

Développement d'une méthode d'assistance à l'inventaire par drone pour les cultures de thuyas et d'arbres de Noël

24 février 2022

Présenté par:

Augustin Moh, Ph. D., agr., Chargé de projets, IQDHO
Erwan Gavelle, M.Sc., Président et Fondateur GEOGRID



Mise en contexte

- Actuellement les inventaires de sapins ou thuyas (cèdres) s'effectuent manuellement
 - Nécessitent plusieurs jours de travail et une dizaine d'employés (grosseur des entreprises)
 - Dans le contexte actuel de pénurie de main-d'œuvre
- Technologie des drones suscite un réel engouement en agriculture
 - Lâcher d'insectes bénéfiques
 - Détection des mauvaises herbes, de maladies, etc.
- Projet drone gazon (PV-3.2-DP-IQDHO-25) réalisé à l'IQDHO (2018-2020)
 -  Pourquoi ne pas essayer d'utiliser les drones pour faire son inventaire de sapins ou thuyas?

Objectifs



- Déterminer les paramètres de vol optimaux (1)
- Développer une méthodologie d'analyse des images collectées (2)
- Dénombrer, mesurer la hauteur et la densité des arbres (3)
- S'assurer de l'avantage économique (4)



Méthodologie



- Données acquises chez deux producteurs de sapins + thuyas
 - 2021 et 2022
 - Chaque année, deux saisons (printemps et automne)
- Au moins 6 sites d'un hectare ont été évalués par année
- Chaque site comprenait 20 unités expérimentales (UE)
 - 1 UE = 5 rangs x 5 arbres



Méthodologie

➤ Collecte des données

■ Manuellement (au sol)

- Dénumbrer, mesurer la hauteur et la densité du feuillage
- 6 000 arbres évalués en 2 ans (sapins)
- 8 000 arbres évalués en 2 ans (thuyas)

■ Par drone (images aériennes)

- En 2021, drone DJI Phantom 4 Pro (20 mégapixels)
 - Vol à 40, 80 et 120 m d'altitude (sapin et thuyas)
 - Vol à 40 m + caméra multispectrale (densité du feuillage)

