action des lames. Nous voyons que l'efficacité de désherbage est supérieure à 80 % pour toutes les modalités, ce qui est élevé. Dans ces conditions, augmenter le nombre d'interventions n'a que très peu d'intérêt, car cela ne permet pas un gain d'efficacité de désherbage important (TSOL 3 / TSOL 5) alors que cela augmente considérablement les temps de travaux. Le gain d'efficacité à ce niveau ne permet pas non plus de faire une différence sur le rendement ou la vigueur. Nous observons aussi qu'un passage supplémentaire peut pénaliser légèrement l'efficacité (DERO 3 / DERO 4) si le travail est réalisé dans des conditions favorables à la repousse des adventices. Cela montre l'importance du choix du moment de passage. Compte tenu des temps de travaux enregistrés pour 2007, c'est la modalité DERO 3 qui apparaît comme la plus pertinente.

En 2008, les efficacités de désherbage observées sont moins élevées, mais les modalités restent comparables entre elles. Sur DELA, un passage supplémentaire a permis un gain non négligeable (20 %). Il n'y a pas d'incidence de ces niveaux d'efficacité sur les rendements ou la vigueur. Les temps de travaux sont nettement en faveur des modalités DELA.

Alternance des outils et optimisation du moment de passage indispensables

Les résultats, très variables d'une année sur l'autre, montrent que ce sont les conditions climatiques associées au type de sol qui déterminent la stratégie la plus adaptée. En 2007, la pluviométrie importante avait favorisé les modalités avec une décaillonneuse, puis un entretien avec les outils rotatifs. En 2008, ces modalités ont souffert des temps de passage excessifs liés à la difficulté de trouver les conditions idéales pour travailler avec un outil rotatif. Il est donc pertinent de disposer de plusieurs types d'outils à alterner pendant la saison. Les temps de travaux sont très proches entre les différentes modalités pour la première intervention. C'est lors des passages ultérieurs que la différence se fait, les lames permettant de travailler plus rapidement. Dans ces conditions expérimentales, 2008 a été une année plus favorable aux outils d'entretien du sol ayant une capacité d'action rapide comme les lames. Compte tenu des fenêtres d'intervention courtes, les outils utilisables rapidement (lames) sont dans certaines conditions de production comme des surfaces importantes à désherber, plus confortables à utiliser. Cela illustre la difficulté principale liée à cette technique de désherbage : arriver à caler les désherbages nécessaires dans des délais serrés et faire un compromis entre efficacité et temps disponible. **La stratégie d'équipement des viticulteurs souhaitant utiliser les interceps ne doit pas être axée sur un seul outil, mais bien sur une alternance de techniques permettant de gérer les déplacements de terre et la flore adventice.** Alternier un outil à fort impact en début de saison avec des outils d'entretien plus rapides sur un sol préalablement ameubli permet d'optimiser le temps nécessaire à la réalisation des opérations.



P. Mackiewicz, IFV

CONSEIL :

La stratégie de désherbage performante est celle qui prend le moins de temps pour un résultat acceptable. L'expérience montre que l'investissement en matériel doit prendre en compte la complémentarité des outils nécessaires à la gestion de situations variables d'une année sur l'autre.

Impacts sur le rendement et la qualité du vin

La phase de transition entre le désherbage chimique et le désherbage mécanique peut provoquer des changements dans l'alimentation de la plante, car tout travail modifie l'état de surface du sol et peut affecter le réseau racinaire superficiel. Nous avons mesuré l'impact de différentes stratégies d'entretien du sol sur les facteurs tels que le rendement, la vigueur ou les vinifications.

Le désherbage mécanique sous le rang modifie un grand nombre de paramètres.

