

Guidage et autoguidage RTK : un panel de solutions pour une plus grande précision

Historiquement utilisé par les géomètres, le système RTK tend à se développer en agriculture. Il peut être obtenu avec une seule base ou grâce à un réseau. Revue de détail des différents systèmes disponibles en France.



Base RTK mobile localisée en bout de champ.

Le signal GPS (Global Positioning System) permet d'obtenir une localisation à partir d'un récepteur, n'importe où sur Terre, grâce à une constellation de 24 satellites. La position du récepteur est calculée à partir des mesures de distances séparant le récepteur des satellites. Connaissant l'heure de départ du signal du satellite et son heure d'arrivée au récepteur, on en déduit le temps nécessaire pour parcourir la distance. Le signal se propageant à la vitesse de la lumière, on calcule la distance entre le satellite et le récepteur. Quatre distances, donc quatre satellites, sont nécessaires pour se localiser en trois

dimensions (latitude, longitude et hauteur ellipsoïdale). Pour améliorer la précision de la position, on introduit un récepteur fixe (appelé « base ») de position connue afin d'appliquer une correction différentielle au récepteur en mouvement. Lorsque ces bases traitent le code des signaux GPS et sont espacées de plusieurs centaines de kilomètre au sein d'un réseau national ou international, il s'agit d'une correction dGPS. La plupart des guidages utilise cette technologie. Les corrections s'appellent Egnos (correction Européenne), SF1 et SF2 pour John Deere et VBS et HP pour OmniSTAR. Elles transitent via un satellite géostationnaire. Elles atteignent jusqu'à 5 cm de précision en relatif (pass-to-pass). Lorsque cette base est localisée à proximité, on parle de RTK (Real Time Kinematic).

Le RTK mono base

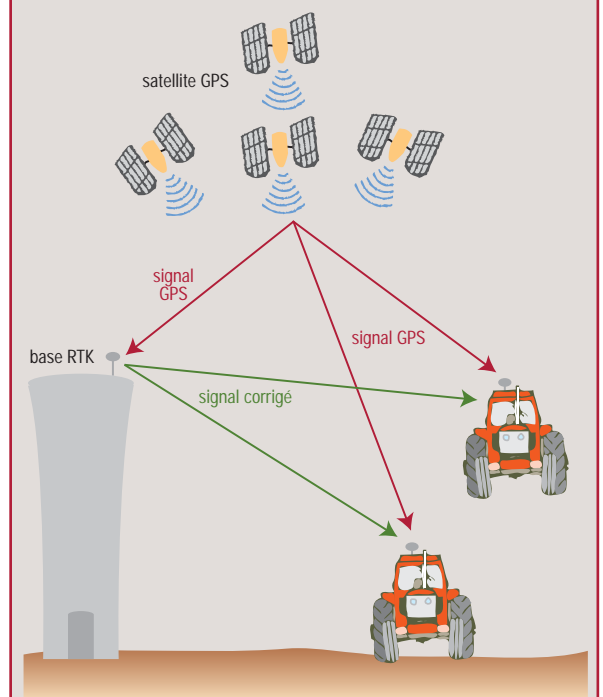
Historiquement utilisé par les géomètres, le système RTK tend à se développer en agriculture. À chaque instant, la distance entre les deux positions (celle parfaitement connue de la base et celle du récepteur) est calculée par la base et constitue la correction. Elle est envoyée via une radio vers le récepteur dans le tracteur afin de corriger son positionnement (figure 1). Le développement du RTK, pour une utilisation individuelle, était jusqu'alors limité à cause de son coût. Deux utilisations étaient pos-

L'incertitude sur la position du tracteur augmente lorsque la distance avec la base RTK dépasse 10 km, en conditions dégagées.

sibles : fixe (localisée sur un point haut) ou mobile (déplacée d'une parcelle à l'autre). Dans les deux cas, il s'agit du même matériel (base et récepteur GPS), seule la puissance de la radio est modifiée (sauf pour John Deere) : portée de 2 à 3 km pour la base mobile et plus de 10 km pour la fixe. Cette distance de 10 km est admise par la profession des géomètres en zone dégagée. Par contre, elle peut se réduire à moins de 5 km en zone vallonnée. Plus la base RTK sera localisée sur un point haut et plus la portée de la radio sera importante. C'est ainsi que l'on peut recevoir un signal à plus de 20 km. Mais ce n'est pas parce que l'on reçoit un signal qu'il permet de se localiser avec précision. Lorsque le tracteur

Il peut y avoir autant de tracteurs que l'on veut sous la même base.

