

# Nouvelles technologies

## Les satellites au service de l'agriculture

Aujourd'hui, les satellites d'observation sont devenus indispensables pour la météorologie, la cartographie, la gestion des risques et des catastrophes naturelles, la surveillance de l'environnement et des ressources terrestres, l'observation des océans et des glaces, l'étude de l'atmosphère ou le changement climatique. L'agriculture n'est pas en reste : elle utilise de plus en plus ce type d'outils.



© N. Comtec

**B**ip, bip, bip... : par un signal sonore répétitif, le public découvre en octobre 1957 que l'homme a mis un satellite en orbite. Depuis, plusieurs milliers de satellites ont été lancés et jouent désormais un rôle incontournable dans notre vie quotidienne. Comme de nombreux secteurs économiques, l'agriculture utilise les technologies spatiales.

**Les satellites d'observation de la Terre sont déjà largement utilisés en agriculture via les cartes d'occupation des sols et d'inventaire des cultures.**

La meilleure illustration est certainement la prévision météorologique, qui fournit une information déterminante pour la conduite des pratiques agricoles et dans les cas de situations de calamités agricoles : gel, sécheresse, excès de chaleur. Les satellites d'observation spécialisés (Météosat ou Metop) sont indispensables à une prévision météorologique de qualité.

### Libéré des contraintes géographiques

Les satellites météorologiques sont placés à environ 36 000 km d'altitude. Sur une orbite passant au-dessus de l'équateur, ils tournent à la même vitesse que la Terre et pa-

Farmstar délivre des informations calculées à l'échelle intraparcellaire, permettant un diagnostic précis en tout lieu de la parcelle.

raissent fixes par rapport à celle-ci. Cette orbite permet une présence et une veille globale permanente. C'est également la position idéale pour les satellites de télécommunication. En agriculture, ceux-ci jouent un rôle plus indirect : ils couvrent en permanence l'ensemble d'une région ou d'un continent, permettent l'accès à internet sans dépendre d'une installation terrestre. Ils permettent également de se libérer des contraintes géographiques comme le relief ou l'éloignement par rapport à un point de raccordement.

Le troisième domaine d'application des satellites est la navigation : le système GPS (Système Global de Positionnement), développé initialement pour l'armée américaine, s'est largement démocratisé depuis le début des années 2000. En agriculture, le GPS et ses versions améliorées (EGNOS) sont utilisés pour l'arpentage et la mesure des parcelles, le guidage des engins et certaines techniques d'agriculture de précision comme la modulation des intrants lorsque les épandeurs et pulvérisateurs sont équipés.

Les satellites de navigation exploitent les orbites intermédiaires entre 20 000 et 25 000 km.

### Les satellites apportent une solution pour la couverture des zones rurales qui n'ont pas accès au réseau ADSL.

## Comme un appareil photo numérique

Parfois plus performants que l'œil humain, les satellites d'observation peuvent voir un ensemble de longueurs d'ondes plus important, allant des rayons ultraviolets aux hyperfréquences en passant par les infrarouges. Le choix des longueurs d'ondes dépend de l'usage des images : le satellite Spot 5 prend des images dans une bande panchromatique (en « noir et blanc ») pour la cartographie et la surveillance. Trois bandes spectrales visibles (vert, rouge et proche infrarouge) et une bande infrarouge servent pour l'agriculture et la végétation.

Dans le domaine de l'agriculture, la possibilité d'analyser la manière dont la végétation réfléchit la lumière dans chaque bande spectrale est à la base de la plupart des traitements. Les observations de la végétation ou des cultures, lorsqu'elles sont correctement traitées, permettent d'extraire des paramètres biophysiques en relation directe avec le stade de développement, le niveau de chlorophylle, la biomasse, le niveau de stress hydrique, les anomalies de croissance ou les maladies. Les satellites d'observation

transmettent des images dans lesquelles chaque pixel représente l'énergie lumineuse renvoyée par le sol. L'image couvre une zone étroite où les détails fins sont visibles ou, au contraire, une zone très large avec moins de détails. La résolution spatiale d'une image correspond à la taille des détails visibles les plus fins. Ainsi, le capteur MERIS (du satellite européen ENVISAT) fournit des images couvrant une largeur de 1 150 km avec une résolution de 250 m, dans quinze bandes spectrales. Avec sa fauchée de 60 km, Spot 5 voit des détails d'environ 2,50 m. Le satellite français Pléiades, dont le lancement est prévu fin 2010, fournira des images à 50 cm de résolution sur des zones de 20 km de côté.

