



Drone :

Aménagement du territoire et gestion forestière Innovations et perspectives

Présentée par E. Mamet / A. Sanchez-Vegas (ISETA) et
avec le support de Thomas Follet (Cartodrone)

Sommaire

1. Qu'est ce qu'un drone ?
2. Les grandes familles de drones
3. Les grandes familles de capteurs
4. La réglementation
5. Les drones dans les exploitations forestières
6. Protocole expérimental
7. Le matériel et les logiciels utilisés
8. Les expérimentations:
 - A. Ravines de Dents de Cons
 - B. Val de Fier
 - C. Forêt de Marlioz
 - D. Scierie Eymard
9. Conclusion

Qu'est ce qu'un drone ?

Selon le dictionnaire: « petit avion télécommandé utilisé pour diverses tâches » (*source: Larousse*)

Plus précisément :

- Aéronef sans pilote à bord
- Télécommandé le plus souvent
- Porteur d'une charge utile

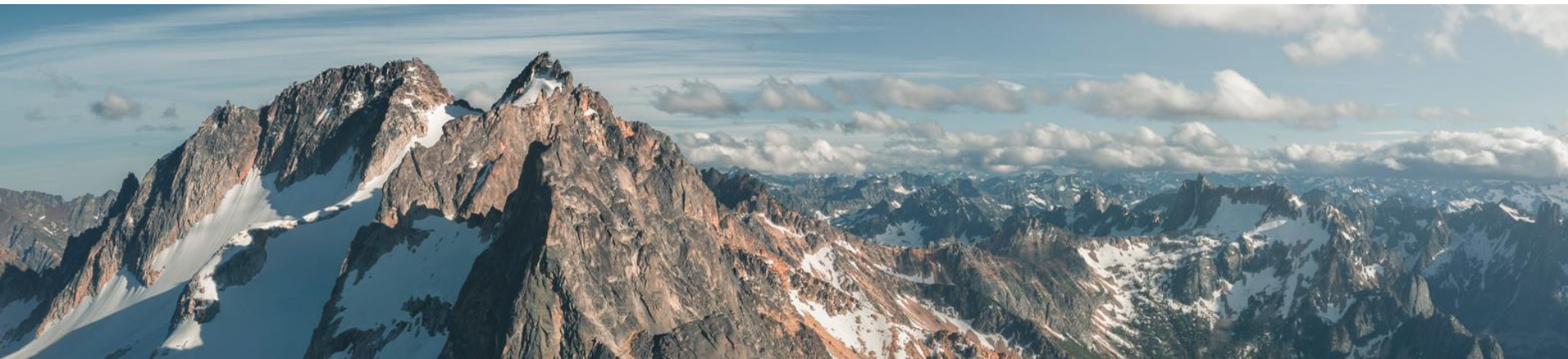
Prise de vue avec un mavic 2 pro (source: Dji)



Qu'est ce qu'un drone ?

- Une arrivée progressive dans la vie civile depuis 2000 :
- => surveillance du territoire, secours et assistance
 - => recherche scientifique
 - => loisirs (aéromodélisme)
 - => prises de vues aériennes

Prise de vue avec un mavic 2 pro (source: Dji)



Les grandes familles



Parrot Disco (source: Parrot)



DJI Mavic Pro (source: Dji)

	Ailes volantes	Multirotors
Autonomie	<ul style="list-style-type: none">• grande autonomie (45')	<ul style="list-style-type: none">• autonomie plus faible (30')
Avantages	<ul style="list-style-type: none">• capacité à couvrir rapidement de grandes surfaces	<ul style="list-style-type: none">• décollage/atterrissage depuis des zones peu dégagées• vol stationnaire et de précision possible
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none">• besoin d'espace découvert pour décoller/atterrir• difficulté d'approche d'un site en cas de relief accidenté	<ul style="list-style-type: none">• surface couverte plus faible


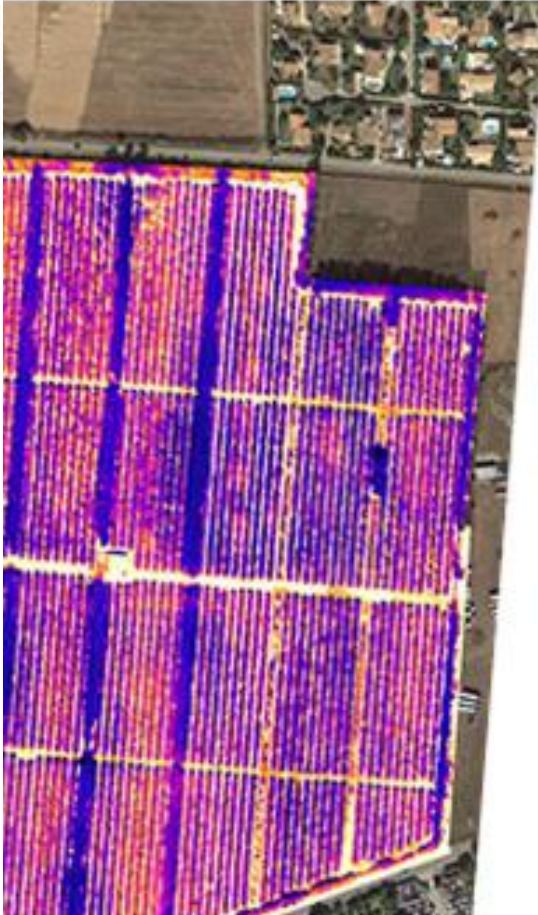
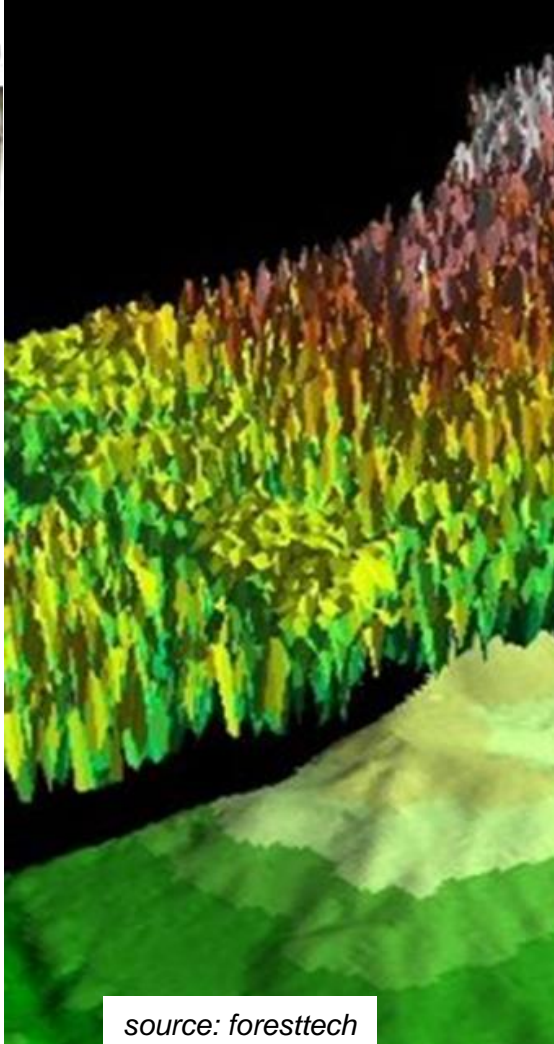
Les grandes familles de capteurs

