

Machines à vendanger *Bonnes pratiques de récolte*

ITINÉRAIRES
n°15



Institut Français de la Vigne et du Vin

Sommaire

La récolte mécanique modifie les caractères physiques de la vendange	page 4
Les réglages : définitions et préconisations	page 6
Pourquoi les machines à vendanger des différentes marques se règlent-elles différemment ?	page 9
Récolte manuelle ou mécanique : les clés du choix	page 11
Innovations majeures et équipements optionnels	page 14
Polyvalence et multifonction des machines à vendanger	page 18
Récolter à la machine, un choix économique	page 19
Hygiène journalière et désinfection	page 21



P. Mackiewicz, IFV

Avant-propos

Apparue il y a plus de 30 ans, la machine à vendanger fait aujourd'hui partie du patrimoine technique viticole. La mécanisation de la vendange est désormais un facteur essentiel de compétitivité. La machine à vendanger est devenue un maillon clé de la chaîne de récolte, à l'interface entre la vigne et la cave et a toujours évolué vers plus de simplicité pour l'utilisateur et un meilleur respect de la vendange. Cela lui a permis d'être acceptée dans presque tous les vignobles et les constructeurs français y sont pour beaucoup. Ce document fait le point sur l'état de l'art de la technique et les innovations les plus marquantes au travers de résultats d'essais menés dans différents vignobles. Il donne des conseils pratiques de réglage pour optimiser le fonctionnement de la machine à vendanger et a vocation d'éclairer les choix pour l'investissement du vigneron.

Jean-Pierre Van Ruyskensvelde Directeur Général

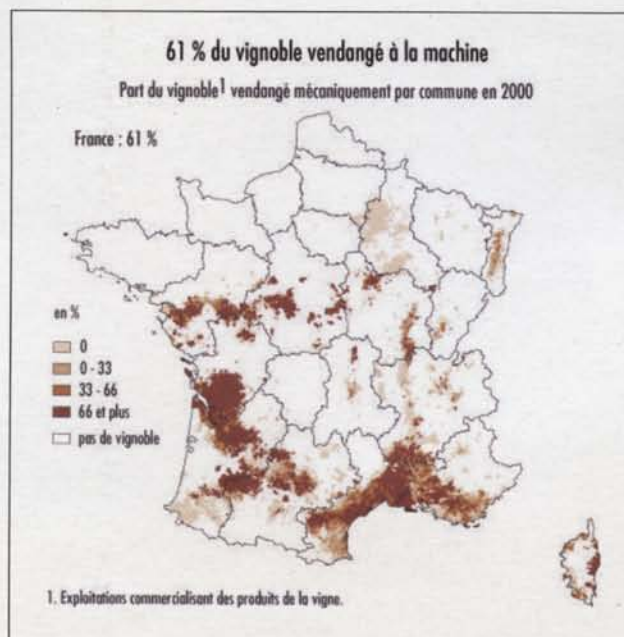


Institut Français de la Vigne et du Vin

Introduction

La mécanisation de la récolte est une des grandes évolutions qu'a connu le vignoble depuis une trentaine d'années. Elle n'a cessé de progresser depuis et les constructeurs, dont la majorité est implantée en France, exportent leur savoir-faire dans le monde entier.

Le marché français est de l'ordre de 400 à 500 machines neuves par an (432 en 2006), et le marché export de 300 à 400 pour les constructeurs implantés en France (408 en 2006). Le marché intérieur est en baisse régulière depuis 2001, illustrant la crise que traverse l'économie viticole.



Carte des exploitations viticoles vendangeant à la machine (Source Agreste 2000)

Déjà en 2000, plus de 60 % du vignoble français était récolté à la machine (source Agreste). Même s'il s'agit d'un investissement destiné à alléger les charges de récolte, il est important : de 120 à 150 K€. Une machine à vendanger occupe une place stratégique dans la chaîne d'élaboration du vin : c'est un maillon important entre la vigne et la cave et on comprend que les attentes des utilisateurs soient fortes dans ce domaine.

Ce document aborde les principes de fonctionnement des machines à vendanger, les niveaux de réglage nécessaires, la diversité entre constructeurs et les consignes d'hygiène, au travers de résultats d'essais de l'Institut Français de la Vigne et du Vin dans différents bassins viticoles avec les machines les plus utilisées.



Christophe Gaviglio
Responsable
machinisme viticole



La récolte mécanique modifie les caractéristiques physiques de la vendange

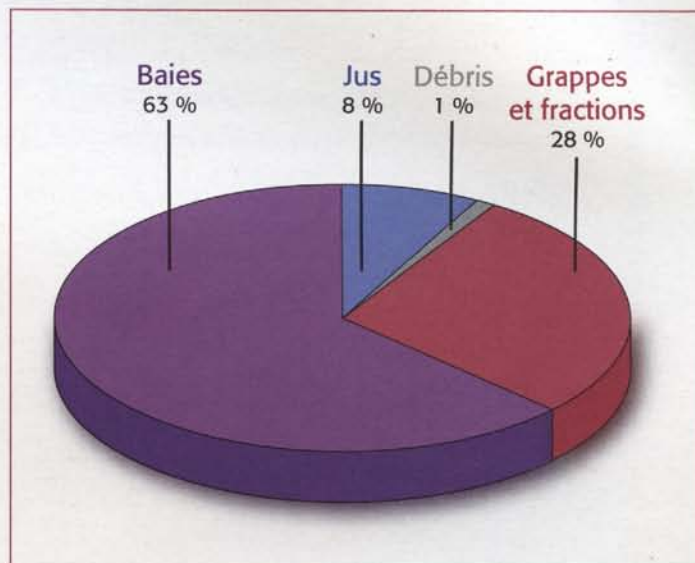
Principe de décrochement des baies de leurs pédoncules

L'action de la machine à vendanger consiste à transmettre, par secouage de la végétation, l'énergie nécessaire au décrochement des baies de la rafle. Dans la plupart des situations, la récolte mécanique idéale est le résultat d'un égrenage des grappes sur souche. Dans la pratique, la fragilité du pédoncule de la grappe au moment de la récolte, l'impact mécanique de la tête de récolte sur l'ensemble de la végétation et du palissage permettent d'obtenir une récolte composée de grappes et de fractions de grappes, de baies égrenées (entières ou éclatées), de jus et d'un certain nombre d'éléments indésirables comme les feuilles, les pétioles, des bouts de sarments ou d'autres éléments en provenance du palissage (agrafes, escargots...).

Nécessité de quatre adaptations techniques

■ Adaptation du vignoble

Pour éviter les impacts négatifs de la récolte mécanique, on agit en premier lieu au niveau de la vigne et du palissage. C'est le vignoble qui doit être adapté à la mécanisation et non l'inverse. Une attention particulière doit être portée au niveau des piquets, soumis à de fortes contraintes et transmettant l'énergie de secouage de la vigne. Un port de la végétation redressé par releveurs est plus favorable au passage de la machine qu'un port retombant avec lequel les sarments sont plus exposés à la casse. Enfin, les attaches et les agrafes pour les releveurs vont aussi être soumises au décrochement dans des proportions plus ou moins importantes. L'usage d'agrafes en fer est à proscrire car si elles se retrouvent dans la vendange, elles vont jouer un rôle de catalyseur dans les phénomènes d'oxydation.



Graphique 1 *Exemple de composition d'une vendange récoltée mécaniquement (Muscat à petits grains, 2003)*

■ Nécessité d'un bon état sanitaire

L'état sanitaire au vignoble est un facteur particulièrement important car la machine ne trie pas ce qu'elle fait tomber. Ainsi, l'activité laccase de la pourriture grise peut être particulièrement néfaste dans la benne et ensuite à l'encuvage.

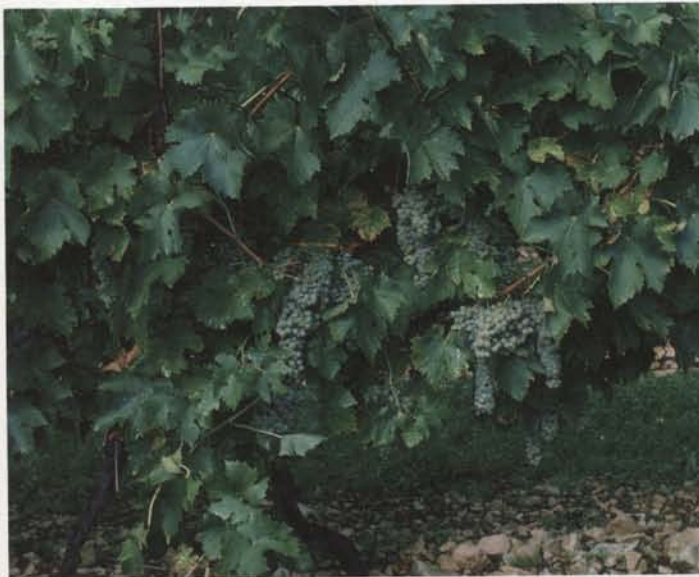
■ Réglage et utilisation

C'est au niveau du réglage de la machine et de son utilisation que l'on va affiner les paramètres nécessaires à une bonne qualité de récolte. Les réglages de la tête de récolte se font en prenant en compte les caractéristiques de la vigne et des raisins. Ce point sera détaillé en page 6.

