



## Une viticulture ultra-mécanisée

La robotique s'est développée ces dernières années et permet d'effectuer de multiples opérations au vignoble.

Au niveau des fabricants, deux courants se distinguent : des robots pour « plus de puissance pour plus de surfaces et plus de travaux simultanés » et d'autres pour « plus de machines plus petites et moins d'efforts, plus d'interventions. ».

### La robotisation laisse espérer les avantages suivants :

<p><b>Au niveau humain :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuer la pénibilité du travail.</li> <li>• Renforcer l'attractivité du métier.</li> </ul>	<p><b>Au niveau environnemental :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Offrir une porte d'entrée vers des pratiques utilisant moins d'intrants.</li> <li>• Diminuer la consommation de carburant au profit de l'énergie électrique.</li> </ul>
<p><b>Au niveau agronomique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre la multiplication des interventions et leur réalisation au bon moment.</li> <li>• Diminuer le tassement des sols.</li> </ul>	<p><b>Au niveau économique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre la production des vins à moindre coût et l'occupation de certains segments de marché.</li> <li>• Attention à faire une étude de coût préalable, les investissements étant conséquents.</li> <li>• Attention à cibler ces vins sur des marchés spécifiques pas ou peu occupés par les vins suisses et à ne pas entrer dans une spirale de baisse de tous les prix.</li> <li>• Redistribuer le temps de travail vers des opérations à plus forte valeur ajoutée (qualité du raisin, cave, vente).</li> </ul>

### Les exigences de la robotisation

- Implantation de vignes avec des modes de conduite qui demandent un minimum de travail :
  - faible densité de plantation (largeur en général de 2 m minimum) ;
  - cépages peu exigeants ;
  - aération facile du feuillage ;
  - absence de filets anti-grêle ;
  - faible pente (max 10 %).
- Utilisation de robots et de machines qui peuvent travailler à vitesse élevée et effectuer plusieurs opérations en un seul passage : la pente de la vigne, des sols très caillouteux ou encore le travail du sol peuvent être des facteurs limitants selon les robots.

### Possibilités de mécanisation des travaux viticoles

**L'ensemble des travaux viticoles est à considérer simultanément. Tout le processus de production est à calibrer.**

#### 1. La taille rase de précision

Jusqu'à présent, la mécanisation de la taille s'arrêtait à la prétailleuse qui permettait de réduire significativement le temps consacré au tirage des bois. Aujourd'hui il est possible de tailler mécaniquement la vigne.

#### Exigences

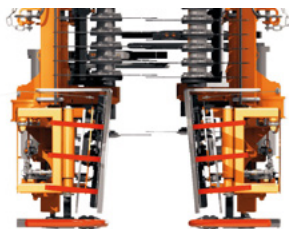
- Taille courte.
- Installation de soutien solide.
- Terrain relativement plat malgré la présence de capteurs sur la machine permettant des réglages automatiques et spécifiques à chaque souche.

#### Principes

- La machine effectue :
  - une taille très basse et courte (réglage de la hauteur) sur un cordon très rectiligne ;
  - une coupe latérale permettant de limiter les départs de sarments latéraux.
- Une reprise au sécateur manuel est souvent réalisée. L'objectif est de limiter le temps de travail. La reprise manuelle se limite alors au strict minimum nécessaire : les départs en dessous et sur le côté du cordon (8 à 10 h/ha).
- Absence d'ébourgeonnage pour un gain de temps.
- Le palissage ne gêne pas le passage de la machine. Il est souvent absent car le relevage est supprimé pour un gain de temps. En absence de palissage, éviter les cépages à port retombant et choisir des piquets à hauteur du fil porteur permettant d'éviter la reprise au sécateur manuel des cepes à proximité de ces piquets.
- La vendange mécanique conseillée car production de nombreuses petites grappes. Choisir la machine à vendanger en conséquence (répartition des grappes sur une hauteur plus importante qu'en taille manuelle).

**Exemple, l'outil Pellenc :**

- Vitesse d'avancement de 3 km/h, avec un moteur hydraulique.
- Des capteurs laser détectent les obstacles (piquets, les têtes de souche, etc.) et les outils de coupe (scies circulaires horizontales et verticales) se rétractent. Les lames se règlent au ½ cm près. La taille s'effectue chaque année au même endroit.



