

## B1.8 Cartographie agricole de précision – drones

Les drones ont été largement utilisés dans le secteur agricole au cours des dernières années. L'intégration de l'intelligence artificielle (IA), des capteurs, des microcontrôleurs et de l'Internet des objets (IoT) dans les drones peut aider à surmonter les défis auxquels sont confrontés les agriculteurs, tels que la surveillance du bétail, les vastes terres, la pulvérisation des cultures et la santé approfondie des cultures. analyse.

Un drone est généralement équipé de systèmes de positionnement global (GPS), d'hélices, de moteurs sans balais, d'un contrôleur de vol et d'un contrôleur de vitesse électronique (ESC), et il est contrôlé par l'émetteur et le récepteur du canal radio.

Ce qui rend un drone intéressant, c'est qu'il peut être modifié selon nos propres besoins en y installant du matériel et des algorithmes. Il peut effectuer des tâches telles qu'une analyse approfondie des conditions de la plante et du sol ; Cartographie 3D des terres agricoles ; et la distribution de pesticides et d'engrais, qui est très difficile à réaliser par le travail manuel, en particulier pour des milliers d'hectares de terres. Par rapport à la télédétection utilisant des satellites, l'utilisation de drones dans l'agriculture de précision offre une fonctionnalité supérieure et permet une meilleure résolution spectrale et spatiale.

Différents types de drones sont actuellement disponibles sur le marché et peuvent être appliqués dans l'agriculture de précision.

Les drones peuvent être distingués en deux groupes :

- a) Drone à voilure fixe.
- b) Drone multi-rotor.

Les drones à voilure fixe se composent d'une paire d'ailes qui génèrent passivement de la portance pour le drone lorsqu'il coupe l'air à un angle spécifique, tandis qu'un multi-rotor utilise la vitesse et la direction des moteurs pour se déplacer.

Un multi-rotor peut être divisé en un seul rotor, un quadricoptère, un hexacoptère et un octocoptère. Comparé au drone à voilure fixe, un multi-rotor a une vitesse, une distance et une durée de vol inférieures car il a besoin d'une énorme quantité de puissance pour générer de la portance et rester en l'air.



a) Ailes fixes, b) monomoteur, c) quadricoptère, d) hexacoptère, e) octocoptère (Source 3)

### Drones commerciaux

Paramètres de certains drones commerciaux utilisés pour l'agriculture de précision:

Drone	Drone commercial adapté à la cartographie et au suivi des cultures					
	Type	Temps de vol	Vitesse maximale	Distance maximale	Altitude maximale	Caméra
DJI Phantom 4 RTK	Quadcopter	30 min	16 m/s	7 km	56 m	Capteur CMOS 20 mp (GSD à 5 cm)
Delair UX11	Fixed-Wing	52 min	15 m/s	47 km	122 ,	Caméra RVB, multispectrale (GSD à 5 cm)

DJI Matrice 200	Quadcopter	38 min	22.5 m/s	8 km	-	La caméra est livrée séparément
-----------------	------------	--------	----------	------	---	---------------------------------

Drone	Drone commercial adapté à la pulvérisation des cultures				
	Type	Temps de vol	Vitesse maximale	Distance maximale	Capacité du réservoir
DJI Agras T20	Hexacopter	15 min	6 l/min	3 km	20 l
DJI MG-1P	Octocopter	20 min	0.53 l/min	5 km	10 l
Hyllo AG-122	Octocopter	15 min	4.3 l/min	2 km	22 l

From: [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2017/](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2017/)

## Capteurs

Les capteurs sur les drones sont une partie importante de la technologie. L'équipement technique contribue également de manière significative au prix du drone. Comment fonctionnent les capteurs ?

Les capteurs peuvent détecter des différences très subtiles dans la végétation qui resteraient cachées sous une observation normale. Les drones équipés de caméras multispectrales ou thermiques aideront à identifier un large éventail de problèmes liés à la santé des plantes et des sols. Ils peuvent montrer des signes précoces d'infestation de ravageurs, de stress et de maladies, ce qui permettra aux agriculteurs d'agir rapidement et d'atténuer le problème avant qu'il ne devienne un problème sérieux.

Un autre avantage des drones dans l'agriculture est que, parce qu'ils sont si facilement déployables, les agriculteurs pourront collecter des données de manière plus régulière, leur donnant un aperçu à jour de l'état de leurs champs et leur permettant de se tenir au courant de tout problème. avant qu'ils ne dégénèrent.

## Quelles sont les applications les plus importantes des drones dans les pratiques agricoles ?

### Pulvérisation des cultures

Un mécanisme de pulvérisation par drone est très utile dans le secteur agricole car il peut être utilisé pour pulvériser de l'eau et épandre des engrais et des pesticides de manière efficace.