■ Protection de la vendange

La vendange étant plus ou moins liquide, des échanges se produisent entre le moût, les pellicules, l'oxygène de l'air et les différents éléments que l'on peut trouver. Ainsi, pour la récolte des raisins blancs, il est particulièrement important de veiller à limiter les phénomènes d'oxydation grâce à une protection par neige carbonique ou par une utilisation de dioxyde de soufre.





P. Mackiewicz, IFV

Vignes avant passage de la machine à vendanger



P. Mackiewicz, IFV

Vendange issue d'une récolte mécanique



P. Mackiewicz, IFV

Vignes après passage de la machine à vendanger

Aptitudes des cépages à la récolte mécanique

Les cépages ne présentent pas tous les mêmes aptitudes à la récolte mécanique en raison de leur port plus ou moins érigé, de la fragilité des sarments, de la fragilité des baies ou des caractéristiques des grappes (petites, longues, lâches, serrées...). Le tableau suivant classe les cépages selon leur adaptation à la récolte mécanique, des plus faciles (★★★★) aux plus difficiles (★). Il doit cependant être interprété avec prudence car la réponse des cépages peut varier en fonction de la maturité, de la charge ou de l'état sanitaire ainsi que du mode de conduite.

	Cépages rouges	Cépages blancs
★★★★	Cabernet-Sauvignon Cabernet franc Mourvèdre	Riesling
★★★	Merlot, Duras	Chardonnay, Sylvaner, Gewurztraminer, Sauvignon, Chenin
★★	Jurançon, Carignan, Cinsault, Gamay, Grenache, Syrah	Folle blanche, Mauzac, Melon, Muscadelle, Sémillon
★	Pinot noir	Ugni Blanc

Tableau 1 Aptitudes des cépages vis-à-vis de la récolte mécanique (essais du groupe de travail national machines à vendanger (CEMAGREF, BCMA, ITV, ICV) de 1972 à 1986)

Les réglages : définitions et préconisations

Le **pincement** : épaisseur de végétation incompressible sur le rang. C'est l'écartement minimum entre deux secoueurs de chaque côté de la tête de récolte. Il doit être à la fois :

- suffisant pour bien maintenir la vigne lors du secouage,
- pas trop serré pour éviter de tirer sur les sarments,
- pas trop lâche, sinon la vigne est battue et non secouée.

La **fréquence** de secouage : nombre de cycles de secouage par minute. Combiné avec la vitesse d'avancement, ce paramètre définit le nombre d'impulsions pour le décrochage par mètre parcouru.

L'**amplitude** : ce paramètre définit la longueur de la course d'un secoueur en mouvement. L'amplitude a un très fort impact sur l'énergie transmise pour décrocher les baies de raisin.



Schéma 1 *Illustration du réglage du pincement*

	Pinot noir		Chardonnay	
	Standard	Optimisé	Standard	Optimisé
Fréquence de secouage (coups/minute)	620	580	620	580
Vitesse (km/h)	5,2	4,4	5,2	3,6

Tableau 2 *Exemples de réglages différents*

Le réglage optimisé est celui qui privilégie le respect de l'intégrité de la vendange par rapport au rendement de chantier.



C. Cavaglio, IFV

Vitesse de récolte et qualité : voici deux chiffres pour se faire une idée : une machine à vendanger en essai avec mesure de la qualité de récolte est conduite à 3 km/h. En démonstration commerciale, c'est plutôt 5 km/h. Rendement de chantier ou propreté, il faut choisir !

P. Mackiewicz, IFV

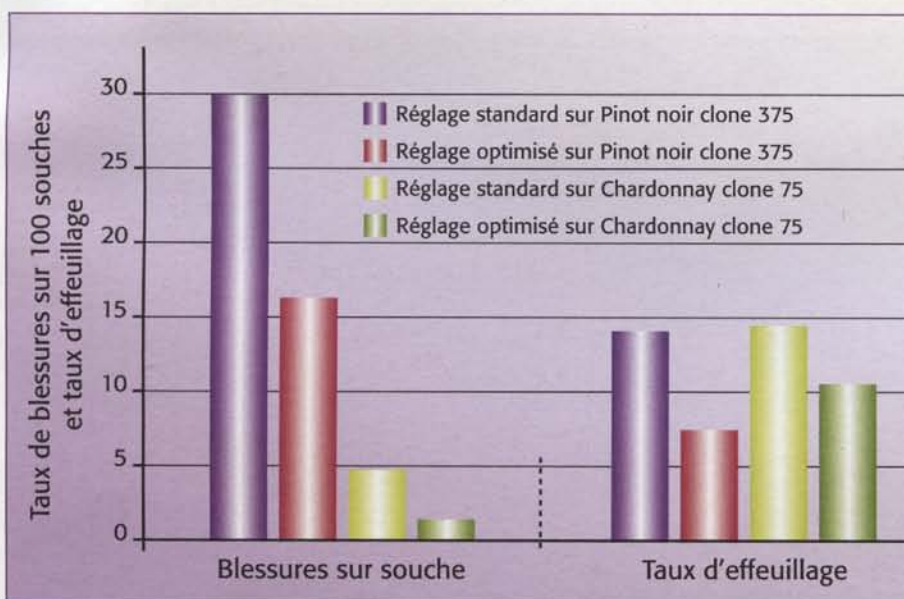


Vignes vendangées mécaniquement

Huit étapes à respecter pour régler sa machine à vendanger :

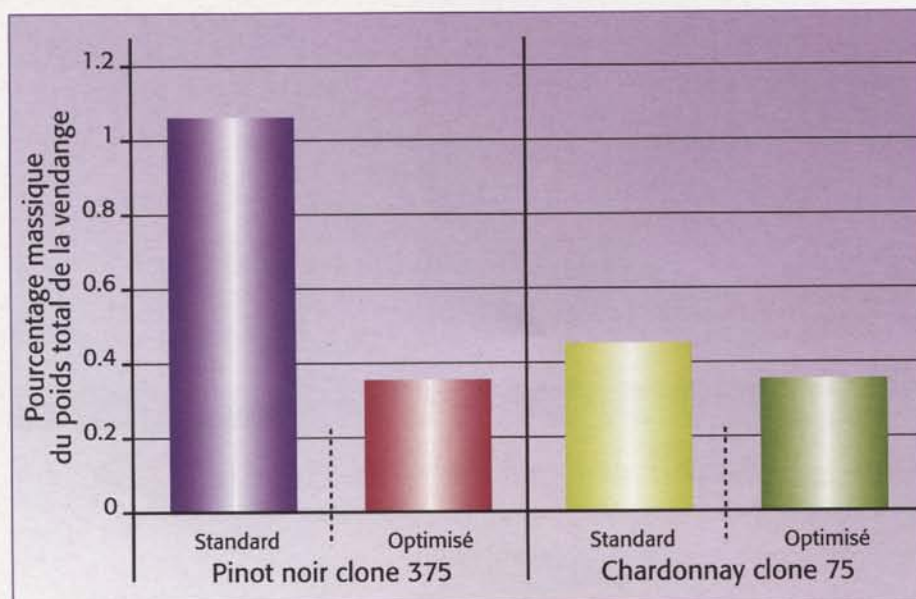
- 1 **Le nombre et la position des secoueurs** doivent être adaptés à la zone fructifère : il est inutile d'explorer une zone plus large, car on augmente alors la quantité de feuilles décrochées.
- 2 **Le pincement** doit être adapté à l'épaisseur de la végétation (schéma 1).
- 3 **La vitesse d'avancement** doit être modérée : autour de 3 km/h. La vitesse est l'ennemie principale de la qualité de récolte, car elle accentue les impacts mécaniques.
- 4 **La fréquence de secouage** est à régler par pas de 10 coups par minute en fonction de la difficulté de décrochement des baies et également en fonction de la vitesse d'avancement pour conserver un nombre de cycles de secouage par mètre suffisant.
- 5 **L'amplitude** des secoueurs est un paramètre à très forte incidence. Il est recommandé de ne pas le modifier en dehors des cas de récolte très difficile.
- 6 **La vitesse de défilement des convoyeurs** de vendange est à régler pour un étalement et un nettoyage efficaces de la vendange.
- 7 **La puissance des aspirateurs** chargés d'éliminer feuilles et autres débris : il faut trouver le réglage qui permet d'aspirer suffisamment de débris tout en limitant l'aspiration de jus. Les écoulements au niveau des tuyères d'échappement sont un indicateur de trop forte aspiration.
- 8 **La conduite** : une tête de récolte est un équipement lourd qui a une certaine inertie. Les têtes de récolte sont pendulaires, mais l'alignement sur le rang reste le meilleur moyen de minimiser les impacts sur la végétation.

