

# Performance énergétique des matériels viticoles

## Christophe GAVIGLIO

IFV Pôle Sud-Ouest - V'Innopôle Brame Aigues BP 22 - 81310 LISLE/TARN

Email: christophe.gaviglio@vignevin.com

**Résumé :** Dans le cadre d'un programme plus vaste sur les émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) de la filière viticole, l'IFV a mis en place un protocole de mesure de la consommation en carburant du tracteur lié au type de matériel utilisé et a pu enregistrer des données sur deux tracteurs différents, avec les matériels les plus couramment utilisés en Midi-Pyrénées que sont : broyeurs, tondeuses, pulvérisateurs, outils de travail du sol, effeuilleuses, épampreuses. Les résultats montrent souvent que lorsque les conditions le permettent, augmenter le débit de chantier en travaillant plus vite est favorable à la consommation par hectare en dépit d'une consommation instantanée plus importante.

**Mots-Clés :** énergie, matériels viticoles, GES, réglages, carburant

## Introduction

La grande majorité des exploitations viticoles est aujourd'hui adaptée à la mécanisation de nombreux travaux. Cela permet à une unité de travail humain (1 UTH) de gérer de plus grandes surfaces de production. En revanche, la dépendance des exploitations à l'énergie fossile est aujourd'hui plus importante. L'inévitable renchérissement des sources d'énergie doit amener la réflexion vers l'économie, ou au moins l'optimisation de l'énergie utilisée pour un travail donné. Ce point de vue économique est d'ailleurs tout à fait compatible avec les objectifs de réduction des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) pour la filière. C'est la raison pour laquelle nous avons développé une méthodologie de mesure rapide de la consommation de carburant liée au matériel utilisé. Cela permet de comparer, pour une même opération mécanisée au vignoble, des technologies ou des choix de réglages différents.

## Matériels et méthodes

Le matériel employé est un tracteur vigneron équipé d'un débitmètre à gazoil monté sur le circuit de carburant du tracteur. Lors de ce programme expérimental, nous avons utilisé deux tracteurs successivement : lors de la première phase visant à établir les modes opératoires, nous disposions d'un tracteur Landini REX 95 F (95 cv) mis à disposition gracieusement par le constructeur. Par la suite nous avons fait l'acquisition d'un tracteur vigneron John Deere 5080 GV (80 cv) qui a pu être équipé plus durablement avec le débitmètre à gazoil.

Le projet repose sur la mesure et l'enregistrement en temps réel de la consommation. Nous avons utilisé pour cela un débitmètre à gazoil de marque AIC modèle 884. Ses caractéristiques sont les suivantes : aucune chute de pression sur le retour de carburant, précision de + ou - 1%, mesure de 1 à 80 L/h, 2000 impulsions par L. Le débitmètre est relié à une centrale d'acquisition embarquée sur le tracteur qui enregistre les données sous forme de fichier csv facilement exploitable avec un tableur. Le tout constitue notre cellule de mesure, sur laquelle différents matériels viticoles peuvent être attelés.

Collecte et interprétation des données : après démarrage du tracteur, on attend que le moteur ait atteint sa température de fonctionnement avant de commencer l'enregistrement. Le capteur fournit une valeur de consommation instantanée par seconde. Notre mesure doit durer le temps nécessaire à l'obtention d'une moyenne stable de cette valeur, le matériel étant au travail. La conversion en consommation par hectare est effectuée à partir des données de vitesse de travail et de nombre de rangs travaillés simultanément, prenant en compte une densité de plantation dans notre vignoble expérimental de 4545 pieds / ha.

## Résultats

Nous avons acquis des références d'ordre méthodologique (incidence de certains paramètres sur la mesure), avant de commencer à enregistrer des valeurs pour différents matériels.