Dessins et photos : tailleuse Pellenc. [www.pellenc.com](http://www.pellenc.com)

Photo : après la taille rase de précision avec la machine Pellenc. [www.pellenc.com](http://www.pellenc.com)

**Comparaison d'une vigne en partie taillée à la main et en partie taillée mécaniquement**

Paramètre mesuré	Vigne taillée mécaniquement par rapport à une vigne taillée manuellement	Remarques
Poids de bois de taille	Légèrement supérieur	Ces 2 phénomènes sont conjoints
Nombre de rameaux	Supérieur	
Vigueur des rameaux	Plus faible	
Fertilité de chaque rameau	Plus faible	2 fois plus faible pour la taille mécanisée
Rendement	Pas de différence	Taille mécanisée : plus de rameaux donc plus de grappes mais elles sont plus petites

source : IFV

**2. La taille minimale****Principes :**

- En hiver, taille avec une cisailleuse (ou aucune taille hivernale).
- En été, un cisailage conserve le passage entre les rangs.

<b>Avantages</b> (gain de temps) :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas d'ébourgeonnage, ni de palissage.</li> <li>• Développement des entrecoeurs plus faible.</li> <li>• Les plaies de taille sont petites, les risques d'esca diminuent.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b> (exigences) :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir des cépages peu sensibles aux maladies cryptogamiques, principalement l'oïdium.</li> <li>• Préférer les cépages à port érigé.</li> <li>• Les grappes petites et nombreuses se développant dans tout le volume et sur toute la hauteur du feuillage, les vendanges manuelles sont chronophages et les vendanges mécaniques nécessitent d'adapter le choix de sa machine à vendanger à son système de conduite ou inversement.</li> <li>• Tous les cépages ne sont pas adaptés, les grappes sont ombragées donc la maturité est retardée et irrégulière, manque de couleur pour les rouges, préservation du potentiel aromatique des blancs.</li> <li>• La protection phytosanitaire exige de passer dans tous les rangs.</li> <li>• Nécessite un interligne large.</li> <li>• Nécessite une installation de soutien robuste.</li> <li>• Mode de conduite sensible au stress hydrique car plus de volume foliaire donc d'évapotranspiration plus importante.</li> <li>• Les rendements peuvent varier fortement d'une année à l'autre. En général, l'objectif visé est de dépasser les rendements d'AOC (<math>\geq 1,8</math> kg/m<sup>2</sup>).</li> </ul>

**Remarques :**

- Les premières années, la production est excédentaire. Avec le temps, la taille des grappes et des baies se réduit, de même que la vigueur.
- Possibilité de réduire la charge avec une vendangeuse mécanique au stade petits pois.

**3. Les traitements phytosanitaires**

La pulvérisation de produits phytosanitaires peut désormais être réalisée par drone (Cf. FT AGRIDEA 6.129–130) ou grâce à des robots. Ces robots sont alors généralement des robots de type « tracteur autonome ».

**4. La gestion de l'enherbement**

La pulvérisation des herbicides peut se faire par des robots.

La tonte de l'herbe et le travail du sol peuvent être réalisées par des robots.

La tonte de l'herbe est effectuée par des robots de petite taille qui se fauillent entre les ceps.

Le travail du sol réclame une puissance importante nécessitant un robot type « tracteur autonome ».

Il est conseillé de choisir des robots pouvant recevoir les porte-outils de travail du sol de toutes marques.

**5. La gestion de la haie foliaire**

Tirer les bois, épamprer, palisser, écimer, rogner, effeuiller peuvent être réalisés mécaniquement.

Les robots des prochaines générations devraient permettre d'épamprer et d'effeuiller.

Avec les systèmes de taille rase ou de taille minimale, la vigne n'est pas ébourgeonnée, ni effeuillée, ni relevée. Seul l'épamprage des pieds est réalisé.

**6. La vendange mécanique - Cf FT AGRIDEA 2.51–53**

Mécanisation depuis longtemps utilisée, les machines à vendanger sont capables aujourd'hui de fournir une qualité de travail intéressante. Elles peuvent être complétées par un système de tri à égrener (attention au poids total en lien avec le risque de tassement des sols) ou par une table vibrante à la cave permettant d'éliminer efficacement les débris végétaux.

**La réglementation**

La Suisse est un des rares pays qui a déjà légiféré sur l'utilisation des drones. Il est nécessaire d'avoir un permis de pilotage.

Les drones sont soumis à un contrôle lorsqu'ils sont utilisés pour la pulvérisation - Cf. FT AGRIDEA Nr 6.129–130. Pour ce qui est des tracteurs autonomes, pour l'instant, l'utilisation est interdite sur la route et nécessite la présence d'une personne qui surveille le robot dans la parcelle.

Remarque : vérifier que cette mécanisation n'induit pas une densité de plantation inférieure à celle exigée par les AOC.