Tous ces paramètres sont interdépendants les uns des autres et n'ont pas la même incidence d'une marque de constructeur à l'autre car les têtes de récoltes sont conçues différemment.

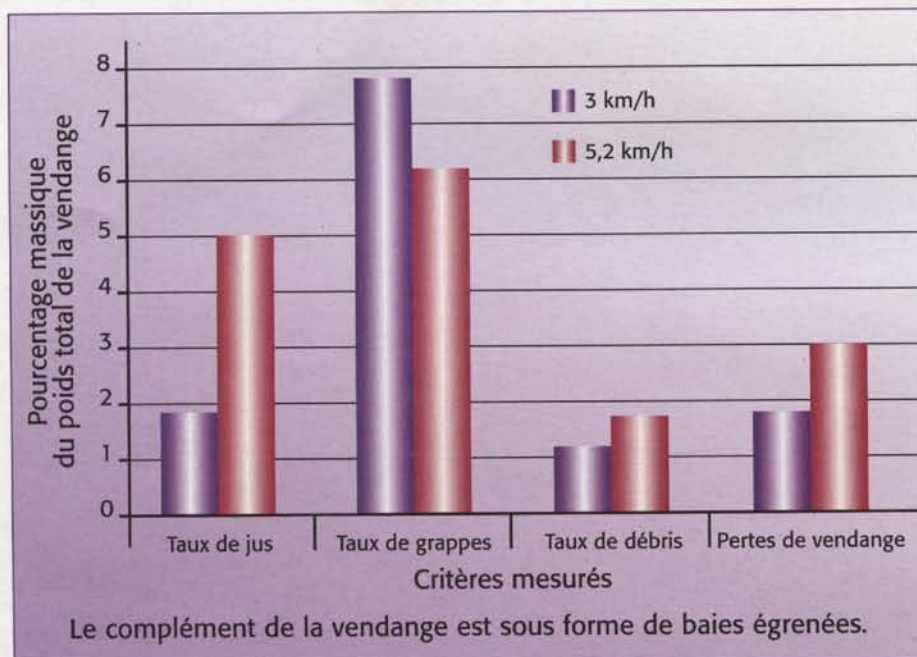


Les blessures sur souche sont des marques laissées par la machine (coursions cassés, bourgeons touchés) préjudiciables à la future taille. Le taux d'effeuillage est un indicateur de l'agressivité de la machine sur la végétation.

Graphique 2 Incidence sur la vigne de deux réglages sur Pinot noir et Chardonnay



Graphique 3
Taux de débris observés pour deux réglages : effet d'un réglage optimisé sur l'impact mesuré à la vigne (Bourgogne, Pinot noir et Chardonnay, 2004, Bobard 817)



Graphique 4
Effet de la vitesse sur quelques critères de la qualité de récolte (Bordeaux, Merlot, 2000, Pellenc 3200)

Tri sur table des baies issues d'une vendange mécanique



Pourquoi les machines à vendanger des différentes marques se règlent-elles différemment ?

Une même récolte, des réglages différents

	Alinéa quattro	New-Holland SB 53	Grégoire G 107	Pellenc 3125 SMART
Secoueurs	3 + 4	3 + 3	4 + 4	4 + 4
Ecartement vertical des secoueurs (cm)	12 et 15	12	12	13
Pincement (cm)	4,5	9,5	4	2,5
Fréquence (coups par minute)	410	438	510	555

Tableau 3 Réglages observés lors d'un essai en 2003 sur une même parcelle de Muscat à petits grains dans le Diois, le même jour

Un constat : les réglages sont sensiblement différents alors que la matière première est identique. Une partie de la réponse tient dans le choix du chauffeur. L'autre partie tient dans la conception des têtes de récolte car les secoueurs :

- ne sont pas de la même forme,
- ne sont pas de la même taille,

- ne maintiennent pas la végétation de manière identique,
- n'ont pas le même impact,
- ne sont pas animés de la même façon,
- et en conséquence ne transmettent pas l'énergie de décrochement de la même manière.



J.-M. Maion, Chambre d'agriculture de la Gironde

Description des têtes de récolte

Pour la société New-Holland, le système SDC fonctionne par déformation des secoueurs, avec une zone de contact avec la végétation assez importante. Les secoueurs sont attachés aux deux extrémités de la tête de récolte. L'état d'usure des secoueurs est particulièrement important à surveiller car ils sont soumis à des contraintes importantes.

Tête de récolte SDC New-Holland

La tête de récolte ARC Grégoire (Kverneland Group division VITI) est sensiblement différente. Les secoueurs sont longs, avec les deux extrémités attachées au support qui lui-même est en mouvement.



P. Barbe, Cemagref

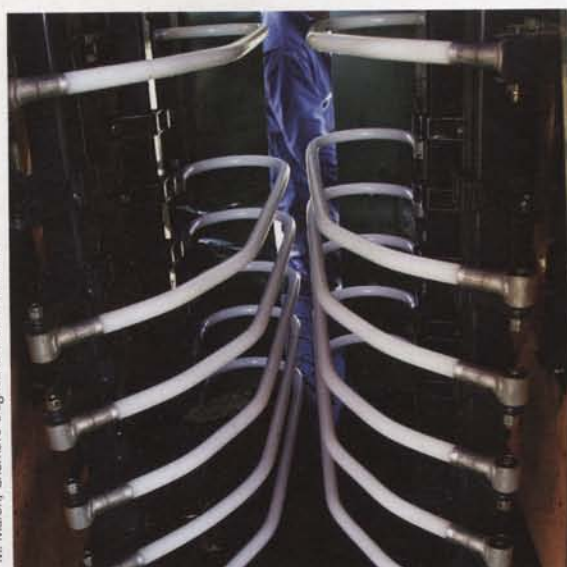
Tête de récolte ARC Grégoire

Pour les machines de la société Alma, le secoueur est constitué d'une baguette avec contre-baguettes de maintien pour éviter un mouvement de fouet lors du secouage.



J.-M. Maron, Chambre d'agriculture de la Gironde

Tête de récolte Alma



J.-M. Maron, Chambre d'agriculture de la Gironde

Tête de récolte Pellenc

Dans la tête de récolte Pellenc Fourcade, les secoueurs ont une forme très rectiligne. Ils sont attachés aux deux extrémités de la tête de récolte.



P. Barbe, Cemagref

Tête de récolte Bobard

Enfin, les têtes de récolte pour vignes étroites (Bobard par exemple) présentent un profil adapté aux conditions de récolte particulières : vignes basses et peu chargées, et par exemple Pinot noir, délicat à vendanger. Lauprêtre, Grégoire et New-Holland proposent également des têtes de récolte adaptées aux vignes très étroites et basses.

Les caractéristiques techniques des différents modèles de machines sont disponibles dans « *Le coût des fournitures en viticulture et en œnologie* » (édition 2007, pages 86-87).

Il existe d'autres constructeurs de machines à vendanger comme Ero (Allemagne), AGH et Korvan (Etats-Unis) et enfin Nairn (Nouvelle-Zélande), très peu ou pas du tout représentés dans le vignoble français.

Récolte manuelle ou mécanique : les clés du choix

La mécanisation de la récolte s'est imposée dans la plupart des vignobles comme une solution souple, efficace et surtout compétitive par rapport à la récolte manuelle. A ses débuts décriée comme facteur de perte de qualité, la machine à

vendanger prouve dans de nombreuses situations qu'elle permet aujourd'hui de fournir une qualité de récolte satisfaisante. C'est ce que montrent les études récentes au travers desquelles nous avons comparé vendanges manuelle et mécanique.



O. Gellroy, IFV

Récolte manuelle



C. Gaviglio, IFV

Grappe égrenée après le passage de la machine à vendanger

Voici des données expérimentales issues de quatre essais, avec des objectifs différents, réalisés par l'Institut :

Conserver le niveau de qualité et de typicité de la Clairette de Die Méthode Dioise Ancestrale en utilisant la machine à vendanger, essais réalisés en 2003-2004

Il est de plus en plus difficile de trouver de la main d'œuvre pour les vendanges dans le Diois, vignoble très peu mécanisé. Dans ce contexte, les viticulteurs ont souhaité conduire une expérimentation visant à mesurer objectivement l'impact de la récolte mécanique sur leur produit phare : la Clairette de Die Méthode Dioise Ancestrale.

