



Consommation de carburant au vignoble : évaluation de l'efficacité des technologies et des réglages

C. Gaviglio : IFV Pôle Sud Ouest - Tél : 05 63 33 62 62

christophe.gaviglio@vignevin.com

Cet article est issu des actes du colloque du GiESCO, qui s'est tenu à Narbonne du 3 au 5 juin 2015.

L'objectif de l'étude est de mesurer la consommation de matériels viticoles utilisant des technologies différentes pour un même objectif de travail. Cela permet d'une part d'identifier les matériels les plus économes, et d'autre part, de quantifier les économies réalisables en utilisant au mieux la plage de régime efficace du tracteur et le levier des réglages, outil par outil. L'IFV conduit des essais sur ce thème depuis 2009 et a enregistré des mesures de consommation avec 2 tracteurs sur 8 catégories de matériels viticoles. Pour cela un débitmètre à gazoil a été installé sur le circuit d'alimentation en carburant. Le résultat est exprimé en l/h, enregistrée seconde par seconde, ce qui permet de quantifier l'impact des réglages ou des conditions de travail avec précision. L'analyse de l'évolution de la valeur moyenne, prenant en compte les artefacts liés au terrain, permet de déterminer le temps nécessaire à l'obtention d'une valeur stable pour une modalité de mesure. Les résultats ont montré l'incidence de différents paramètres extérieurs, comme l'utilisation de l'air conditionné ou le travail en pente, mais aussi que pour tous les outils portés ou trainés, hors sol, le paramètre le plus important de limitation de la consommation par hectare est la vitesse de travail et par conséquent le débit de chantier. Pour les matériels d'entretien du sol, la profondeur de travail va être le critère le plus déterminant, et en ce qui concerne les outils de travail en vert, on peut avoir une incidence assez forte du type de technologie mise en œuvre, pour l'effeuillage par exemple. Cette étude fournit des éléments concrets d'appréciation de la demande énergétique liée aux matériels viticoles. La prise en compte de cette donnée va dans le sens d'une meilleure utilisation de l'énergie dès la conception des matériels. Cependant, le raisonnement agronomique des interventions au vignoble reste un moyen efficace de contrôler les dépenses d'énergie sur l'exploitation.

1. Introduction

Les viticulteurs peuvent s'intéresser à la maîtrise de leurs dépenses en carburant pour des motifs strictement économiques, écologiques, ou les deux. Les agroéquipements représentent en effet 26 % de la consommation d'énergie du secteur agricole en France et sont à ce titre une cible du plan de performance énergétique des exploitations (Fortin, 2012). La connaissance de la demande énergétique des différents matériels utilisés au vignoble est un facteur qui peut entrer en ligne de compte au moment d'un investissement ou du renouvellement d'un matériel, et ce d'autant plus que ce genre d'information est disponible aujourd'hui pour de nombreux produits de la vie courante : voiture, appareils électroménagers, etc. Mais la consommation de carburant est aussi étroitement liée au mode d'utilisation qui en est fait, aux réglages, et il est possible d'identifier des optimisations à plusieurs niveaux. Dans cette étude nous ne nous intéresserons qu'à l'impact du type de matériel ou des réglages sur les niveaux de consommation, pour un tracteur donné. Il est évident que la technologie des moteurs, le niveau de puissance du tracteur, le type de transmission sont aussi des facteurs importants, mais ce sera peut-être l'objet d'autres études.

2. Matériels et méthodes

Méthode de mesure.

