



## Le robot viticole : intérêt et applications

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

[christophe.gaviglio@vignevin.com](mailto:christophe.gaviglio@vignevin.com)

### Introduction :

La robotique trouve un champ d'application pour toutes les opérations lentes pénibles et répétitives, pour lesquelles la présence de l'homme n'apporte pas forcément de valeur ajoutée. Les robots ont déjà trouvé leur place dans l'industrie pour apporter plus de productivité. Dans le domaine agricole, les robots présentent un intérêt majeur pour la réduction de la pénibilité et pour le développement des solutions alternatives à l'utilisation des produits phytosanitaires, en supprimant ou limitant la contrainte majeure qu'est le temps de main d'œuvre associé à ces techniques.

En viticulture, les alternatives au désherbage chimique sont la tonte et le désherbage mécanique, deux opérations mobilisant le tracteur et le chauffeur à de nombreuses reprises pendant la saison. Le désherbage mécanique sous le rang en particulier est très chronophage et demande une certaine technicité de la part des opérateurs. Ce constat nous a amenés à travailler sur le concept du robot de désherbage mécanique, à l'instar des robots de binage se développant en maraîchage avec la société Naïo technologies. Le principe est le suivant : si la tâche est robotisée, le travail peut être répété de nombreuses fois, mais l'intensité de travail de chaque intervention peut être diminuée, limitant ainsi les contraintes mécaniques subies par le robot. De cette manière on allège le travail réalisé avec un ensemble tracteur outil chauffeur classique, dont l'objectif est d'intervenir le moins souvent dans l'année pour limiter le temps de travail, chaque intervention devant donc avoir suffisamment d'impact.

Un projet porté par Naïo technologies a été initié en 2014, avec pour partenaires l'IFV et le LAAS. Il vise à développer un robot de désherbage mécanique pour la vigne. L'environnement viticole étant fondamentalement différent de l'environnement du maraîchage, la conception a dû être repensée : dimension, puissance, position des outils et énergie embarquée sont autant de paramètres pour lesquels l'expertise de l'IFV a été sollicitée. Les compétences de Naïo en termes de guidage et de navigation autonome dans la parcelle sont complétées par l'analyse d'image fournie par le LAAS. Ce projet a été financé en région Midi Pyrénées par le programme AGILE IT.

### Définition du robot et implications en termes de structure

Une structure de type enjambeur a été définie pour privilégier le centrage des outils sur le rang, ce qui est la configuration la plus favorable pour le travail interceps. Pour plus de modularité et l'emploi éventuel d'une solution travaillant dans l'inter-rang, les concepteurs ont développé une solution composée de deux modules reliés par un arceau ou accolés l'un à l'autre. Chaque roue est motrice et directrice, ce qui autorise une grande maniabilité : les modes de déplacement sont multiples : avec roues avant directrices seulement, avec roues avant et arrière directrices, dans le même sens pour une correction d'alignement (en crabe) ou dans des sens opposés pour un demi-tour sur place en manœuvre. Le poids du robot enjambeur doit se situer sous la tonne, car un des atouts majeurs d'un

robot par rapport à un tracteur traditionnel doit être de moins tasser le sol malgré des interventions plus fréquentes.



### Technologies employées

La vision stéréoscopique permet par analyse d'image de repérer l'alignement de la haie foliaire. C'est un alignement sur un repère physique, sans contact. Des essais ont été réalisés avec ce capteur à différents stades de développement de la canopée, car le repère évolue en cours de saison, depuis le débourrement jusqu'à l'arrêt de croissance de la végétation. La vision stéréoscopique peut être complétée par un capteur Lidar (Light Detection and Ranging) positionné plus bas pour repérer les troncs des ceps et les piquets.