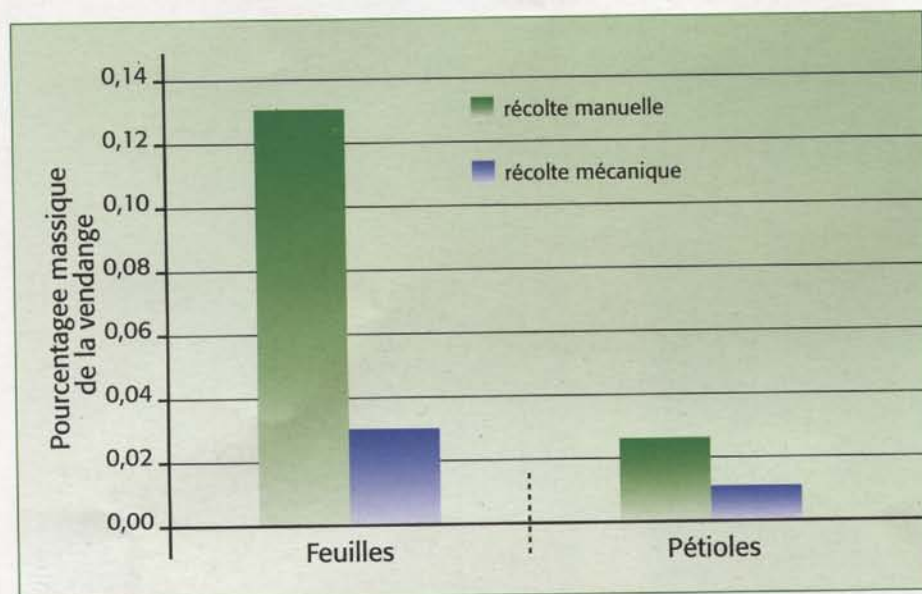
La récolte du Muscat à petits grains dans le Diois ne pose pas de problème particulier avec les

machines actuelles, qui sont toutes parvenues à donner une qualité physique de la vendange satisfaisante. Les points à améliorer concernaient l'adaptation du palissage (piquets et types d'attaches). La dégustation à l'aveugle des lots main et machine n'a pas permis de conclure à une différence significative entre les modalités. Sous réserve d'une bonne utilisation des machines à vendanger, de l'accessibilité des parcelles aux machines (dévers), de la protection de la vendange contre l'oxydation dès la parcelle et d'une formation des utilisateurs, il semble possible de conserver le niveau qualitatif souhaité pour l'appellation Clairette de Die Méthode Dioise Ancestrale.

Evaluer le modèle VN 260 de New-Holland pour vignes étroites à Bordeaux en 2004

Les résultats montrent que la vendange de Merlot récoltée avec la machine est sensiblement plus propre que la vendange manuelle : moins de feuilles (mais en plus petites fractions), moins de débris végétaux et moins de rafles. Cette qualité de vendange est aussi satisfaisante que celle obtenue

par la récolte manuelle après tri et éraflage, en dépit d'un taux de jus de 13 %. C'est une information intéressante car le tri sur table de la vendange récoltée mécaniquement ne semble pas justifié dans ce cas. En revanche, il a été noté des pertes de raisin sensiblement plus importantes avec la machine (2,3 % du total contre 1 % environ pour la récolte manuelle), surtout localisées sur souche (2/3) et un peu au sol (1/3).



Graphique 5
Comparaison
des taux de feuilles
et de pétioles observés
entre récolte manuelle
et mécanique
(Bordeaux, Merlot,
2004)

Obtenir des références complémentaires sur Pinot noir et Chardonnay en Bourgogne en 2002 et 2004

Des deux cépages emblématiques du vignoble bourguignon, le Pinot noir est sans conteste le plus difficile à récolter à la machine car ses grappes sont petites et serrées.

En ce qui concerne les trois essais réalisés en 2002 sur Pinot noir, l'intérêt d'avoir un réglage optimisé pour la machine (vitesse d'avancement et fréquence plus faibles) a été démontré pour le lot issu d'une vendange présentant de la pourriture. En revanche, sur les deux autres lots, les différences notées en dégustation sont minimales.

La quasi totalité des essais de 2004 met en évidence une préférence pour les lots manuels sur Chardonnay ou Pinot noir. Cette différence n'est cependant pas significative pour tous les critères de notation et on retrouve pour la modalité machine l'intérêt d'optimiser le réglage.

Obtenir un taux de grappes suffisant pour permettre la macération carbonique sur une récolte en Beaujolais lors des millésimes 1996 à 1999

Les dégustations des vins ont montré la capacité des machines – employées dans des conditions

favorables et avec des réglages adaptés – à fournir une vendange avec un taux de grappes entières intéressant pour la vinification beaujolaise et avec un taux de jus réduit. D'autres facteurs que la machine interviennent dans l'obtention d'une qualité de récolte adaptée aux exigences de la macération carbonique : adaptation du palissage, répartition homogène des grappes, choix de la date de récolte et surtout, conduite de la machine. Le choix de la date de récolte est particulièrement important car le pédoncule de la rafle du Gamay se prête bien à un décrochement en grappe entière lorsque la maturité est atteinte.

Le respect de certaines règles est, plus qu'ailleurs, indispensable pour que la machine à vendanger puisse assurer le maintien de la qualité du vin.

En dégustation, les vins primeurs issus de récolte mécanique sont principalement différenciés sur leur intensité aromatique et leur note fruitée plus faible. Des pistes d'itinéraires œnologiques intéressants pour améliorer les lots machine ont été identifiées, notamment le différentiel thermique et le décalage de la chaptalisation. Cependant, ces techniques œnologiques ne peuvent pas être appliquées à l'élaboration des vins primeurs, pour lesquels la vendange manuelle reste obligatoire.

Graphique 6 *Profil organoleptique des vins obtenus lors de l'essai en 1999*

Les techniques de différentiel thermique et de décalage de chaptalisation ont permis d'améliorer significativement les lots issus de récolte mécanique sur les notes d'intensité globale, de fruité et sur les notes d'ensemble.

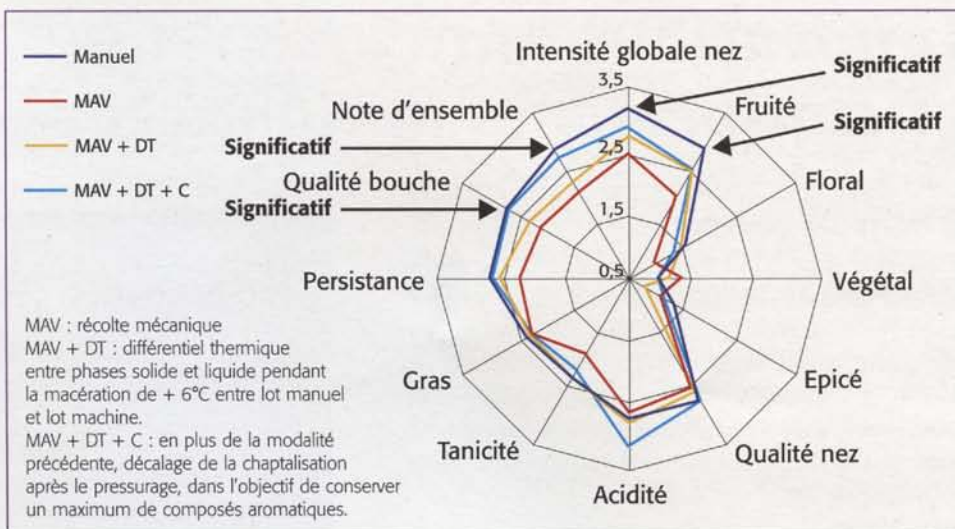


Tableau 4 *Récapitulatif des avantages et des inconvénients des deux modes de récolte*

	Manuelle	Mécanique
Avantages	- Respect de l'intégrité des grappes - Tri sur souche possible - Récolte possible sur des parcelles difficiles d'accès	- Rapidité d'intervention - Souplesse dans le calendrier de récolte - Récolte de nuit possible pour vins blancs et rosés - Qualité de récolte respectée avec de bons réglages - Technologie des machines en progression - Tri sur souche car les grappes desséchées par la pourriture ne sont pas décrochées
Contraintes	- Lent - Encadrement et logement de la main d'œuvre - Coût - Irrégularité de la présence et/ou de la disponibilité des vendangeurs	- Risque de défaillance mécanique - Vignoble adapté à la mécanisation pour conserver la qualité - Elimination des grappes pourries impossible - Protection contre l'oxydation parfois nécessaire - Formation à la conduite et à l'entretien indispensable - Mode de récolte inadapté à certaines productions pour des raisons techniques ou réglementaires.
Coût indicatif par ha	800 à 1 000 €	200 à 400 € selon surfaces concernées (voir détails page 19)

L'ensemble des essais menés avec des machines à vendanger récentes montre que dans de bonnes conditions : un vignoble adapté, une vendange saine et à maturité et une machine bien réglée, la récolte mécanique assure une qualité de vendange comparable à celle de la récolte manuelle. Des essais menés par l'Institut à Saint-Emilion de 1992 à 1994 allaient déjà dans ce sens.