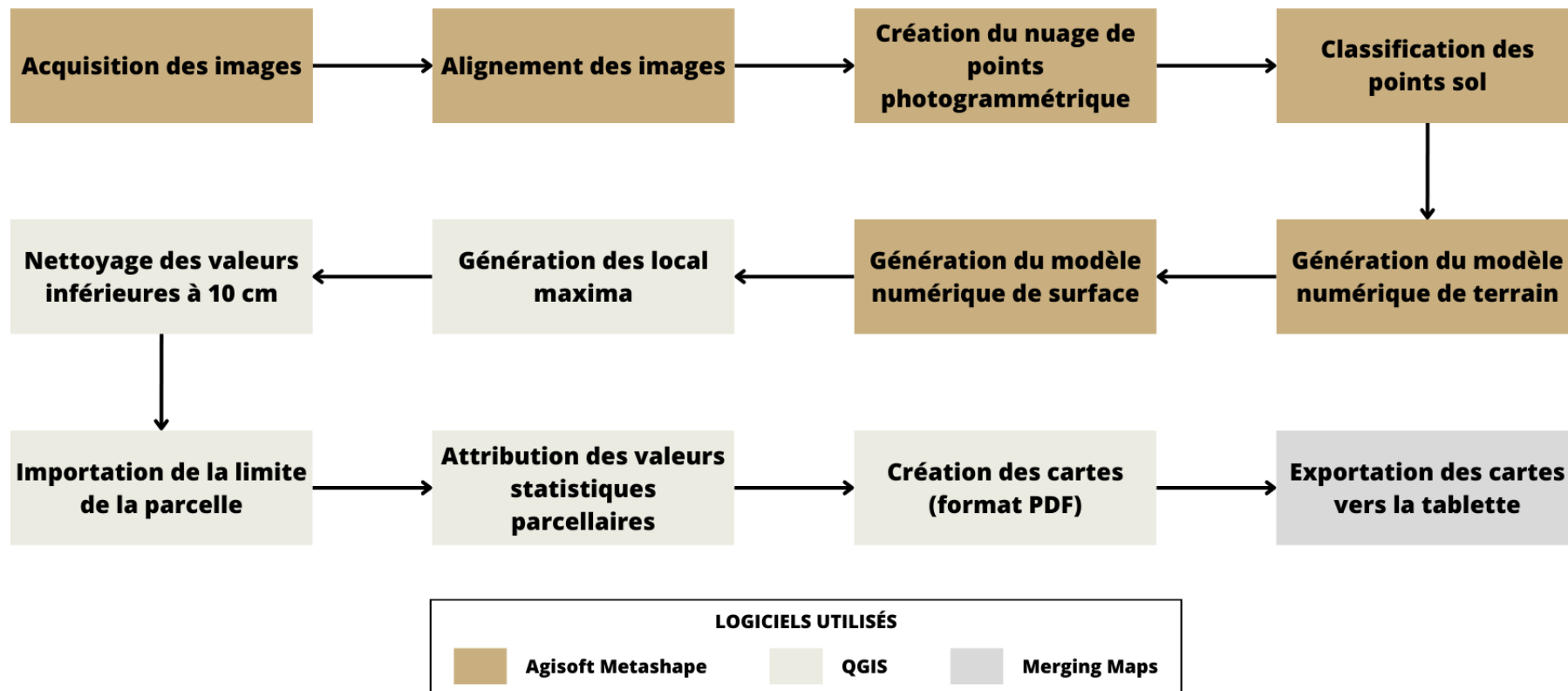


- En 2022, drone DJI Matrice 300 RTK (45 mégapixels) →

- Vol à 60 et 80 m d'altitude: sapins
- Vol à 40 et 60 m d'altitude: thuyas

Méthodologie

➤ Analyse de la qualité des images, déterminer les conditions de vol optimales



➤ Organigramme final de la méthode de détection et comptage des arbres

Méthodologie

- Analyse de corrélation : mesures manuelles
vs mesures extraites des images



- Régression linéaire appliquée sur 75 % des données d'une année et d'un type de culture. 25 % restants ont servi à évaluer la régression
- Analyse économique inventaire:
 - Manuelle (temps et nb de pers.) vs
 - Drone (temps du vol et trt. des données)

Résultats



Tableau 1 : Résolution de l'imagerie par culture, altitude de vol au cours des deux saisons (printemps et automne) en 2021 et 2022.

Année	2021						2022			
Type de drone utilisé	DJI Phantom 4 Pro (20 mégapixels)						DJI Matrice 300 RTK (45 mégapixels)			
Type d'arbre	Sapins			Thuyas			Sapins		Thuyas	
Altitude optimale de vol (m)	40	80	120	40	80	120	60	80	40	60
Résolution spatiale au sol (cm/pixel)	1,1	2,2	3,3	1,1	2,2	3,3	0,7	1,0	0,5	0,7

Résultats

➤ DJI Phantom 4 Pro

Vol à 40 m



Vol à 80 m



Vol à 120 m



Figure 1 : Résolution des photos prises par le DJI Phantom 4 Pro à 40, 80 et 120 m d'altitude dans un champ de **sapins** en 2021.