	Visible	Infrarouge	LIDAR
	• Capteur passif	• Capteur passif	• Capteur actif
Principe	Le monde tel que nos yeux le voit : spectre visible (0,4 à 0,7 μm)	Capteur photosensible aux rayonnements IR (0,7 à 50 μm)	Faisceaux laser permettant de créer un nuage de points en 3D
Avantages/ intérêt	Restitution aérienne du monde réel Coût accessible: qq milliers d'€ max	Signature de la végétation et de l'humidité des sols (0,7 à 3 μm) Signature thermique (3 à 50 μm)	Nuage de points dense et précis, obtenu directement, sans passage par un logiciel de calcul
Inconvénients	Information partielle sur la zone étudiée: le couvert végétal fait écran	Coût élevé: de 500 à 8500€	Coût très élevé: de 45k€ à + de 200k€ Faible autonomie

source: drones imaging

source: foresttech

Les grandes familles de capteurs

	Visible	Infrarouge	LIDAR
	BD Ortho IGN - image RVB	Orthophoto thermique - GSD 6cm	
Principe			
Avantages/ intérêt			
Inconvénients			

source: drones imaging

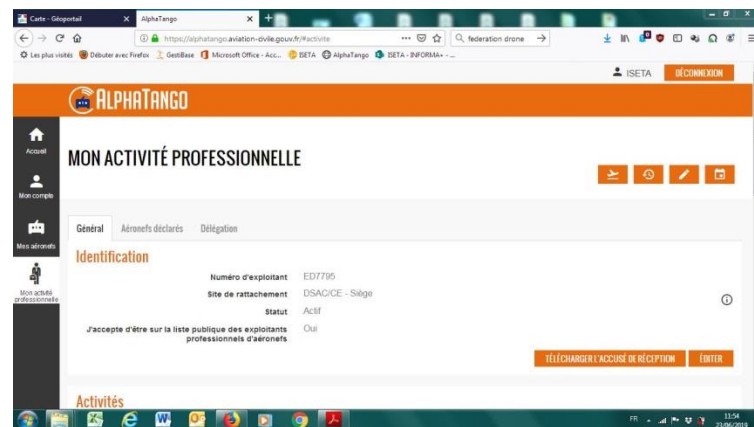
source: foresttech







Règlementation

4 niveaux de contraintes :

- L'**exploitant** : rédaction d'un MAP, déclaration d'activité, bilan annuel d'activité.
- Le **télépilote** : suivi d'une formation théorique et pratique
- L'**aéronef** : immatriculation et enregistrement de celui-ci, manuel d'utilisation et d'entretien, attestation de conformité.
- La **mission** : définition du scénario de vol.




Règlementation

Scénario		Zone peuplée	Survol de tiers	Vol en vue	Distance horizontale maximale du télépilote	Masse maximale
S-3		Oui	Non	Oui	100 m	8 kg
S-1		Non			200 m	
S-2				Possiblement non	1000 m	si ≤ 2kg hauteur >50
S-4			Possiblement oui		2 kg	



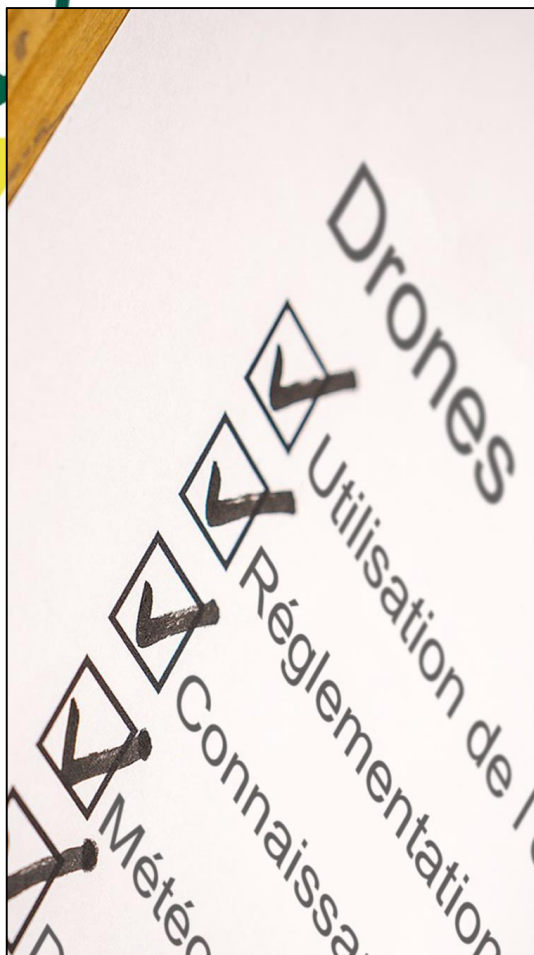
Règlementation

Scénario		Zone peuplée	Survol de tiers	Vol en vue	Distance horizontale maximale du télépilote	Masse maximale
S-2		Non	Non	Possiblement non	1000 m	si $\leq 2\text{kg}$ hauteur >50

Restrictions d'utilisation

Pour éviter les collisions, protéger les biens et les personnes :

- hauteur maximale de vol de 150 m
- hauteur maximale réduite à proximité des aéroports/aérodromes/hélicoptères
- zones dans lesquelles les vols sont interdits ou réglementés (zones militaires, réserves naturelles...)
- mise en place d'un périmètre de sécurité/exclusion au sol
- vol interdit à moins de 30 m des autoroutes, voies express et voies ferrées

