NOUVELLES TECHNOLOGIES

LES DRONES APPORTENT un nouveau regard sur l'agriculture

Les drones type multicoptères peuvent embarquer une charge utile importante et faire du vol stationnaire.

© OnyxStar

Les drones bénéficient actuellement d'un fort écho médiatique et de nombreux projets fleurissent pour valoriser cette jeune technologie dans le secteur agricole. Mais de quoi se compose un « système drone » ? Arrêt sur image.

Un drone désigne en français un véhicule mobile autonome sans pilote. Il peut donc être terrestre, marin ou aérien. En agriculture, les drones aériens sont depuis une dizaine d'année envisagés comme une solution intéressante pour assurer le suivi du développement des cultures. Leur grande souplesse d'utilisation et leur haute résolution spatiale au sol laissent entrevoir de nombreuses possibilités.

Ces aéronefs sont équipés d'un système de contrôle permettant le pilotage manuel ou le vol de façon automatique, et peuvent embarquer différents capteurs d'imagerie.

Pour bien comprendre les différences entre les systèmes commercialisés, il faut considérer les principales briques qui composent le système « drone » : le type d'aéronef, le capteur embarqué et le logiciel d'interprétation des données.

De la prise de vue à l'interprétation

Il existe deux types principaux d'appareils : les drones à voilure fixe (type avion) et les drones à voilure tournante (type multicoptère). Le type de drone conditionne sa stabilité, sa charge utile et son autonomie *(tableau 1)*.

> **La chaîne d'acquisition** va de la prise de vue jusqu'à son interprétation en caractère agronomique. »

Du côté des capteurs, une large gamme est disponible (appareils photo numériques, caméras, lasers à balayage...). Encore faut-il que leur masse soit compatible avec le type de drone et que le système d'acquisition puisse s'interfacer avec le capteur.

Un marché en plein essor

10 % des drones actuellement commercialisés dans le monde sont à usage civil, le reste étant militaire (2). Mais c'est un marché en pleine expansion. D'après l'association internationale pour les systèmes de véhicule sans pilote (AUVSI), l'agriculture de précision et la sécurité publique constitueront 90 % du marché d'ici 2025.
En France, l'industrie des drones civils réunit aujourd'hui 14 constructeurs d'appareils et 220 opérateurs à usage civil déclarés auprès de la DGAC (1). Cet engouement est lié en premier lieu au fait que la France a été le premier pays au monde à avoir créé une réglementation pour l'utilisation de drones civils dans son espace aérien, suite à la publication de l'arrêté du 11 avril 2012. Cet arrêté comprend des dispositions sur la conception des drones, les conditions de leur emploi et les capacités requises des personnes qui les utilisent.

La chaîne d'acquisition va de la prise de vue jusqu'à son interprétation en caractère agronomique. Elle intègre des outils de pré-traitement permettant de géoréférencer automatiquement les images, de corriger les déformations géométriques ou radiométriques. Cette étape est indispensable pour obtenir une mosaïque d'images représentant la zone survolée. Car un nombre important d'images est acquis au cours de chaque vol : avec une fréquence de mesure d'une image par seconde, un vol de 20 minutes génère par exemple 1 200 images.
Enfin, à partir de la mosaïque d'images, un logiciel d'interprétation des données est développé pour une application donnée. Il faut pour cela définir précisément les informations nécessaires à l'élaboration d'un conseil ainsi qu'une bonne expertise de la manière de les obtenir.

Capteur et interprétation des images : deux éléments indissociables

Le choix du capteur dépend de l'application visée. Les plus courants sont les appareils photo numériques, les caméras couleurs, les caméras thermiques ou encore les caméras multispectrales.

Les caméras ou appareils photo classiques constituent des capteurs intéressants grâce à leur très haute résolution au sol (quelques centimètres) pour disposer rapidement d'observations directes des parcelles. Ils permettent de qualifier la levée, d'éventuels dégâts de gibier, gel ou tout autre accident détectable visuellement.
Les caméras infrarouges thermiques mesurent la température de surface de la culture afin d'identifier un éventuel stress hydrique : lorsque la température de surface est élevée et proche de la température de l'air, cela signifie que la plante transpire peu, donc qu'elle subit un stress hydrique ou thermique. Si sa température de surface est plus basse, cela révèle une transpiration active donc un bon fonctionnement.
Quant aux caméras multispectrales, elles prennent des images dans plusieurs bandes spectrales, dont le proche infrarouge qui est très informatif sur l'état des cultures. Ces images, combinées à des données de référence, représentent la proportion de lumière réfléchie par les plantes, ou « réflectance », dans chaque bande spectrale. Un ensemble de méthodes, développées à l'origine pour l'interprétation des images satellitales, peut être adapté aux images acquises par drone afin d'estimer, à partir de la réflectance dans plusieurs longueurs d'ondes, la surface foliaire de la culture et sa quantité de chlorophylle.

14

constructeurs d'appareil composent aujourd'hui l'industrie des drones civils en France.