Vendange issue d'une récolte mécanique

Innovations majeures et équipements optionnels

■ Noria de godets (1980)

Réception et transfert avec noria de godets New-Holland (Braud) : ce système a permis d'optimiser l'étanchéité autour des ceps tout en garantissant des frottements minimum sur les souches. La chaîne de godets est en effet animée d'un mouvement inverse à l'avancement de la machine pour que la vitesse relative des godets par rapport aux pieds de vigne soit nulle.

■ Secoueurs fermés (1988)

Auparavant, les secoueurs avaient une extrémité libre, à laquelle l'animation de la tête de récolte donnait un mouvement de fouet. Aujourd'hui ce mouvement est contrôlé, ce qui permet un meilleur respect de la végétation et une moindre pollution de la vendange par les débris verts.

■ Réglage de tous les paramètres depuis la cabine (1997)

Système SMART de Pellenc permet une programmation et une finesse de réglage depuis la cabine. Pellenc est le premier constructeur à proposer une tête de récolte animée par des servovérins (système déjà expérimenté par Howard) et non par un système classique bielle-manivelle. Ceci permet de régler tous les paramètres facilement depuis le poste de conduite, ainsi qu'une programmation et un enregistrement de ces mêmes paramètres.

■ Réglage du pincement (2002)

Réglage hydraulique ou électrique du pincement : le réglage hydraulique chez Grégoire et son équivalent électrique chez New-Holland apportent un important confort de réglage puisqu'ils permettent de s'affranchir du réglage manuel fastidieux. Il s'agit du réglage à l'identique de la longueur des bielles animant les arbres de secouage de part et d'autre de la tête de récolte.



J-M. Maron, Chambre d'agriculture de la Gironde

Système de réception et de transfert avec noria de godets New-Holland, secoueurs fermés

■ Activation rapide des secoueurs et serrage automatique des secoueurs (2003)

Il s'agit d'adapter facilement le nombre de secoueurs à la zone fructifère, soit en les activant / désactivant pour les machines New-Holland, soit en les sortant de la tête de récolte pour les machines Grégoire.

■ Tête active (2005)

La société Pellenc a apporté à sa tête de récolte une fonction soulageant le chauffeur de l'attention nécessaire pour maintenir l'alignement sur le rang, paramètre essentiel pour éviter les impacts liés à l'inertie de la machine. Trois vérins se chargent de cette fonction, pilotés par des capteurs situés à l'entrée du tunnel de récolte. La correction latérale autorisée est de 4 cm de chaque côté. C'est un plus, mais nos essais montrent que cela n'autorise pas pour autant une vitesse d'avancement significativement supérieure.



P. Maciewicz, IFV

Nettoyeurs et érafloirs embarqués : des résultats spectaculaires sur la propreté de vendange

Les machines modernes sont performantes en terme de qualité de récolte lorsqu'elles sont bien réglées. Dans ces conditions, quel peut être l'apport supplémentaire des matériels de tri et d'éraflage embarqués ?

■ Des conceptions différentes pour un objectif commun

Tous les appareils de nettoyage ou d'éraflage embarqués utilisent le principe de l'égouttage de la vendange avant aspiration/éraflage. Les jus et les

baies sont séparés afin que l'action des aspirateurs de feuilles ou de l'égreneur soit concentrée sur les grappes, fractions de grappes et éléments indésirables. C'est le système d'éraflage qui diffère entre les équipements : de type cage (Pellenc et Grégoire) ou plan (Socma sur New-Holland).

	<i>Trieur Pellenc</i>	<i>Centrale de tri Alma</i>
Fonction	Elimination de plus de feuilles	
Principe	Tapis à claire-voie avant extracteur	Etalement sur grille sous extracteur central
Illustration		
Ordre de prix	7 000 €	

Tableau 5 Equipements de tri embarqués

	<i>Egreneur embarqué SOCMA</i>	<i>Vinitrieur Pellenc</i>	<i>Trieur égreneur vibrant Grégoire</i>
Fonction	Nettoyage et éraflage		
Principe	Grille rotative et hérissés égreneurs	Trieur et érafloir en série	Erafloir avec égouttage
Illustration			
Ordre de prix	15 000 €		

Tableau 6 Equipements d'éraflage embarqués

■ Une efficacité indiscutable

Le trieur Pellenc élimine jusqu'à 80 % de feuilles en plus qu'un système classique, taux établi suite aux essais réalisés à Montpellier et Bordeaux en 2001 et 2002.

Les égreneurs/érafloirs embarqués ont une efficacité comparable à celle des équipements de chai. Leur intérêt réside dans le fait qu'ils séparent très tôt la vendange des éléments indésirables et donc ils évitent leur contact avec le moût. On entend par éléments indésirables : feuilles, pétioles, sarments, corps étrangers (et rafles dans le cas de l'utilisation d'un matériel d'égrenage embarqué).

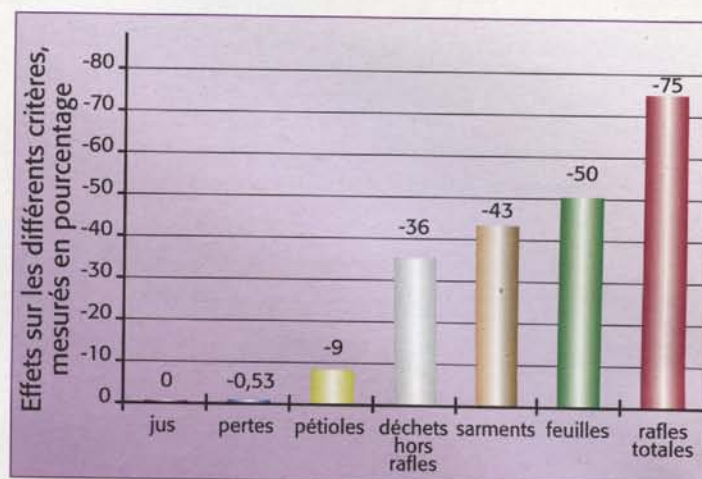
Les éléments les mieux éliminés sont les rafles, les feuilles et les sarments. Les pétioles sont plus difficiles à faire disparaître du fait de leur petite taille. Le très faible impact des systèmes d'égrenage embarqués sur le taux de jus (proche de 0 %) nous indique qu'il n'y a pas plus de trituration de la vendange. Nous avons en revanche constaté lors de l'éraflage, pour tous les appareils testés, une tendance à produire des petits fragments de rafles qui ne sont pas éliminés.

Les pertes induites par ces appareils proviennent des baies non détachées des rafles, qui sont évacuées par le système d'égrenage. Elles sont limitées et de l'ordre de 0,5 % en moyenne sur tous nos essais, soit 50 kg par hectare pour 10 tonnes par hectare. Les paramètres pouvant engendrer plus de pertes sont : le feuillage humide (colmatage rendant l'égouttage plus difficile), un cépage difficile à égrener ou un mauvais réglage. Les pertes peuvent être plus importantes avec les systèmes de type érafloir-cage car leur action est limitée à la largeur de la benne sur laquelle ils sont posés.

Conquête de réception de vendange

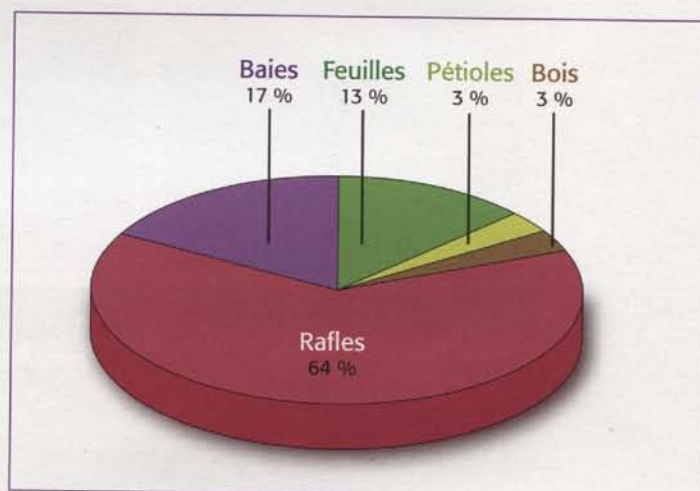


P. Mackiewicz, IFV



Graphique 7 Efficacité sur les différents éléments des égreneurs/érafloirs embarqués