Figure 1 : Fonctionnement du mode RTK classique





© ARVALIS-Institut du végétal

Le RTK libère du temps pour vérifier le fonctionnement de l'outil.

La mutualisation des bases

De plus en plus d'agriculteurs se regroupent pour valoriser l'investissement d'une base RTK. Dans ce cas, tous les guidages doivent provenir du même constructeur puisque le signal émis par la base est dans un format propriétaire (encadré 1), celui de la marque (fi-

1

Format d'émission du signal RTK

Le format d'émission du signal RTK doit être compréhensible par l'ensemble des récepteurs des utilisateurs du réseau. Or, la plupart des constructeurs utilisent un format « propriétaire », non utilisable (ou pleinement) par les systèmes concurrents. De nombreux agriculteurs ne peuvent donc pas bénéficier du service RTK pour cause d'incompatibilité d'équipements. Pourtant, il existe un format universel : le RTCM qui a été élaboré par l'organisation américaine Radio Technical Commission for Maritime Services. Parmi les formats « propriétaires », le format de Trimble (CMR, CMR+ et CMRx) est devenu un format standard de fait, mais il demeure le format « propriétaire Trimble » partiellement ouvert, qui peut être modifié à tout moment par ses concepteurs. C'est la raison pour laquelle les concurrents de Trimble refusent son utilisation en France. De plus, la dernière version du RTCM (3.1) présente les mêmes caractéristiques que le CRM+ en terme de taille et donc de rapidité de transfert des informations.

s'éloigne de la base, il ne se trouve plus dans les mêmes conditions atmosphériques. Par conséquent, la correction qui est calculée par la base RTK ne correspond plus aux

erreurs qui affectent la position du tracteur. La distance entre deux passages consécutifs n'est plus aussi précise.

Le format universel d'émission du signal RTK est le RTCM.

gure 2). Cependant, la valorisation de l'investissement reste limitée à l'aire de portée de la radio, soit 10 km. Le regroupement n'apporte un intérêt que si de nombreuses parcelles sont couvertes par le signal radio de la base.

Des réseaux de bases RTK commencent à se mettre en place, à l'initiative de concessionnaires, de coopératives ou d'agriculteurs.

Ils consistent à installer des bases RTK et à mettre le signal à disposition des agri-

culteurs contre une rétribution. L'investissement est supporté par le détenteur du réseau et permet à tout agriculteur ayant un parcellaire éclaté très large de toujours bénéficier de la précision RTK, si bien entendu la couverture du réseau le permet. L'agriculteur doit équiper son tracteur d'un système d'autoguidage et de la radio pour recevoir le signal, de la même façon que si la base RTK lui appartenait. Le détenteur du réseau configure les bases de façon à ce

que deux radios proches émettent sous une fréquence différente, pour éviter les risques de conflits qui perturberaient la machine agricole (encadré 2). Il est possible de constituer un réseau avec cinq fréquences sans jamais que deux stations RTK émettrices n'entrent en conflit, en théorie.