En mettant en œuvre ce système, les agriculteurs peuvent accéder à des terres trop humides ou autrement inaccessibles aux humains. Un autre avantage de cette application est la moindre implication de l'homme dans l'opération de pulvérisation de pesticides, ce qui réduit considérablement le risque de contamination chimique. De plus, les hauteurs de pulvérisation par ce moyen sont généralement plus élevées que les pulvérisateurs terrestres conventionnels, où les cultures fragiles peuvent subir des dommages si la hauteur de pulvérisation est trop faible. Les principaux inconvénients de cette approche sont le temps de vol limité et la quantité de liquide (contenu de pulvérisation) que le drone peut transporter. Les systèmes de pulvérisation par drone se composent généralement d'un réservoir de pulvérisation pour stocker le liquide et d'une buse pour la pulvérisation. Une pompe à pression est généralement utilisée pour la pulvérisation de pesticides, mais pas pour la pulvérisation d'engrais.

### Surveillance des cultures



ITFARM

La surveillance de l'état des cultures, en particulier pendant les stades de croissance, est essentielle pour les agriculteurs. Les informations obtenues influenceront la prise de décision sur les interventions opportunes des agriculteurs pour assurer un rendement optimal à la fin de la saison. La caméra joue un rôle important en fournissant les informations requises sur l'état de la récolte. Les caméras largement utilisées sont de type numérique, thermique et multispectrale. Les caméras thermiques sont équipées d'un capteur infrarouge qui peut développer une carte thermique contenant les données de température de la culture.

**Exemple:** L'agriculteur peut rapidement avoir une vue d'ensemble sur la situation du champ uniquement en regardant les orthomosaïques. L'agriculteur peut savoir qu'il y a des mauvaises herbes dans la parcelle ; cependant, l'analyse visuelle des orthomosaïques peut permettre de détecter des informations plus détaillées sur les problèmes, comme les infestations, et de comparer la perspective au niveau du sol. Ainsi, l'agriculteur peut planifier d'éventuelles tâches de protection des plantes et leurs horaires en fonction des orthomosaïques.



Source: [www.ijetae.com](http://www.ijetae.com)

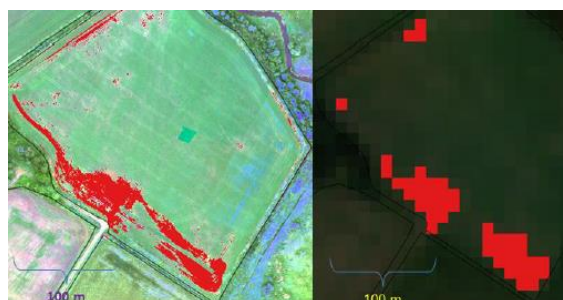
Les images numériques des appareils photo numériques peuvent être traitées pour extraire les informations de couleur rouge-vert-bleu (RVB), tandis que les caméras multispectrales peuvent capturer des photos visibles et invisibles de la culture en utilisant différentes longueurs d'onde de lumière pour développer un ensemble de photos pour cette longueur d'onde, qui est puis combinés pour produire une mosaïque précise. Après analyse des images, l'inspection physique par les agriculteurs sur la zone concernée est recommandée.

### Cartographie et analyse des sols

La cartographie et l'analyse du sol sont étroitement liées de sorte que les résultats de la cartographie aérienne peuvent être utilisés pour analyser plus en détail l'état du sol et estimer le rendement des cultures. La cartographie peut être réalisée manuellement ou automatiquement via des drones selon un parcours prédéfini. En suivant cet itinéraire, des images terrestres sont automatiquement prises par la caméra embarquée qui sont ensuite traitées par un logiciel spécifique.

Exemple : La différence entre la détection de drones et de données satellites peut être vue dans l'analyse de la détection d'anomalies. Le but de la détection d'anomalies est de détecter les zones qui ne se développent pas de la même manière que la plupart des parties de la zone. Les zones anormales (marquées en rouge) sont assez similaires dans les deux ensembles de données.

L'ensemble de données de drones (à gauche) a indiqué plus d'anomalies que l'ensemble de données Sentinel (à droite).



Source: [www.ijetae.com](http://www.ijetae.com)

### Surveillance du bétail

La surveillance du bétail à l'aide de drones a attiré une attention considérable de la part des agriculteurs. Les images du bétail capturées par le drone peuvent être analysées pour déterminer le nombre et le comportement du bétail, qui sont ensuite transmises aux dispositifs de surveillance en temps réel afin que les agriculteurs puissent agir en conséquence. Cette approche est très efficace



surtout lorsqu'il s'agit de surveiller le bétail sur une grande terre agricole, ainsi que de traquer les braconniers humains.

### Combien coûte un drone ?

Ceux-ci vont de 1 500 € à plus de 25 000 € pour un drone de pulvérisation de qualité commerciale. A cela, il faut ajouter l'équipement pour l'acquisition de la technologie de surveillance et l'équipement SW correspondant. Le prix total peut ainsi atteindre jusqu'à 40 000 €.

Dépenser environ 40 000 € pour un drone peut sembler beaucoup. Mais ces drones sont robustes et durables, ils continueront donc à offrir des avantages économiques pour les années à venir. Le retour sur investissement dépendra de la taille de l'agro-industrie, du nombre de cultures ou de stocks avec lesquels l'agriculteur travaille et de la fréquence de plantation et de pulvérisation. Lorsque le drone travaille sur une plus grande surface pendant une plus longue période, cela signifie évidemment un retour sur investissement plus rapide.

