

Guidage par satellite

Corrections par téléphone : leur intérêt dépend de leur disponibilité

En 2012, ARVALIS-Institut du végétal a mené des tests sur deux systèmes de guidage assisté par GPS pour connaître la précision des corrections RTK passant par la téléphonie mobile. Les résultats montrent que les différents réseaux fournissent en moyenne une précision de l'ordre de 2,5 cm... Mais que la disponibilité de la correction dépend des formats de transmission et des réseaux téléphoniques.



Les tests conduits par ARVALIS-Institut du végétal ont permis d'acquérir 130 heures d'enregistrements dynamiques en format CMR+ (Trimble) et 90 en format RTCM (Leica).

Plus besoin d'être à proximité de l'émetteur

Avec ce système, la panne d'une base RTK est sans incidence car les autres continuent le calcul sans que la correction en soit affectée. Lorsque les bases peuvent recourir aux constellations GPS et Glonass (1), la correction transmise utilise

Pour transmettre une correction RTK, il est possible d'utiliser le GPRS de la téléphonie mobile. Trois réseaux se partagent actuellement le marché agricole : Orphéon, déployé par Géodata Diffusion et commercialisé par Précisio, Sat-Info de la société du même nom et Teria créé par Exagone. La correction est calculée en s'appuyant sur un réseau de bases RTK espacées de 60 à 70 km, qui est national dans le cas d'Orphéon et Teria. Les bases transfèrent leurs positions vers un serveur informatique central. Lorsque le

système d'autoguidage est mis sous tension, une antenne de téléphonie mobile (GPRS) transmet la position du tracteur au serveur informatique du réseau (Orphéon, Sat-Info ou Teria). Cette première localisation lui permet d'identifier les bases entourant le tracteur. Le serveur calcule ensuite la correction (en totalité ou en partie) à partir de ces bases et la transfère au récepteur dans le tracteur via GPRS. Transmises par téléphonie mobile, les corrections ont un format adapté au matériel de guidage : le CMR+ pour les autoguidages Trimble et le RTCM pour les autres systèmes (encadré 1).

Deux formats de correction RTK

Le RTCM est un standard international de communication mis en place par l'organisation américaine « Radio Technical Commission for Maritime Services ». C'est un format universel totalement ouvert. Il peut être utilisé par tous les systèmes de guidage. Le CMR+ (et plus récemment le CMRx) est devenu un format standard de fait car très utilisé aux États-Unis. Mais il demeure le format propriétaire de Trimble. Il est pour partie ouvert seulement. De plus, il peut être modifié n'importe quand par ces concepteurs. Par conséquent, lorsque les réseaux Orphéon, Sat-Info ou Teria émettent en CMR+, ils ne disposent pas de l'ensemble des informations dans le message s'ils n'utilisent pas de plateforme Trimble pour générer leur correction.

CMR+ ou RTCM : des précisions similaires

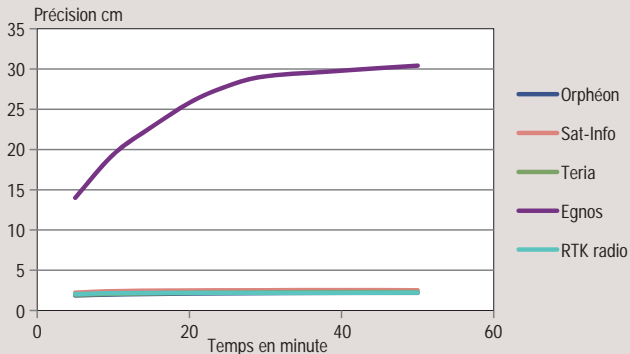


Figure 1 : Précision moyenne mesurée sur les trois réseaux. Les précisions sont similaires, que le format utilisé soit le CMR+ (Trimble) ou le RTCM (Leica ou les autres constructeurs).

tous ces satellites. Autre avantage : le tracteur qui réceptionne le signal n'a pas besoin d'être proche et en vue directe de la base émettrice pour profiter d'une précision maximale.

Avec le format RTCM, la précision relative entre un aller et retour de tracteur s'est avéré équivalente et égale à $\pm 2,5$ cm en moyenne pour les trois réseaux.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces différents systèmes, ARVALIS-Institut du végétal a conduit des tests à Boigneville en juillet, août et novembre 2012, avec les trois réseaux et les deux formats de correction, CMR+ et RTCM. Des consoles FMx Trimble ont été utilisées dans le premier cas, des Mojo3D de Leica dans le second (encadré 2).