Batteries : des batteries LiPo Fe ont été choisies pour leur densité énergétique afin de donner la meilleure autonomie. Un système de racks a été conçu pour faciliter les opérations d'échanges ou de recharges des batteries. Dans sa configuration actuelle, le robot est capable d'embarquer 12 batteries capables de délivrer 100 Ah sous 12 V. Montés par 3 en série, cela donne quatre blocs de 36 V – 100 Ah, soit une capacité de 14,4 kWh. En première approximation, la fonction d'avancement avec les quatre moteurs consommerait 7 kW. Cela reste à confirmer mais sur cette base il est possible d'envisager d'utiliser 7 kWh pour la partie « outil ».

## Premiers tests du robot équipé d'outils de travail du sol

### Comportement avec deux types d'outils de travail du sol :

Nous avons testé le robot, équipé de deux outils intercepts différents, dans une parcelle déjà entretenue mécaniquement pendant la saison. Cela permet de se mettre dans une configuration de travail attendue pour le robot : un entretien régulier. Les deux outils testés sont passifs : ils ne demandent aucune source d'énergie accessoire pour le travail autour du pied de vigne et leur animation. Leur utilisation sur le robot TED est pertinente compte tenu du très faible risque de blessures qu'ils engendrent. Leur mode d'action est cependant très différent :

- L'intercep soulève une bande de terre pour la fractionner. La gouverne verticale permet, avec l'avancement du robot, de maintenir la lame en position de travail sous le rang tout en autorisant l'effacement au passage des souches et des piquets.
- L'étoile de binage perturbe l'état de surface du sol grâce à une vitesse de rotation élevée en périphérie grâce à un entraînement mécanique par « engrenage » au sol. Les doigts souples peuvent se croiser sous le rang sans nécessiter un mouvement d'effacement au passage des ceps.



Nous retenons de ces tests que :

- La lame a pu réaliser un travail très près des souches avec une grande douceur (le robot ne force pas sur les souches), même s'il est mal aligné.
- La qualité du travail est bonne à partir du moment où la profondeur est correcte. Un porte outil avec relevage devrait donc intégrer une régulation de profondeur basée sur un capteur d'effort pour chaque côté individuellement : gestion des irrégularités du terrain et gestion du dévers, maintien de contraintes latérales équivalentes pour l'équilibrage et le guidage du robot suivant l'alignement du rang
- Il serait utile d'avoir la possibilité de monter un coutre devant le pivot de la lame pour limiter l'effort subit par cette pièce (et l'usure) et faciliter le mouvement dans le sol. Le coutre ne doit pas déplacer beaucoup de terre, il doit avoir un profil droit, sans versoir, pour juste ouvrir le sol devant la lame.
- Le montage à l'intérieur et au centre du bâti du robot est à conserver, avec le léger décalage des deux porte-outils latéraux.
- Avec les rotors, le travail en traction (outils à l'arrière) ou en poussant (outils à l'avant) donne de bons résultats. Cette information est importante car elle permet d'envisager des montages d'outils combinés, tonte avec désherbage mécanique sous le rang par exemple.
- Avec les rotors, le contrôle d'effort sur le relevage est moins important que pour les lames bineuses puisqu'ils sont posés au sol. Une position « flottante » du relevage pourrait être très intéressante pour limiter les différences d'efforts latéraux subis par le châssis (et à corriger par le guidage !)
- Il serait donc intéressant de faire des tests complémentaires avec une taille de rotor plus petite et plus adaptée à l'encombrement sur le robot.

Les deux paramètres les plus déterminants pour que le robot puisse faire un travail de qualité sont la profondeur de travail des outils et l'alignement. La réactivité et la précision des commandes d'ajustement de cap vont donc être primordiales pour garantir un travail constant et efficace. Le besoin et la fréquence de l'ajustement de cap vont dépendre en grande partie des efforts latéraux subis par le châssis. La régulation de profondeur devrait aider à conserver ces efforts proches d'un côté par rapport à l'autre.