Résultats



- Développer une méthodologie d'analyse des images collectées :
Algorithme 100% automatisé

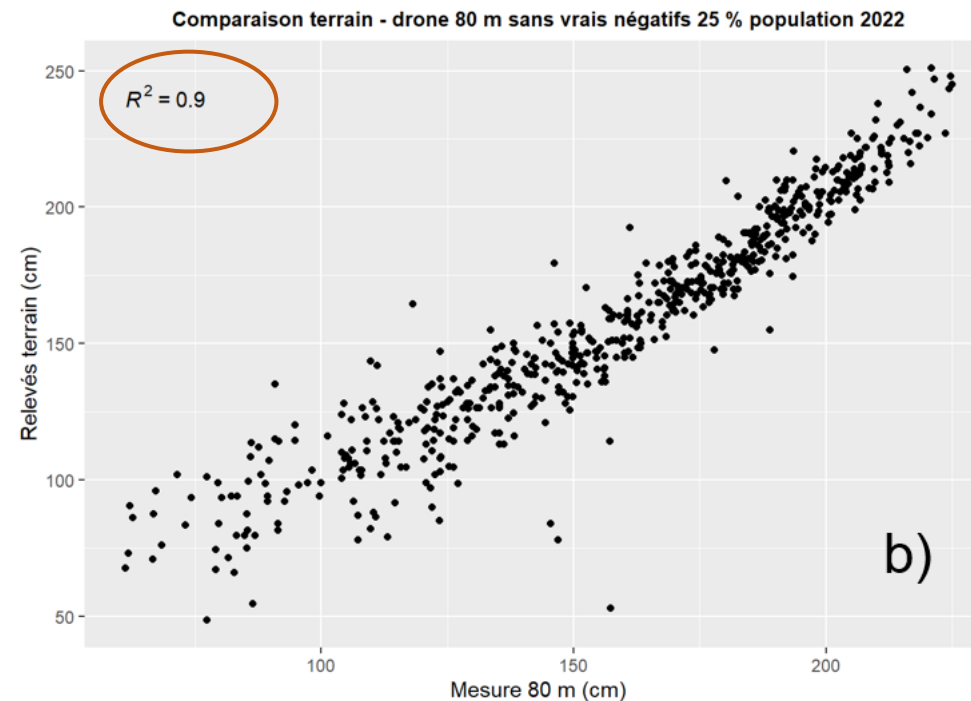
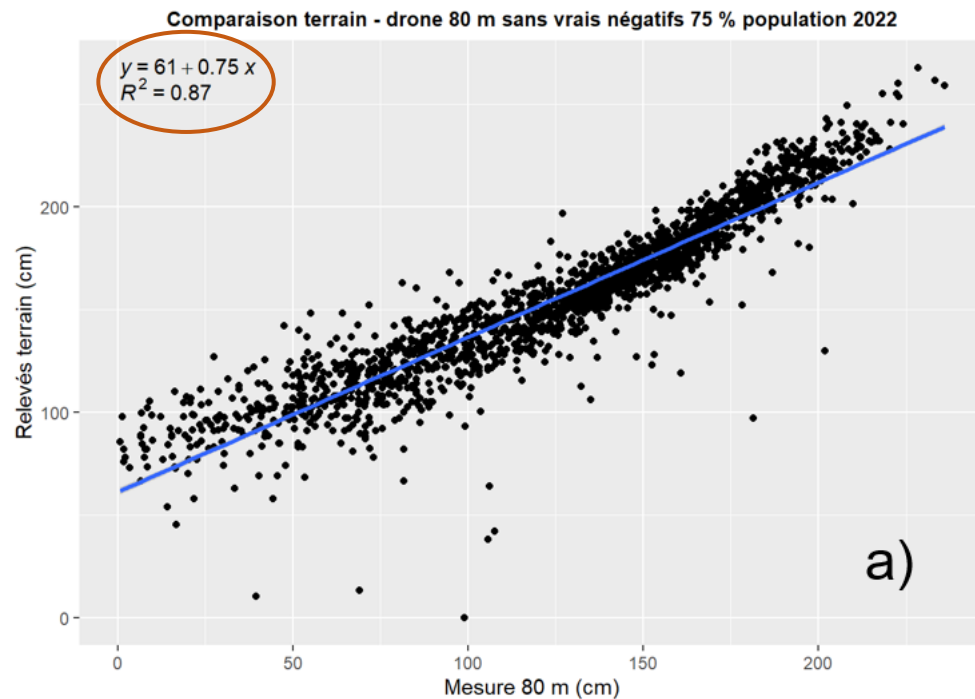
Tableau 2 : Corrélation entre les mesures des hauteurs prises manuellement sur le terrain et celles issues des images enregistrées par le drone pour l'ensemble des sites de **sapins** en 2021 et 2022