La mesure de consommation de carburant peut se faire de plusieurs manières. La méthode dite « des pleins » consiste à effectuer un travail donné dont toutes les caractéristiques sont bien connues (surface, temps, vitesse, réglage) en démarrant avec le réservoir plein et à mesurer le volume consommé une fois le travail terminé en refaisant le plein. Cette méthode présente l'avantage d'être assez représentative des conditions de travail sur une exploitation donnée mais elle est aussi intégrative de tous les aléas pouvant être rencontrés pendant la mesure : arrêts pour réglage ou incident, phases de transport, variations de régime moteur, etc. Elle est longue à mettre en œuvre et demande des manipulations de gasoil régulières pour mesurer précisément les volumes nécessaires pour faire le plein. Pour nous affranchir de ces inconvénients et être capable de faire des mesures rapidement avec différents réglages d'un matériel, nous avons choisi la méthode de la mesure en continu du débit de gasoil dans le circuit d'alimentation du moteur, avec un enregistrement des valeurs de consommation instantanée (exprimée en L/h) seconde par seconde. Nous avons utilisé pour cela un débitmètre à gasoil 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. Ce débitmètre a été monté sur un tracteur vigneron. Il est relié à une centrale d'acquisition embarquée 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 que sont la vitesse de travail, le nombre de rangs travaillés simultanément et l'écartement entre rangs (2,2 m dans notre cas). Deux tracteurs ont été utilisés lors de cette étude : le premier, un Landini Rex 95 F a été utilisé lors de la saison 2009 et a permis de travailler sur les questions de protocoles avec un premier ensemble de matériels viticoles disponibles sur l'exploitation du DEVT (Domaine Expérimental Viticole Tarnais). Le second, un John Deere 5080 V a été utilisé lors des saisons suivantes avec tous les autres matériels. Il y a un différentiel de puissance de 15 cv entre les deux. Nos mesures n'évaluent que peu l'impact, pour une même opération, d'utiliser un tracteur plus ou moins puissant. La sollicitation du moteur étant différente pour fournir le même travail, c'est un élément intéressant à prendre en compte dans de prochaines études.

Les matériels testés et les modalités.

Nous avons acquis des données sur 3 broyeurs différents, deux types de cultivateurs (à dents rigides et à disques), 3 types d'effeuilleuses différentes (pales-couteaux, aspiration et barre de coupe, pneumatique), 5 types de matériel interceps (rotatifs, à lame, passifs, de tonte), un matériel de semis destiné aux engrais verts, une épampreuse mécanique à lanières, et 4 pulvérisateurs différents (Tableau 1). Pour tous les matériels animés par la prise de force, nous avons testé l'incidence de l'utilisation du mode économique de la prise de force. Il s'agit d'une démultiplication qui permet de travailler avec un régime moteur inférieur en conservant 540 tr/min à la prise de force. Pour les matériels trainés, la vitesse de travail est un facteur étudié, et avec les matériels d'entretien du sol, la profondeur et la vitesse de travail ont été modifiées. Pour les broyeurs et tondeuses, la quantité de matière qui passe dans l'outil est un facteur de variation important. Enfin pour les matériels comme les effeuilleuses ou l'épampreuse, nous avons pu faire la part de la demande énergétique entre les consommateurs hydrauliques et l'avancement par exemple. En parallèle nous avons aussi étudié l'influence de certains paramètres extérieurs sur la mesure.

3. Résultats et discussion

Importance de l'utilisation du régime économique de la prise de force : Le mode économique de la prise de force permet dans tous les cas une réduction de la consommation. Toutefois, avec des matériels identiques, les gains les plus importants ont été observés lors de l'utilisation du tracteur le plus puissant. Ainsi pour le Landini Rex 95 F les gains s'échelonnent de 25 à 34 %, alors que pour le John Deere 5080 GV ils sont de 3 % (avec un broyeur à sarments) à 13 % au maximum (avec une tondeuse) (Tableau 2). La réserve de puissance disponible est un facteur qui permet d'abaisser le régime moteur sans perdre en efficacité. Les consommations moyennes sont ainsi plus faibles avec le tracteur le plus puissant utilisé à bas régime, alors que c'est l'inverse sans utiliser le mode économique.

Influence de la vitesse de travail sur la consommation instantanée et sur la consommation par hectare : La consommation par hectare des pulvérisateurs est fortement impactée (à la baisse) par la vitesse de travail et le nombre de rangs traités simultanément, ce qui ne va pas dans le sens d'une meilleure qualité du travail. Pour les broyeurs à sarments, l'augmentation de vitesse (de 3,3 à 4,8 km/h) se traduit par une augmentation de la consommation instantanée qui ne pénalise pas la consommation par hectare puisque celle-ci passe de 4,6 à 4 L. Cette observation est valable pour les tondeuses et pour les outils de travail du sol comme les disques cover-crop : entre 4 et 6 km/h on relève +33 % de consommation horaire, mais un volume de carburant utilisé par hectare en baisse de 11 %. Avec les effeuilleuses, le gain par hectare est de 15 % en moyenne pour une face effeuillée, entre des interventions à 5 ou 6 km/h. La question de la qualité de travail en augmentant la vitesse est posée, surtout pour cette opération délicate.

