

**ÉVALUATION DE L'UTILISATION DES DRONES COMME MÉTHODE DE
SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE DANS LA PRODUCTION DE GAZON EN
PLAQUES**

PV-3.2-DP-IQDHO-25

DURÉE DU PROJET : 2018 / 2020

RAPPORT D'ÉTAPE

Réalisé par :
Nathalie Roullé, Ph.D. Biologiste-entomologiste, IQDHO
Erwan Gavelle, GEOGRID
Caroline Martineau, DTA, agr.

Juin 2019

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ÉVALUATION DE L'UTILISATION DES DRONES COMME MÉTHODE DE SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE DANS LA PRODUCTION DE GAZON EN PLAQUES

PV-3.2-DP-IQDHO-25

RÉSUMÉ DU PROJET ET DE SON AVANCEMENT

L'objectif général du projet est d'évaluer l'utilisation de drones comme méthode de surveillance phytosanitaire dans la production du gazon en plaques. Détecter par drone les adventices (graminées et plantes à feuilles larges) et les maladies (rouille et cercles de fées) permettrait de limiter les passages dans les gazonnières tout en intervenant au bon moment. La première année de projet a permis de vérifier que les adventices et la rouille étaient visibles sur les images aériennes prises par drone avec la caméra visible 20 mégapixels du DJI Phantom 4 Pro et que seule la rouille était visible avec la caméra multispectrale MicaSense RedEdge 3 (1,2 mégapixels). Ces premiers vols ont aussi permis d'établir que la rouille est visible avec des vols de 20 à 120 m de hauteur. Sur les images, les zones infectées par la rouille ressemblent beaucoup à des zones de gazon sec. Pour leur part, les adventices sont détectables avec des vols de 20 m à 40 m, mais généralement non identifiables à ces hauteurs. La présence de cercles de fée n'a pu être évaluée car aucun cercle n'a été observé. Les images prises à ces hauteurs de vol permettent d'observer d'autres caractéristiques des champs qui sont utiles aux producteurs comme le drainage et la levée des semis. Les vols qui seront réalisés la deuxième année, permettront d'ajuster les paramètres de vol (hauteur, vitesse et plan de vol) de manière à rendre possible une identification des graminées à l'espèce et une détection optimisée des plantes à feuilles larges et de la rouille tout en réduisant le coût d'utilisation de cette technique de dépistage. À la fin du projet, le coût d'utilisation du dépistage par drone sera évalué et comparé à celui d'un dépistage traditionnel.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Les trois premiers objectifs du projet étaient de 1) comparer l'imagerie spectrale à l'imagerie visible (couleurs naturelles) dans la détection des adventices et des maladies en gazonnière, 2) établir les paramètres de vol adaptés pour la détection (altitude, vitesse et plan de vol) et 3) évaluer la méthodologie d'analyse et d'utilisation des résultats recueillis au champ. Pour cela, à la phase semis du gazon (août à novembre) et à la phase entretien (printemps à l'automne de l'année suivante), trois vols d'essais ont été réalisés dans trois gazonnières, à trois altitudes, pour un total de 54 vols. À chacun des vols, des images visibles et multispectrales ont été prises, respectivement par les capteurs 20 mégapixels du DJI Phantom 4 Pro et MicaSense RedEdge 3 (1,2 mégapixels). Aux premiers vols, la hauteur de vol et la vitesse était de 80 m à 6 m/s, 100 m à 8 m/s, 120 m à 10 m/s. Puisque ces hauteurs de vol ne permettaient pas de détecter les adventices, les vols suivants ont été réalisés à 20 m à 2 m/s, 40 m à 2,9 m/s, 60m à 4 m/s. Pour chacun des vols, l'ensemble des photos prises en vol ont été traitées à l'aide d'un logiciel photogrammétrique afin de générer une orthomosaïque visible et une multispectrale. L'orthomosaïque visible a permis de visualiser l'ensemble de la zone survolée en couleurs naturelles, alors que l'orthomosaïque multispectrale a permis de réaliser une image de la zone avec un indice de santé des plantes, l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et une autre image avec un indice d'activité chlorophyllienne, l'indice « red edge » par différence normalisée (NDRE). Deux dépistages traditionnels (détection visuelle dans le champ par un agronome) ont été effectués aux trois entreprises de production. Les différentes images générées ont été analysées au regard des résultats des dépistages traditionnels des champs.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Objectif 1 : comparer l'imagerie spectrale à l'imagerie visible dans la détection des adventices et des maladies en gazonnière

