

PROJET "MOBILISATION DES PRODUCTEURS AGRICOLES À L'UTILISATION DE DRONE EN MILIEU AGRICOLE COMME OUTIL DE SUIVI AU CHAMP VISANT L'AMÉLIORATION DES PRATIQUES AGROENVIRONNEMENTALES"

Par **Khadija Bennani**, agronome et chargée de projets, Club Agroenvironnemental de la Rive-Nord,
En collaboration avec **Frédéric Fournier**, biologiste et agronome et **Victor Morin** de XLKey Agriculture de précision

L'utilisation intensive des différents intrants (pesticides, fertilisants, travaux de drainage, etc.) en agriculture représente un impact important sur le plan économique et environnemental. Les pesticides et les fertilisants comportent le risque de se retrouver dans les cours d'eau, les puits et les prises d'eau municipales. Par ailleurs, dans la région de la Capitale-Nationale, notamment dans la MRC de Portneuf, les besoins en aménagement qui permettent de résoudre les problèmes d'écoulement de l'eau et de drainage en agriculture sont considérables. Les conditions d'écoulement de l'eau et de drainage demeurent toujours difficiles à quantifier en termes de superficie.

Depuis quelques années, les producteurs agricoles manifestent un intérêt grandissant par rapport à l'utilisation de drones en agriculture. Offrant l'avantage de capturer des images aériennes à basse altitude qui ne sont pas gênées par les couverts nuageux, contrairement aux images satellitaires disponibles telles que Google Earth et Sentinel-2, l'utilisation des drones en agriculture permet de diagnostiquer et de délimiter rapidement les zones problématiques (carences, maladies, écoulement de l'eau, etc.). Les correctifs nécessaires apportés uniquement à ces zones diminuent considérablement les impacts environnementaux et économiques liés à l'utilisation des intrants.

OBJECTIFS DU PROJET

Le principal objectif de ce projet est d'encourager les entreprises agricoles et les conseillers en agronomie à acquérir de nouvelles connaissances en agriculture de précision par l'utilisation de nouvelles technologies dans le suivi au champ.

Des vols de drone ont été réalisés à des périodes stratégiques au cours de la saison auprès de quatre entreprises dans les régions de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches. Pendant trois années consécutives, soit 2020, 2021 et 2022, un suivi a été effectué sur une base régulière afin d'évaluer la récurrence des observations, valider les données prises par drone et consolider les informations recueillies au champ.

L'analyse des images et des informations recueillies par le drone a pour but de :

- Identifier les zones problématiques de faible végétation ou de faible rendement au champ.
- Élaborer un diagnostic préliminaire de l'efficacité du drainage des sols (identifier les zones à drainage déficient, les zones d'écoulement préférentiel des eaux de surface et les secteurs érodés ou à risque élevé d'érosion).
- Faciliter les suivis de cultures au champ : carences, stress hydrique ou présence d'adventices et évaluer leur récurrence.
- Comparer la qualité et la précision des informations prises par drone en fonction des différents types de sols par rapport à un suivi conventionnel au champ.
- Vérifier l'efficacité et l'efficacité de l'utilisation du drone comme complément au service-conseil agricole.

- Identifier et comprendre les causes de la variabilité d'un champ qui sont responsables des faibles rendements afin d'apporter rapidement, et de façon localisée, les corrections nécessaires.

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS OBTENUS

Durant la saison de culture et selon les cultures en place, trois vols de drone ont été effectués pour chaque entreprise participante.

Pour chaque site, la combinaison de l'ensemble des données recueillies pendant le projet sur les rendements des cultures, les observations terrain, les cartographies et les images prises par drone a permis la délimitation de zones de gestion au champ. Un échantillonnage de sol géo référencé à l'intérieur de chacune de ces zones de gestion a été réalisé. Ceci fournit des informations additionnelles pour évaluer les raisons de la variabilité des parcelles.

Contrairement à la saison 2020, où les observations se faisaient au même moment que les vols de drone, et dans le but de consolider les informations prises avec le drone et d'améliorer leur fiabilité par rapport aux observations terrain, le suivi durant les saisons 2021 et 2022 s'est déroulé comme suit:

- Réalisation des vols de drone dans un premier temps.
- Traitement des données prises par drone, extraction et assemblage de la mosaïque d'images pour analyse et validation sur terrain.
- Visites terrain, réalisation des observations et validation des informations extraites
- Validation de l'impact de l'indice de végétation sur les rendements

Ayant un objectif spécifique, les vols se sont déroulés à des périodes prédéterminées.