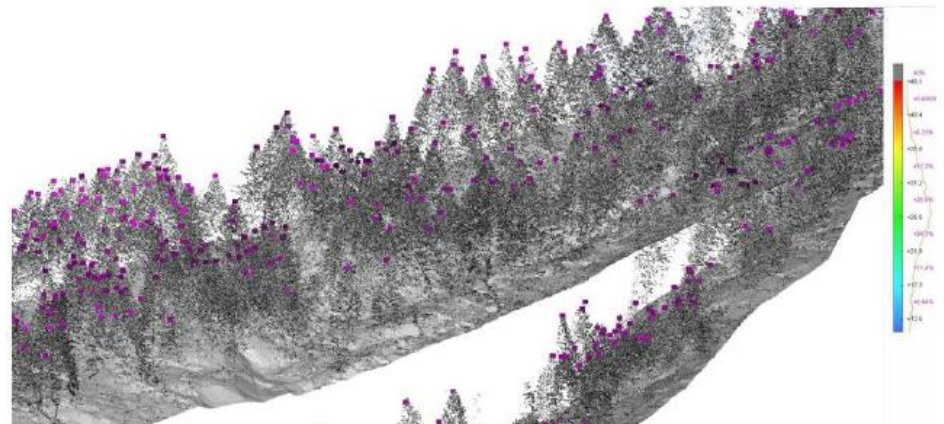
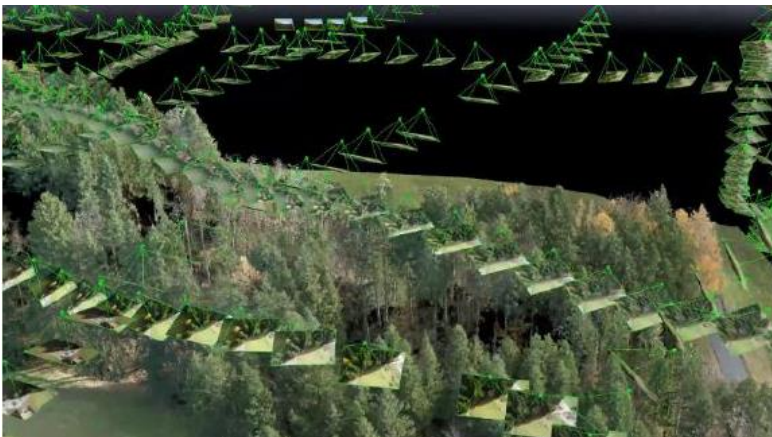


Actuellement:

Les drones dans les exploitations forestières (1)

Cartographie:

- Orthophoto par Photogrammétrie / Lidar (topographie, calcul de densité, identification des essences) *Corvus Monitoring 2016*
- Caractérisation des forêts (inventaire d'élagages détection et mesure de la distance de végétation, cubages des stocks de bois) *Delta Drone 2016*



Source: FCBA Institut technologique

Actuellement:

Les drones dans les exploitations forestières (2)

Diagnostic sanitaire:

- Lutte contre la chenille processionnaire du pin (pulvérisation d'un insecticide biologique *Agrobiotech -2017* (**interdiction**))
- Surveillance phytosanitaire (détection du dépérissement par satellite, ensuite : confirmation et diagnostic par drone) *Telespazio 2015*
- Diagnostic et estimation de surfaces sinistrées *Alliance forêt bois 2018*

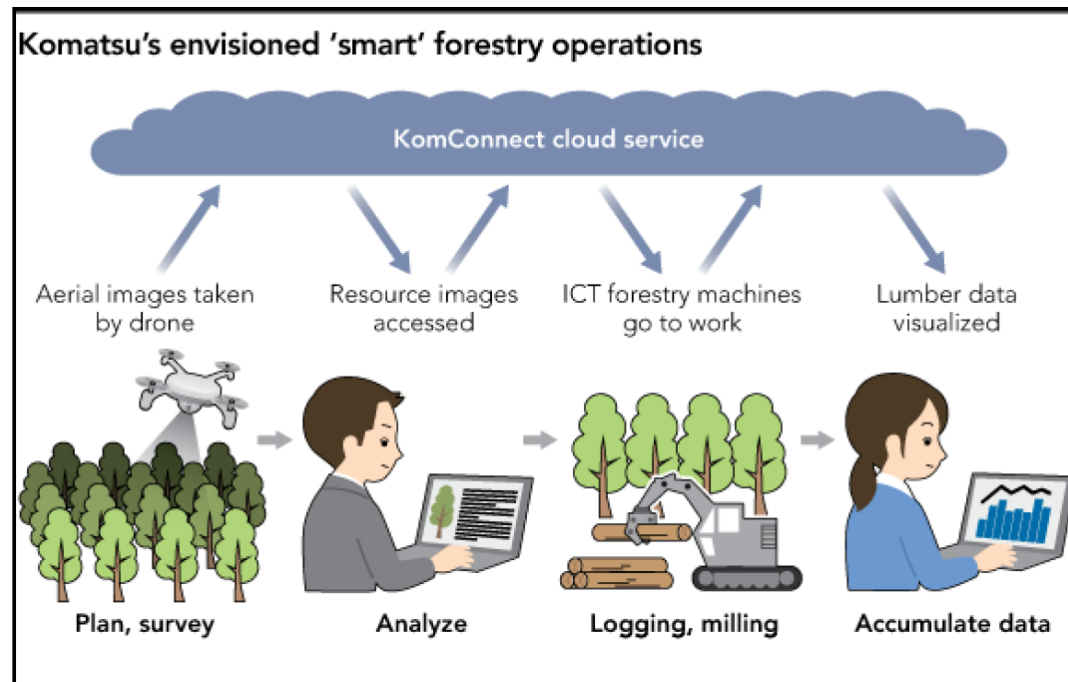


Actuellement:

Les drones dans les exploitations forestières (3)

Récolte forestière:

- Optimisation de la récolte par couplage d'un drone avec une abatteuse *Smart Forestry Komatsu - 2017*
- Aide à la construction de route, piste forestière *John Deere- Kespry -2017*
- Aide au montage de ligne de câble – grue *Foret Valais -2018*



Source: FCBA Institut technologique

Protocole expérimental



Préparation bureau

Etablir le plan de vol
Vérifier les conditions d'exécutions réglementaires
Assurer les démarches administratives

1



Préparation terrain

Identifier les obstacles
Repérer les sites pour le décollage et l'atterrissage
Evaluer les conditions météorologiques

2



Acquisition des données

Programmer un plan de vol
Surveiller le bon déroulement du vol
Contrôler la qualité des données

3



Traitement des données

Vérifier les données en fonction de la qualité de la commande
Lancer le calcul logiciel
Vérifier la qualité du rendu final

4

Matériels et logiciels utilisés

Matériel mis en œuvre : 

- 1 Drone Mavic Pro de DJI (multirotors)
- 1 Drone Mavic Pro 2 de DJI (multirotors)