### **Evaluation économique de l'utilisation d'un robot de désherbage mécanique en vigne par rapport à la pratique.**

L'utilisation d'un robot apporte certes une économie de main d'œuvre importante sur des tâches répétitives et lentes, mais elle permet surtout une redistribution du temps de travail. Selon la structure des exploitations, ce facteur sera plus important que la suppression de la masse salariale associée aux travaux robotisés. Il est cependant possible de donner une évaluation des coûts comparés entre le désherbage mécanique avec un tracteur classique, la robotisation et le désherbage chimique. Pour

cela il faut resituer chacune des techniques dans son cadre d'utilisation : le désherbage chimique s'adresse à tous types d'exploitations compte tenu de sa facilité de mise en œuvre, son coût sera évalué pour une exploitation de 25 hectares, avec 2 interventions. Le désherbage mécanique est plus délicat à mettre en œuvre sur de grandes surfaces. On estime qu'un ensemble tracteur-outil-chauffeur peut gérer correctement 12 à 15 hectares pour 4 interventions annuelles. A l'inverse, le robot de désherbage mécanique, utilisé très régulièrement (10 fois par an ou plus) pourra travailler sur des surfaces plus importantes : 20 hectares.

Stratégie	Nombre d'interventions	Surface de travail	Coût annuel du désherbage /ha
Mécanique	4	15 ha	431 €
Robotique	> 10	20 ha	306 €
Chimique	2	25 ha	201 €

Pour les stratégies évaluées, les coûts prennent en compte la main d'œuvre, les amortissements, l'entretien, la traction et les fournitures. Cela montre qu'il est possible de positionner le désherbage mécanique robotisé de façon tout à fait compétitive par rapport à une solution mécanique classique. Le coût reste plus élevé que le désherbage chimique, mais présente l'avantage de libérer du temps de travail pour les opérateurs. Ces chiffres ont été établis sur la base d'une utilisation du robot uniquement pour le désherbage mécanique. Avec le développement de la polyvalence du robot, l'amortissement du porteur autonome sera réparti sur des tâches plus nombreuses et le coût de chacune des opérations en sera mécaniquement réduit. Les autres tâches envisageables sont la tonte, l'épamprage, les traitements, la prétaille ou la Taille Rase de Précision (TRP).

## Développements en cours

Les principales évolutions du robot font l'objet d'un programme de recherche en cours, financé par le CASDAR, avec les mêmes partenaires. L'objectif de ce programme ROVIPO est de développer la polyvalence du robot autour de deux axes : la possibilité d'enregistrer des données pertinentes en cours de travail (vigueur, détection de symptômes, etc) d'une part, et d'autre part la possibilité de réaliser d'autres opérations au vignoble, comme la tonte, l'épamprage ou la pulvérisation des produits phytosanitaires. Les trois opérations ciblées sont de nature à réduire globalement l'utilisation et l'exposition (des utilisateurs) aux produits phytosanitaires habituellement employés pour l'entretien du sol, l'épamprage et la protection contre les maladies cryptogamiques. Pour réaliser certaines de ces tâches, un transfert de l'existant est envisageable, pour d'autres, la re-conception sera nécessaire.

### Challenges à relever en termes de fonctionnalités, sécurité, énergie

Un robot de cette taille et de cette masse (700 à 1000 kg) doit être équipé des sécurités nécessaires pour supprimer tout risque de choc ou d'écrasement, de renversement. L'autre enjeu majeur est la gestion de l'énergie et son optimisation afin que chaque fonction du robot puisse être assurée pendant le temps nécessaire en cours de travail. Les technologies les plus gourmandes en énergie utilisées notamment pour la pulvérisation devront être remplacées par des solutions beaucoup plus sobres.

## Conclusions

L'arrivée des robots en agriculture semble inévitable pour répondre aux enjeux économiques et environnementaux. Les questions posées par leur utilisation restent nombreuses : fiabilité, autonomie réelle et acceptabilité en font partie. Les premiers résultats obtenus avec le robot TED de Naïo sont très prometteurs et valident les choix techniques effectués lors de sa conception. Il lui reste maintenant d'autres étapes à franchir comme la fiabilité, la précision de guidage, le développement d'une vraie polyvalence et l'adéquation avec l'ensemble des outils.

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