Comment les drones se manifestent dans différents domaines de la production agricole (données de IJETAE Journal, numéro 04, avril 2022):

	Application de drone				
	Pulvérisation des cultures	Surveillance des cultures	Cartographie et analyse des sols	Élevage de bétail	Plantation
Temps de vol	Haut	Haut	Haut	Haut	Haut
Altitude	Moyen	Haut	Haut	Haut	Moyen
Distance	Haut	Haut	Haut	Haut	Haut
Caméra	Bas	Haut	Haut	Haut	Bas
Charge utile	Haut	Bas	Bas	Bas	Moyen

Il n'y a pas de réponse simple, de nombreux facteurs détermineront dans quel type de drone les agriculteurs devraient investir. Un facteur clé sera la taille des champs à cartographier ; les agriculteurs qui possèdent des exploitations de petite à moyenne taille devraient probablement investir dans un drone multi-copter, tandis que la cartographie de grands champs est plus adaptée avec des drones à voilure fixe. Les drones multi-hélicoptères et à voilure fixe ont leurs avantages, les drones multi-hélicoptères sont généralement moins chers et plus faciles à utiliser. Ils ont une meilleure maniabilité qui permettra aux agriculteurs d'effectuer des inspections rapprochées à haute résolution des plantes à basse altitude, les drones à voilure fixe ne sont pas capables de voler à très basse altitude.

Un autre avantage des drones multicoptères est qu'ils n'ont besoin que d'une petite surface pour décoller et atterrir, tandis que les drones à voilure fixe nécessitent une surface beaucoup plus grande. Le seul inconvénient majeur des multi-hélicoptères est leur temps de vol (par rapport aux drones à voilure fixe).

### Résumé

Un drone est équipé d'un système de positionnement global (GPS), d'hélices, de moteurs sans balais, d'un contrôleur de vol et d'un contrôleur de vitesse électronique (ESC), et il est contrôlé par l'émetteur et le récepteur du canal radio. Un drone peut être distingué en deux groupes : a) drone à voilure fixe



ITFARM

et b) drone multi-rotor. Les drones équipés de caméras multispectrales ou thermiques aideront à identifier un large éventail de problèmes liés à la santé des plantes et des sols. Ils peuvent montrer des signes précoces d'infestation de ravageurs, de stress et de maladies, ce qui permettra aux agriculteurs d'agir rapidement et d'atténuer le problème avant qu'il ne devienne un problème sérieux. Les mécanismes de pulvérisation de drones sont très utiles car ils peuvent être appliqués pour pulvériser de l'eau, des engrais et des pesticides de manière efficace. Cela permet à l'agriculteur d'accéder à des terres trop humides ou autrement inaccessibles aux humains. Aucune implication humaine dans les opérations de pulvérisation de pesticides ne réduit le risque de contamination chimique. La surveillance de l'état des cultures influence la prise de décision sur les interventions opportunes pour assurer un rendement optimal à la fin de la saison. La cartographie et l'analyse du sol sont étroitement liées à l'analyse de l'état du sol et à l'estimation du rendement des cultures. La cartographie peut être réalisée manuellement ou automatiquement via drone selon un parcours prédéfini. En suivant cet itinéraire, des images terrestres sont automatiquement prises par la caméra embarquée qui sont ensuite traitées par un logiciel spécifique. La surveillance du bétail à l'aide de drones est utilisée pour déterminer le nombre et le comportement du bétail. Cette approche est très efficace surtout lorsqu'il s'agit de surveiller le bétail sur une grande terre agricole, ainsi que de traquer les braconniers humains. Le prix d'un drone avec caméras et autres équipements de surveillance varie de 25 000 € à 40 000 €.

### Liens vers des sujets pertinents

1) Udit Debangshi: Drone -Applications in Agriculture, DOI: 10.5281/zenodo.5554734, DOI: 10.5281/zenodo.5554734

2) Roope NÄSI, Eija HONKAVAARA, at all. 2017 “Surveying the world of tomorrow - From digitalisation to augmented reality”, Conference *FIG Working Week*, [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2017/](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2017/)

3) International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Website: [www.ijetae.com](http://www.ijetae.com) (E-ISSN 2250-2459, Scopus Indexed, ISO 9001:2008, Volume 12, Issue 04, April 2022)

### Mots clés

*drone*

*intelligence artificielle*

*capteurs*

*microcontrôleurs*

*Internet des objets*

*hélices*

*moteurs sans balais*

*contrôleur de vol*

*régulateur de vitesse (ESC)*

*émetteur et récepteur de canal radio*

*drone à voilure fixe*

*drone multi-rotors*

*caméras multispectrales*

*caméras thermiques*

*eau pulvérisée*

*appareil photo numérique*

*Caméra thermique*

*caméra multispectrale*

*orthomosaïques*