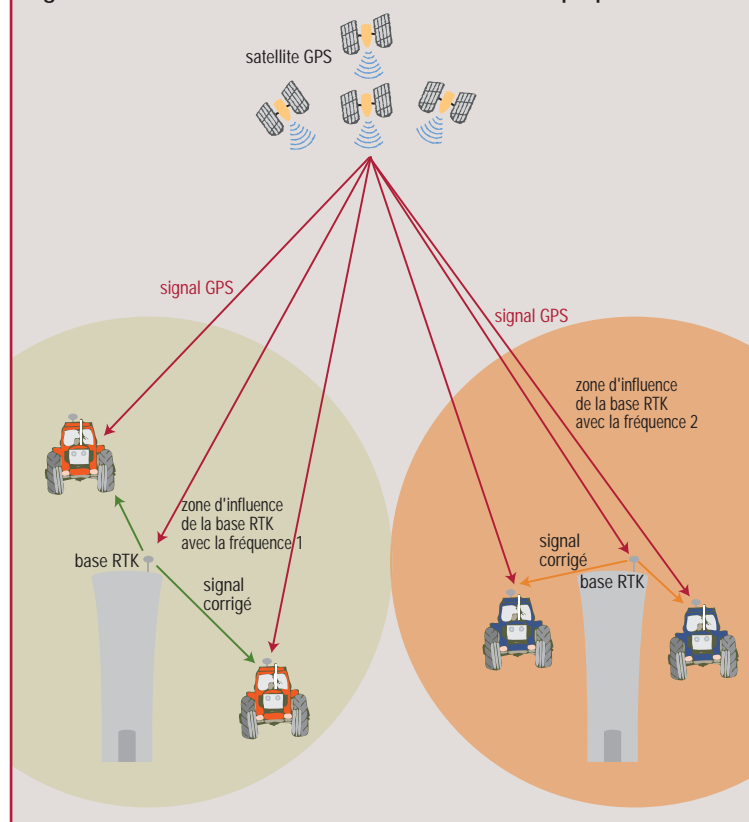
La plus grosse limite reste le nombre de bases RTK nécessaires

pour couvrir une zone (et donc le coût) à cause de la limite de la portée des radios.

Il ne faut pas oublier que selon la topographie, la portée de la radio peut être fortement compromise et descendre à quelques kilomètres. Chaque récepteur (système de guidage) se connecte à une station à la fois, la plus proche. Il change de station lorsqu'il passe sous la portée d'une autre base RTK. En cas de panne, il faut attendre l'intervention du gestionnaire du système, même si elle est faite à distance. On estime qu'une base RTK installée sur un point haut avec toutes les précau-

La mutualisation permet un partage du coût de la base RTK.

Figure 2 : Fonctionnement des bases RTK en mode « propriétaire »



Les bases émettent le signal corrigé sous un format « propriétaire ». Pour l'utiliser, il faut avoir le système de guidage compatible donc dans la plupart des cas, de la même marque.

Le RTK permet de revenir au même endroit sous certaines conditions.



2

Fréquences d'émission du signal RTK

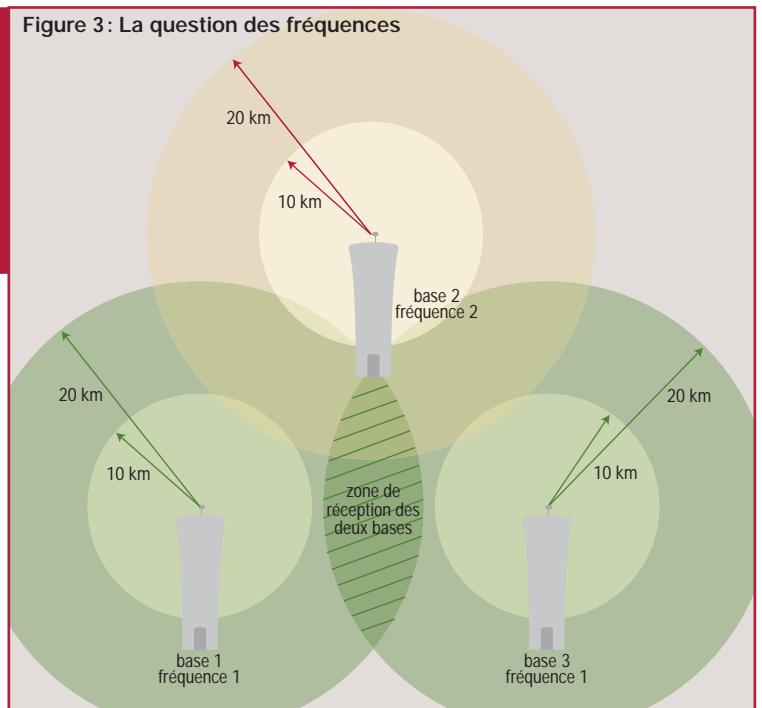
La transmission des signaux radio des bases RTK peut se faire sur deux fréquences libres, destinées aux géomètres, pourvu qu'elle soit discontinuée dans le temps (utilisation temporaire de ces fréquences dites « itinérantes »). Ces fréquences étant publiques, n'importe quel récepteur GPS compatible peut capter le signal de la base RTK tant que la correction n'est pas cryptée.