Pour une même hauteur de vol, l'usage de l'imagerie visible est moins couteux que celui de l'imagerie spectral, car le temps de vol est plus court (angle de prise de vue plus large) et le traitement de l'image est plus facile. Ainsi, l'usage de l'imagerie spectrale n'est intéressant que si ce type d'imagerie permet de mieux détecter les adventices et les maladies qu'avec l'imagerie visible.

Les adventices sont visibles sur les orthomosaïques visibles (20 m de hauteur de vol), mais pas sur les orthomosaïques multispectrales (voir annexe 1). La résolution des images générées par l'imagerie multispectrale (14 mm/pixel) n'était pas suffisante aux hauteurs de vol évaluées (20 m à 120 m) pour localiser des plantes de la taille des adventices.

La rouille est visible sur les orthomosaïques visibles et multispectrales (20 m à 120 m).

Étant donné l'absence de cercle de fée dans les champs survolés, la détection de cette maladie secondaire n'a pas pu être évaluée.

Objectif 2 : Établir les paramètres de vol adaptés pour la détection en gazonnière

L'établissement des paramètres de vols adaptés à la surveillance phytosanitaire en gazonnière a consisté à déterminer la hauteur et la vitesse de vol adéquats pour la détection des adventices et des maladies tout en optimisant le coût de cette technologie. Le coût du service sera moindre pour un vol plus rapide et à plus haute altitude.

Hauteur de vol :

Les premiers vols ont été réalisés à 80 m, 100 m et 120 m, lors de la phase d'entretien du gazon (mi-mai). Les images générées par ces vols permettaient d'observer la rouille, mais pas les adventices.

Afin de pouvoir détecter les adventices, soit les graminées et les plantes à feuilles larges, les vols ont été réalisés à 20 m, 40 m et 60 m lors des phases des semis et de l'entretien du gazon. Les images ont été observées par un expert des productions de gazon et un expert en télédétection, au regard du dépistage traditionnel au champ. Les plantes à feuilles larges sont détectables aux phases des semis et de l'entretien à 20 m, 40 m et 60 m. Certaines sont même identifiables à la phase des semis, particulièrement celles à grandes feuilles, comme le radis sauvage. Pour ce qui est des graminées, elles sont détectables à la phase des semis à 20 m, mais pas à la phase de l'entretien. Elles ne sont pas identifiables à cette hauteur de vol. Enfin, la rouille est visible, aux phases des semis et de l'entretien, à 20 m, 40 m et 60 m. Cependant, les plants infectés ressemblent beaucoup à du gazon sec ou abîmé. Notons qu'à ces altitudes, il est possible d'observer d'autres caractéristiques du champ qui sont utiles aux producteurs comme le drainage et la levée des semis.

Vitesse de vol :

A 20 m, le drone avance à 2 m/s, à 40 m, à 2,9 m/s et à 60 m à 4 m/s.

Objectif 3 : Évaluer la méthodologie d'analyse et d'utilisation des résultats recueillis au champ

Aux premiers vols, une image représentant l'indice de santé des plantes NDVI et une image représentant l'indice d'activité chlorophyllienne NDRE ont été générées à partir de l'orthomosaïque multispectrale. Le NDVI et le NDRE sont appelés indices de végétation car

ils sont tous deux construits à partir d'une combinaison de deux longueurs d'ondes distinctes. Le NDVI est constitué d'une combinaison de lumière rouge visuelle et de lumière proche infrarouge (NIR). Le NDRE utilise une combinaison de lumière NIR et d'une bande de fréquence située dans la région de transition entre le rouge visuel et le NIR - d'où le nom «Red Edge». Comme l'indice NDRE est très sensible à l'humidité du sol (varie avec la quantité d'eau tombée dans la journée) et qu'il n'apportait pas d'informations supplémentaires par rapport à l'indice de santé des plantes NDVI, seule l'image représentant l'indice NDVI a été générée pour les vols suivants.