Influence du type de technologie employée : l'exemple des pulvérisateurs, des effeuilleuses et du désherbage mécanique sous le rang). Le choix d'un appareil à jet porté peut avoir une incidence positive en termes de consommation car les relevés indiquent une consommation horaire supérieure de 7 % en moyenne sur toutes nos mesures pour les appareils pneumatiques. L'écart peut s'élever à 18 % dans le cas le plus favorable, quand les appareils ne sont pas utilisés au maximum de leurs capacités, par exemple en début de saison. Mais la différence est beaucoup plus faible dans le cas d'une utilisation à pleine charge, c'est-à-dire avec la turbine à vitesse maximum et en mode de prise de force normal (1,5 %). Nos essais ont permis d'obtenir un classement entre les effeuilleuses testées : pour une face effeuillée, la plus économe en énergie est la machine à pales-couteaux (4,6 L/ha) devant la machine pneumatique (6,4 L/ha) et celle à soufflerie et barre de coupe (9,3 L/ha). Pour l'effeuillage de deux faces simultanément, la machine pneumatique est la plus gourmande, de loin avec 15,7 L/ha, alors que la technologie à soufflerie et barre de coupe n'est presque pas affectée par la mise en route du deuxième module. Le désherbage mécanique sous le rang peut être effectué avec différents types d'outils, sollicitant plus ou moins d'hydraulique, et autorisant des vitesses de travail très différentes. Notre classement pour cette catégorie est le suivant : le matériel le plus gourmand est l'intercep rotatif, pénalisé par une faible vitesse d'avancement et l'utilisation de l'hydraulique fournie par une centrale branchée sur la prise de force : 12 L/ha. Vient ensuite la lame bineuse dont l'effacement est animé par l'hydraulique du tracteur et dont la vitesse d'avancement ne dépasse pas 3 km/h : 8,3 L/ha. Enfin, on trouve deux appareils dits passifs dont la demande énergétique vient uniquement de la résistance à l'avancement rencontrée dans le sol : le disque « ecocep » avec 3,8 L/ha et l'étoile de binage avec 2,2 L/ha, favorisée par une vitesse de travail très importante (7 km/h). Attention, le travail réalisé par chacun de ces outils n'est pas le même, la consommation énergétique ne doit pas être le seul critère.

Influence de quelques réglages importants : exemple des pulvérisateurs et du travail du sol. L'utilisation de réglages appropriés permet dans certains cas d'optimiser à la fois le travail réalisé et la demande en énergie. Avec les pulvérisateurs, nous avons pu mesurer que l'utilisation d'une vitesse d'air moins importante à la sortie de la turbine, en début de saison par exemple, est un facteur d'économie non négligeable. Le gain est de 27

% pour un appareil à jet porté, contre 18 % pour un pneumatique. Pour le travail du sol, une profondeur correspondant aux objectifs attendus est essentielle : entre un travail de désherbage plutôt superficiel et un travail d'ameublissement plus profond, la différence de carburant consommé à vitesse équivalente atteint 50 %.

Discussion : La quantité de carburant consommée par un matériel sur une saison viticole dépend au final plus du nombre de fois où il est utilisé par an que de son besoin instantané (Tableau 3). Ainsi le broyeur à sarments, très gourmand sur le moment, ne consomme-t-il pas beaucoup d'énergie car il s'emploie une fois par an, en travaillant un rang sur deux. Le cas du pulvérisateur est intéressant : il demande beaucoup de puissance mais chaque passage est très rapide. C'est donc bien le nombre d'interventions qui le place en tête des consommations annuelles. Le raisonnement agronomique des interventions d'entretien du sol ou de traitement est un levier très efficace pour réduire la consommation globale de carburant.

Nous avons mis en évidence la part très importante de l'avancement du tracteur dans la demande énergétique : c'est un point qui mériterait d'être amélioré, voire abordé avec un nouveau point de vue comme l'utilisation de porteurs plus petits et plus efficaces, voire robotisés.