Si les deux fréquences sont déjà utilisées par des bases RTK voisines, la troisième base utilisera obligatoirement une fréquence commune (figure 3). Un système de guidage RTK, dans la zone de portée des deux bases utilisant la fréquence commune, sera complètement perdu. Il ne saura plus quel signal utiliser. Pour éviter ce problème, il faut demander l'attribution d'une fréquence auprès de l'ARCEP contre une rétribution annuelle. Avec la multiplication des bases, la disponibilité de fréquence devient problématique. Dans ces conditions, où la base et le récepteur appartiennent au même constructeur, la correction est transmise au format du constructeur, inconnu de l'utilisateur dans la plupart des cas.



Si un tracteur se trouve dans une zone où il capte le signal de deux bases RTK car elles émettent sur la même fréquence, il sera perdu (zone hachurée).

Figure 3 : La question des fréquences





En conduite manuelle, les recouvrements sont fréquents, mais les manques également.

tions et les réglages nécessaires (position du mât pour éviter les oscillations en cas de vent important, alimentation électrique sécurisée...) revient entre 15 et 20 000 € pièce. Ce coût pourrait effleurer les 30 000 € du fait de l'infrastructure à mettre en place pour la gestion à distance. Une autre possibilité : le mode multi-stations.

Les réseaux multi-stations

Le mode multi-stations consiste à exploiter les données venant de plusieurs bases RTK. Il permet de se positionner en temps réel avec une précision entre 1 et 2 cm en planimétrie quelque soit la position de l'engin agricole par rapport aux bases. Les distances entre les bases sont classiquement de 60 - 70 km. Ces réseaux présentent une grande fiabilité du fait de la redondance des bases. Lorsqu'une base est en panne, les autres prennent le relais. Actuellement, deux réseaux présentent des offres commerciales pour l'agriculture : Orphéon (de la société Géodata Diffusion) et S@t-Info (de la société du même nom). Ils proposent un service de type NRTK (Network Real Time Kinematic) avec une précision ab-

solue comprise entre 1 et 2 cm et un service NDGPS avec une précision relative voisine de 10 cm.

Le principe consiste à récupérer les données des bases RTK en temps réel sur un serveur central informatique par l'intermédiaire d'un réseau télécom. Lorsque le système de guidage du tracteur est mis sous tension, il envoie (via la téléphonie mobile) sa position au serveur central. Cette première localisation permet de situer la zone de travail de l'utilisateur. Le serveur calcule ensuite une correction correspondant au champ travaillé, puis adapte cette correction en fonction du déplacement du tracteur au sein du réseau.

Plusieurs concepts existent. Une première solution consiste à générer une station virtuelle sur la position initiale envoyée par le tracteur (mode VRS pour Virtual Reference Station) (figure 4). Le réseau génère alors sur ce point les « corrections » qui seraient effectivement envoyées par une base RTK physique mise en place au même endroit. Le concept MAC (Master Auxiliary Concept) (figure 5) consiste à envoyer au récepteur GPS les données d'observation des six stations voisines. Le récepteur GPS génère sa propre solution de positionnement. Deux autres concepts existent : le FKP et l'IMAX. Le concept MAC est interopérable dans la mesure où les calculs côté serveur sont plus limités et standardisés, mais nécessite des récepteurs GPS récents (normalisation en 2006). Le VRS est moins interopérable, mais il est utilisable sur les anciens récepteurs GPS.

Pour les deux réseaux, les corrections peuvent être transmises selon différents formats (différentes versions du RTCM, CMR...), ce qui assure une très bonne compatibilité avec les systèmes de guidage présents sur le marché. Il n'y a pas de lien entre le fournisseur de la correction et la marque de guidage utilisée.