	2021		2022			
	40 m		60 m		80 m	
Données	<i>r</i>	N°	<i>r</i>	N°	<i>r</i>	N°
Complètes avec 0	0,89	3000	0,92	2000	0,93	3000
Sans <i>outliers</i> avec 0	0,98	2800	0,94	1971	0,94	2946
0 <	0,95	1985	0,94	1732	0,94	2457
0,1 <	0,95	1985	0,94	1732	0,94	2456

- Résultats similaires obtenus pour l'ensemble des sites de thuyas en 2021 et 2022

Résultats

➤ Analyse de la régression linéaire



➤ Résultats similaires, thuyas 2022

Figure 2 : a) Régression linéaire sur 75 % des données de sapins des vols à 80 m en 2022, sans *outliers* et sans vrais négatifs afin de calculer la fonction de régression, b) Application de la régression linéaire sur 25 % des données des vols à 80 m en 2022

Résultats



➤ Dénombrer et mesurer la hauteur des arbres

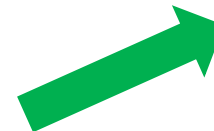
- Inventaire précis avec moins de 5 % d'erreur (100 % automatique)
- Mesures de la hauteur des arbres avec une précision de ± 2 cm

➤ Calcul du coût de l'inventaire (selon les renseignements recueillis)

- Inventaire par drone : 10 hectares (environ 18 500 sapins) sans considérer le coût des déplacements

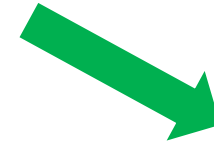
Temps {

- Vol
- Traitement de photogrammétrie
- Traitement de l'algorithme
- Génération de la carte PDF
- Téléchargement sur tablette