Notre étude omet quelques matériels emblématiques : prétailleuse, rogneuse, palisseuse et machine à vendanger. Or la recherche d'efficacité est importante à tous les niveaux, et de vrais progrès ont été enregistrés dans ces domaines : les prétailleuses par exemple se sont allégées et les machines à vendanger se sont dotées de systèmes de régulation du régime moteur en fonction de la demande des consommateurs hydrauliques que sont l'avancement, le secouage, les extracteurs, etc. La tendance baissière du cours du pétrole en ce début d'année 2015 ne doit pas nous faire oublier que la ressource n'est pas inépuisable et qu'il faut s'habituer à la consommer de façon mieux raisonnée, avec l'objectif de trouver des alternatives valables à long terme.

4. 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 horaire 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. Il faut retenir que :

- 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'importantes économies de carburant.
- L'utilisation du mode économique de la prise de force est recommandée dès que cela est possible car il permet des gains pouvant aller jusqu'à 30 % avec les tracteurs ayant plus de couple.
- 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 a priori 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.

5. Remerciements

Nous remercions FranceAgriMer région Midi-Pyrénées pour son soutien financier et la société Landini pour le prêt d'un tracteur lors de la première année d'essais.

Références

Fortin, C, 2012, Place de l'agroéquipement dans la consommation énergétique des exploitations ; Colloque « Accroître la performance énergétique et économique des Agroéquipements » RMT Agroéquipement Energie

Tableaux et figures

Tableau 1 : nombre de mesures effectuées par type de matériel

Table 1: number of measurements made by kind of equipment

Type de matériel	Tracteur	
	Landini	John Deere
Broyeur à sarments	4	13
Broyeur Herbe / sarments		8
Cultivateur	4	1
Disques	4	
Effeuilleuse		11
Epampreuse		4
Epampreuse combinée tondeuse		1
Intercep	2	7
Pulvérisateur	4	17
Semoir		2
Tondeuse	5	8
Total	23	72

Tableau 2 : différence relative (en %) entre l'utilisation de la prise de force (pdf) au régime normal ou ECO

Table 2: relative difference (%) between the use of the PTO at normal or ECO regime

Economie de carburant réalisée avec le mode ECO de la pdf	Landini	John Deere
Broyeur à sarments	-34,40%	-2,71%
Broyeur Herbe / sarments	Non mesuré	-1,19%
Effeuilleuse	Non mesuré	-2,92%
Intercep	-27,40%	-6,26%
Pulvérisateur	-25,59%	-9,76%
Tondeuse	-25,57%	-13,34%

Tableau 3 : consommations annuelles par outil

Table 3 : annual fuel consumption per equipment

	Pulvérisateur sol à disques	Cultivateur étaçons rigides	Tondeuse	Pulvérisateur pneumatique	Broyeur à sarment	Outil intercep rotatif
Consommation instantanée L/h	7,2	7,4	5,0	11,1	6,2	5,3
Consommation L/hectare/passage	5,3	6,7	3,6	5,6	5,1	9,6
Nombre d'interventions	3	3	5	9	1	4
Nombre de rangs par passage	1	1	1	2	2	1
Consommation annuelle L par ha	15,9	20,0	17,8	50,0	5,1	38,5

Tableau 4 : valeurs relevées pour l'ensemble des matériels testés.

Table 4: values for each kind of equipment

Matériel testé	Consommation (L/ha)		
	Minimum	Moyenne	Maximum
Broyeur à sarments	2,7	4,8	8,2
Cultivateur	4,9	6,3	7,8
Disques	4,7	6,0	7,0
Intercep	2,2	9,9	15,9
Pulvérisateur	0,8	3,5	6,7
Tondeuse	4,0	5,7	9,0
Effeuilleuse	4,6	9,0	15,7
Broyeur Herbe / sarments	7,1	10,8	16,2
épampreuse	5,1	6,9	7,9
épampreuse combinée tondeuse	16,7	16,7	16,7
Semoir	2,4	2,5	2,5

Mots-clés : énergie, consommation de gasoil, technologie, débitmètre, réglages, viticulture

Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.