Les informations peuvent être transmises du serveur informatique vers le système de guidage via GPRS

(transfert de données via téléphonie mobile). Des tests réalisés en 2008 avaient mis en évidence certaines limites (*Perspectives Agricoles n° 343, mars 2008*) : la disponibilité spatiale (présence d'un réseau téléphonique) et la disponibilité temporelle (délai d'arrivée des corrections). Lorsque le délai d'arrivée de la correction augmente, la précision est affectée. Ceci dit, les tests de 2008 avaient montré une disponibilité de 95 % pour des délais maxima de 10 s. Certains guidages tolèrent une absence de corrections jusqu'à 40 s pour les plus récents.

L'utilisation d'un réseau multi-stations permet d'éviter la limite des 10 km imposée par l'utilisation d'une radio.

Figure 4 : Fonctionnement du mode VRS dans les réseaux multi-stations

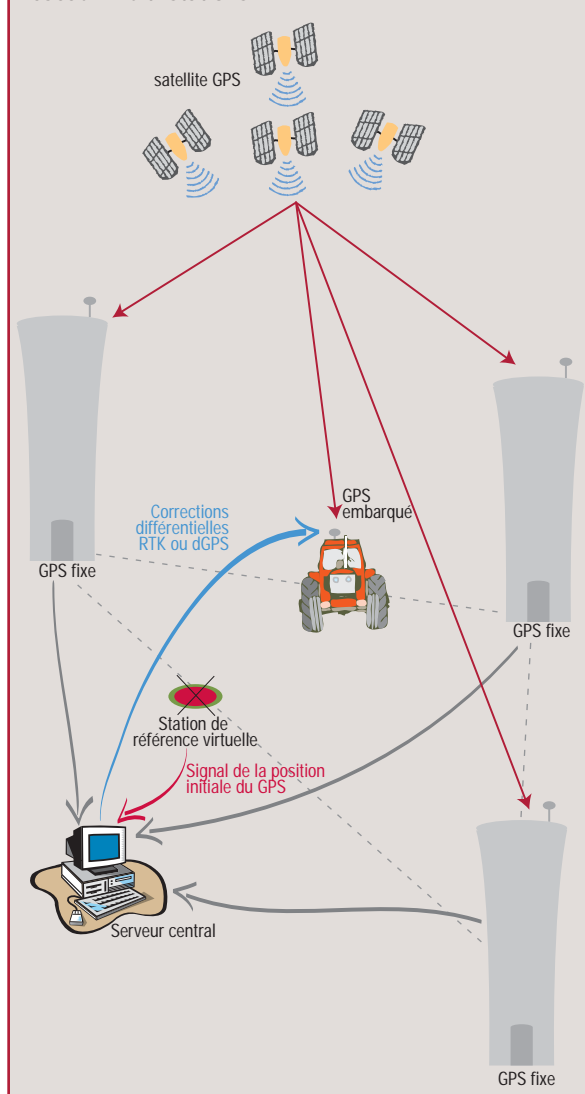
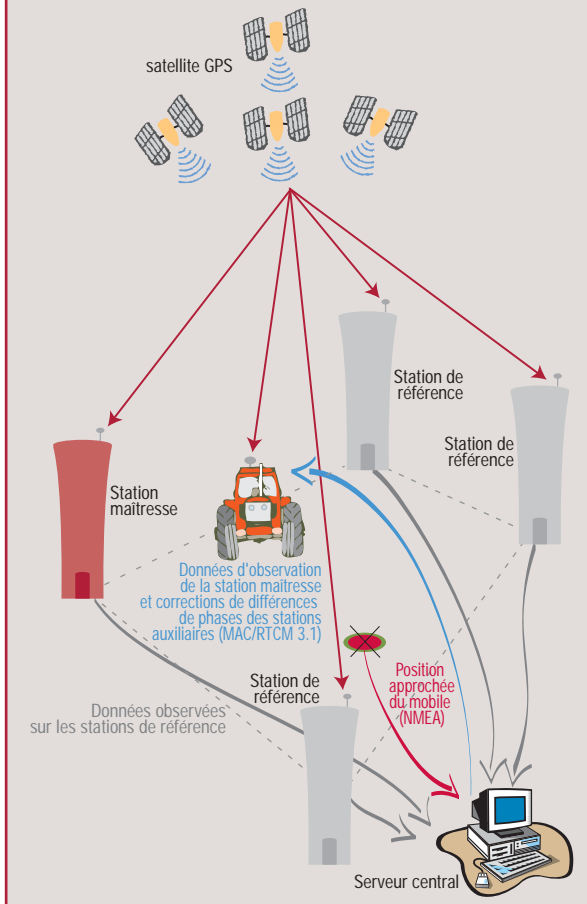