Par l'observation des images des vols et par le dépistage terrain, il a été possible de vérifier que les adventices sont détectables sur les images en couleurs naturelles (imagerie visible), mais pas sur les images présentant l'indice NDVI (imagerie multispectrale) (voir objectif 1). L'observation des images par un expert a permis de constater plusieurs caractéristiques du gazon et des adventices (voir annexe 3). Ces caractéristiques contribueront à identifier l'approche à utiliser pour automatiser la détection des adventices. L'automatisation de la détection, qui pourra être développée dans un projet futur, rendra possible la création de cartes de dépistage à la suite des vols, limitant ainsi les déplacements dans les gazonnières.

Les plants infectés de rouille ont pu être détectés sur les images en couleurs naturelles et sur celles présentant l'indice NDVI. Le principal défi dans la détection de cette maladie est la confusion avec les zones de gazon sec ou abîmé par des problèmes cultureaux. L'observation des images a permis d'identifier certaines caractéristiques des zones infectées par la rouille, comme leur couleur. L'automatisation de la détection de la rouille devrait être possible en se basant sur une classification des pixels selon leur couleur. Comme pour les adventices, cette automatisation permettra de générer des cartes de dépistage à la suite des vols.

Les objectifs 4 (Évaluer le coût d'utilisation de la technologie et sa rentabilité) et 5 (Transmettre les connaissances d'utilisation aux producteurs et conseillers) seront réalisés en 2019.

ÉLÉMENTS JUSTIFIANT LA POURSUITE DU PROJET

La deuxième année, les vols permettront d'ajuster les paramètres de vols (hauteur, vitesse et plan de vol) de manière à rendre possible une identification des graminées à l'espèce et une détection optimisée des plantes à feuilles larges et de la rouille tout en réduisant le coût du survol de la production. Des vols à une hauteur de 5 m, 10 m et 15 m seront réalisés pour évaluer si les adventices sont identifiables à ces hauteurs, par imagerie visible et imagerie multispectrale. Les vols permettront également d'évaluer si les zones de gazon infectées par la rouille peuvent être différenciées des zones de gazon sec ou abîmé. L'évaluation de la détection des cercles de fées sera également tentée à nouveau. Ensuite, le coût d'utilisation du dépistage par drone sera évalué et comparé à celui d'un dépistage traditionnel, pour permettre un choix éclairé de la méthode à privilégier. A la fin du projet, une journée de démonstration pour transférer les connaissances aux producteurs et aux conseillers sera organisée.

MODIFICATIONS PROPOSÉES

Les graminées sont les adventices les plus problématiques dans les gazonnières. L'identification à l'espèce est nécessaire car l'espèce détermine l'intervention à réaliser par le producteur. Comme les vols à 20 m ne permettent pas d'identifier les graminées, des vols à 5 m, 10 m et 15 m seront réalisés, au lieu des vols à 80 m, 100 m et 120 m initialement

prévus au projet. L'analyse des images permettra d'évaluer si ces hauteurs de vol sont adaptées à l'identification des graminées.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nathalie Roullé

