

Banc d'essai de volumétrie par drone
Site d'entassement Newman

par Simon Gignac, géomètre



Les drones ???

Défi : La Division soutien technique et opérationnel (Service de la concertation des arrondissements) désire faire la volumétrie des dépôts à neige avant et après les chargements de neige afin d'effectuer le suivi des sites.

La solution : La volumétrie par drone.

Effectuer un **banc d'essai** afin d'avoir une expertise à l'interne et encadrer la façon de faire.

Le site Newman a une capacité de 375 000 mètres cubes. Soit une valeur de plus de 500 000\$ de neige souillée!

Montréal gère 10 sites sur son territoire avec une moyenne de 5 chargements par sites annuellement.

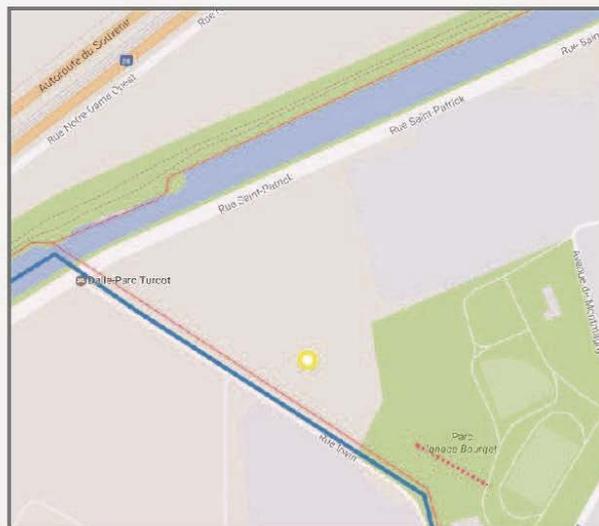


Site d'entassement de neige Newman



Newman

Type de site:	Site d'entassement en surface / SHP
Arrondissement:	Sud-Ouest
Adresse:	3333, rue Irwin
Indications:	
Coordonnées X,Y:	45,456660, -73,611214
IP caméra:	10.220.218.194
Superf. cadastre :	47 543 m ²
Surf. accumulation.:	21 360 m ²
Capacité:	375 000 m ³
Débit max (m ³ /h)	2 000
Débit camions/h (approx.)	50
Véhicules admissibles:	AB1B2C
Secteurs desservis:	CDN-72, S-O-81, (S-O-103 et S-O-104, si urgence)



Banc d'essai

3 drones à l'essai

DJI Phantom 3

- Caméra 12 mégapixel
- Autonomie de ~ 25 minutes
- Prix ~ 1 000 \$



DJI Phantom3

DJI Matrice 600 Pro

- Caméra Sony A7R, 36 mégapixel
- Autonomie de ~ 20 minutes
- Prix ~ 15 000 \$



DJI Matrice 600 Pro

DJI Matrice 600 Pro

- LiDAR Yellow scan Surveyer
- Autonomie de ~ 20 minutes
- Prix ~ 150 000 \$

Relevé de référence

Riegl LMS-Q680i

- LiDAR aérien, 10 pts/m² (novembre 2015)