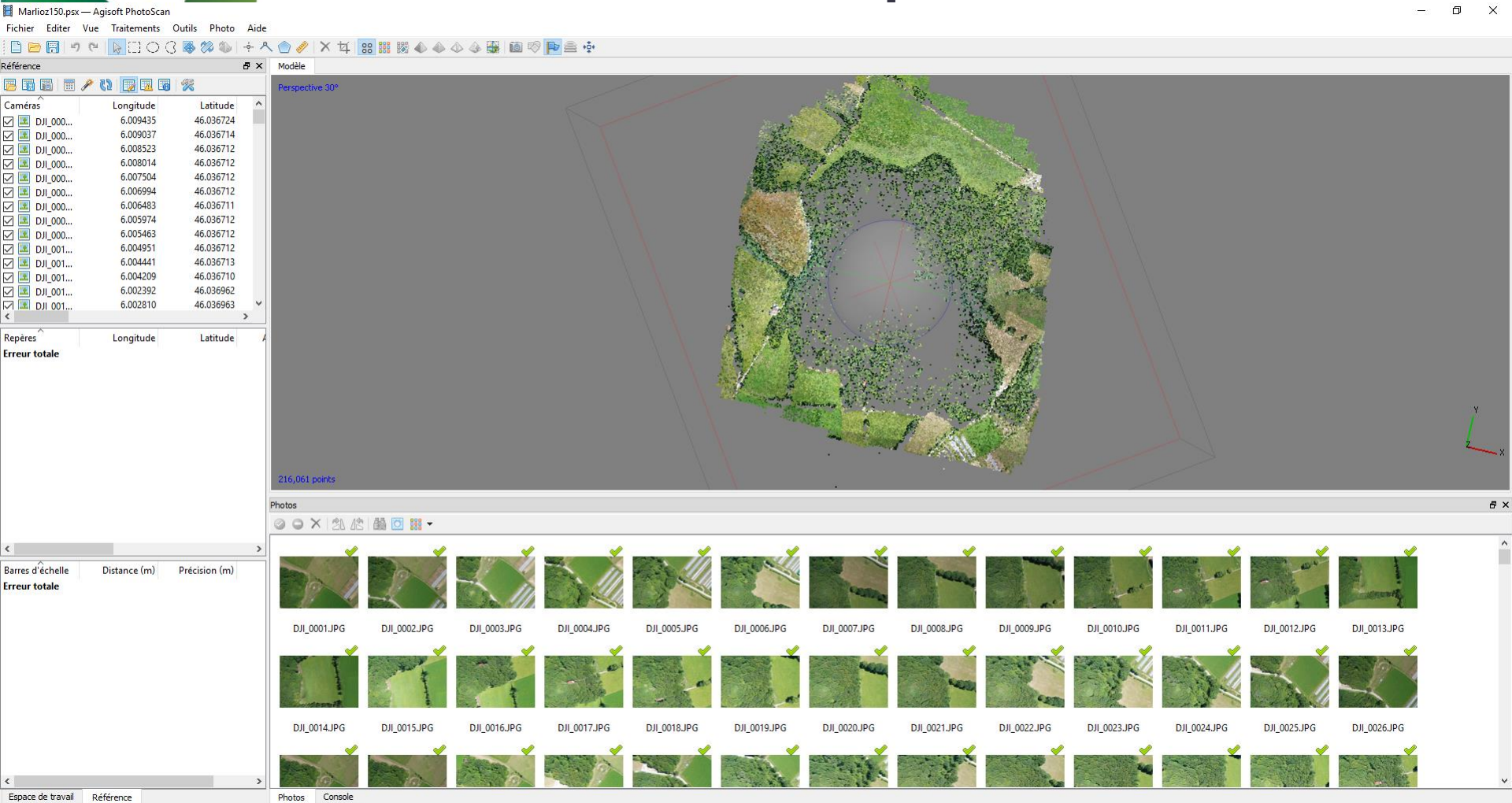
Logiciel de planification de vol: 

- **Ground Station Pro de DJI** Application pour planifier et paramétrer le vol des drones (réglages de la hauteur, du recouvrement, de la méthode de prise de vue, etc)

Logiciels de traitements: 

- **Agisoft Metashape** (anciennement Photoscan) logiciel de traitement photogrammétrique d'images numériques et génération de données spatiales 2D/3D.
- **QGIS** (logiciel libre), Système d'information Géographique

Metashape



Les expérimentations

Dents de Cons



Forêt de Marlioz



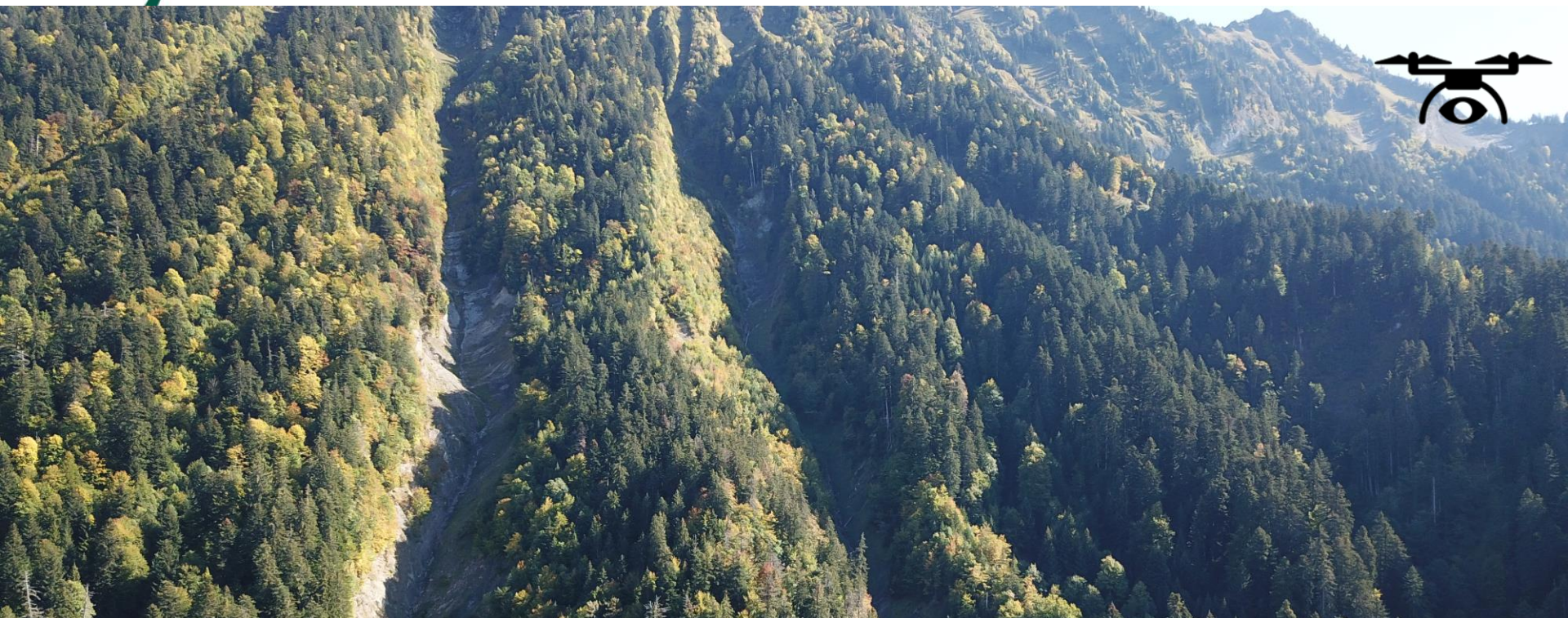
Val de Fier



Scierie Eymard



Cartographie de ravines: Dent de Cons (74)