Un compromis entre résolution, zone couverte, fréquence de revisite et finesse d'analyse spectrale doit être fait pour chaque application. Celles-ci sont nombreuses : les satellites d'observation survolent la totalité de la planète pendant plusieurs années, observent régulièrement une même région dans des conditions identiques, facilitant ainsi l'étude de l'évolution des phénomènes.

## S'éloigner de la Terre pour mieux la voir

Les satellites d'observation de la Terre privilégient les orbites basses, entre 400 et 800 km d'altitude : avec une durée de révolution de l'ordre de 100 minutes, la trajectoire du satellite s'enroule autour de la Terre comme une pelote de fil et permet l'observation progressive au fur et à mesure de son déplacement. Leur orbite « suit » le mouvement du soleil : une région est toujours observée à la même heure locale, ce qui facilite les comparaisons.

Les satellites d'observation de la Terre sont déjà largement utilisés en agriculture : mis en place

Les satellites d'observation héliosynchrone conservent les mêmes conditions d'éclairage par le soleil d'une orbite à la suivante.





depuis 1993 par la Commission Européenne, le contrôle par télé-détection des déclarations PAC est bien connu des agriculteurs. Visant initialement à vérifier les surfaces déclarées, ces contrôles portent désormais également sur des critères de bonnes conditions agricoles et environnementales (bandes enherbées, diversité de l'assolement, etc.). En France, les contrôles par télé-détection représentent plus de 90 % des contrôles effectués sur les surfaces déclarées. L'observation de la Terre est également utilisée pour la prévision et l'estimation des rendements : ces informations intéressent non seulement les Etats, la Commission Européenne ou les organismes internationaux (par exemple l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) en charge des questions de sécurité alimentaire mais également, dans une logique commerciale voire spéculative, les négociants, les assureurs et les traders. Le département de l'agri-

### L'agriculture de précision est l'application reine de l'imagerie satellite.

culture des Etats-Unis (USDA) s'appuie beaucoup sur l'imagerie satellite pour ses activités de prévision à l'échelle mondiale. Au bénéfice direct des exploitants et des coopératives agricoles, c'est l'agriculture de précision qui est l'application reine : en utilisant les conseils fournis par des sociétés spécialisées, les agriculteurs optimisent et modulent les apports d'intrants à partir d'informations sur l'état et les besoins réels des cultures. L'imagerie satellite, lorsqu'elle est associée à des mesures sur le terrain, des informations météorologiques et des modèles de croissance des cultures, fournit une information de grande valeur. C'est dans ces domaines du pilotage des cultures et des pratiques agricoles efficaces et respectueuses de l'environnement que l'observation de la Terre connaît le plus fort développement dans les années à venir. ■

Gil Denis, Infoterra

[www.farmstar-conseil.fr](http://www.farmstar-conseil.fr)

## Les satellites d'observation pour optimiser les pratiques agricoles

L'agriculture de précision consiste à connaître à l'avance les caractéristiques du couvert végétal de manière intraparcellaire de façon à moduler les apports d'engrais ou de produits phytosanitaires en fonction des besoins réels des plantes.

L'imagerie satellite a révolutionné l'agriculture de précision en ouvrant de nouvelles perspectives : les acquisitions d'images, effectuées à des stades clés de la croissance des cultures, permettent une mesure précise des paramètres biophysiques caractérisant l'état de la culture : indice foliaire (lié à la biomasse), teneur en chlorophylle, etc.

FARMSTAR est le service d'agriculture de précision le plus abouti et le plus utilisé en France. Les sociétés Infoterra, filiale d'EADS Astrium, et ARVALIS-Institut du végétal ont créé conjointement et commercialisent ce service depuis 2002. En 2010, près de 8 000 agriculteurs utilisent FARMSTAR pour une surface totale de 420 000 hectares, essentiellement sur le blé, l'orge d'hiver et le colza.

Les agriculteurs optimisent ainsi les quantités d'intrants, avec un rendement identique voire meilleur. L'économie moyenne est de 10 à 20 € par hectare.

Au-delà de l'aspect économique, ces techniques ont un impact positif sur l'environnement. À côté de l'optimisation du pilotage des cultures, les usages peuvent être diversifiés par exemple pour la gestion de la consommation et de la ressource en eau ou la réduction des pollutions diffuses.