



DÉSHERBAGE MÉCANIQUE
FICHE TECHNIQUE



SYSTÈMES DE GUIDAGE

Les systèmes de guidage

Rédaction : Jofroi Desperrier-Roux, agronome et Anne Weill, Ph.D., agronome

Experts : Jean-Pierre Hivon, agronome, Murielle Bournival, agronome, Martine Amyot, agronome et Alexandre Tourigny, agronome

Révision : Martine Amyot, agronome, Jean Duval, Ph.D., agronome, Gilles Gagné, M.Sc., agronome et Denis La France, d.t.a.

Cette fiche a été réalisée grâce au soutien financier du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Nous remercions également de nombreuses entreprises agricoles en grandes cultures en mode biologique pour leurs importantes contributions aux développements et améliorations d'outils de désherbage mécanique.

Avril 2020, 1^{re} édition

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----------|
| Pourquoi utiliser un système de guidage | 1 |
| Description des systèmes | 2 |
| Système d'assistance à la conduite du tracteur | 2 |
| Système d'autoguidage de l'équipement de désherbage | 3 |
| Le système de déplacement du sarcler | 3 |
| Le système de détection des rangs | 4 |
| Ajustements nécessaires pour l'utilisation des différents systèmes de guidage | 5 |
| Système d'assistance à la conduite du tracteur uniquement | 5 |
| Utilisation du système d'assistance à la conduite du tracteur conjointement avec un système autoguidé | 5 |
| Problèmes de détection pouvant être rencontrés | 6 |

POURQUOI UTILISER UN SYSTÈME DE GUIDAGE

Pour réussir un désherbage mécanique, il est important de pouvoir désherber très près du rang de la culture et même sur le rang de culture. La gamme d'ajustements que l'on retrouve sur les sarclers modernes permet une grande précision et un travail du sol très près du rang. Cependant, il est difficile, voire impossible, d'opérer ce type de machinerie manuellement, à la vitesse appropriée, sans faire des dégâts mécaniques importants dans la culture.

Différents systèmes de guidage destinés à assister la conduite du tracteur ou pour guider un équipement indépendamment du tracteur ont été développés depuis les années 1970. Peu précises au départ, ces technologies se sont graduellement améliorées, ce qui a permis d'augmenter l'efficacité du désherbage mécanique à partir des années 1990. Aujourd'hui, ces équipements

utilisent de la technologie de pointe tels que les satellites, les caméras 3D et les algorithmes mathématiques, ce qui permet de désherber mécaniquement avec une grande précision.

Il existe deux types de systèmes de guidage : le système d'assistance à la conduite du tracteur, soit le système de guidage par satellites (RTK), et le système d'autoguidage de l'équipement de désherbage. Les deux systèmes peuvent être utilisés indépendamment, mais la combinaison des deux facilite l'opération d'un désherbage mécanique de grande précision.

L'acquisition d'un système d'assistance à la conduite du tracteur devrait être prioritaire par rapport à un système d'autoguidage. Le système d'assistance à la conduite du tracteur est polyvalent et peut servir à plusieurs opérations autres que le sarclage mécanique. Sur certaines fermes, le système d'assistance à la conduite du tracteur est utilisé sans système d'autoguidage. L'inverse est rarement le cas.

La combinaison la plus commune consiste à guider le tracteur grâce au système d'assistance à la conduite du tracteur et d'ajouter un système autoguidé pour le sarcler. Cette combinaison du système RTK et de l'autoguidage permet non seulement une grande précision lors du sarclage, mais à ceci s'ajoute la réduction de la fatigue de l'opérateur. De plus, cette combinaison demande beaucoup moins d'expérience de la part de l'opérateur : une formation de base suffit pour commencer à sarcler. Cependant, c'est une configuration beaucoup plus chère et qui nécessite l'entretien d'un équipement supplémentaire.