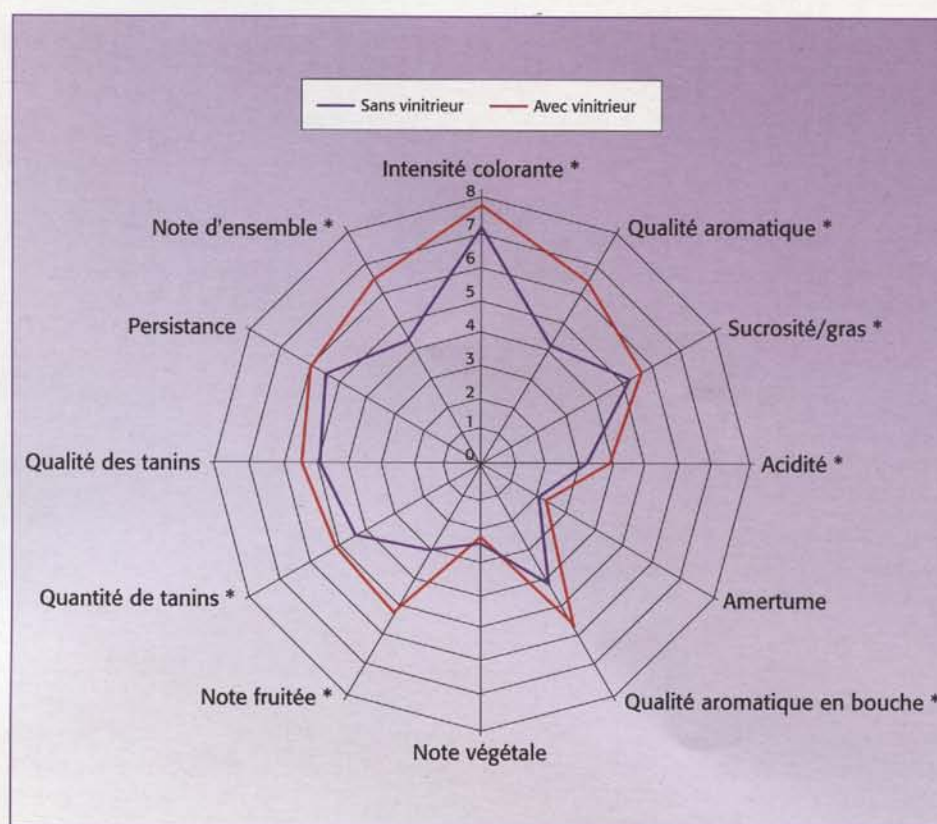
Le graphique 8 montre la répartition en masse des éléments extraits par l'égreneur embarqué SOCMA sur machine à vendanger New-Holland. Les baies représentent 17 % de ce qui sort du système, mais seulement 0,5 % du total récolté.



Graphique 8 Répartition en masse des éléments extraits, exemple de l'égreneur embarqué SOCMA sur machine à vendanger New-Holland, essai 2004, Fer Servadou

L'impact du tri embarqué sur le vin est illustré par l'exemple d'une vendange récoltée mécaniquement avec un temps d'attente de deux heures avant encuvage, lors de l'essai du Vinitrieur Pellenc en 2005 (graphique 9).

L'apport qualitatif sur le vin est sensible surtout sur vins jeunes, il a tendance à s'atténuer en cours de conservation en bouteille. Les trieurs embarqués apportent donc un gain intéressant pour l'élaboration de vins qui seront consommés rapidement après leur mise sur le marché.



Graphique 9 Profil organoleptique des vins en dégustation
(* = différence significative)

■ Un argumentaire pour décider ou non de s'équiper d'un nettoyeur-érafloir embarqué

Ces appareils permettent de :

- limiter la quantité d'éléments verts ou indésirables en contact avec la vendange depuis la récolte jusqu'à l'arrivée en cave,
- mettre en cuve sans autre traitement une vendange au moins aussi propre et souvent plus propre que celle obtenue avec une vendangeuse classique et ayant été éraflée en cave,
- éviter une reprise de vendange à la réception,
- simplifier la gestion des rafles car elles sont déjà épandues,
- nettoyer partiellement une vendange comportant de nombreux éléments indésirables issue d'un réglage inadapté.

Ils imposent en revanche :

- un réglage supplémentaire sur la machine à vendanger selon la difficulté d'éraflage,
- un entretien journalier plus long sur la tête de récolte.

En fonction de l'équipement préexistant de la cave, de l'objectif vin et des contraintes d'organisation du site de vinification, on peut identifier les situations dans lesquelles l'investissement dans un équipement de nettoyage et d'éraflage embarqué est pertinent.

Pour les particuliers livrant du raisin en cave coopérative, ces équipements permettent d'apporter une vendange sensiblement plus propre, ce qui peut être un facteur pris en compte dans le paiement différencié des apports.

Pour les viticulteurs vinifiant en cave particulière, l'équipement de la cave pour la réception de la vendange doit être pris en compte, au même titre que le temps d'attente des raisins récoltés avant traitement (tri et éraflage) puis encuvage. Si ce temps est limité, l'apport qualitatif des équipements embarqués sera peu sensible. Ils permettront tout de même de faciliter la tâche de tri et d'encuver une vendange déjà propre. Si en outre il est envisagé de remplacer l'érafloir du chai, l'éraflage embarqué se justifie alors encore plus. Si les raisins attendent plus d'une heure avant d'être encuvés, alors l'investissement dans un système d'éraflage embarqué est pertinent, que la cave soit équipée d'un érafloir récent ou non. On pourra en attendre une amélioration des qualités gustatives des vins à boire jeunes.

Pour les entreprises proposant la récolte en prestation, le surcoût lié à l'équipement embarqué est bien évidemment amorti sur une plus grande surface que pour les particuliers. Les prestataires amortissent donc plus rapidement l'éraflage embarqué, qui est de plus une garantie pour la clientèle d'un niveau de propreté de la vendange satisfaisant.

Polyvalence et multifonction des machines à vendanger

Une machine à vendanger est dite **polyvalente** lorsque, débarrassée de sa tête de récolte, elle reçoit un ou plusieurs équipements permettant d'utiliser le châssis hors période de récolte. Les applications les plus courantes sont la pulvérisation et la prétaille.

La **multifonction** consiste à équiper le châssis d'au moins deux matériels distincts pouvant travailler conjointement.

Tableau 7 *Avantages et contraintes de la polyvalence et de la multifonction*

Avantages	Contraintes
• Rentabiliser le châssis • Travailler plus de rangs en un seul passage pour gagner du temps • Emporter plus de charges (cuves du pulvérisateur plus grandes pour une meilleure autonomie) • Mieux centrer les matériels sur le rang (l'outil n'est pas déporté sur le côté) • Matériel parfois moins cher car l'adaptation est plus simple qu'avec un mât pour tracteur interligne	• Montage spécifique du matériel • Matériel parfois plus cher, car plus spécifique • Contrepoids nécessaire sur la machine car l'absence de la tête de récolte modifie l'équilibre du châssis • Châssis lourd : tassements des sols

Différentes approches des constructeurs

■ **Pellenc** : les automoteurs sont polyvalents par conception. Tous les matériels de ce constructeur sont concernés.

■ **New-Holland** : la polyvalence s'est développée autour de la prétaille et de la pulvérisation, en co-design avec Provitis et Berthoud depuis 2003.

■ **Grégoire** : le constructeur a développé la polyvalence des châssis de machines à vendanger avec le rachat de Lagarde et de Paris. Il conserve toutefois dans sa gamme des machines dédiées à la récolte uniquement.

■ **Alma** : ce constructeur dispose dans sa gamme de deux machines automotrices spécialisées pour la récolte, en complément d'une machine orientée vers la polyvalence et de machines tractées.

Incidence sur les coûts de l'utilisation en polyvalence

■ Augmentation du nombre d'heures de fonctionnement du châssis : baisse du coût horaire de la traction avec le châssis. Le coût est réparti entre plusieurs opérations et non concentré sur la vendange (graphique 13).

■ Temps de travaux moins importants si la vitesse de passage est plus élevée.

■ Gain important si les opérations sont combinées (multifonction).

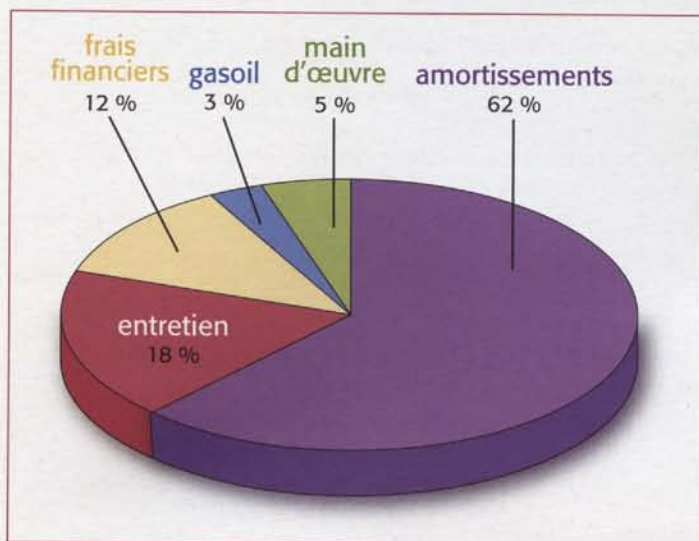
■ Consommation de carburant en hausse en raison d'un moteur plus puissant.