Trimble SX10

- Station totale robotisée avec scanneur



Trimble SX10

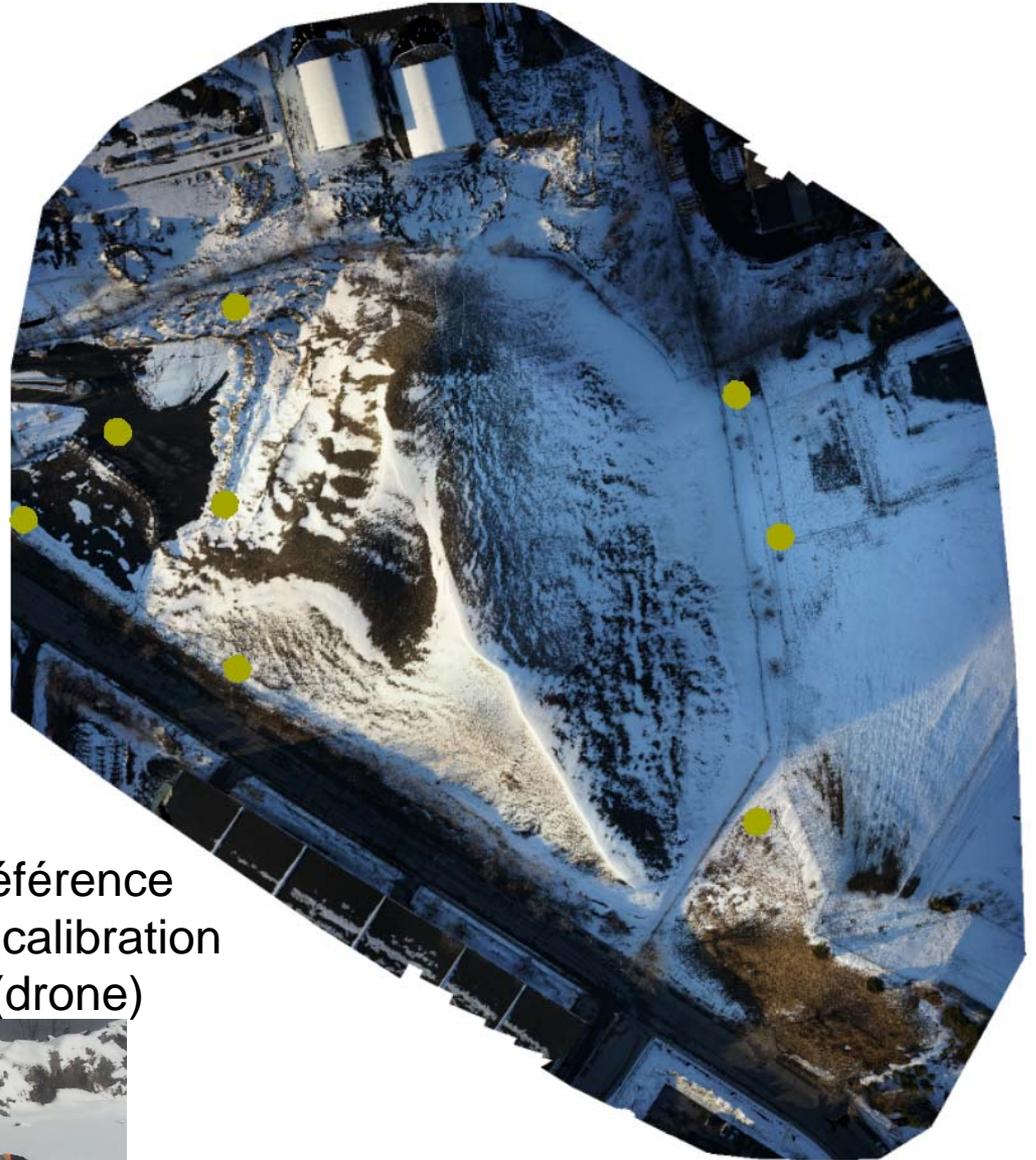
Géomatique
Montréal



Contrôles

Il est primordial d'utiliser des contrôles pour assurer la géoréférence.

8 balises photogrammétriques et validation du LiDAR



Les balises sont mesurées avec un GNSS/RTK

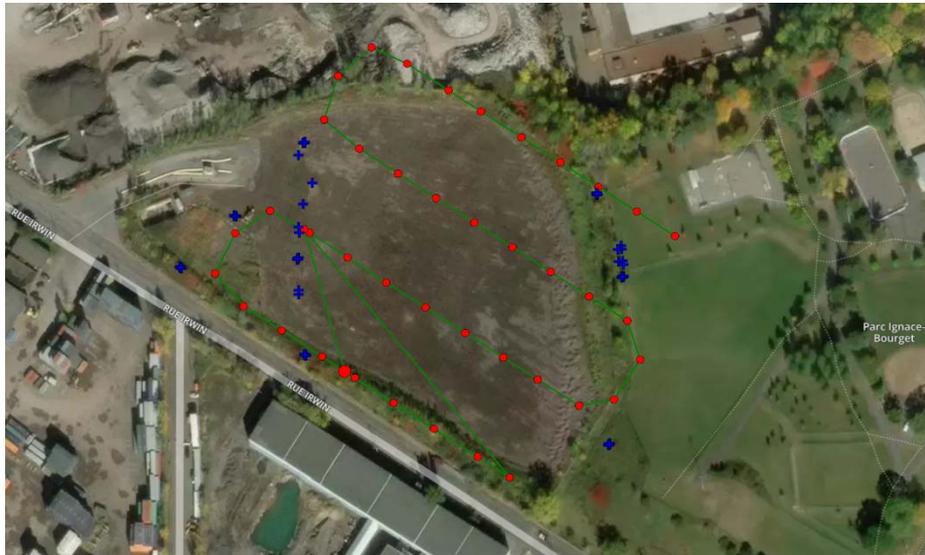


Station de référence GNSS pour la calibration du LiDAR (drone)

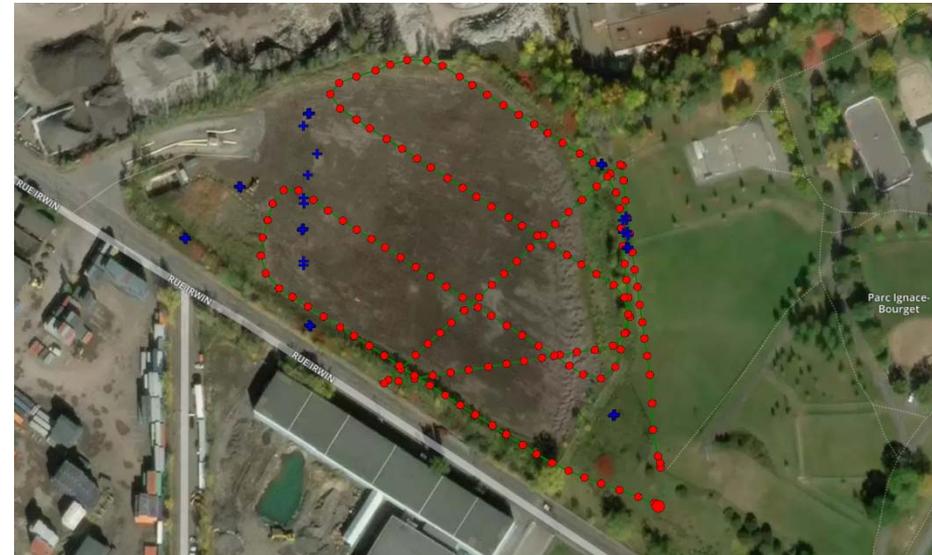


Plan de vol

caméra Phantom3



caméra Sony A7R



1) Planification du plan de vol en fonction de :