**La récolte d'informations et les outils d'aide à la décision**

Les nouvelles technologies embarquées sur les robots permettent de récolter des informations de terrain nécessaires à la prise de décision quand ils sont équipés de caméras embarquées et d'autres senseurs. Les images prises donnent des informations sur les besoins en fertilisation et en irrigation, l'état sanitaire de la vigne (mildiou, oïdium, botrytis, flavescence dorée, esca, vers de la grappe, cicadelle verte, etc.).

**Conclusion**

Avant d'envisager l'adaptation du vignoble à ce type de mécanisation, il est impératif :

- De s'assurer de l'existence d'un marché pour ce type de vin.
- De vérifier la réglementation.
- De vérifier la rentabilité économique. Par exemple, la mécanisation de la taille représente au départ un surcoût (modification du vignoble) dont le bénéfice est l'organisation du travail uniquement (source : IFV).
- D'identifier ses besoins et donc l'exigence de précision envers la machine.
- D'identifier la possibilité ou non d'un retour en arrière.



## Les principaux fabricants de robots

<b>Vitirover</b>	<b>Naïo Technologies (partenaire de l'IFV)</b>
<p>Le pionnier. Particularité : s'adresse à la gestion d'un sol totalement enherbé (sol plat). Poids : 20 kg.</p>	<p>Enjambeur électrique Ted. Poids : moins d'une tonne sans outils pour Ted.</p>
	
<p>Photo : <a href="http://www.vitirover.com">www.vitirover.com</a></p>	<p>Photo : <a href="http://www.naio-technologies.com">www.naio-technologies.com</a></p>
<b>Vitibot Modèle Bakus P75 L</b>	<b>Sitia – Modèle Trektor</b>
<p>Spécialité en navigation autonome au vignoble. Poids : autour de 2,5 tonnes.</p>	<p>Maraichage et vigne. Poids : 1,9 tonnes. Largeur et hauteur du tracteur autonome réglables. Tracteur interligne.</p>
	
<p>Photo : <a href="http://www.vitibot.fr">www.vitibot.fr</a></p>	<p>Photo : <a href="http://www.sitia.fr">www.sitia.fr</a></p>
<b>Slopehelper</b>	<b>Ceol</b>
<p>Chenillette polyvalente (tonte, pulvérisation, taille, etc.) et capable de rouler dans des pentes de 45° degrés. Poids : 1,75 t. Vignes plantées à un écartement d'au moins 2 m. Vitesse : 10 km/h maxi.</p>	<p>Chenillette pour vigne à plat, en pente, sur sol bourbeux. Moteur hybride (Diesel et électrique), largeur modulable de 72 à 110 cm, pour un travail du sol superficiel, porte-outil recevant différentes marques.</p>
	
<p>Photo : <a href="http://www.slopehelper.com/how-it-works">www.slopehelper.com/how-it-works</a></p>	<p>Photo : <a href="http://www.agreenculture.net">www.agreenculture.net</a></p>



Comparaisons techniques de quelques modèles de robots-tracteurs enjambeurs permettant le travail du sol de l'intercep

Robots-	BAKUS P75 L Enjambeur	TREKTOR Interligne	TED 1 Enjambeur	Slopehelper Chenillette	Ceol Chenillette
<b>Fabricant</b>	Vitibot	Sitia	Naïo	Slopehelper	Agreenculture
<b>Energie</b>	Électrique	Hybride (batterie + GNR)	Electrique	Electrique	Hybride (gas-oil + électrique)
<b>Autonomie</b>	10 heures Environ	Batterie seule : 4 heures Batterie + GNR : 24 heures (réservoir de 25 l) Déclenchement automatique de la génératrice	7 à 9 heures	14 heures	Moteur thermique : > 20 heures Batterie : 60 à 90 min Capacité de relevage : 300 kg
<b>Recharge</b>	2 heures de 0 à 80 % 10 heures pour 100 %	Il se recharge en travaillant A l'arrêt : 4 à 5 heures pour 100 %	2,5 heures de 0 à 80 % 6 heures pour 100 %	NC	NC
<b>Poids (kg)</b>	2400	2900	1100	1750	Pression au sol : < 215 g/cm <sup>2</sup>
<b>Roues</b>	4 roues motrices	2 roues motrices	4 roues motrices	X	X
<b>Repérage</b>	GNSS RTK	GNSS RTK	GNSS RTK	NC	GNSS RTK/NRTK (précision centimétrique)
<b>Largeur hors tout</b>	195 cm	Modulable 139-190 cm	Modulable 150-200 cm	160 cm	Modulable 72 à 120 cm
	