Machine à vendanger en mode prétailluse



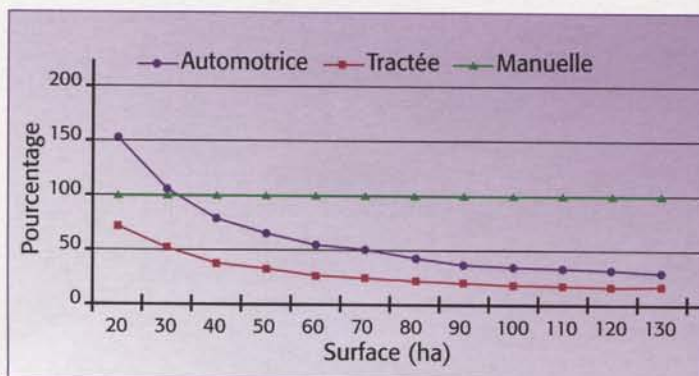
P. Sercharin, IFV

Récolter à la machine, un choix économique

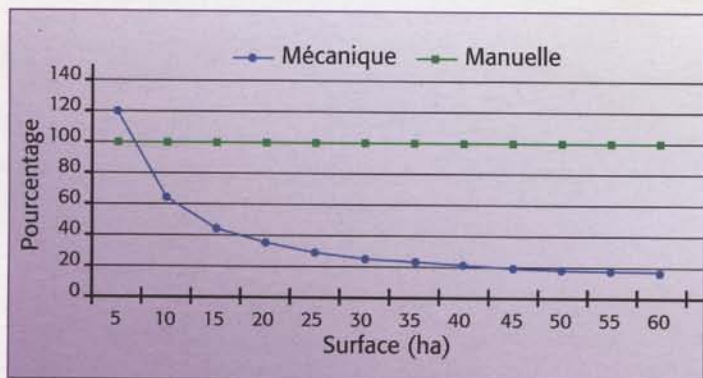


Graphique 10 Répartition des coûts d'utilisation de la machine à vendanger (amortie sur 7 ans, 60 ha, simulation)

Une vendangeuse mécanique est un investissement important permettant de récolter à moindre coût par rapport à la récolte manuelle. Il existe cependant un seuil de rentabilité pour ces engins, en terme de surface et en terme de moyens pour réduire encore les coûts, comme par exemple l'achat en CUMA ou l'utilisation en polyvalence.



Graphique 11 Coût de la récolte en fonction de la surface, vignes larges (le coût de la récolte manuelle est la base 100)



Graphique 12 Coût de la récolte en fonction de la surface, vignes étroites (le coût de la récolte manuelle est la base 100)

Compresser les coûts avec une machine tractée

Utiliser une machine tractée en vignes larges permet de réduire encore plus les coûts, avec quelques compromis. En effet, le tracteur est par définition polyvalent. Mais, utilisé avec la machine à vendanger, il n'est plus disponible pour la remorque. Les points faibles des machines tractées sont : une moins bonne visibilité, une moins bonne maniabilité et une capacité plus limitée. En revanche, elles bénéficient des mêmes têtes de récolte que les automotrices (sauf New-Holland : les norias sont remplacées par le système de réception à écailles) et du même potentiel en terme de qualité de travail. Enfin, pour fonctionner dans de bonnes conditions, une machine tractée réclame un tracteur de puissance suffisante car la puissance absorbée à la prise de force est de 40 à 60 CV.

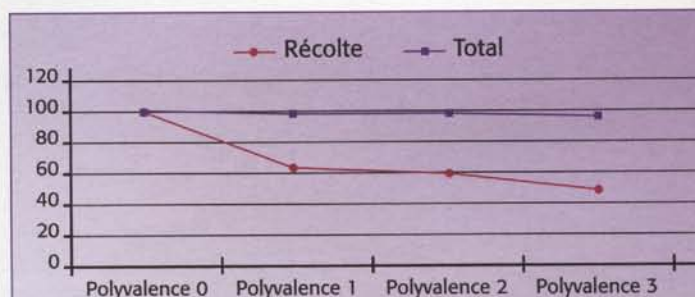
En vignes étroites, le seuil de rentabilité est plus vite atteint car la vendange manuelle est beaucoup plus coûteuse en raison du plus grand nombre de souches par hectare. D'autre part, une automotrice en vignes étroites est un tracteur enjambeur équipé d'une tête de récolte, systématiquement utilisé comme un châssis polyvalent le reste de l'année.

L'utilisation en polyvalence du châssis abaisse les coûts pour la récolte

Si la polyvalence permet d'utiliser la machine tout au long de l'année, il faut être conscient que les charges associées vont être réparties sur l'ensemble des opérations, au bénéfice de la récolte, qui sera relativement moins onéreuse, mais au détriment des autres, avec des consommations énergétiques en hausse. Ce constat vaut pour des vignes larges en comparaison avec un tracteur interligne. De plus, il faut prendre en compte les opérations indispensables de nettoyage et d'entretien qui seront supérieures. Le graphique 13 est issu d'une simulation de coûts.

Le graphique 13 met en évidence que l'utilisation du châssis en polyvalence abaisse peu le coût total des opérations à la vigne. Le gain le plus important est obtenu lorsque la polyvalence permet de travailler plus de rangs qu'avec un interligne. C'est le cas pour les traitements phytosanitaires, mais pas pour la prétaille ou le relevage par exemple. Le choix d'utiliser le châssis de la machine à vendanger en polyvalence répond plus à une stratégie d'équipement prenant en compte les avantages pratiques tels que le placement des outils, les volumes embarqués (et donc l'autonomie) ou la possibilité de réaliser des opérations combinées plus facilement qu'avec un tracteur interligne.

Vendange mécanique avant tri



La polyvalence 0 est la base 100.

Coût total des opérations viticoles : de la prétaille à la récolte.

Polyvalence 0 : récolte uniquement

Polyvalence 1 : récolte + pulvérisation 4 rangs

Polyvalence 2 : récolte + pulvérisation 4 rangs + prétaille

Polyvalence 3 : récolte + pulvérisation 4 rangs + prétaille + relevage + rognage + épandage

Graphique 13 Simulation de l'incidence du niveau de polyvalence sur le coût des travaux au vignoble

En vignes larges, on cherche à rentabiliser tout au long de l'année le châssis de la machine à vendanger en l'utilisant sans la tête de récolte mais avec différents outils tels que la prétailleuse ou le pulvérisateur. Chacune de ces utilisations doit faire l'objet d'une homologation spécifique. En revanche, en vignes étroites la machine à vendanger est constituée par le tracteur enjambeur, par définition polyvalent, et une tête de récolte que l'on vient atteler comme les autres outils.

Hygiène journalière et désinfection

La machine à vendanger, au même titre que les équipements œnologiques, doit être nettoyée régulièrement pour éliminer les sources de contamination et les souillures. Ce nettoyage est d'autant plus important qu'il est particulièrement difficile car une machine a de nombreux recoins, de nombreux mécanismes, des surfaces à nettoyer de différentes formes et de différents matériaux. En outre, le niveau d'hygiène se dégrade sensiblement au cours des vendanges en fonction des conditions climatiques, de l'état sanitaire et du moment de la journée. En effet, le raisin apporte une importante quantité de micro-organismes dont la plus grande partie est sans intérêt technologique comme les levures à caractère oxydatif ou les levures d'altération. On distingue le lavage réalisé au moins une fois par jour et la désinfection nécessaire au moins tous les trois jours.

Organisation générale

Pour les opérations de lavage, il existe plusieurs options : l'aire de lavage, le lavage à la parcelle et les systèmes semi-automatiques intégrés. Bien que différentes dans leur mise en œuvre, ces méthodes de lavage ont en commun des étapes de préparation indispensables, machine arrêtée :

- éliminer manuellement les amas de déchets les plus visibles,
- préparer et faciliter l'accès aux différents organes de la tête de récolte en démontant ce qui peut l'être facilement : bâches, plaques...

L'aire de lavage doit être équipée d'un dispositif d'éclairage puissant pour permettre le travail après la tombée de la nuit : deux projecteurs de 1 000 W. La surface de l'aire doit être imperméable, en pente (2 %) vers un dispositif de collecte des eaux usées. Elle doit être équipée d'un caniveau avec dégrillage.

pour la récupération des éléments grossiers issus du lavage : feuilles, rafles, etc., ainsi que de bacs décanteur et déshuileur, pour la séparation des hydrocarbures. L'alimentation en eau potable doit autoriser un fort débit d'eau à pression moyenne. Un bassin pédiluve peut faire office d'aire de lavage, la mise en route de la tête de récolte immergée dans sa partie basse permettant un bon prélavage.