- Résolution
- Hauteur des éléments
- Contrainte de visibilité
- Contrainte d'accès
- etc.

2) Certificat d'opérations aériennes spécialisées :

DRONES : INTERDICTIONS ET ZONES DE VOL RESTREINTES

À moins de détenir une permission spéciale définie par votre COAS, les règles suivantes sont applicables.

Il est interdit de voler des drones :



à plus de 90 mètres



à moins de 150 mètres des gens, animaux, bâtiments, structures ou véhicules

dans ou au-dessus des parcs, bases militaires, prisons et zones d'accès restreint



à moins de 9 km des feux de forêt

à moins de 9 km des aéroports, hélicoptères, aérodiromes, zones construites

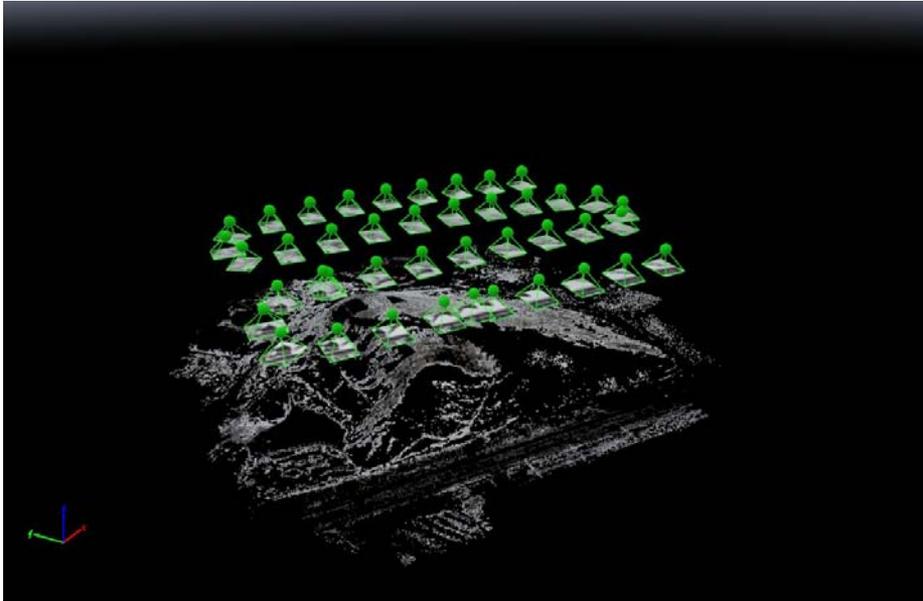


au-dessus des autoroutes, ponts, rues achalandées, foules, secteurs à forte densité de population