DESCRIPTION DES SYSTÈMES

SYSTÈME D'ASSISTANCE À LA CONDUITE DU TRACTEUR

Les systèmes d'assistance à la conduite du tracteur modernes (système RTK) utilisent les satellites pour déterminer de manière très précise (± 5 cm) le positionnement de l'antenne fixée sur le tracteur. La technologie la plus précise en ce moment est celle de la *Cinématique en Temps Réel* ou *Real Time Kinematic*, mieux connue sous l'acronyme RTK. La grande précision de ce système résulte d'un calcul de triangulation entre les positions du satellite, de l'antenne du tracteur et celle d'une antenne sur base fixe située à quelques kilomètres du tracteur. Les coordonnées d'altitude, de longitude et de latitude de la base fixe doivent être connues avec précision pour déterminer la position exacte de l'antenne du tracteur. Lorsque le tracteur est en opération, des lectures de positionnement sont prises à des intervalles très courts et réguliers de façon à connaître la position précise du tracteur à tous moments.

Pour guider le tracteur, le système RTK est combiné à un moteur électrique qui prend le contrôle de la colonne de direction du tracteur. Ce moteur électrique peut être ajouté à la majorité des tracteurs. Les tracteurs récents d'un certain gabarit sont souvent déjà équipés de ce moteur électrique contrôlant la colonne de direction. Cela permet aussi d'avoir plus de précision que lorsque l'on doit ajouter le moteur électrique à la postproduction du tracteur.

La combinaison du positionnement RTK et de la conduite assistée permet au tracteur de se déplacer en ligne droite de façon très précise avec très peu de variation (± 5 cm). Pour obtenir ce niveau de précision, le tracteur doit être bien lesté à l'avant pour augmenter la sensibilité de la direction.

Un tracteur ainsi équipé peut faire des lignes de semis très rectilignes, ce qui est pratiquement impossible à réaliser sans ce type de système de guidage. Le même système servira également à guider le tracteur lors des passages de sarcler.

SYSTÈME D'AUTOGUIDAGE DE L'ÉQUIPEMENT DE DÉSHÉRBAGE

L'autoguidage de l'équipement de désherbage requiert l'installation sur le tracteur d'un système de déplacement du sarcleur qui permettant de positionner le sarcleur afin de suivre les rangs avec précision et d'un système de détection des rangs qui permet au système d'autoguidage de positionner le sarcleur par rapport aux rangs de la culture.

Le système de déplacement du sarcleur

Le système le plus utilisé actuellement est constitué d'un châssis court et robuste et d'un vérin hydraulique (Figure 1). Le châssis se fixe au tracteur par le système de relevage hydraulique et du 3^e point. À l'arrière du châssis, on retrouve 3 points d'ancrage qui servent à attacher solidement le sarcleur. Un vérin hydraulique est installé au centre du châssis pour permettre le déplacement latéral du sarcleur sans pour autant déplacer le tracteur. Généralement, la course du vérin hydraulique permet un déplacement latéral d'environ 40 à 50 cm.



Figure 1. Le système de déplacement latéral du sarcleur (photo : Tristan Généreux)

Sur certains modèles plus anciens, le positionnement du sarcleur se fait grâce à un pivot au lieu d'un vérin hydraulique.

Dans tous les cas, le déplacement permet au sarcleur de s'ajuster aux irrégularités provenant de la conduite ou du semis, et donc de toujours être centré par rapport aux rangs de la culture.

Le système de détection des rangs

Le système de détection des rangs vient compléter l'ensemble du système d'autoguidage (Figure 2). Avant les années 2010, les systèmes de détections étaient mécaniques. Ces systèmes sont constitués de deux baguettes qui sont ajustées de chaque côté d'un rang de culture. Ce type de système de détection des rangs fonctionne encore très bien aujourd'hui, cependant il est utilisable seulement lorsque la culture est assez développée pour soutenir la rigidité des baguettes de détection. Par exemple, il est inutilisable avant le stade 4-5 feuilles dans le maïs-grain. On perd alors une fenêtre d'intervention très importante. Ces systèmes analogues sont de plus en plus rares, et peu de techniciens ont les connaissances pour les réparer lorsque le système électronique fait défaut. Ils sont généralement peu chers.