3230, rue Sicotte, E-307 ; St-Hyacinthe (Québec) J2S 2M2 Canada

Téléphone : 450 778-6514 ; Courriel : nroulle@iqdho.com

ANNEXES

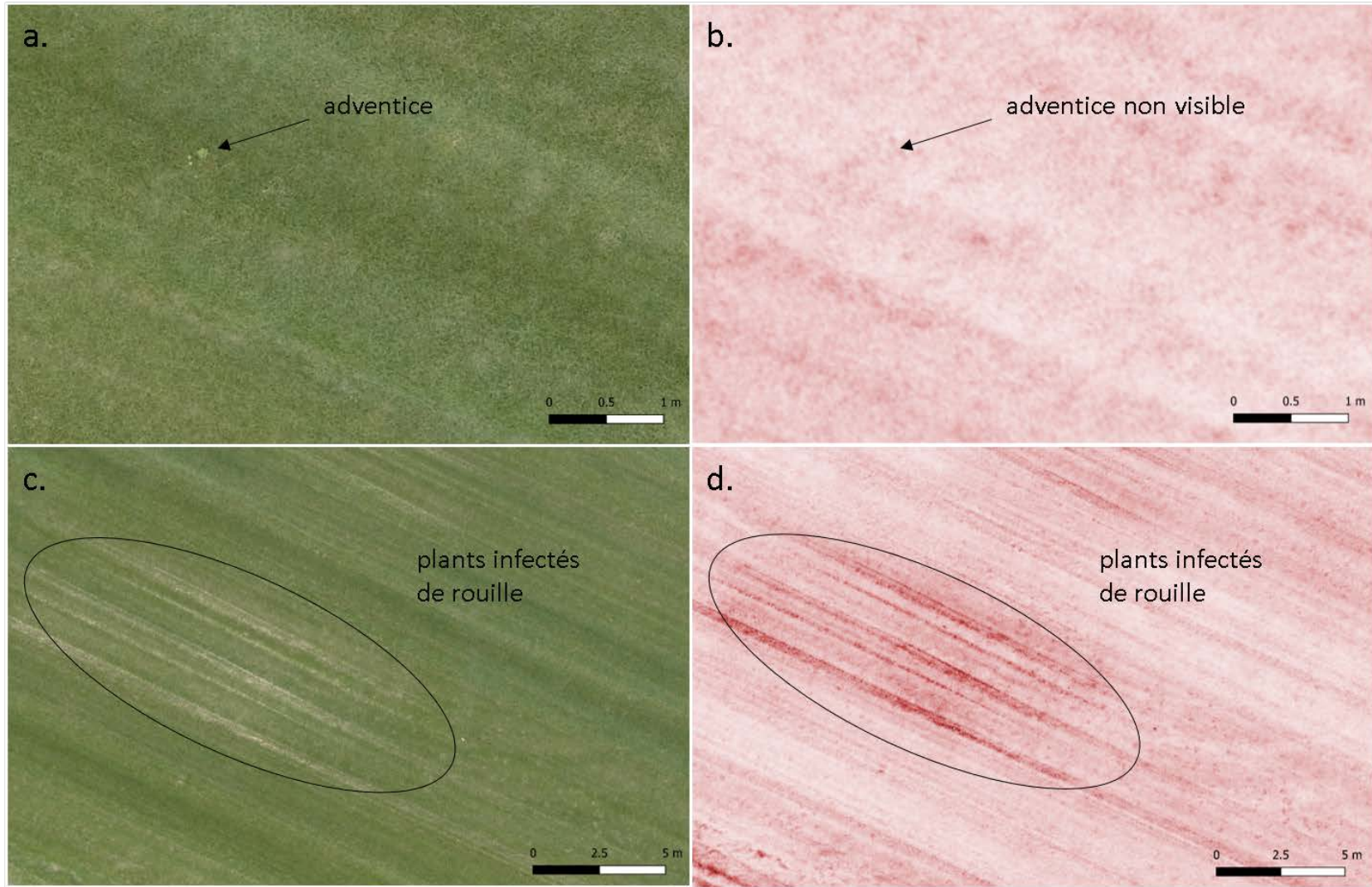
Annexe 1 : Détection des adventices et de la rouille avec l'imagerie visible (a et c) et l'imagerie spectrale (b et c ; indice de végétation NDVI). Vol du drone à 20 m de hauteur.

Annexe 2 : Détection des adventices et de la rouille sur des photos prises par drone à 20 m (a et d), 40 m (b et e) et 60 m (c et f) de hauteur.

Annexe 3 : Caractéristiques du gazon, des adventices et de la rouille sur des images en couleurs naturelles prises par drone à 20 m, 40 m ou 60 m de hauteur.