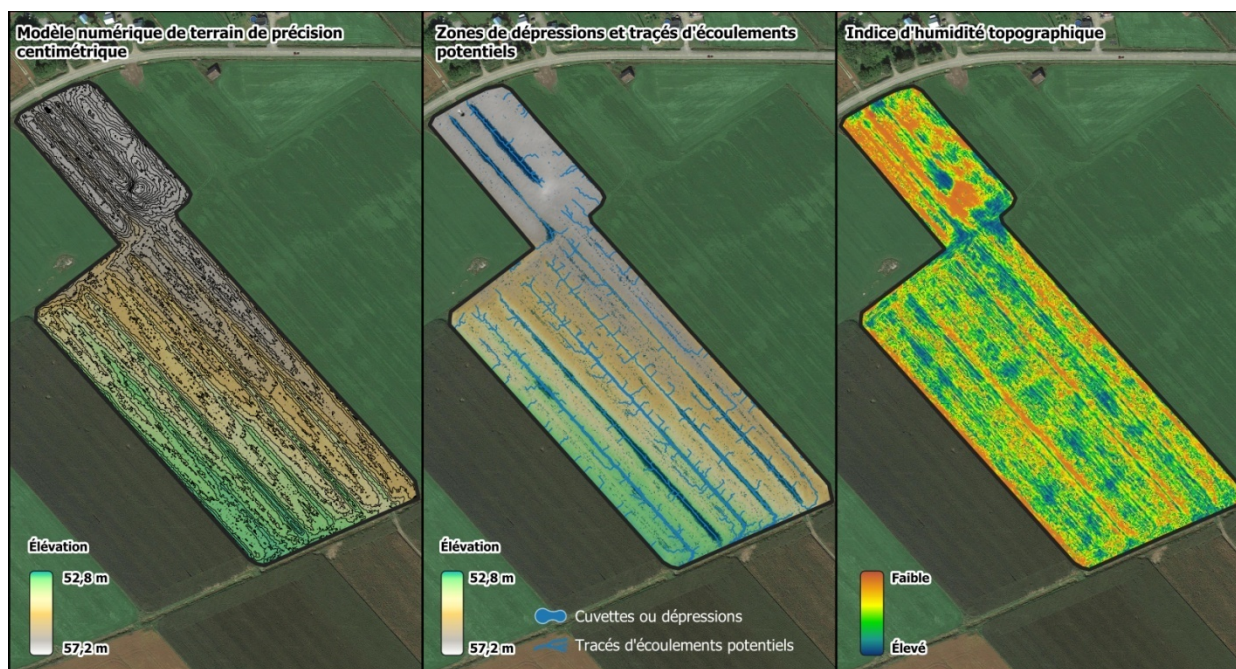
PREMIER VOL DE DRONE – MAI

Le premier vol a été effectué après les épisodes de pluies au début du printemps avant les semis. Ce vol a pour objectif de comprendre la microtopographie du terrain et d'élaborer un diagnostic préliminaire de l'efficacité du drainage des sols en **identifiant et cartographiant** :

- **Les zones potentielles d'accumulation en eau ou de mauvais drainage.**
- **L'écoulement préférentiel des eaux de surface.**

Ces zones sont souvent responsables de la prolifération de plantes adventices, de carences en éléments fertilisants, de l'apparition de diverses maladies, de la dégradation de la qualité des sols et ultimement de mauvais rendements.

La **carte 1** illustre le modèle numérique de terrain (MNT) réalisé à partir des relevés d'élévation au sol ainsi que les caractéristiques liées à ce MNT.



Carte 1 :

Lorsque muni d'un système GPS RTK, le vol de drone réalisé au printemps en absence de neige et de végétation peut effectuer des relevés d'élévation au sol d'une précision centimétrique afin de modéliser un modèle numérique de terrain. La résolution des relevés (mètre ou centimétrique) peut également s'adapter en fonction du degré de précision souhaité.

La détection des cuvettes ou des dépressions ainsi que les écoulements potentiels peut également être modélisée à partir du modèle numérique de terrain. Ces informations sont utiles pour cibler les problèmes de drainage au champ et les risques d'érosion associés aux écoulements potentiels.