{

- 31,50 \$ par hectare
- 0,02 \$ arbres



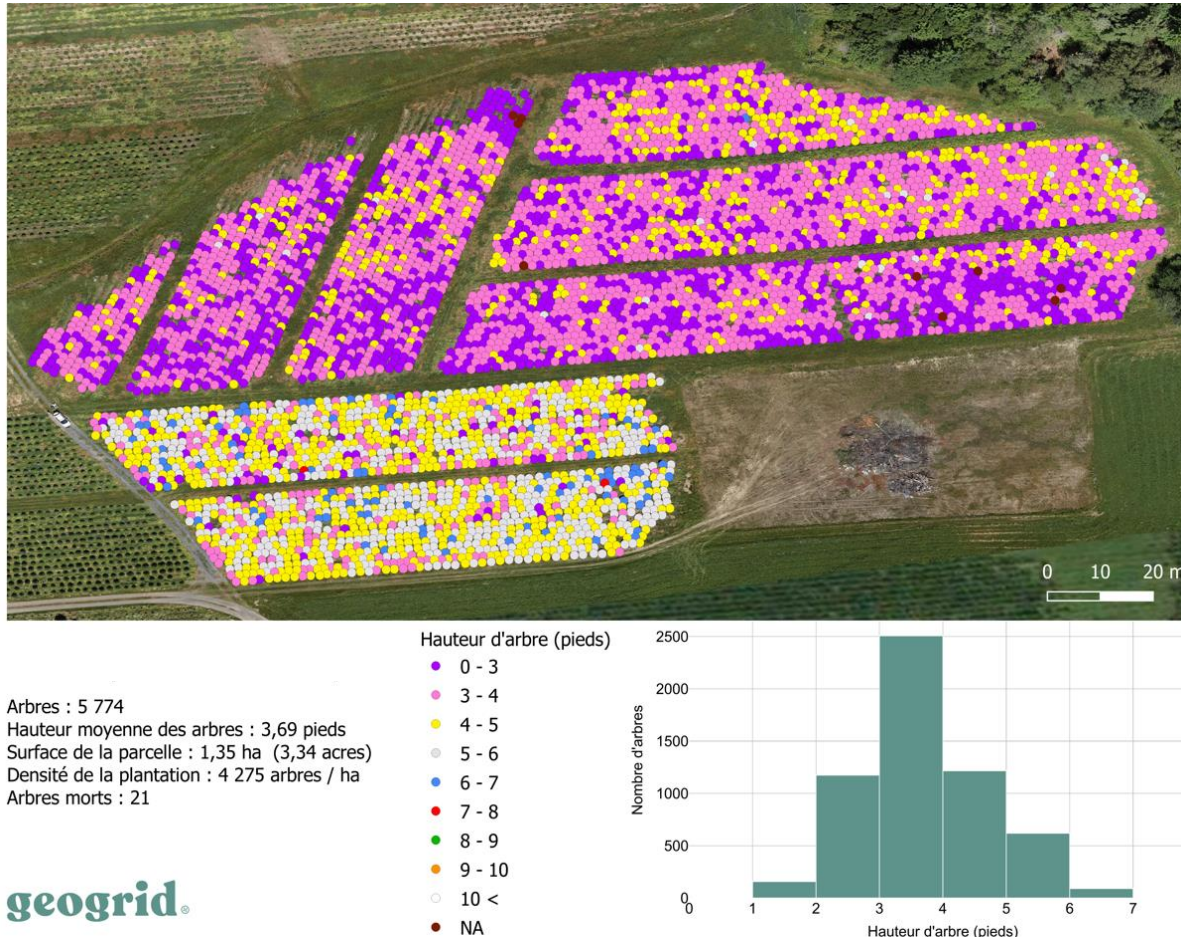
- Inventaire manuel

- Sapin: 100 \$ par hectare
- Thuyas: 150 \$ par hectare

{

- 3 fois moins dispendieux, sapins
- 5 fois moins dispendieux, thuyas

Résultats



➤ Avantages

- Classe de hauteur des arbres par parcelle
- Meilleure estimation des stocks à vendre par classe de hauteur des arbres
- Suivi de la croissance annuelle des parcelles
- Détections rapide des problématiques

➤ Limitation de la méthode

- Estimation de la densité du feuillage des arbres pas encore possible
- Neige et mauvaises herbes au sol
- Quantité de données à analyser pour les grandes superficies

Figure 3: Exemple d'une carte géoréférencée pour les sapins

Conclusions et perspectives

- Possible de détecter, de dénombrer et de mesurer la hauteur des sapins et thuyas à l'aide d'un drone
- Bonnes nouvelles
 - Permettra d'accélérer le processus d'inventaire
 - Avoir un meilleur portrait des champs
- Inventaire assisté par le drone est environ 3 à 5X moins cher / inventaire manuel
- Adoption des drones pour les inventaires des sapins et thuyas favorisera la création de nouveaux emplois spécialisés en agriculture de précision
- Implantation et gestion de vols automatisés de drone sur les exploitations par les producteurs pourraient être possibles (10 prochaines années)

Remerciements



- Ce Projet est financé par l'entremise du programme Innov'Action Agroalimentaire, en vertu du Partenariat canadien pour l'agriculture, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.



- Producteurs de sapins: Pépinière Downey, Les Trois Planteurs
- Producteurs de thuyas: Pépinière Auclair & Frères, Pépinière du Jaseur
- Compagnie GEOGRID
- Personnel IQDHO

Merci pour votre attention!