Parcelle en Bourgogne

Une expérimentation conduite depuis 2000 sur une parcelle de Chardonnay à forte densité (8 695 pieds/ha) a permis de suivre les paramètres de production et de nutrition sur 4 modalités :

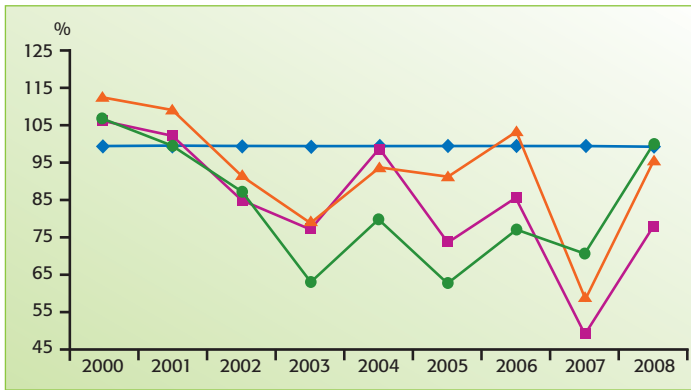
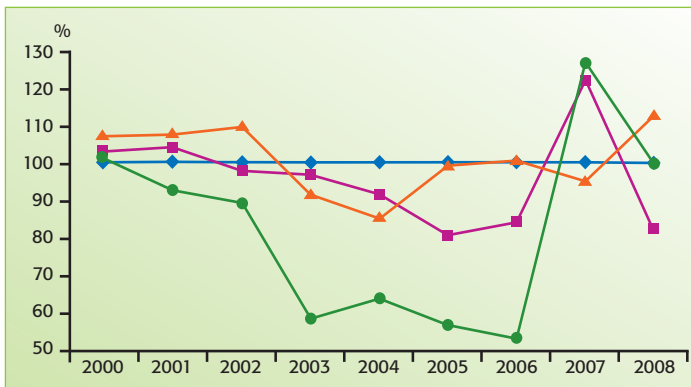
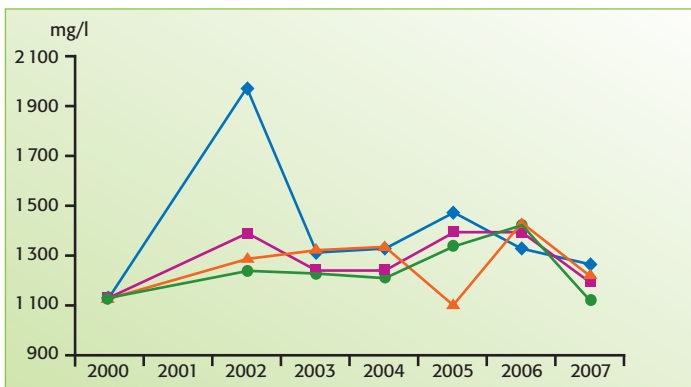
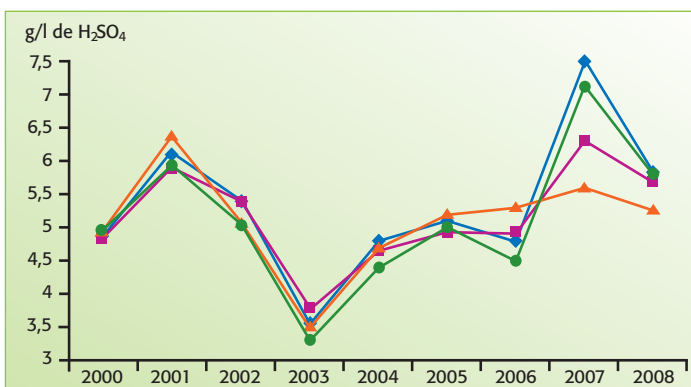
- 1 : désherbage chimique raisonné,
- 2 : enherbement permanent de l'interligne et désherbage chimique sous le rang,
- 3 : association du désherbage mécanique en sortie d'hiver avec la technique de l'enherbement naturel maîtrisé par la suite,
- 4 : désherbage mécanique total.

Les principales conclusions concernant l'entretien mécanique du sol sont les suivantes :

- La modification de la flore adventice est plus marquée avec le désherbage mécanique. Le développement du ray grass et du liseron est visible uniquement dans cette modalité.