Contexte:

- Demande de l'UT Bauges-Aravis de l'ONF de repérage d'embâcles
- Opération de nettoyage des ravines (évacuation d'embâcles potentiellement dangereux pour le village de Cons Ste Colombe situé au pied du massif)

Cartographie de ravines: Dent de Cons (74)

Contexte:

- Demande de l'UT Bauges-Aravis de l'ONF de repérage d'embâcles
- Opération de nettoyage des ravines (évacuation d'embâcles potentiellement dangereux pour le village de Cons Sainte Colombe situé au pied du massif)



Cartographie de ravines:

Déroulement :

- Réunion préparatoire pour cibler la demande
- 2 vols réalisés à un mois d'écart :
 - 1^{er} vol de repérage de la situation avant billonnage et héliportage
 - 2^{ème} vol après héliportage des bois
- Post-traitement: production d'orthophotos géoréférencées (logiciel PhotoScan)



Bilan :

- Les orthophotos fournies permettent bien d'identifier les bois à billonner et leur localisation
- Volonté de l'UT Bauges-Aravis de poursuivre l'expérience sur plusieurs années afin de suivre l'évolution du volume de bois dans les ravines
- Demande d'intervention sur d'autres sites




Orthophoto de la ravine Nord

Cartographie de ravines:

Déroulement :

- Réunion préparatoire pour cibler la demande

Paramètres de vol:	
Météo:	
Hauteur:	100 mètres
Résolution:	2,5 cm/px
Type de prise vue:	Stationnaire
Recouvrement:	75%

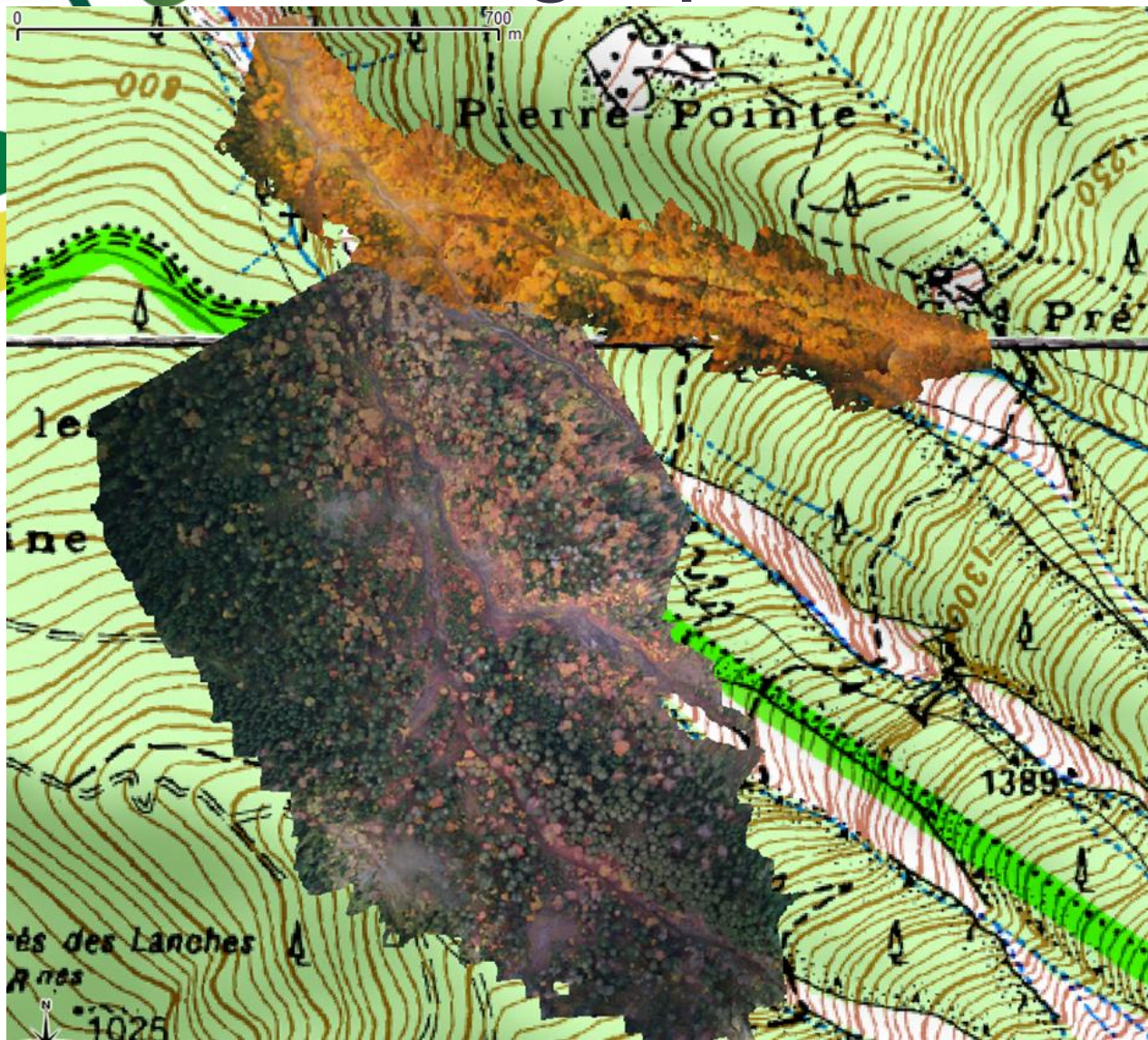
l'évolution du volume de bois dans les ravines

- Demande d'intervention sur d'autres sites



Orthophoto de la ravine Nord

Cartographie de ravines:



Extrait des résultats de novembre 2018

Ensemble des orthophotos superposées avec un raster scan 25 IGN

Bonne précision des clichés dans cette zone escarpée, difficile d'accès

Modèle 3D de La ravine « Sud »