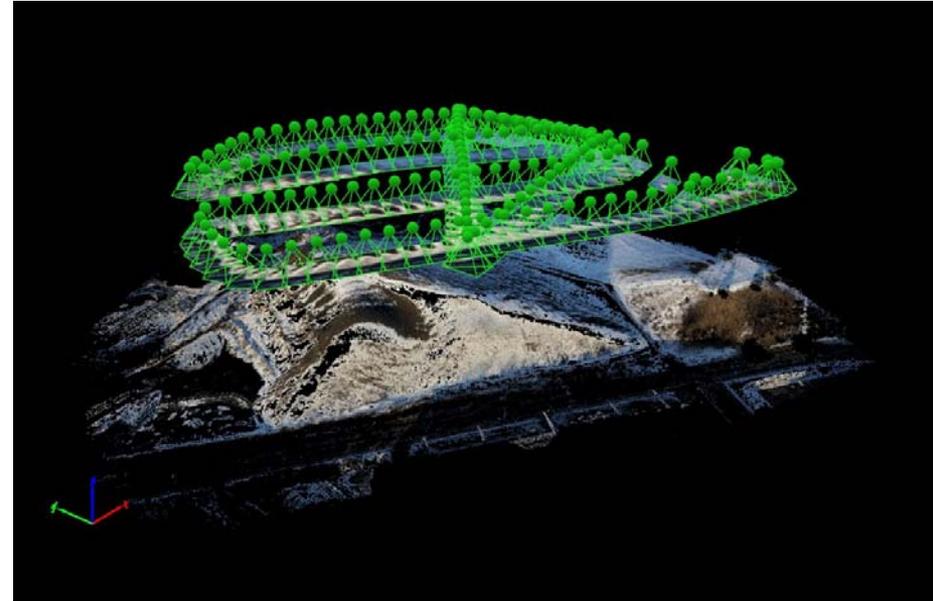


Aérotriangulation

caméra Phantom3



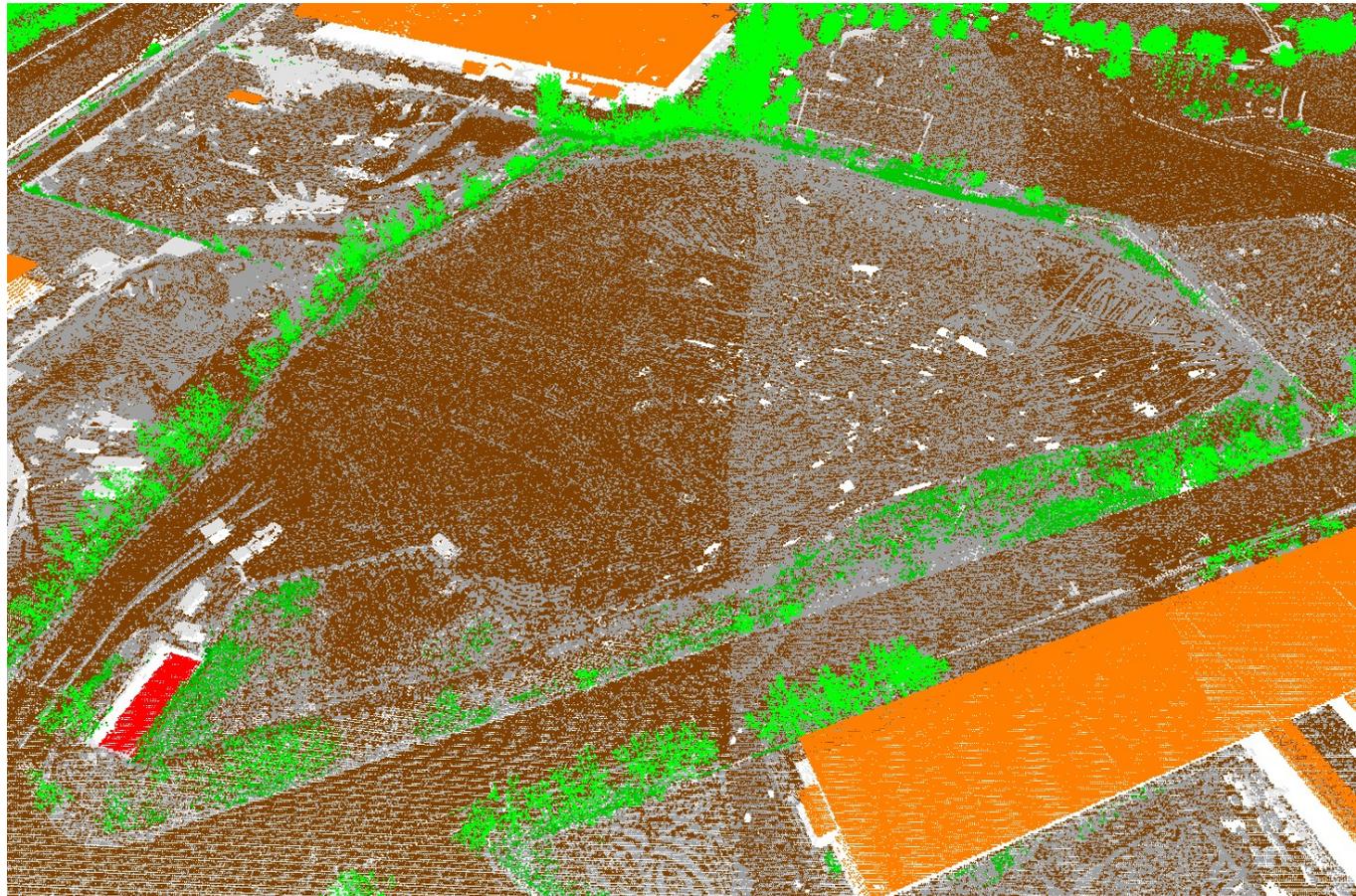
caméra Sony A7R



- 1) Points de liaison par autocorrélation et positionnement par GNSS du drone.
- 2) Utilisation des contrôles au sol pour bien géoréférencer les photographies.
- 3) Centres de perspectives bien géoréférencés.
- 4) Prêt pour l'utilisation : restitution stéréoscopique, nuage de points et l'orthophoto.