- La chute de rendement est importante avec le désherbage mécanique. Elle peut être atténuée avec l'alternance des techniques (cf. modalité 3).
- La vigueur, exprimée par le poids de bois de taille est très fortement affectée (jusqu'à - 40 %) par le désherbage mécanique, sauf lors du millésime 2007 qui a été très pluvieux.
- La nutrition minérale semble affectée uniquement au niveau du potassium, retrouvé à des teneurs inférieures à la modalité de référence, sans que cela soit préjudiciable.
- Les analyses de moût révèlent que depuis 2001, une constante se dégage au niveau de l'acidité, qui est toujours plus faible sur la modalité de désherbage mécanique. Depuis 2003, les teneurs en azote assimilable sont inférieures sur cette modalité. Cela ne se traduit pas systématiquement par un allongement des durées de fermentation.




 Figure 8 **Poids de récolte par souche, en indice 100**

 Figure 9 **Poids de bois de taille par souche, en indice 100**

 Figure 10 **Variation de la teneur en potassium**

 Figure 11 **Acidité totale**

Source des figures : **IFV Bourgogne - Beaujolais - Jura - Savoie et Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire**

Modalités de l'essai de longue durée en Bourgogne, citées dans les figures 8 à 11 :

—◆— modalité 1

Utilisation raisonnée d'herbicides sur toute la surface. Ainsi, l'alternance des techniques de désherbage est pratiquée. Cette modalité peut être considérée comme la référence.

—■— modalité 2

Enherbement permanent de l'interligne à base de pâturin des prés (50 cm de large) entretenu par tonte. Le reste de la surface est conduit en enherbement naturel maîtrisé par désherbage chimique.

—▲— modalité 3

Désherbage mécanique en sortie d'hiver suivi d'un enherbement naturel maîtrisé sur toute la surface. De ce fait, l'utilisation des herbicides est réduite. Parallèlement, la possibilité de destruction des adventices vivaces et la portance des sols sont conservées.

—●— modalité 4

Désherbage mécanique sur toute la surface durant la période végétative. L'utilisation d'herbicide est totalement exclue. La majorité des interventions a été effectuée avec un système rotatif à couteau (Tournesol). A partir de 2005, d'autres outils ont été employés.

Sur les courbes, l'indice 100 est donné chaque année à la valeur de référence : le désherbage chimique de la modalité 1.



Parcelles dans le Sud-Ouest

Le dispositif mis en place depuis 2006 pour l'évaluation de l'efficacité de stratégies de désherbage mécanique a aussi servi à l'évaluation de l'impact de la technique par rapport à un témoin en désherbage chimique sous le rang.

Après trois campagnes de suivi, les observations vont dans le même sens que celles effectuées en Bourgogne. Vigueur et rendement sont fortement influencés par le travail du sol sous le rang. Cependant, l'établissement de la parcelle (âge et conformation des souches, implantation racinaire et sol exploitable) semble jouer un rôle important dans le maintien des niveaux de rendement et de vigueur. Le site du Domaine Expérimental Viticole Tarnais présentant une densité de 4 500 pieds par hectare, avec des souches plus jeunes et moins vigoureuses que les souches de Merlot du site d'Anglars (5 000 pieds/ha) fait ressortir des différences plus marquées. En effet, les souches y sont plus faibles, plus fragiles, moins bien implantées, et les conséquences d'une action sur le sol sont plus visibles. En revanche, la parcelle d'Anglars plus vigoureuse, avec des souches plus fortes, est moins sensible au travail du sol.

Un autre paramètre ressort de manière récurrente : selon le type d'outil employé et le mode d'action sur le sol, des différences peuvent apparaître. Ainsi, l'utilisation des décaivonneuses sur un sol qui a toujours été désherbé chimiquement semble avoir plus d'impact que des outils rotatifs ou des lames travaillant de manière plus superficielle.

Les conséquences gustatives du changement de pratique ne sont pas mises en évidence de manière régulière lors des dégustations.