**Incidence de la température :** En fonction de la température extérieure, les pertes d'énergie par déperdition de chaleur peuvent fluctuer et influencer la mesure de consommation. Pour un outil donné, la période d'utilisation ne varie pas beaucoup : par exemple une préailleuse sera toujours utilisée l'hiver avec des températures basses. Par contre, on peut se poser la question pour les matériels utilisés lorsqu'il y a une forte amplitude thermique entre le matin et l'après midi. Cela peut conditionner le moment choisi pour réaliser les mesures. Nous avons relevé la consommation horaire du tracteur à 3 régimes moteur et à 2 températures : 19°C (matin) et 30°C (après midi). Nous avons constaté qu'à 1000 ou 1500 tours par minute, la température semble avoir très peu d'influence sur la consommation, alors qu'à 2000 tours la différence apparaît un peu plus nettement, elle est de l'ordre de 10 %. Même si les différences sont peu marquées, il est préférable de réaliser les essais destinés à être comparés dans une même plage de température.

**Incidence de la pente de la parcelle de test :** Lorsque l'on travaille sur une parcelle plane, l'incidence de la topographie sur la consommation est nulle. En pente, on peut choisir de réaliser la mesure sur un nombre de rangs pair pour prendre en compte les effets contraires de la montée et de la descente, mais quelle incidence cela a-t-il sur la mesure par rapport à une parcelle plane ? Le test a été réalisé à deux vitesses de travail, 3,5 et 6,5 km/h, avec le tracteur seul. La pente de la parcelle choisie était modérée sur l'ensemble de la longueur d'un rang mais ponctuellement assez marquée (15%). L'écart le plus important (12%) a été observé à 3,5 km/h. Compte tenu du fait que le tracteur fonctionnait seul, on peut imaginer que dans une configuration de travail les écarts auraient été amplifiés. Pour les matériels réalisant un travail « marqué » ou « destructif » comme les outils de travail du sol, ou les effeuilleuses, pour lesquels il est impossible de réutiliser les mêmes rangs (donc la même topographie), il faudra impérativement travailler sur une parcelle plane. Pour les autres matériels (pulvérisateurs par exemple), on peut envisager d'utiliser les mêmes rangs d'essais plusieurs fois pour être vraiment en conditions comparables même si on sait que la mesure sera à chaque fois un peu surévaluée.

**Incidence de la climatisation :** L'incidence de la climatisation sur la consommation est connue en voiture par exemple. Elle est inévitable puisque c'est un « consommateur » de plus. Il s'agit pour nous de quantifier cet effet. Nous avons réalisé la mesure à trois régimes moteur et à 30° C, avec et sans la climatisation, le tracteur étant à l'arrêt. La surconsommation liée à la climatisation est plus importante à régime élevé. Les écarts mesurés pouvant être significatifs, la climatisation doit être un paramètre constant dans les essais, et systématiquement renseigné dans la base de résultats.

## Incidence de l'utilisation des quatre roues motrices :

La traction intégrale est un élément permettant au tracteur d'être plus stable en conditions d'adhérence difficiles. A priori elle implique aussi plus de frottements mécaniques et peut être une surconsommation. C'est ce que nous voulions vérifier. Le test a été réalisé lors des essais de matériel de travail du sol, avec un pulvérisateur à disques à 4 km/h, à 2 régimes moteurs différents (exploitation de la plage d'utilisation du moteur). Ce test simple ne met en évidence aucune surconsommation liée à l'utilisation des 4 roues motrices. En revanche, à bas régime, l'enclenchement du pont avant permet de réduire d'environ 12 % la consommation instantanée. Il est possible que cela soit dû à une meilleure répartition de l'effort.

**Références obtenues sur les matériels viticoles :** Le tableau suivant permet de synthétiser l'ensemble des mesures effectuées avec les deux tracteurs ayant servi lors de l'étude. Les facteurs vitesse de travail et mode de prise de force (540 eco ou normal) ont été systématiquement étudiés, mais d'autres facteurs ont été pris en compte, matériel par matériel, comme la hauteur de l'herbe pour la tonte, la profondeur de travail pour les outils de travail du sol, le réglage de la turbine du pulvérisateur. Le tracteur Landini est celui avec lequel les points méthodologiques ont été étudiés en amont. La différence de puissance est un point intéressant à analyser dans l'utilisation du mode économique de la prise de force.

| Nombre de mesures effectuées par type de matériel et par tracteur | Tracteur      |                  |
|---|---------------|------------------|
|   | Landini 95 cv | John Deere 80 cv |
| Broyeur à sarments  | 4             | 13               |
| Cultivateur   | 4             | 1                |
| Disques   | 4             |                  |
| Interceps   | 2             | 4                |
| Pulvérisateur   | 4             | 9                |
| Tondeuse  | 5             | 8                |
| Effeuilleuse  |               | 1                |
| Broyeur Herbe / sarments  |               | 8                |
| Total général   | 23            | 44               |