Modèle numérique de terrain - LiDAR aérien 2015 (référence)

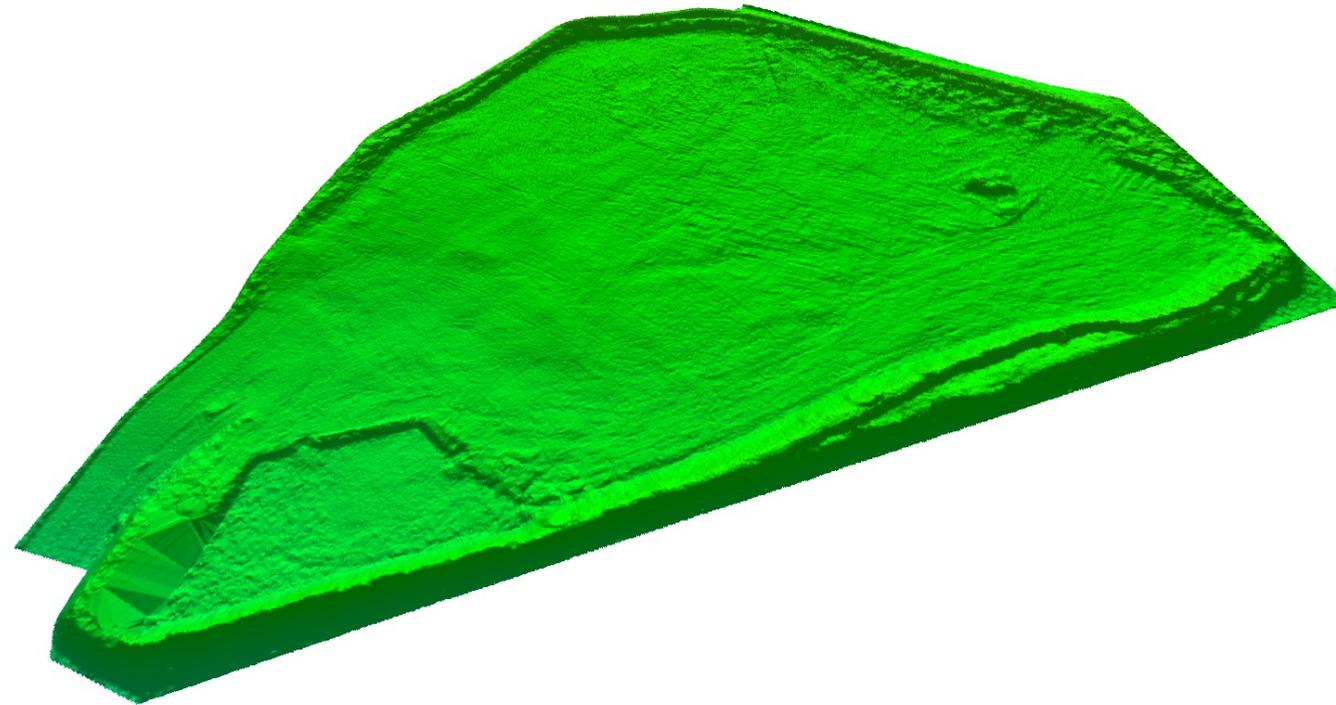


LiDAR aérien (avion)
novembre 2015
densité de 10 pts/m²



Modèle numérique de terrain - LiDAR aérien 2015 (référence)

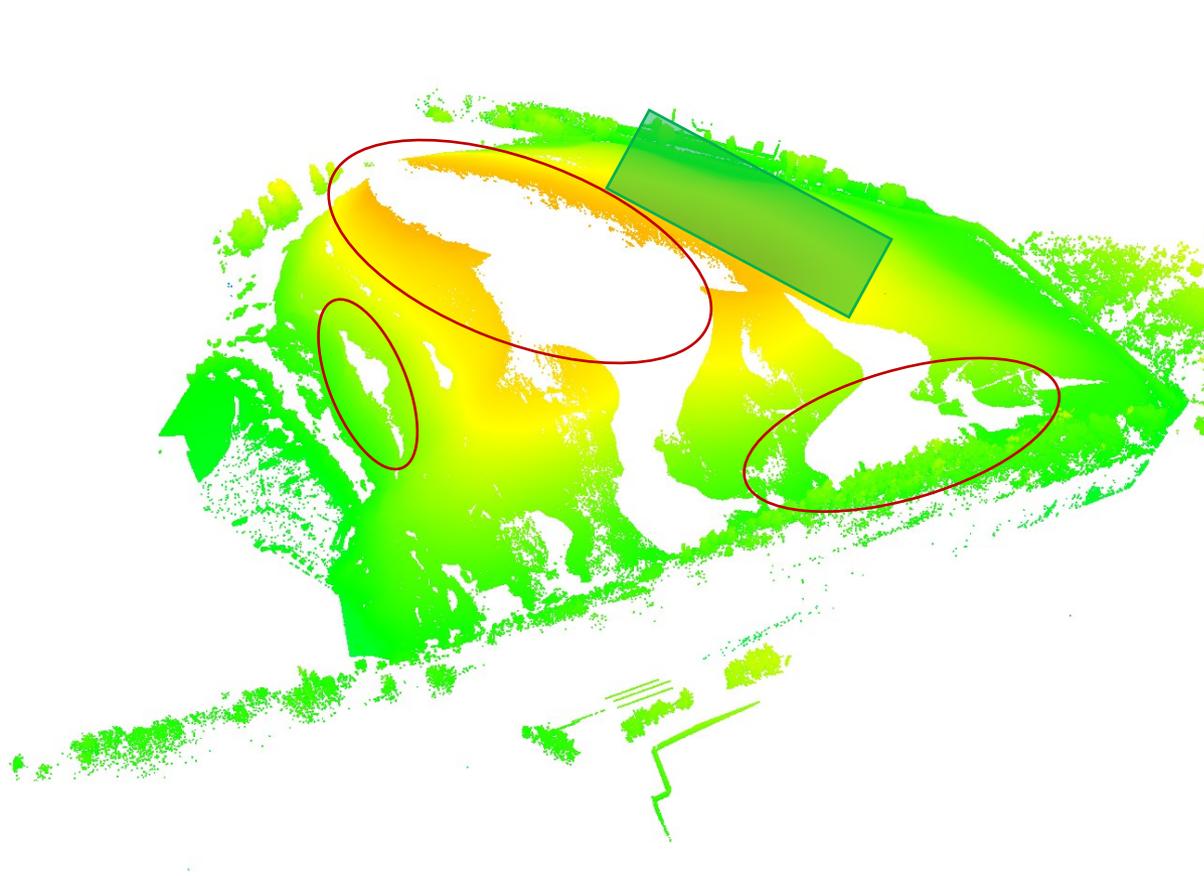
LiDAR aérien (avion)
novembre 2015
densité de 10 pts/m²