Source des figures : **IFV Sud-Ouest**

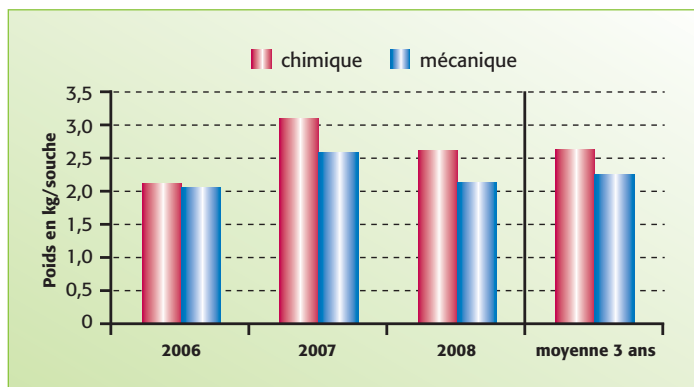


Figure 12 **Evolution des rendements sur cépage Fer Servadou pour deux modalités d'entretien du sol**

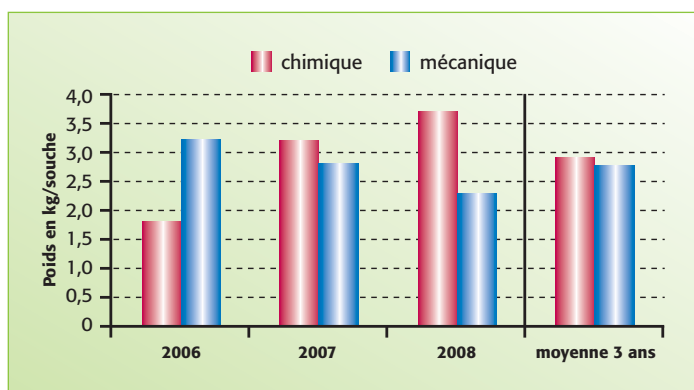


Figure 13 **Evolution des rendements sur cépage Duras pour deux modalités d'entretien du sol**

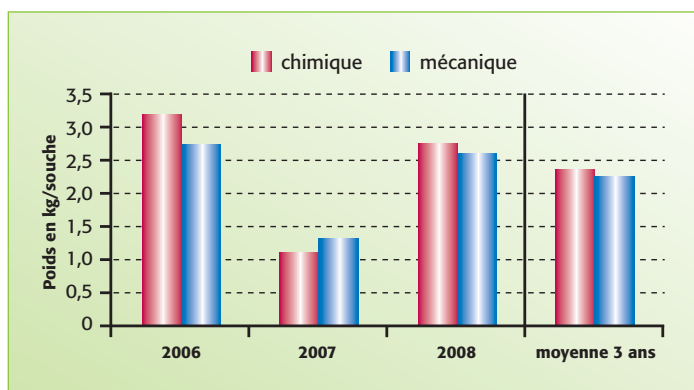


Figure 14 **Evolution des rendements sur cépage Merlot pour deux modalités d'entretien du sol**