**Pulvérisateur pneumatique :** Les facteurs sur lesquels on peut jouer sont le réglage de la turbine et l'utilisation du mode économique de la prise de force. Le réglage de la turbine a un impact important selon nos mesures : son utilisation en mode ralenti, possible lorsque la végétation est peu développée, induit une économie de 10 à 12 % avec le tracteur de 95 cv, et de 18 % avec celui de 80 cv. Soulager le tracteur le moins puissant produit le plus d'effet. Le mode économique de la prise de force, qui consiste à employer un rapport de démultiplication permettant de conserver 540 tours/min avec un régime moteur inférieur, donne des résultats satisfaisants : - 7 % avec le tracteur de 80 cv, et - 27 % avec celui de 95 cv. Le surplus de couple disponible à bas régime est un atout pour une réduction plus significative de la consommation de carburant.

**Broyeur à sarments (hors sol, à marteaux sur axe horizontal) :** Avec ce type d'appareils, les facteurs dont nous avons testé l'influence sur la consommation sont la vitesse, le cépage (quantité de bois produite et dureté du bois), et l'utilisation de la prise de force économique. La vitesse augmente le débit de sarments à broyer et augmente donc logiquement la consommation instantanée. En revanche la durée de chantier de broyage par hectare étant réduite, la consommation par unité de surface est en baisse : elle passe de 4,6 L à 4 L par hectare entre 3,3 et 4,8 km/h. Le cépage broyé et/ou la quantité de sarments n'ont pas eu d'impact sur les valeurs enregistrées.

**Tondeuse à herbe (à lames, 2 axes verticaux) :** La constatation précédente concernant la vitesse de travail est valable de la même manière pour la tondeuse. Par contre, la tonte d'un engazonnement spontané plus fourni (hauteur - densité) que son équivalent semé a induit une surconsommation de 10 % environ. Le mode économique de la prise de force a eu un impact quasi nul avec le John Deere, alors que sur le Landini il a permis 22 % d'économie de carburant.

## Broyeur à herbe à dépose latérale (au sol, à marteaux, sur axe horizontal) :

Cet outil utilise l'énergie de la prise de force mais aussi l'hydraulique du tracteur pour déposer l'herbe sur le côté. Une augmentation de vitesse de 4,8 à 6,8 km/h induit une surconsommation instantanée de 30 % mais le bilan par hectare reste positif (faiblement) avec 5 % d'économie gagnés sur le temps de chantier. Le critère le plus important qui détermine avec cet outil la possibilité de travailler plus vite c'est la capacité à ne pas saturer le système (bourrage). L'utilisation de la prise de force en mode économique apporte un gain de 15 % environ avec le tracteur John Deere.

## Intercep actif (houe rotative avec centrale hydraulique sur prise de force) :

Les outils de désherbage mécanique interceps ne sont pas faits pour travailler profondément. La résistance à l'avancement dans le sol n'est donc pas le principal facteur de consommation. Par contre, une vitesse d'avancement réduite, nécessaire pour travailler au pied des souches, est très néfaste à la consommation par hectare. Nos relevés montrent que la prise de force 540 ECO permet une économie non négligeable de 27 % avec le tracteur le plus puissant, contre 7 % seulement avec le second. La consommation moyenne s'élève à 9,8 L/ha.

## Intercep passif (disque horizontal), effacement par appui, amortisseur hydraulique :

Ce type d'appareil autorise une vitesse d'avancement bien supérieure et ne sollicite pas la prise de force. A la vitesse de 5 km/h, sa consommation par hectare s'élève à 3,8 L.

**Disques (cover-crop vigneron) :** Sans sollicitation de la prise de force, la consommation est sans surprise très liée à la résistance rencontrée dans le sol et à la vitesse d'avancement. Le passage de 4 à 6 km/h provoque une augmentation de 33 % de la consommation instantanée, mais le débit de chantier reste favorable à la consommation par hectare puisqu'elle est en baisse de 11 %.