Résolution de 7,5 cm/pixel



Nuage de points de la station totale – SX10 (référence)



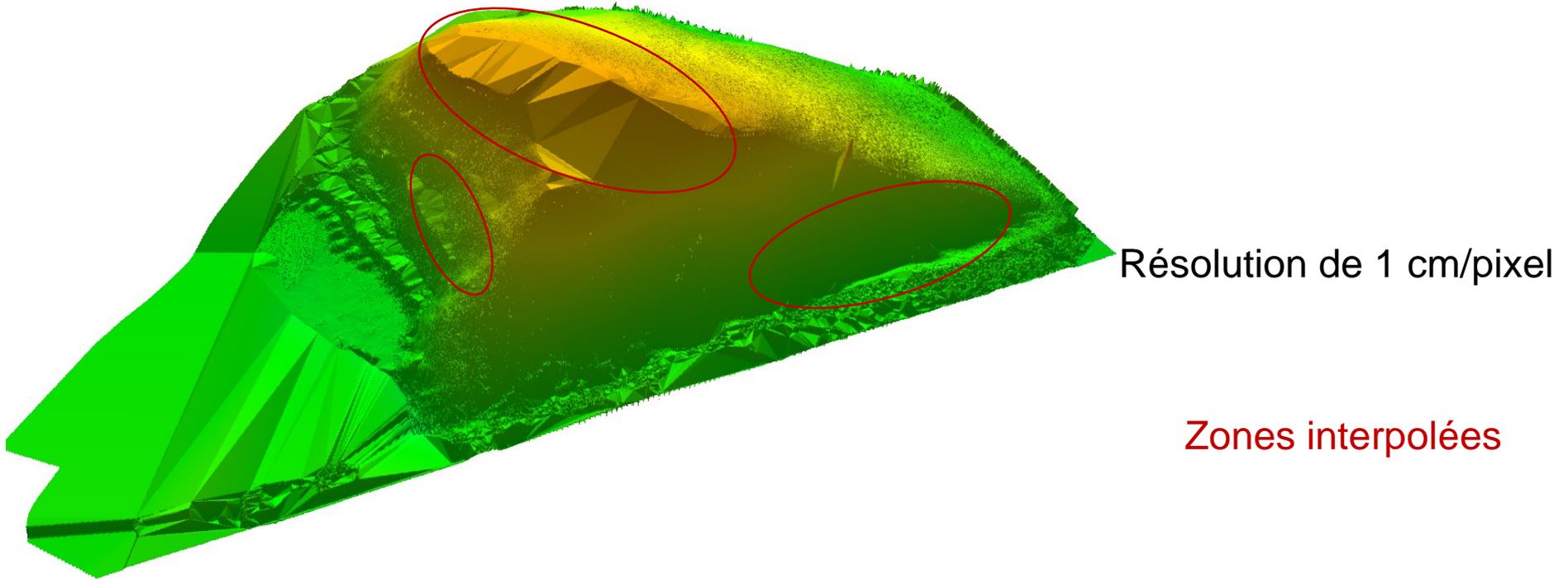
Densité de 500 pts/m²
(LiDAR)