L'inconvénient majeur des aires de lavage est que celles-ci concentrent en un même collecteur et sur une période très courte des quantités importantes d'effluents.

Pour éviter la concentration des effluents en un même lieu, le lavage à la parcelle est une solution. Il implique une certaine logistique : amener sur la dernière parcelle vendangée une réserve d'eau suffisante (3 m³ minimum) sur une remorque avec une pompe d'un débit suffisant (5m³/heure). Le lavage a lieu de manière à épandre les effluents sur une bande enherbée par exemple. Ceci afin de ne pas déverser les effluents directement dans un caniveau qui n'est pas toujours équipé de dégrillage.

Des systèmes semi-automatiques intégrés de nettoyage sont proposés par certains constructeurs. Des essais menés par l'Institut à Bordeaux en 1998 avec le système de la société Mecalor montrent que l'on obtient un niveau de lavage aussi satisfaisant avec ce système qu'avec une méthode traditionnelle. Le système semi-automatisé permet de passer moins de temps et d'utiliser moins d'eau pour le lavage. Ces essais ont également montré que le lavage est de plus en plus difficile au cours de l'avancement des vendanges à cause des dépôts de sucre et de matières séchées.

Aire de lavage



Tableau 8 *Frais d'investissement (HT) pour une aire de lavage (essais 2000)*

Aire bétonnée 150 m ²	6 900 €
Réseau de collecte	6 100 €
Eclairage	2 290 €
Total	15 290 €

Méthodes de nettoyage et désinfection

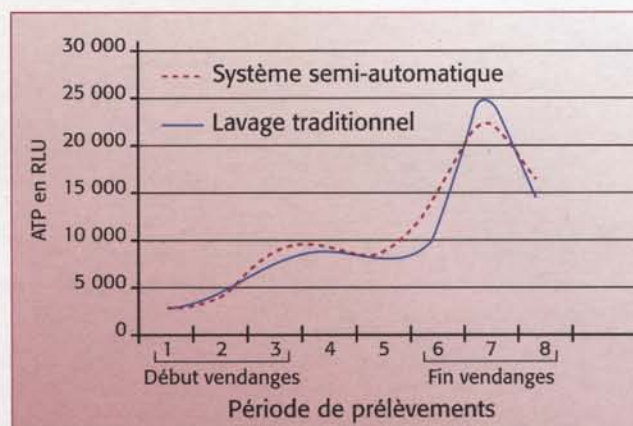
Les nettoyeurs haute pression sont à proscrire : ils déplacent les souillures et diminuent l'efficacité du prélavage car ils créent une brumisation autour de la machine. Il faut en revanche un débit important et une pression moyenne (3 à 5 bars) pour ne pas endommager les joints ou les roulements. On commence par le haut de la machine en inondant en priorité les convoyeurs, les bennes et les organes mis en mouvement dans la tête de récolte. Ensuite, moteur arrêté, on procède depuis les ouvertures avant et arrière de la tête de récolte en insistant sur les secoueurs et les zones peu accessibles. Le nettoyage extérieur est effectué en dernier. Le lavage journalier est plus efficace lorsqu'il est effectué tôt après la récolte.

Tableau 9 *Caractéristiques moyennes d'un lavage (essais 2000)*

	Aire	Pédiluve
Volume d'eau utilisé (m ³)	2 à 3	4 à 6
Demande chimique en oxygène (en g/l)	4 à 12	3 à 5
Matière en suspension (en g/l)	0,5 à 2	0,3 à 1



P. Mackiewicz, IFV



Graphique 14 *Evolution de la qualité du nettoyage au cours du temps*

L'application des produits désinfectants (concentrés à 5 %) suite à ce lavage est effectuée par pulvérisation directe sur les surfaces concernées ou à l'aide d'un canon à mousse. Le rinçage intervient après 10 à 15 minutes de contact, du haut vers le bas. La disparition de la mousse sur les surfaces traitées indique la fin de l'opération ; il est inutile d'utiliser plus d'eau. On peut attendre de cette opération une élimination de 90 % de la flore présente. L'opérateur chargé de la désinfection doit porter les équipements de protection adéquats : lunettes, bottes et vêtements de pluie.

L'ATP-métrie est un moyen pour déterminer le niveau d'hygiène sur une surface. Tout être vivant animal ou végétal contient de l'ATP. L'ATP-métrie consiste à mesurer la quantité totale de toutes les formes d'ATP présentes. Cette technique est basée sur une réaction enzymatique de bioluminescence dont la mesure se fait en Unité Relative de Luminescence (RLU). Elle ne distingue pas l'origine de l'ATP. 5 000 à 10 000 RLU est le niveau d'hygiène satisfaisant dans le cadre de cet essai.

Tableau 10 *Niveau d'hygiène obtenu en début de vendange (Bordeaux 1998)*

Moment du prélèvement	Niveau d'hygiène apparent	Moyenne des ATP-métries sur 13 zones contrôlées (en RLU)	Niveau de contamination
Ecouvillonnage des surfaces avant prélavage	Machine sale	390 000	Très fortement contaminée
Ecouvillonnage des surfaces après prélavage	Machine sale	29 000	Moyennement contaminée
Ecouvillonnage des surfaces après rinçage final à la lance	Machine propre	3 900	Peu contaminée

Ce tableau montre l'efficacité des étapes de prélavage et de lavage dans le cadre de nos essais et permet de définir des niveaux d'hygiène en terme de valeurs d'ATP-métrie auxquelles se référer pour l'exploitation des résultats.

Conclusion

Les machines à vendanger modernes sont performantes en terme de qualité de récolte. Elles constituent un investissement rentable, autour duquel vient de plus se greffer toute la mécanisation du vignoble, via l'utilisation du châssis en polyvalence d'une part, et via l'apport des nouvelles technologies embarquées d'autre part. En effet, une machine à vendanger est le support idéal pour un certain nombre de capteurs permettant de mesurer et de cartographier grâce à un GPS des paramètres tels que le rendement, les taux de sucres et d'acidité, voire la vigueur. Les applications de telles mesures embarquées sont à découvrir, pour optimiser le travail de la vigne et être capable d'adapter sa production en fonction d'un objectif de produit.

Enfin, l'Institut continuera d'évaluer les nouveautés technologiques proposées par les fabricants, tant sur les têtes de récolte que sur les équipements embarqués.



C. Gaviglio, IFV

Remerciements :

Nous tenons à remercier les constructeurs de machines à vendanger pour leur disponibilité lors de nos essais, ainsi que l'ensemble des partenaires ayant permis leur réalisation pratique : INRA de Pech Rouge, les chambres d'agriculture, les fédérations départementales des CUMA, le CEMAGREF ainsi que les domaines qui ont accueilli les essais.

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

Rédacteurs : C. Gaviglio et E. Vinsonneau.

Relecture : T. Coulon, J-L. Berger, M. Vergnes, Y. Heinzlé, J-Y. Cahurel, P. Poupault, C. Moulliet et A-M. Denizot de l'IFV et M. Leguay de VINIFLHOR.

Juillet 2007

Mentions légales :

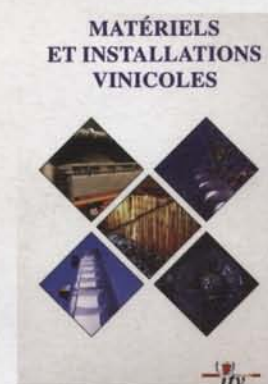
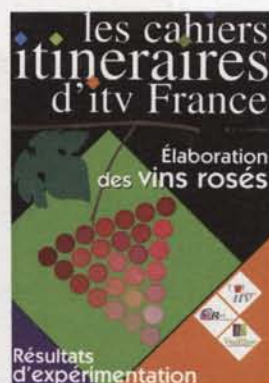
© Institut Français de la Vigne et du Vin. Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L.122-5, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses 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 couverture : C. Gaviglio, IFV



Institut Français de la Vigne et du Vin





- n° 10 : Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture
- n° 11 : Elaboration des vins rosés, résultats d'expérimentation
- 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

- Le coût des fournitures en viticulture et en œnologie 2007
- Traité de viticulture et d'œnologie durables
- Fiche fertilisation n°4 : Maîtrise de l'acidité des sols
- Lettre technique : Vins à teneur réduite en alcool : présentation des techniques
- Note nationale sur les maladies du bois
- Traçabilité : guide pratique pour l'agriculture et l'industrie alimentaire

Diffusion des publications : tél. 03 26 51 50 90 - email : caroline.diouy@itvfrance.com



Siège : Domaine de l'Espiguette - 30240 Le Grau du Roi
www.entav.fr ♦ www.itvfrance.com