Depuis le début des années 2010, les systèmes de détection par caméra ont commencé à être plus communs et beaucoup plus performants. Une caméra est fixée au cadre du sarclueur et est orientée vers le sol et vers les rangs cultivés. Cette caméra envoie un signal numérique qui est analysé grâce à un ordinateur qui utilise des algorithmes informatiques. L'ordinateur envoie à son tour un influx électrique pour déplacer le vérin hydraulique et ainsi corriger la course du sarclueur. Ces systèmes sont très performants et permettent de sarcler alors que les rangs cultivés sont à peine visibles à l'œil nu à partir de la cabine du tracteur. Cependant, ils tolèrent peu les interférences visuelles telles que des entre-rangs envahies par des mauvaises herbes, ou encore la présence de contrastes trop importants (ombre et lumière). Ces systèmes numériques sont faciles à utiliser : pour cette raison, on en retrouve sur de plus en plus de fermes de grandes cultures biologiques. Ils sont cependant cher à l'achat.

Certaines compagnies qui vendent ces caméras de détection ont mis au point un logiciel qui permet de connecter la caméra à l'ancien système d'autoguidage mécanique à baguettes.

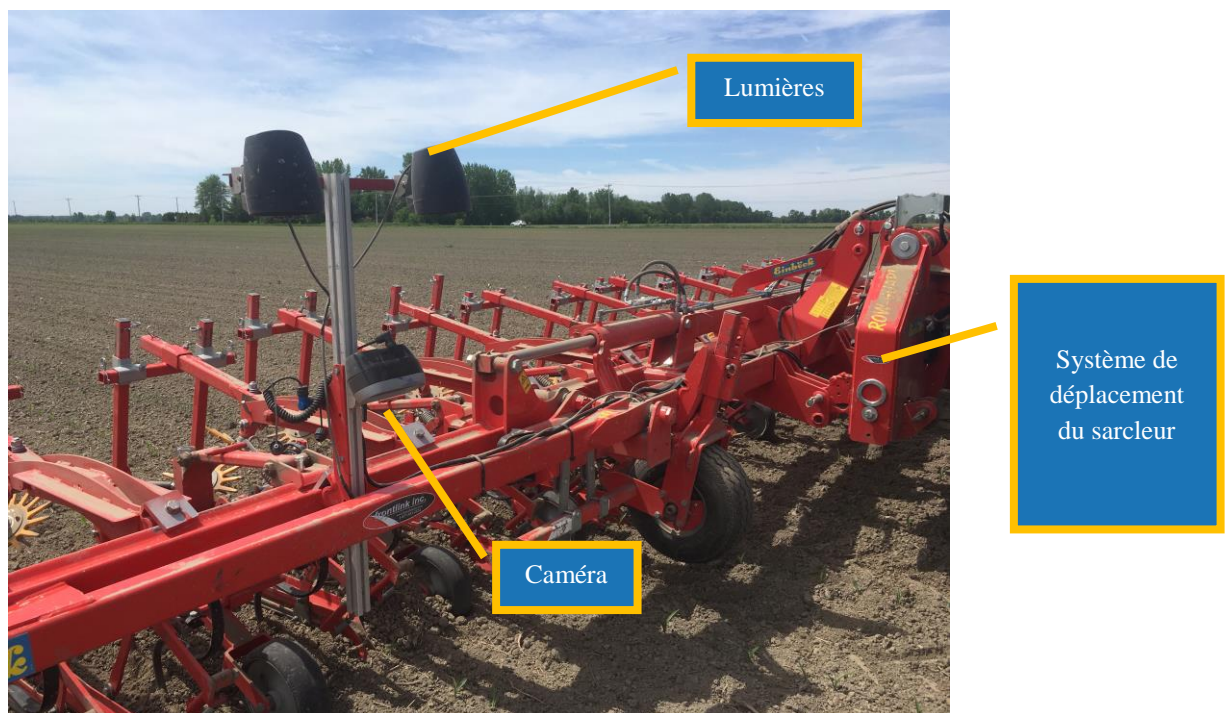


Figure 2. Système d'autoguidage : Caméra et système de déplacement du sarclueur

AJUSTEMENTS NÉCESSAIRES POUR L'UTILISATION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE GUIDAGE

Les deux principales situations sont les suivantes :

- Utilisation du système d'assistance à la conduite du tracteur uniquement;
- Utilisation du système d'assistance à la conduite du tracteur conjointement avec un système autoguidé.