L'indice d'humidité topographique (IHT), modélisé à partir des relevés d'élévation, fournit de l'information sur le potentiel d'accumulation d'eau du champ en fonction de la pente et de l'accumulation d'eau à un pixel donné. On remarque que certaines zones récurrentes de mauvaises herbes présentées à la figure 2 correspondent en partie aux zones où l'IHT est le plus élevé.

DEUXIÈME VOL DE DRONE – JUIN

Le deuxième vol a été effectué **en post-levée des cultures et avant l'application des traitements herbicides**. Grâce aux images prises avec la caméra multi spectrale (en 2021) et au calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI). À l'aide de ce vol, nous avons pu :

- Évaluer l'état de santé générale et la densité de la culture.
- Évaluer la qualité et l'uniformité de la levée de la culture.
- Identifier les zones d'infestation des mauvaises herbes et évaluer l'état d'infestation.
- Vérifier la récurrence annuelle de ces zones d'infestation.

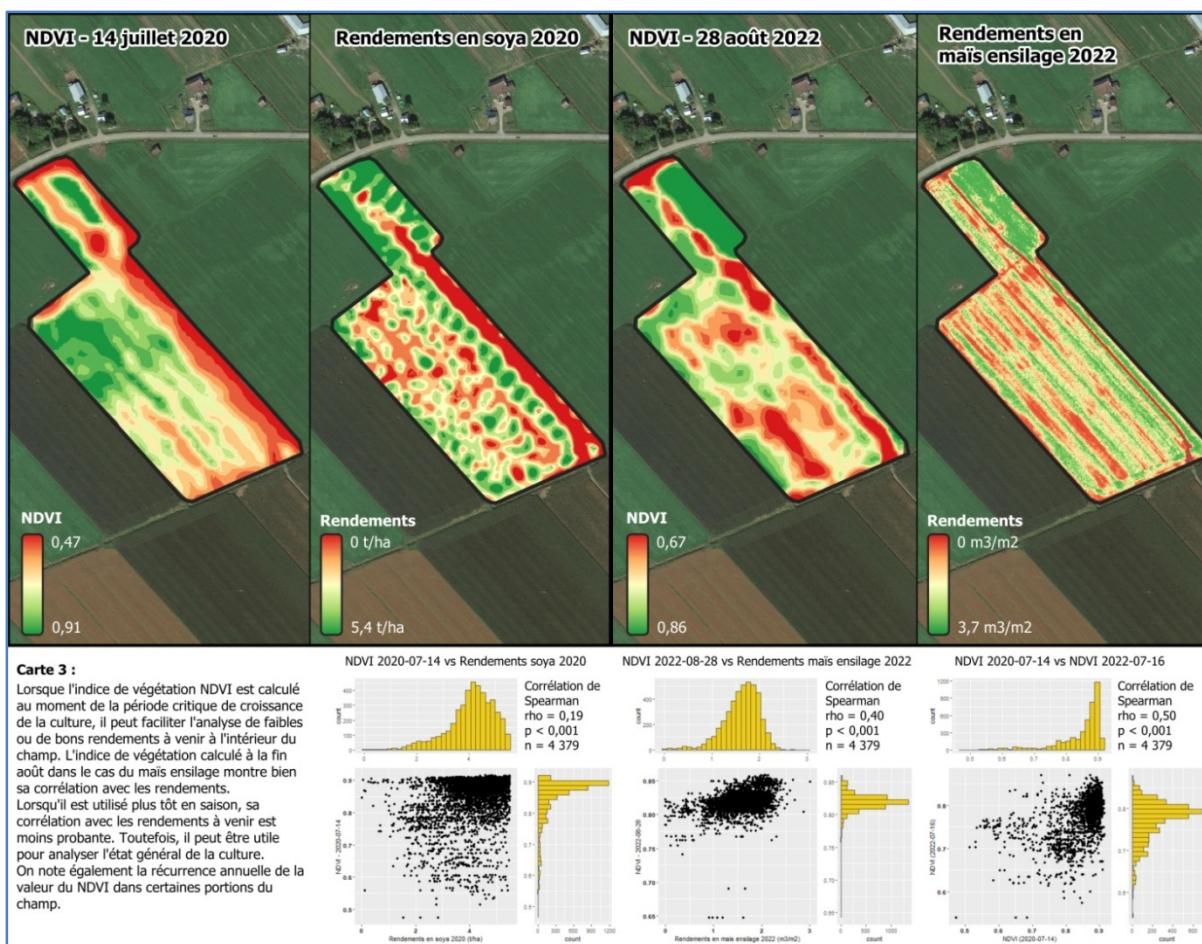
La **carte 2** illustre les zones du champ où la culture est la plus développée ainsi que la densité d'infestation des adventices.