Du fait de leur limite d'altitude de vol fixée à 150 m, la largeur de la surface acquise (« fauchée ») ne dépasse pas les quelques centaines de mètres.

DRONES : des petits modèles à voilure fixe jusqu'aux multicopters

	Charge utile	Encombrement	Autonomie	Conditions de vol
Voilure fixe (Expl : Eebe de SenseFly)	200 g	1 m d'envergure, < 1 kg	45 minutes	Vol rapide, bonne stabilité
Voilure tournante (Expl : FOX-C8 de OnyxStar)	1,5 kg	1 m d'envergure, ~ 4 kg	15 minutes	Vol moins stable si vent, possibilité de vol stationnaire

Tableau 1 : Caractéristiques de deux grands types de drones.

Les drones à voilure fixe (type avion) ont l'avantage d'avoir une autonomie assez longue.

© DR

Des usages à inventer

En agriculture, l'usage des drones reste encore à inventer. Voici quelques contextes qui pourraient bénéficier rapidement de cette technologie, chacun faisant appel à un type d'appareil différent :

• Achat par un agriculteur ou groupe d'agriculteurs pour suivre le développement des cultures, identifier des problèmes de levée, de croissance, d'adventices, de maladies, de dégâts de gibier... Dans ce cas, un drone à voilure fixe est bien adapté : léger, robuste, économique, avec une bonne autonomie. Les capteurs doivent être très légers et assez simples. Ces systèmes doivent être économiques pour connaître une plus large diffusion.

• Prestation par une coopérative ou un opérateur économique à plus grande échelle : dans ce cas, des drones « longue portée » semblent plus adaptés pour couvrir des surfaces importantes sur un territoire. Les capteurs sont à définir suivant les conseils à délivrer.

• Utilisation pour les expérimentations en petites parcelles, la recherche, la sélection variétale : les drones type multicoptère sont probablement les mieux adaptés car ils ont une charge utile plus importante et peuvent faire du vol stationnaire. On peut ainsi emporter des capteurs plus performants. Leur autonomie, limitée à 15 minutes environ, est suffisante pour cartographier une plateforme expérimentale de quelques hectares.

Des limites à lever

Un des principaux avantages des drones est leur souplesse d'utilisation : à condition de disposer des autorisations nécessaires *(encadré)*, ils peuvent acquérir des données quand le sol est trop humide pour entrer avec un tracteur ou quand les nuages empêchent l'observation des parcelles par satellite. La contrainte climatique majeure est le vent.

Du fait de leur limite d'altitude de vol fixée à 150 m, la largeur de la surface acquise (« fauchée ») ne dépasse pas les quelques centaines de mètres, avec un recouvrement des images pouvant aller jusqu'à 80 %. À titre de comparaison, la fauchée d'une image acquise par satellite est de l'ordre de quelques centaines de kilomètres. Combinée au rayon d'action limité par la règlementation (100 m autour du télépilote), ces contraintes rendent l'utilisation des drones à grande échelle difficile en pratique.

(1) DGAC : Direction générale de l'Aviation Civile

(2) D'après une note de veille de l'IRSTEA parue en septembre 2013

Des vols soumis à la réglementation aérienne

Le vol des drones est soumis à la réglementation aérienne :

• Les opérateurs doivent figurer sur une liste établie par la DGAC (1) qui mentionne notamment la nature de l'activité, le scénario de mission (S-1 à S-4), le constructeur et le modèle d'aéronef utilisé.

• Les télépilotes doivent posséder une certification officielle (formation théorique) et une DNC (Déclaration de Niveau de Compétence).

• Les autorisations de vol passent par le dépôt préalable auprès des Préfectures.

Quatre scénarios de vols

Les scénarios permettent de distinguer quatre cas d'utilisation :

• S-1 : opération en vue directe du télépilote se déroulant hors zone peuplée, à une distance horizontale maximale de 100 mètres du télépilote -> altitude de vol < 150 m ;

• S-2 : opération se déroulant hors vue directe, hors zone peuplée, dans un volume de dimension horizontale maximale de rayon d'un kilomètre -> altitude de vol < 50 m ;

• S-3 : opération se déroulant en agglomération ou à proximité de personnes ou d'animaux, en vue directe et à une distance horizontale maximale de 100 m du télépilote -> altitude de vol < 150 m ;

• S-4 : activité particulière (relevés, photographies, observations et surveillances aériennes) hors vue directe, hors zone peuplée et ne répondant pas aux critères du scénario S-2 -> altitude de vol < 150 m.

Les appareils sont également répartis dans plusieurs catégories :

- C : aéronefs captifs ;
- D : Moins de 2 kg ;
- E : Entre 2 et 25 kg ;
- F : Plus de 25 kg et moins de 150 kg ;
- G : Plus de 150 kg.

Benoît de Solan - b.desolan@arvalisinstitutduvegetal.fr
Mathilde Closset
ARVALIS - Institut du végétal
Nicolas Bousquet