Bilan Ravines de Dents de Cons



Préparation
bureau

2 J



Préparation
terrain

2 J



Acquisition des
données

1,5 J



Traitement des
données

2 J

Longueur totale: 1800 mètres

Total: 7,5 jours

Risques: Très élevé pour le matériel comme pour le pilote

Administratif: Leger, pas de prérequis particulier

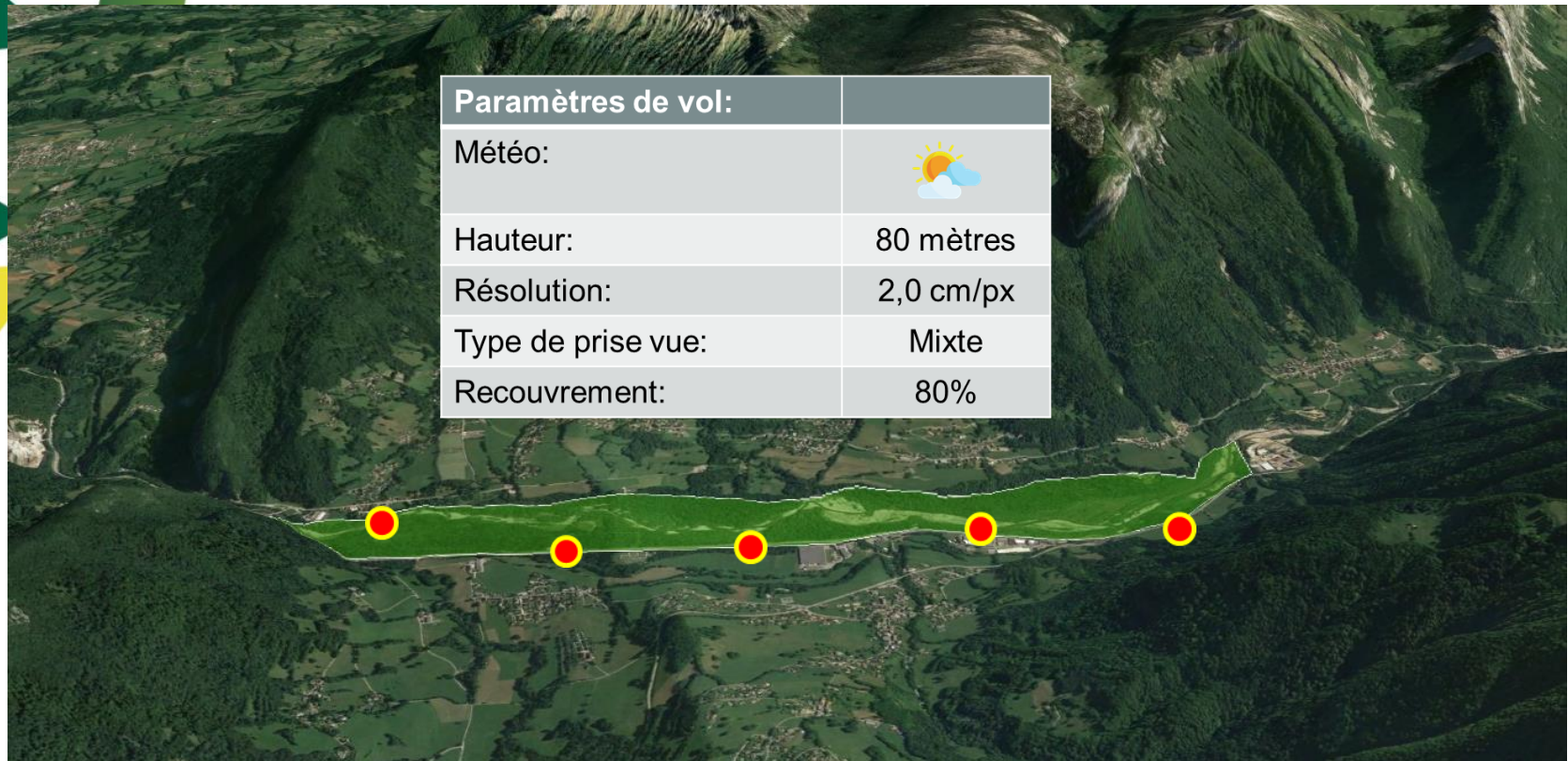


Cartographie de Val de Fier:



Contexte : réaliser des orthophotos d'une ripisylve sur la plaine du Fier qui fait l'objet d'un plan de gestion multipropriétaires (Conseil Départemental, communes d'Alex, de la Balme de Thuy et de Dingy Saint Clair)

Cartographie de val de Fier:



Déroulement :

- Un jour repérage, identification des obstacles et des pistes de décollages, autorisation auprès des particuliers
- 5 vols réalisés pour couvrir un total de 148 ha en 5 jours
- 75 heures de traitement : production d'orthophotos géoréférencées (logiciel PhotoScan)

Cartographie de Val de Fier:



Bilan :

- Des orthophotos de qualité (2 cm/pixel)
- De très faibles écarts au niveau du géoréférencement
- Excellente restitution des images
- Le multiréférencement n'est pas le vecteur optimal pour ce type de projet



Cartographie de Val de Fier



Echelle:1/250

Bilan Val de Fier



Préparation
bureau

1 J



Préparation
terrain

0,75 J



Acquisition des
données

2,5 J



Traitement des
données

5 J

Surface: 148 ha

Total: 9,25 jours

Risques: Faibles pour le matériel comme pour le pilote

Administratif: Léger, pas de prérequis particulier





Forêt de Marlioz



Contexte: site d'entraînement pour la réalisation d'un PSG* pour l'ISETA (avec une partie privée et une partie publique)

**PSG=Plan Simple de Gestion*



Foret de Marlioz



Déroulement :

Une demi journée de repérage et d'identification des obstacles, et 7 demi journées d'essai et de tests pour obtenir des résultats

Foret de Marlioz

Beaucoup d'échecs au niveau du traitement: impossibilité de restituer des orthophotos complètes

Les pistes/solutions envisagées :

- Changements de caméras/drones
- Météo/Contraste
- Taux de recouvrement latéral (75% à 90%)
- Hauteur (80m à 150m)
- Saison (état du feuillage)





Foret de Marlioz



Bilan: Prise en compte des limites de la photogrammétrie/logiciel dans ce contexte spécifique

Bilan Marlioz



Préparation
bureau

0,5 J



Préparation
terrain

0,5 J



Acquisition des
données

3 J



Traitement des
données

5 j

Surface: 30,46 ha

Total: 9 jours

Risques: élevé pour le matériel (perte du signal)