$\pm 2,5$ cm en moyenne au format RTCM

Avec le format RTCM, la précision relative entre un aller et retour de tracteur s'est avéré équivalente et égale à $\pm 2,5$ cm en moyenne pour les trois réseaux. Elle n'a pas évolué au cours du temps (figure 1) : il n'y a donc pas eu de dérive, contrairement à la correction euro-

péenne Egnos acquise sur la même période. Gratuite, celle-ci est transmise par satellite géostationnaire et utilisée sur la plupart des systèmes de guidage. Cette absence d'évolution dans le temps indique qu'il est possible de revenir au même endroit avec la même précision. Celle-ci étant de $\pm 2,5$ cm, cela signifie que les manques ou les recouvrements entre deux passages de tracteurs peuvent être de 5 cm. La correction reçue d'une base RTK via une radio UHF (figure 1) est similaire, sous réserve de se situer dans la limite des 10 km optimaux autour de la base, que celle-ci et l'autoguidage

Les autoguidages Trimble utilisent le format CMR+, format propriétaire de Trimble.



soit de la même marque et qu'il n'y ait pas d'obstacle entre la base RTK et l'antenne du tracteur.

RTCM : très peu de problème de disponibilité

Si la précision des corrections est identique pour les trois réseaux, des différences en ce qui concerne leur disponibilité ont été observées (figure 2) : la durée pendant laquelle le système de guidage peut exploiter la correction RTK diffère selon les réseaux. Le facteur limitant n'est pas venu de la console de guidage : les Mojo3D fonctionnant avec les constellations GPS et Glonass (1), les risques d'avoir un nombre de satellites communs insuffisant sont faibles. Les systèmes Leica sont en fait paramétrés de façon à n'utiliser la correction que si son âge (délai entre deux corrections reçues) est inférieur à 5 secondes. Au-delà, un algorithme prend le relais pour empêcher l'autoguidage de se désengager sous certaines conditions, et le système perd en précision. Malgré cette

contrainte très restrictive (âge supérieur à 5 secondes), la disponibilité de la correction RTK a atteint 99,7 % sur l'ensemble des répétitions pour le réseau Orphéon et 99,6 % pour le réseau Sat-Info. Cela signifie des coupures de moins de 2 minutes pour une journée de travail de huit heures. À 98,1 %, ce chiffre est un peu moins bon pour le réseau Teria (figure 2). Il équivaut à 9 à 10 minutes de coupure sur huit heures. Dans les essais, 100 % de ces coupures étaient liées au réseau téléphonique, donc à l'âge de la correction (figure 3).

CMR+ : une disponibilité plus variable

Dans le cas du format CMR+ de Trimble, la précision relative obtenue est identique à celle fournie en RTCM, puisqu'elle est égale en

2

Plusieurs consoles et formats de transmission

Pour le format CMR+, trois consoles FMx de Trimble ont été utilisées, équipées d'un logiciel version V6.6. Pour tester les trois réseaux sur leur précision et leur disponibilité, les FMx intégraient un modem DCM300 de Trimble avec une carte Sim Orange en « internet-entreprise ». L'Ag3000, qui n'est plus commercialisé par Trimble mais présent dans de nombreuses exploitations, a également été testé, ainsi que les modems propriétaires des réseaux.

Pour le format RTCM, trois Mojo3D de Leica ont été utilisés avec une carte Sim Orange en novembre 2012. Ces consoles travaillent à la fois avec les satellites GPS et Glonass. Les réseaux Orphéon et Sat-Info ont calculé la correction avec le mode i-MAX : une partie de celle-ci est calculée par le réseau, l'autre par le récepteur Leica. Teria a utilisé le mode MAC (Master Auxiliary Concept) : toutes les informations brutes arrivent au récepteur Leica qui calcule lui-même la correction.

Pour les deux formats, le tracteur a réalisé des allers-retours au même endroit à 10 km/heure. Les consoles Trimble et Leica ont été mises en mode passif : elles ne guidaient pas le tracteur mais servaient de mouchards pour évaluer les corrections. Les passages enregistrés par les consoles ont ensuite été traités informatiquement avec un logiciel SIG (Système d'information géographique).

Le correcteur du dévers sur le système Leica associe une double antenne sur le toit et des gyroscopes à l'intérieur de la cabine.

Moins de disponibilité au format CMR+ (Trimble)

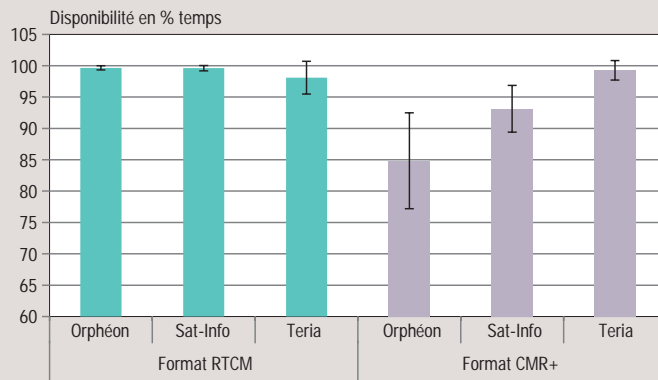


Figure 2 : Disponibilité mesurée au cours du temps pour les trois réseaux. Les disponibilités sont globalement plus importantes pour le format RTCM.