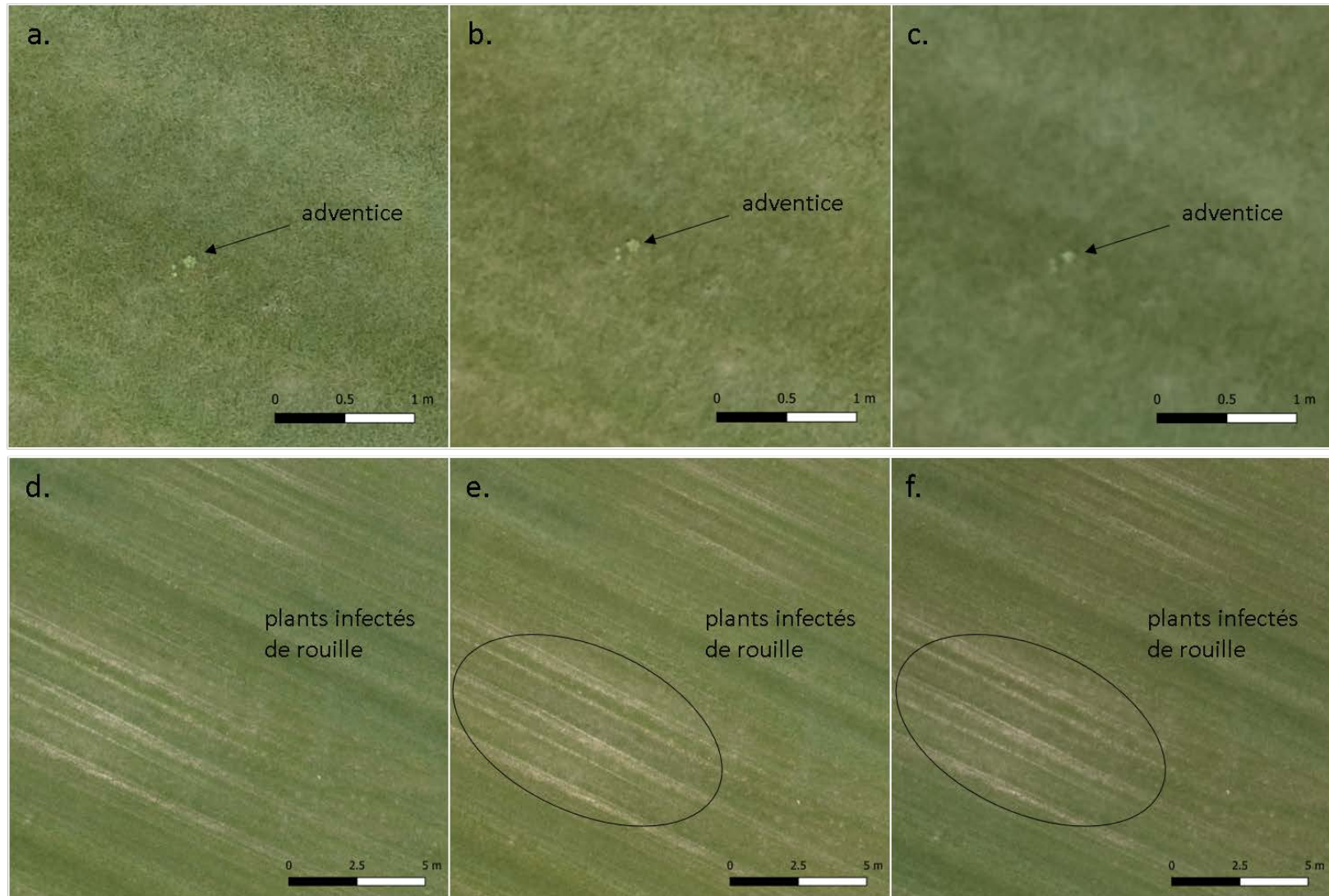
Annexe 1

Détection des adventices et de la rouille avec l'imagerie visible (a et c) et l'imagerie spectrale (b et d ; indice de végétation NDVI). Vol du drone à 20 m de hauteur.



Annexe 2

Détection des adventices et de la rouille sur des photos prises par drone à 20 m (a et d), 40 m (b et e) et 60 m (c et f) de hauteur.



Annexe 3

Caractéristiques du gazon, des adventices et de la rouille sur des images en couleurs naturelles prises par drone à 20 m, 40 m ou 60 m de hauteur.

Gazon	<ul style="list-style-type: none">• Vert généralement plus foncé que les adventices,• Couverture uniforme ou avec les lignes de semis bien visibles.
Adventices	<ul style="list-style-type: none">• Vert un peu plus pâle que celui du gazon,• Pour les adventices à feuilles larges :<ul style="list-style-type: none">○ Feuilles larges visibles,• Plus visibles lors de la phase des semis que lors de la phase de l'entretien.
Rouille	<ul style="list-style-type: none">• Zone de couleur beige,• Peut être confondu avec des zones de gazon sec ou abîmé par des problèmes culturaux