Administratif: Leger, pas de prérequis particulier



Scierie Eymard

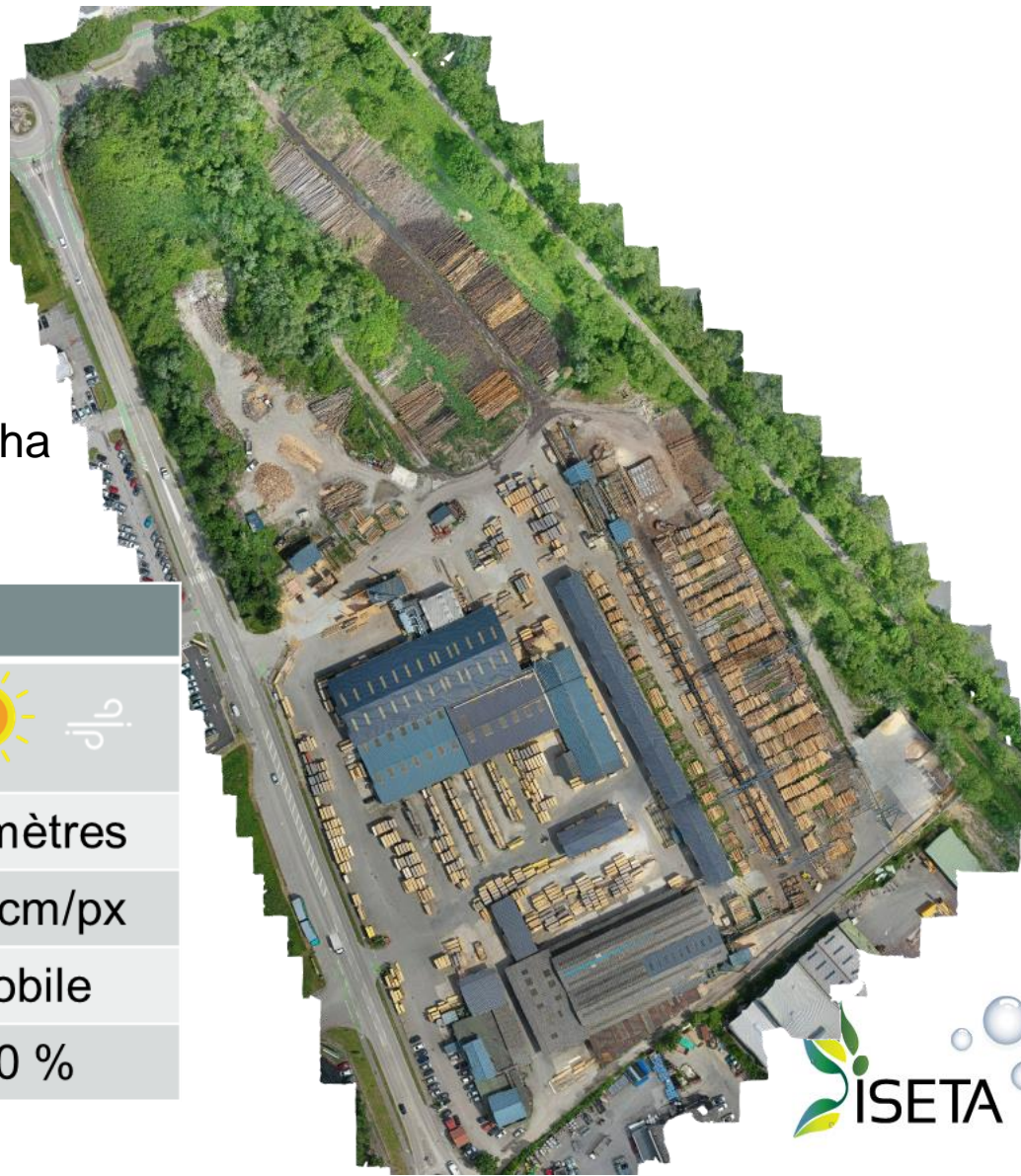




Contexte: volonté de l'entreprise d'utiliser les nouvelles technologies pour optimiser la logistique à travers un diagnostic spatial et estimer plus finement les volumes de bois

Scierie Eymard

Déroulement:

Une demi journée de vol pour 7,5 ha
7 heures de post traitements



Paramètres de vol:	
Météo:	 
Hauteur:	50 mètres
Résolution:	1,5 cm/px
Type de prise vue:	Mobile
Recouvrement:	70 %