Les relevés terrestre
créés des zones
obscurcs

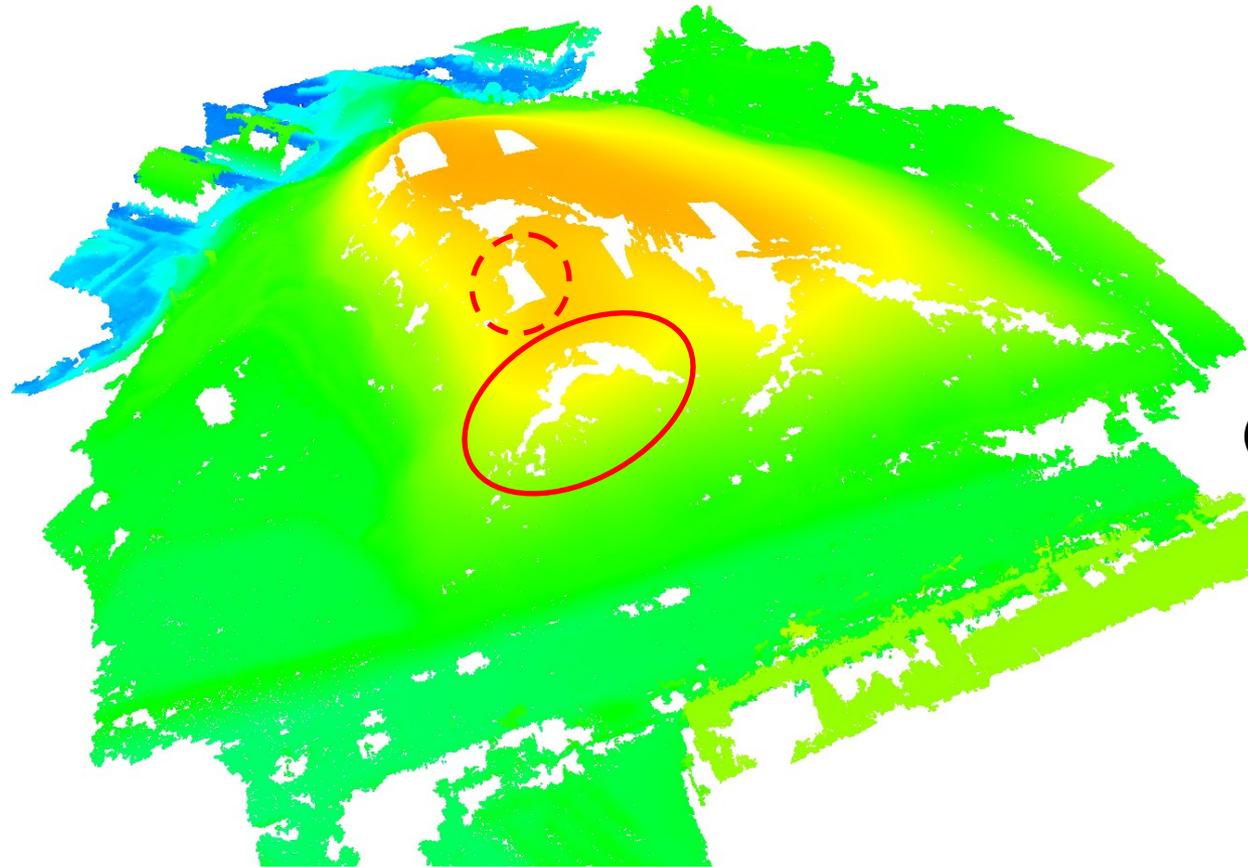
Zone de référence
500 m²



Modèle numérique de surface – SX10 (référence)



Points photogrammétriques – Phantom 3



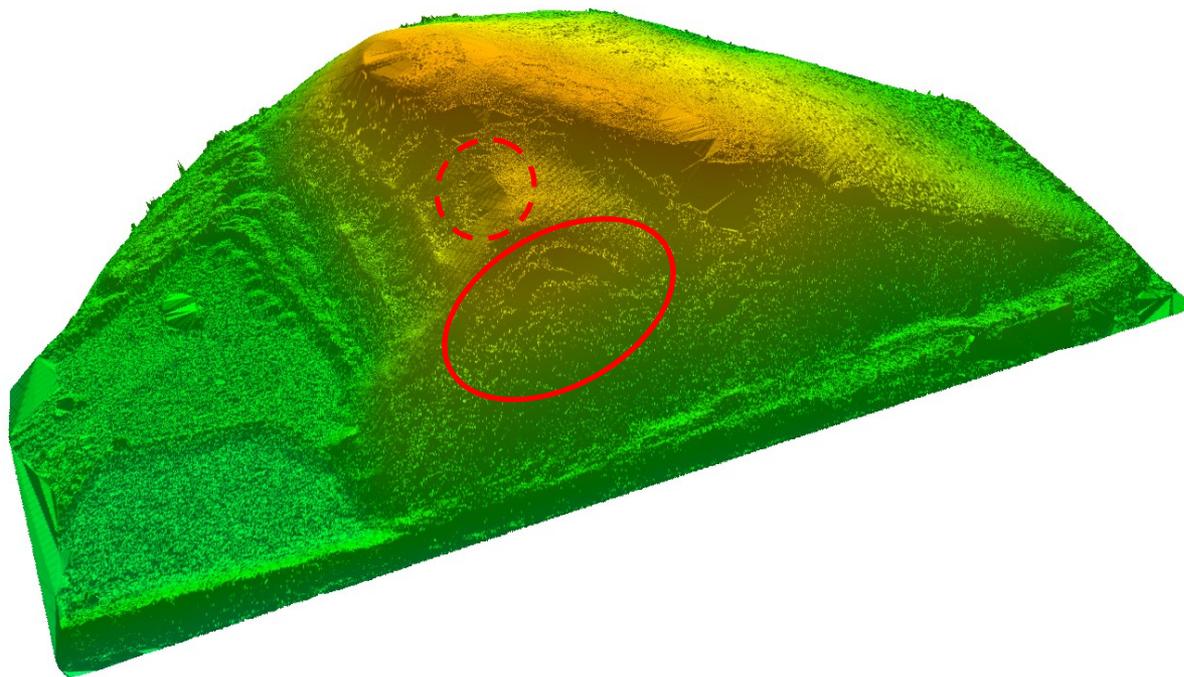
Densité de 100 pts/m²
(autocorrélation à partir
des photographies)