moyenne à $\pm 2,5$ cm pour les trois réseaux et à ± 6 cm dans 95 % du temps. Autrement dit, la précision à $\pm 2,5$ cm est atteignable uniquement sur la moitié du champ, mais elle est comprise entre 6 cm à gauche et 6 cm à droite de la ligne de référence sur 95 % de la parcelle. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par une base RTK radio. Pour la correction Egnos, la précision dans 95 % du temps est de ± 50 cm pour un aller et retour de tracteur de 15 minutes. En ce qui concerne la mise à disposition du signal de correction, des différences entre réseaux ont été relevées (figure 2) : 85 % de disponibilité pour Orphéon, soit 9 minutes par heure sans correction, 93 % pour Sat-Info, soit 4 minutes et 22 secondes, et 99,3 % pour Teria, soit 25 secondes. Avec les FMx de Trimble, deux types de coupure ont été identifiés : celles liées à une correction avec un âge de plus de 40 secondes, imputables à un problème de téléphone, et celles dues à un nombre insuffisant de satellites communs entre le réseau et le récepteur. Ce second point a causé 54,3 % des coupures pour Orphéon et 71 % pour Sat-Info (figure 3). Pour les trois réseaux, une partie des coupures, majoritaires dans le cas de Teria, est restée de source inconnue. Une bonne part d'entre elles était probablement liée à la partie du CMR+ non ouverte : il faut préciser que la version du logiciel installée sur la FMx (V6.6 de juillet 2012) n'a pas permis d'utiliser

la couche Glonass des trois réseaux, malgré une console débloquée pour ce faire. En ajoutant les satellites de la constellation russe à la couche GPS, la disponibilité des réseaux Sat-Info et Orphéon serait améliorée et passerait théoriquement à 93 % pour Orphéon et 98 % pour Sat-Info.

En ce qui concerne la mise à dispositions du signal de correction en CMR+, des différences entre réseaux ont été relevées : 85 % de disponibilité pour Orphéon, 93 % pour Sat-Info et 99,3 % pour Teria.



Les modems externes ne modifient pas la précision des corrections mais peuvent limiter leur disponibilité.

Les modems ne modifient pas la précision mais la disponibilité

Pour compléter ce travail, les effets des modems Ag3000 et DCM300 de Trimble ont également été évalués. De $\pm 2,5$ cm en moyenne, les précisions se sont avérées similaires aux précédentes. Le manque de satellites communs entre le réseau et le récepteur Trimble a néanmoins joué. En cas d'insuffisance, l'Ag3000 et les modems propriétaires ont décroché beau-

coup plus rapidement que le DCM300, entraînant un désengagement de l'autoguidage et une reprise manuelle de la conduite, donc une perte de précision. Dans ces conditions défavorables, la disponibilité de la correction avec l'Ag3000 est comprise entre 20 à 40 % : le système ne fonctionne pas plus de la moitié du temps. Elle reste de 60 à 90 % avec le DCM 3000. Dans les deux cas, l'adjonction de la constellation Glonass aurait permis de ne pas se retrouver en conditions limitantes.

Une nouvelle version de logiciel (V7 de novembre 2012) ouvre un peu plus le CMR+ et permet d'utiliser les informations Glonass (1). Les premiers tests, réalisés avec cette version et avec des constellations plus favorables qu'en juillet, montrent des taux de disponibilité plus importants que ceux enregistrés sans les satellites russes : ils sont de 95 % contre 85 % pour Orphéon. ■

(1) Constellation des satellites russes

(2) Les trois fournisseurs utilisaient pourtant auparavant le même réseau téléphonique, Orange.

Caroline Desbourdes
c.desbourdes@arvalisinstitutduvegetal.fr
Sylvain Bureau
s.bureau@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal

Les problèmes de nombre de satellites communs gênants en CMR+

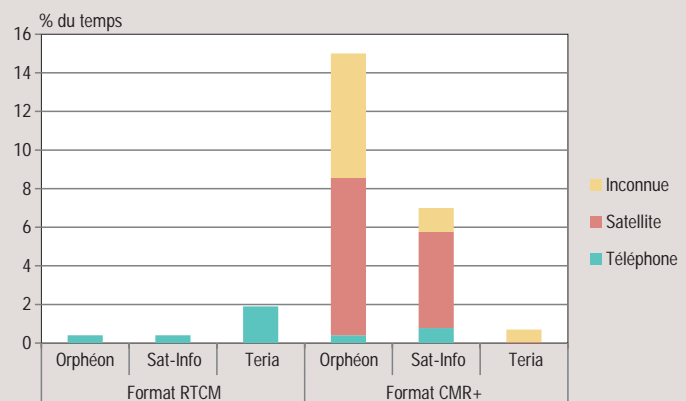


Figure 3 : Origine des coupures de l'autoguidage. En CMR+, le nombre de satellites disponibles est le facteur le plus important pour les réseaux Orphéon et Sat-Info. Au format RTCM, le téléphone est responsable des coupures.