Figure 5 : Fonctionnement du mode MAC dans les réseaux multi-stations



Ce mode permet de calculer la correction au niveau du récepteur et non plus au niveau du serveur informatique.

Cependant, certaines zones ne sont pas couvertes par le téléphone mobile. Il est possible, dans ce cas, de transmettre la correction via internet (sous condition de disposer d'une connexion suffisante) ou une ligne téléphonique privée jusqu'à un ordinateur. La correction est ensuite diffusée via une radio, sur le même principe que le RTK classique.

Cette dernière étape limite, de fait, la distance entre la radio et le tracteur à 10 km. D'autres modes radio, actuellement à l'étude, pourraient permettre d'augmenter la distance entre l'émetteur de la correction et le tracteur. L'émergence des SmartPhone pousse enfin les opérateurs à augmenter les capacités et performances DATA de leurs infrastructures.

La transmission par téléphonie mobile est dépendante de la disponibilité des réseaux télécom.

L'autoguidage sous abonnement permet de travailler de nuit avec la même qualité de travail.

Les différences entre les deux réseaux portent entre autre sur les zones couvertes ou l'association avec un constructeur. En 2009, Claas a pris une participation dans le capital de S@t-Info.

Les autres solutions

Des bases RTK auraient une portée de 100 km (Raven). Une première couronne (20 km), permettrait d'obtenir une précision RTK en absolu. Une seconde couronne (40 km supplémentaires) aurait une précision RTK en relatif (passage à passage) et le reste de la couverture une précision décimétrique. La correction serait transmise par GPRS.

Les avantages

L'utilisation du RTK sur un auto-guidage permet de réaliser des interventions avec une précision absolue de 2 à 5 cm. Même si d'autres corrections permettent d'obtenir cette même précision, c'est la seule qui l'acquiert dès sa mise sous tension. Elle permet également de revenir au même endroit sans recalage (*encadré 3*). Le système apporte un confort de travail dont le gain est difficile à chiffrer (travail en conditions limitantes (nuit, brouillard...), augmentation du temps disponible pour réaliser des travaux, diminution de la fatigue, disponibilité plus grande pour surveiller le travail de l'outil, dimi-

nution de la consommation de carburant). Mais il permet aussi, d'un point de vue économique, de réduire les recouvrements entre deux passages de tracteurs (*Perspectives Agricoles n°367, mai 2010*) et par conséquent de réduire les intrants et les charges correspondantes. ■

Caroline Desbordes
ARVALIS-Institut du végétal
c.desbordes@arvalisinstitutduvegetal.fr

3

Pour revenir au même endroit avec une base mobile

Quand une base est déplacée ou quand l'alimentation électrique est rompue :

- La base mobile peut prendre la première valeur de position donnée par le GPS. Si l'alimentation est coupée puis remise, la base prendra une autre position GPS. Dans ce cas, il sera impossible de revenir au même endroit sans recalage.
 - Il est possible d'introduire des coordonnées (X et Y) dans la base et de les garder en mémoire. La base reprendra ces coordonnées. Cependant, si elle n'est pas remise exactement au même endroit, il y aura un décalage d'autant. Un décalage de 1 cm de la base se traduira par une erreur de 1 cm au champ.
- Si la base mobile est en mode acquisition pendant 24 h, elle calcule sa position, qui sera gardée en mémoire. Il faudra toujours la remettre au même endroit.