SYSTÈME D'ASSISTANCE À LA CONDUITE DU TRACTEUR UNIQUEMENT

Lorsque le système RTK n'est pas combiné à un système d'autoguidage, le sarcleur ne doit pas bouger latéralement par rapport au tracteur. Le sarcleur doit être fixé très solidement aux bras de relevage hydraulique du tracteur. Le semis doit d'abord avoir été fait avec la même précision que celle requise pour le sarclage. Par conséquent, les mêmes exigences s'appliquent aussi au semoir : le tracteur et le semoir doivent ne faire qu'un. Ceci implique que le semoir ne soit pas traîné, mais fixé au tracteur à l'aide du relevage hydraulique.

Une caméra de surveillance doit être installée sur le sarcleur. Cette caméra permet à l'opérateur de voir si le sarcleur dévie de sa course par rapport au rang cultivé. Lorsque c'est le cas, l'opérateur effectue un petit décalage (gauche ou droite) du tracteur en utilisant le système RTK. La caméra doit être orientée vers une des unités du sarcleur et reliée à un moniteur à l'intérieur de la cabine.

Ce système est moins cher et moins lourd qu'un système d'autoguidage. Cependant, l'opérateur doit être expérimenté et très vigilant. De plus, il devient très difficile à opérer lorsqu'il y a de l'interférence dans la réception du signal satellite (champ magnétique, boisé, etc.).

UTILISATION DU SYSTÈME D'ASSISTANCE À LA CONDUITE DU TRACTEUR CONJOINTEMENT AVEC UN SYSTÈME AUTOGUIDÉ

Avec les systèmes autoguidés à vérin hydraulique, le système de déplacement du sarcleur doit être fixé très solidement aux bras de relevage hydraulique du tracteur. Le déplacement du sarcleur se fait uniquement au niveau du vérin hydraulique.

Avec le système à pivot, le système de déplacement du sarcleur doit être mobile. De plus il faut au moins deux disques droits stabilisateurs sur le sarcleur pour que le déplacement se fasse correctement. Ce système est surtout utilisé avec les sarcleurs lourds.

Une attention particulière doit être apportée pour l'ajustement des baguettes ou de la caméra, selon le cas. Si l'ajustement de ces composantes est négligé, le système fonctionnera mal et devient pratiquement inutile. Il faut bien lire et suivre les recommandations du fabricant pour ces ajustements.

PROBLÈMES DE DÉTECTION POUVANT ÊTRE RENCONTRÉS

Les problèmes de détections les plus fréquents sur les modèles analogues à baguettes sont les suivants :

- Il arrive parfois que les baguettes d'aluminium se tordent lors du transport ou si elles rencontrent un obstacle en opération. Elles doivent alors être redressées;
- Si la pression de mauvaises herbes est trop importante, particulièrement sur le rang de la culture, le système de détection sera peu précis à cause de cette interférence. Le sarclage doit alors se faire en mode manuel si la détection devient problématique.

Les problèmes de détections les plus fréquents sur les modèles numériques par caméra sont les suivants :

- La présence de poussières ou de saletés sur la lentille peut réduire l'efficacité du système. Elle doit être inspectée régulièrement et nettoyée au besoin;
- L'angle de la lumière du soleil en début ou fin de journée peut créer un jeu d'ombre au pied de la culture. Les ombres peuvent alors créer de l'interférence avec la lecture optique de la caméra;
- La lumière du midi sur certaines couleurs de sol peut rendre la culture difficilement visible par la caméra, particulièrement lorsque la culture est à un stade précoce;
- La caméra a de la difficulté à établir le centre du rang lorsque les plants sont à un stade avancé ou qu'ils occupent une grande largeur et recouvrent presque l'entièreté de l'entre-rang. Les systèmes d'autoguidages analogues à baguettes sont plus performants dans ces conditions;
- Pour les sarclages de nuit, il faut installer les lumières recommandées par le fabricant de la caméra (elles doivent utiliser les bonnes longueurs d'onde). De plus, certains modèles doivent être programmés pour être capables de fonctionner dans de telles conditions;
- Si la pression de mauvaises herbes est trop importante, particulièrement sur le rang de la culture, le système de détection sera peu précis à cause de à cette interférence. Le sarclage doit alors se faire en mode manuel si la détection devient problématique;
- Certains modèles de caméras ne sont pas résistants à l'eau : ces caméras doivent être entreposées et utilisées dans des conditions appropriées pour assurer leur bon fonctionnement.