## Cultivateur (Cadre de travail du sol) dents rigides :

Le principal facteur étudié est la profondeur de travail. Nos mesures révèlent que travailler à une profondeur inadaptée par rapport à l'objectif de travail, par exemple profondément pour désherber, augmente la consommation de 50 %.

**Effeuilleuse (pales / couteaux) :** L'effeuilleuse que nous avons testée a consommé en moyenne 4,6 L/ha.

Tableau récapitulatif des consommations relevées :

| Consommation en L / ha   | Landini |         |      | John Deere |         |      |
|--------------------------|---------|---------|------|------------|---------|------|
|                          | Min     | Moyenne | Max  | Min        | Moyenne | Max  |
| Broyeur à sarments       | 2,7     | 5,4     | 8,2  | 3,7        | 4,6     | 5,4  |
| Cultivateur              | 4,9     | 6,4     | 7,8  | 5,5        | 5,5     | 5,5  |
| Disques                  | 4,7     | 6,0     | 7,0  | -          | -       | -    |
| Intercep                 | 11,6    | 13,7    | 15,9 | 3,8        | 10,1    | 15,5 |
| Pulvérisateur            | 4,4     | 5,5     | 6,7  | 3,3        | 4,2     | 5,4  |
| Tondeuse                 | 4,3     | 7,0     | 9,0  | 4,0        | 4,8     | 5,8  |
| Effeuilleuse             | -       | -       | -    | 4,6        | 4,6     | 4,6  |
| Broyeur Herbe / sarments | -       | -       | -    | 7,0        | 10,8    | 16,2 |

## Conclusion

La mesure de la consommation instantanée donne des chiffres suffisamment précis pour évaluer l'incidence d'une technique ou d'un réglage pour un même travail. Il ressort ainsi de notre étude que lorsque les conditions le permettent, augmenter le débit de chantier en travaillant plus vite est favorable à la consommation par hectare en dépit d'une consommation instantanée plus importante. Nous avons aussi identifié que le désherbage mécanique sous le rang gagnait beaucoup à être réalisé avec un outil de type « passif » par rapport à un outil rotatif, plus lent et plus gourmand. Le pulvérisateur pneumatique reste l'outil le plus consommateur de carburant sur l'ensemble d'une saison, mais cela est plus lié au nombre de traitements annuel qu'à la consommation par hectare, plutôt faible grâce à la vitesse d'avancement et à la largeur traitée importantes. Enfin l'utilisation de la prise de force en mode économique est d'autant plus rentable

que le tracteur a une réserve de puissance importante qui lui permet d'être performant à un régime moteur moindre.

Cependant, les résultats ne sont obtenus que pour deux tracteurs, de puissances données, et une plage d'utilisation du moteur particulière liée à leurs transmissions. L'utilisation de transmissions plus évoluées permettant un ajustement précis des vitesses de travail et du régime moteur permettrait peut être d'optimiser ces chiffres. De même, nos mesures n'évaluent que peu l'impact, pour une même opération, d'utiliser un tracteur plus ou moins puissant. La sollicita-



tion du moteur étant différente pour fournir le même travail, c'est un élément intéressant à prendre en compte dans de prochaines études. L'application dans la pratique de résultats de telles études reste liée à la disponibilité sur les exploitations de plusieurs tracteurs, chacun étant utilisé de manière optimale par rapport aux tâches à effectuer.

## Ce qu'il faut retenir

Les débits de chantiers sont souvent favorables à la consommation par hectare.

Le réglage de la profondeur de travail avec les outils aratoires est un facteur de qualité du travail, mais aussi d'économies importantes de carburant.

L'utilisation du mode économique de la prise de force est recommandé dès que cela est possible car il permet des gains pouvant aller jusqu'à 30 %.

Utiliser un tracteur plus puissant pour les mêmes travaux dans les mêmes conditions est un facteur de surconsommation si on n'applique pas d'optimisations, hors celles-ci autorisent des gains souvent plus intéressants qu'avec un tracteur moins puissant.

Un tracteur moins puissant est plus sensible aux variations d'effort demandées.

Pour une même catégorie d'outil, le choix d'une technologie plus « passive », sollicitant moins l'hydraulique ou la prise de force, est un gage de sobriété. Par contre, le résultat du travail effectué peut varier.