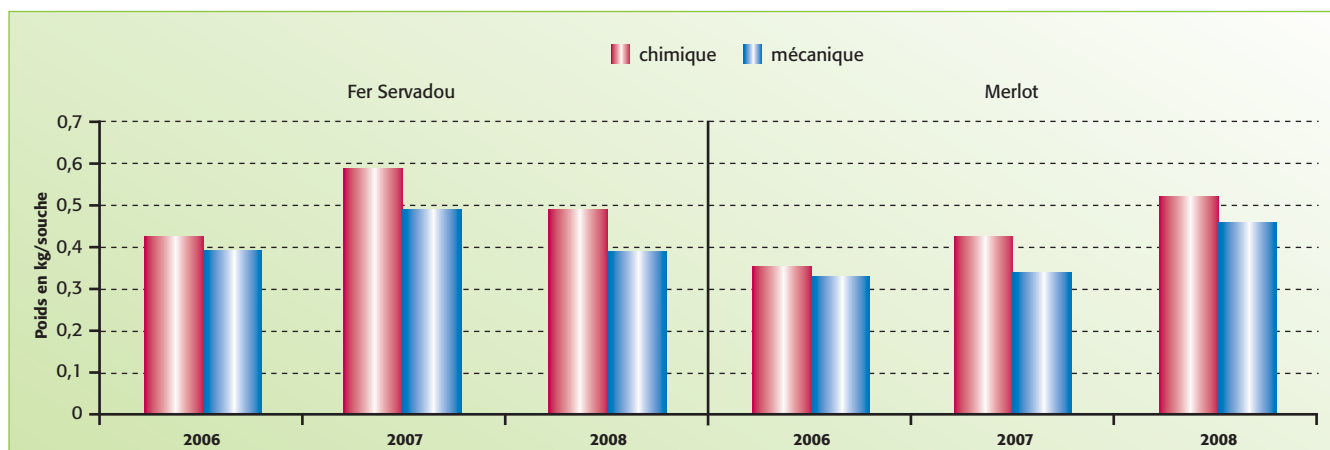


Figure 15 **Evolution du poids de bois de taille, sur cépages Fer Servadou et Merlot, selon deux modalités d'entretien du sol**

Coût des alternatives au désherbage chimique sous le rang

Le désherbage chimique a apporté au vignoble un confort d'utilisation et une efficacité associés à un coût relativement faible. Les alternatives disponibles ne sont hélas ni aussi efficaces, ni aussi confortables (plus grand nombre de passages lors d'une période chargée) et donc plus coûteuses, essentiellement en temps de travail.

10 ha de vignes larges à 4 000 pieds/ha	Mécanique	Thermique	Chimique
Nombre d'interventions	3 à 5	4	2
Vitesse de travail (km/h)	3	2,5	5
Temps de travail par an et par hectare	5 à 8 h	7 h 40	2 h
Intrants	aucun	gaz, 40 kg/ha/passage : 112 €	herbicides pré- et postlevée : 46 à 116 €
Traction (13 €/h)	39 à 65 €	99 €	26 €
Main-d'œuvre (tracteuriste, 18 €/h)	90 à 144 €	138 €	36 €
Matériel (amortissement par an et par hectare)	100 €	100 €	25 €
Total par an et par hectare	229 à 309 €	449 €	133 à 203 €

Tableau 3 **Comparatif des coûts HT de différentes techniques de désherbage sur vignes larges**

Hypothèses retenues (source : « Coût des fournitures en viticulture et œnologie 2009 ») :

• Coût du matériel et amortissement :

- Paire d'interceps sur cadre pour le désherbage mécanique : 8 000 € amortis sur 8 ans : 1 000 € par an.
- Matériel de désherbage thermique : 8 000 € amortis sur 8 ans : 1 000 € par an.
- Rampe de désherbage chimique : 2 000 € amortis sur 8 ans : 250 € par an.

• Prix du gaz : 0,70 € le kg (bouteilles de propane, source Butagaz)

• Herbicides de prélevée :

- Surflan (oryzalin), 81 € par hectare en application sous le rang.
- Kerb Flo (propyzamide), 24 € par hectare sous le rang.

• Herbicides de postlevée :

- Glyphosate : 22 € par hectare sous le rang.
- Weedazol : 35 € par hectare sous le rang environ.

10 ha de vignes étroites à 8 000 pieds/ha	Mécanique	Thermique	Chimique
Nombre d'interventions	3 à 5	4	2
Vitesse de travail (km/h)	2,5	2,5	5
Temps de travail par an et par hectare	11 à 19 h	15 h	4 h
Intrants	aucun	gaz, 60 kg/ha/passage : 168 €	herbicides pré- et postlevée : 75 à 180 €
Traction (21 €/h)	231 à 399 €	315 €	84 €
Main-d'œuvre (tracteuriste, 18 €/h)	198 à 342 €	270 €	36 €
Matériel (amortissement par an et par hectare)	100 €	100 €	25 €
Total par an et par hectare	529 à 841 €	685 €	181 €

Tableau 4 **Comparatif des coûts HT de différentes techniques de désherbage sur vignes étroites**

NB : Les coûts obtenus en vignes étroites peuvent être sensiblement réduits en utilisant des appareils multi-rangs spécifiques.