TROISIÈME VOL DE DRONE – AOÛT

Le troisième vol a été réalisé plus tard en saison en fonction des cultures. Le but de ce vol est d'**évaluer le rendement potentiel de la culture** grâce à sa densité de recouvrement et la hauteur de la culture à l'aide de modèle numérique de surface(MNS) dans le cas de la culture du maïs fourrager. Le rendement de la culture a été estimé en calculant un volume issu de la différence entre l'élévation au sol enregistrée en début de saison, et l'élévation à la hauteur des plants à pleine maturité.

La **carte 3** illustre la corrélation entre l'indice de végétation NDVI et les rendements potentiels lorsque ce dernier est calculé à une période propice.

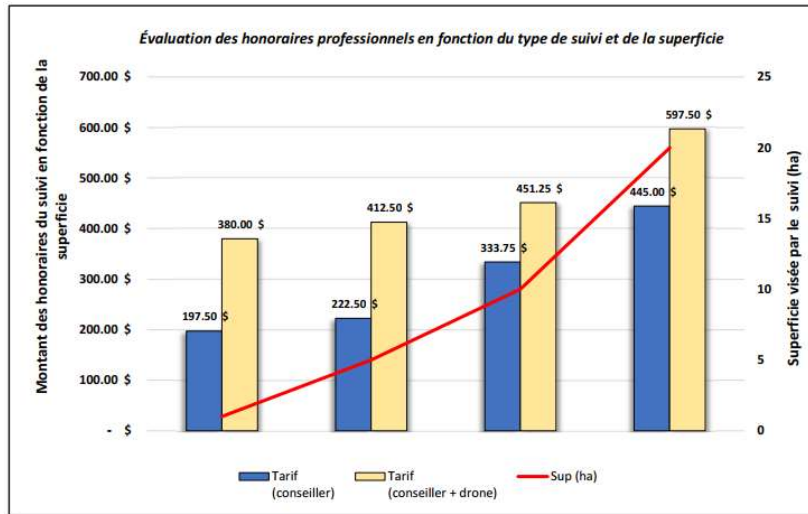


RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE

Une analyse comparative entre les honoraires d'un conseiller ou d'un conseiller associé à l'utilisation d'un drone, réalisée dans le cadre du projet (figure 1.), permet de conclure que l'utilisation du drone peut devenir avantageuse en temps et en honoraires professionnels. Pour un suivi d'un champ de même superficie, la différence entre le montant des honoraires d'un conseiller muni d'un drone versus celui d'un conseiller seulement est moindre quand les superficies sont supérieures à 20 hectares.

Selon les superficies des champs à l'étude, cette différence peut s'expliquer principalement en termes de temps et d'intrants nécessaires pour la réalisation d'un suivi au champ par drone. Plus la superficie du champ suivi est grande, moins est le coût (temps et intrants) de réalisation de la prise de données par drone. Contrairement à un suivi conventionnel, le temps consacré sur le terrain par un conseiller devient plus important.

FIGURE1 -Évaluation des honoraires en fonction du type de suivi et de la superficie du champ



EFFICACITÉ ET EFFICIENCE DES SUIVIS AU CHAMP

Pour conclure, les informations recueillies à l'aide des outils technologiques tel que le drone dans le cadre de ce projet, nous a offert une meilleure compréhension des facteurs responsables de la variabilité des rendements. La validation des données à l'aide des observations terrain suite à la réalisation des vols de drone nous permet de confirmer que le drone peut être un outil fiable.

Par ailleurs, le projet a démontré que l'utilisation du drone et d'une application SIG peuvent offrir un suivi rapide et précis au champ. En couvrant de grandes superficies, le drone permet un suivi moins énergivore qui peut être abordable et accessible pour les producteurs et les conseillers agricoles. Les images obtenues à l'aide de drone présentent un outil d'intérêt à l'analyse et à l'évaluation des cultures en cours de saison. Non seulement le traitement des images corroborées sur le terrain s'avère des informations fiables, mais également elles peuvent servir à délimiter des secteurs distincts en fonction des problématiques observées. Les correctifs localisés nécessaires peuvent en conséquence être apportés à ces secteurs.



Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.