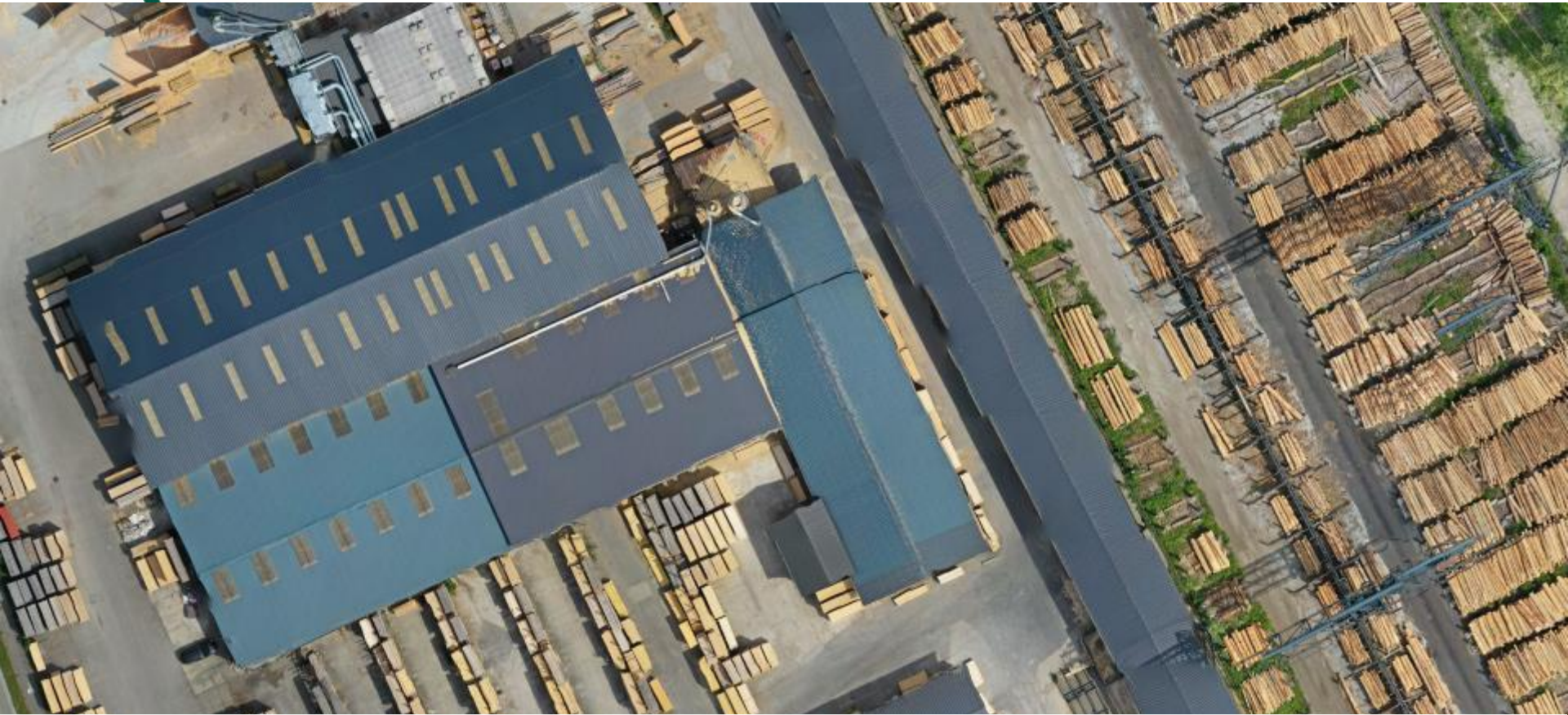
Scierie Eymard



Bilan: Les orthophotos sont parfaitement exploitables sur un SIG et ont permis à la société de réfléchir à des moyens d'optimisation sur l'organisation spatiale du site.



Scierie Eymard



Bilan: à la suite de ces résultats, le propriétaire souhaite qu'on puisse modéliser en 3D des volumes de billons, ainsi que réaliser de nouvelles orthophotos du site.



Scierie Eymard



Bilan Scierie Eymard



Préparation
bureau

0,25 J



Préparation
terrain

0,25 J



Acquisition des
données

0,5 J



Traitement des
données

1 J

Surface: 7,56 ha

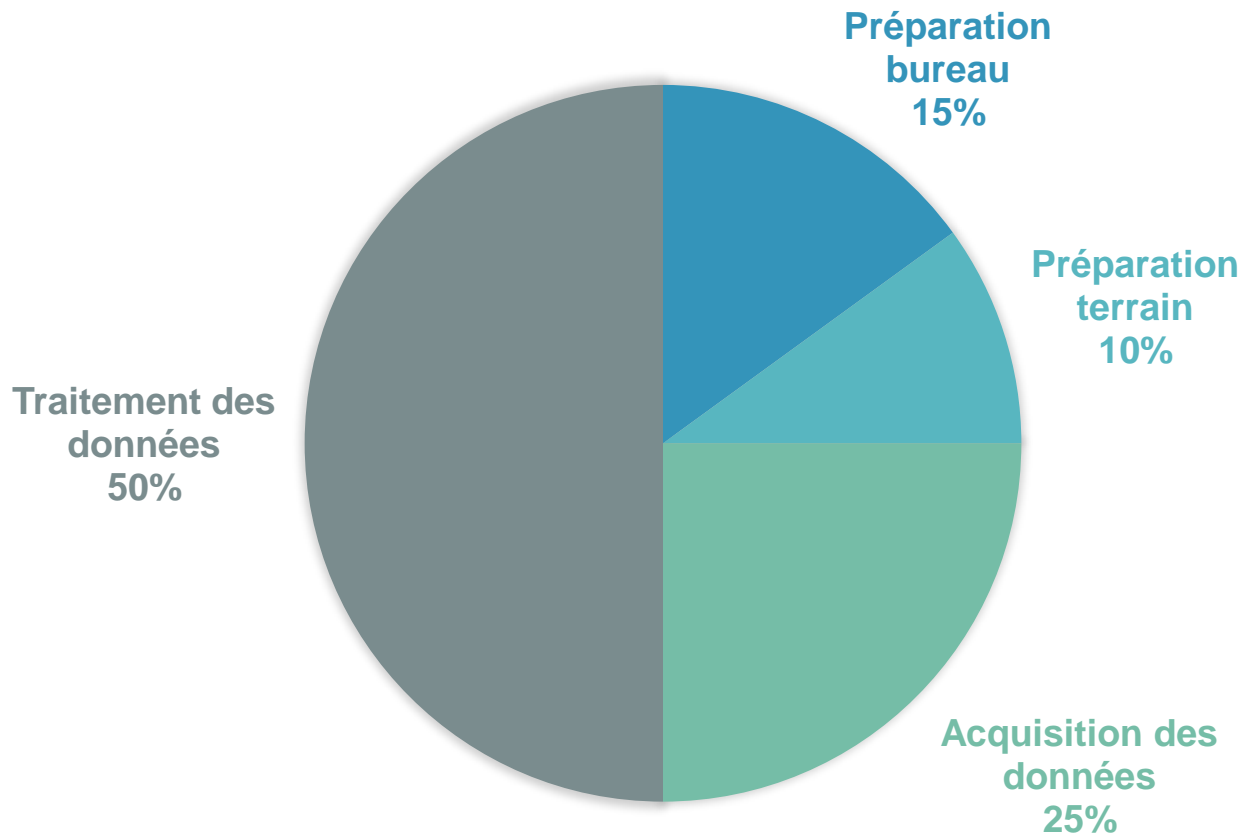
Total: 2 jours

Risques: moyen pour le matériel (vent fort)

Administratif: léger, pas de prérequis particulier

Conclusion

La répartition des différentes étapes est en moyenne de





Conclusion

La répartition des différentes étapes est en moyenne de

Le Drone comme outil répond à des problèmes **complexes** (cartographie, estimation de volume, diagnostic) avec des solutions **simples** et un moindre coût avec la qualité et la sécurité comme atout.

Néanmoins l'utilisation et la mise en pratique du drone en forêt nécessite la compréhension des démarches administratives et techniques pour garantir une restitution fidèle de l'information et garantir la protection des biens et des personnes.



Formation expérimentale:

Drone: nouveaux usages en aménagement du territoire (2 jours) *T.Follet Cartodrone*

1/ Principes généraux:

- Les différents types de matériel (Drone et capteurs)
- Notions de photogrammétrie

2/ Conditions d'emploi des drones :

- Conditions pratiques d'emploi des drones
- Cadre juridique de l'usage des drones (réglementation, formation)
- Éléments de choix d'une solution, questions concrètes à se poser
- Préparation du vol

3/ Le traitement des données

- Production d'orthomosaïques
- Réalisation de Modèles 3D
- Autres valorisations :
 - Hébergement de modèles 3D
 - PDF 3D interactifs
 - Modèles 3D pour tablettes

4/ Post Traitement/ Applications des drones en aménagement du territoire (forêt)

5/ Echanges sur les besoins liés à l'aménagement du territoire