Toute alternative au désherbage chimique demande une implication plus grande et est donc plus coûteuse. Le temps de travail est le principal facteur de coût comparé à l'investissement en matériel. Un point à ne pas négliger pour être efficace.

Gaz à effet de serre et Bilan Carbone®

Les alternatives au désherbage chimique sont, en raison du nombre d'interventions élevé, plus coûteuses en termes de consommation d'énergie fossile. Il faut toutefois être conscient que l'enjeu de la réduction d'emploi des molécules herbicides est local, avec un impact direct sur la qualité de l'eau disponible pour notre alimentation. L'enjeu de réduction des émissions de gaz à effet de serre est mondial. C'est une bataille que l'on ne pourra pas gagner sans l'implication des grandes puissances industrielles. Cela ne signifie pas pour autant qu'il ne faut rien faire et ne pas essayer de réduire nos émissions. C'est une des raisons pour laquelle l'IFV travaille à l'optimisation des techniques alternatives, pour limiter le temps passé et limiter la consommation de carburant.

Mais aujourd'hui, le principal levier pour limiter la consommation de ressources pétrolières est économique. Il est probable que le prix du baril reste élevé et cela ne peut qu'inciter l'industrie – y compris agricole et viticole – à apprendre à réaliser des économies de carburant avant de tourner la page de l'ère pétrolière. Réaliser les opérations de désherbage à bon escient, connaître son tracteur pour avoir la conduite la plus économe possible et utiliser les outils les moins gourmands en énergie sont autant de pistes pour éviter d'alourdir la facture.

Voici les hypothèses retenues pour les calculs permettant de situer les différents modes d'entretien sous le rang en termes d'émissions de CO₂. Les calculs sont effectués avec le logiciel Bilan Carbone® version 6.0 de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

- Quantités d'herbicides utilisées pour un hectare : Katana : 64 g et glypho : 2 à 18 l.
- Quantité de gasoil utilisée pour un hectare. 8 l x 4 passages : 32 l/an (Tournesol à 2,5 km/h, 4 500 pieds/ha).
- Quantité de gaz utilisée par hectare. 40 kg / ha par passage sous le rang en vignes étroites x 4 passages : 160 kg.
- Quantité de ferraille, matériaux de construction utilisés pour les matériels. 400 à 1 000 kg pour les outils de travail du sol, 100 kg pour la rampe de désherbage, 200 kg pour la désherbeuse thermique.
- Les émissions liées à l'utilisation de main-d'œuvre et à la fabrication / fin de vie des conditionnements des intrants (produits phytopharmaceutiques, bouteilles de gaz...) n'ont pas été prises en compte.

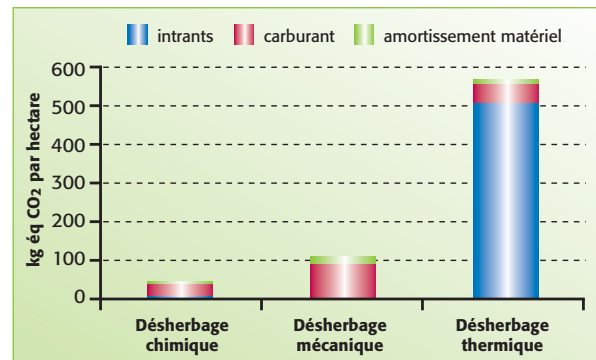


Figure 16 Bilan Carbone® des modalités de désherbage

Sous l'angle strictement Bilan Carbone®, il semble que les techniques de désherbage ayant le moins d'impact sur l'effet de serre sont le désherbage chimique et le désherbage mécanique, le gaz brûlé lors du désherbage thermique étant particulièrement émetteur. Cependant, la comparaison de ces itinéraires doit également s'envisager selon d'autres indicateurs environnementaux comme l'impact global sur les milieux récepteurs, et la consommation en eau.



Conclusion et perspectives

Les alternatives au désherbage chimique sous le rang souffrent encore d'un manque de compétitivité. Elles sont globalement plus chères et plus délicates à mettre en œuvre. Cependant, la pression réglementaire visant à réduire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques est très forte et va contraindre la profession viticole à s'approprier progressivement ces alternatives, en passant certainement par une phase de coexistence et de combinaison avec les solutions chimiques. Les constructeurs de matériels d'entretien du sol y voient bien sûr une formidable opportunité de développement. Pour imposer leurs produits, l'innovation va être indispensable, car les viticulteurs vont privilégier les solutions fiables, les plus faciles d'utilisation et donnant le meilleur résultat pour un nombre d'interventions optimisé. L'offre de matériels doit être variée, car la solution universelle n'existe pas. Il faut s'adapter aux conditions de production de l'exploitation. Ainsi, l'IFV ne peut qu'encourager le développement de matériels sur lesquels les réglages seront facilités, la conduite assistée (voire automatisée) et des optimisations réalisées pour pouvoir intervenir dans un maximum de situations difficiles, telles que des sols très durs.

Une autre révolution va également être nécessaire. Elle se situe au niveau du seuil de tolérance par rapport aux adventices. Il est acquis qu'il sera très difficile, dans des conditions économiques acceptables, de retrouver avec le désherbage mécanique ou thermique le niveau de propreté des parcelles qu'il était possible d'obtenir avec les stratégies de désherbage chimique. Il faudra donc raisonner le désherbage autrement et accepter un peu plus l'herbe dans les parcelles aux périodes où elle est la moins gênante pour la vigne. L'herbe pourrait d'ailleurs représenter dans le futur une alternative crédible au désherbage chimique, y compris sous le rang, grâce aux efforts conjugués de la recherche et des sélectionneurs. En effet, en choisissant d'implanter sous le rang des espèces peu gênantes pour la vigne, assez rases et suffisamment couvrantes pour empêcher le développement des plantes indésirables, l'entretien sous le rang ne serait plus un problème...



P. Mackiewicz, IFV

Remerciements :

Les équipes de l'IFV tiennent à remercier Pellenc, Souslikoff, Humus Hugg et Boisselet pour la mise à disposition de matériel sur les sites expérimentaux, ainsi que l'ensemble des constructeurs ayant participé aux expérimentations.

Avec la participation financière du compte d'affectation spécial pour le développement agricole et rural géré par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

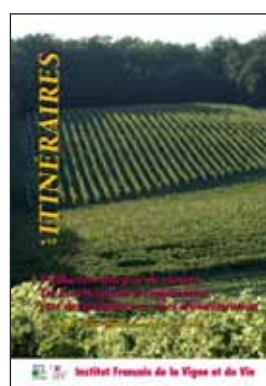
Relecteurs : T. Coulon, Y. Heinzlé, S. Kerner, J-Y. Cahurel, C. Moulliet et A-M. Denizot, IFV.

Novembre 2009

Mentions légales : ISSN : 1629-5919

© Institut Français de la Vigne et du Vin. Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L.122-5, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction même partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayant cause, est illicite » (article L.122-4). Cette représentation ou reproduction, par quel que procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Crédit photo de couverture : C. Gaviglio, IFV



- n° 10 : Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture
- n° 12 : *Brettanomyces* et phénols volatils : prévenir et limiter les altérations
- n° 13 : Gestion durable des sous-produits et déchets des exploitations viticoles et des caves
- n° 14 : Techniques soustractives d'enrichissement des moûts
- n° 15 : Machines à vendanger : bonnes pratiques de récolte
- n° 17 : Production viticole intégrée, de la conception à l'application

- n° 18 : Maîtrise des fermentations spontanées et dirigées
- n° 19 : Microfiltration tangentielle, mises en œuvre en œnologie
- n° 20 : Effeuilage de la vigne : intérêts pour la qualité du raisin et mécanisation
- Le coût des fournitures en viticulture et œnologie 2010
- Catalogue des variétés et des clones de vigne cultivés en France

Service des publications : Tél. 03 26 54 00 30 - email : publications@vignevin.com

Siège : Domaine de l'Espiguette - 30240 Le Grau du Roi - Tél. : 04 66 80 00 20