Faible réflectance
sur la neige fraîche



Modèle numérique de surface – Phantom 3

306,404 Features]

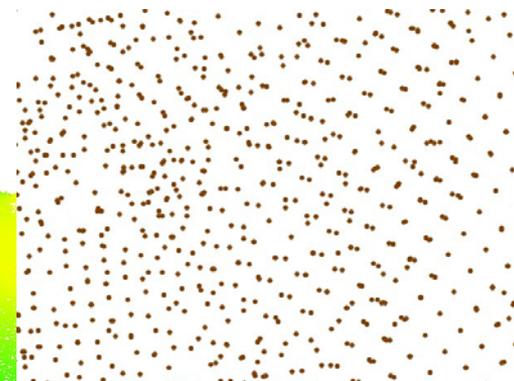
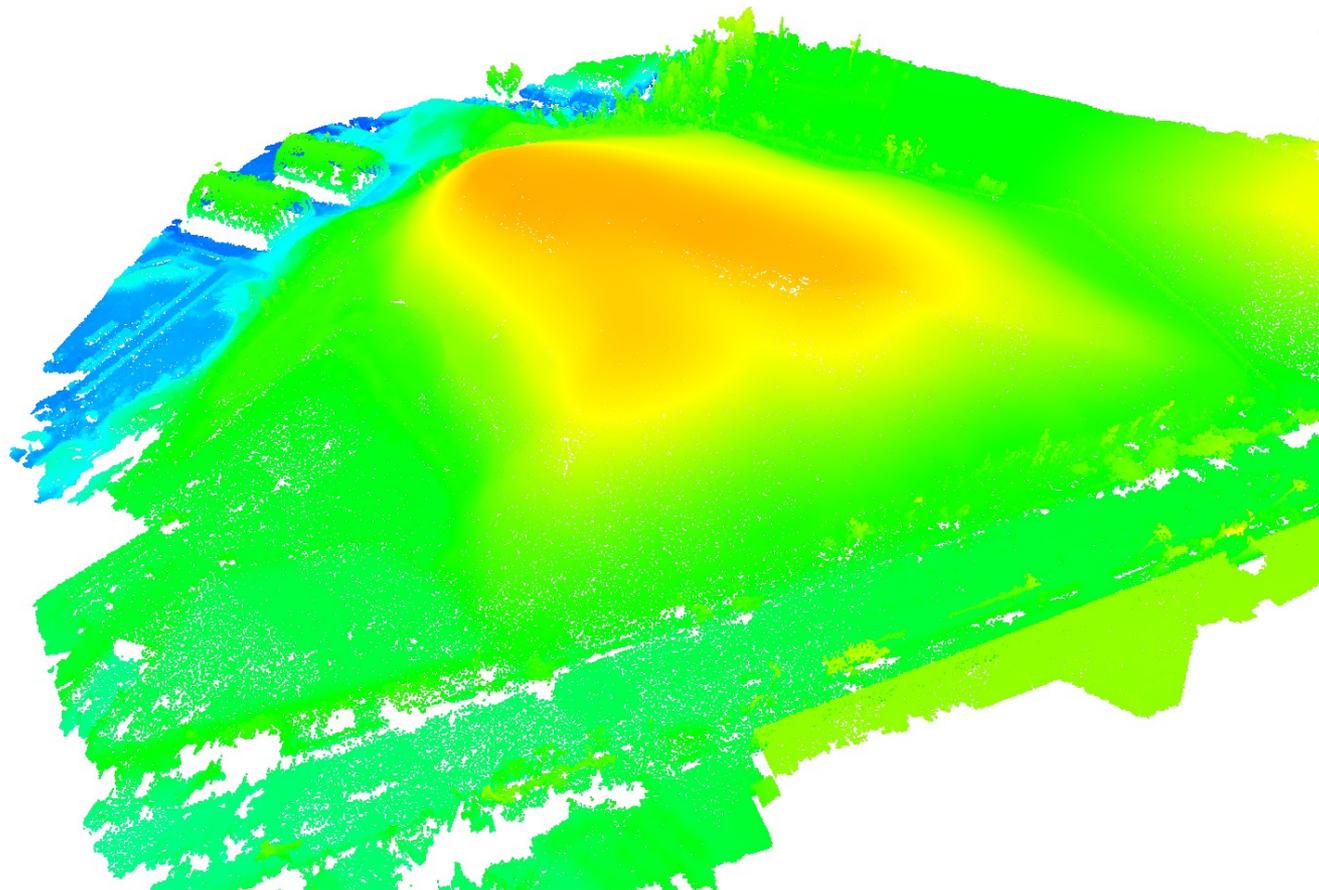


Résolution de 3 cm/pixel

Zones interpolées



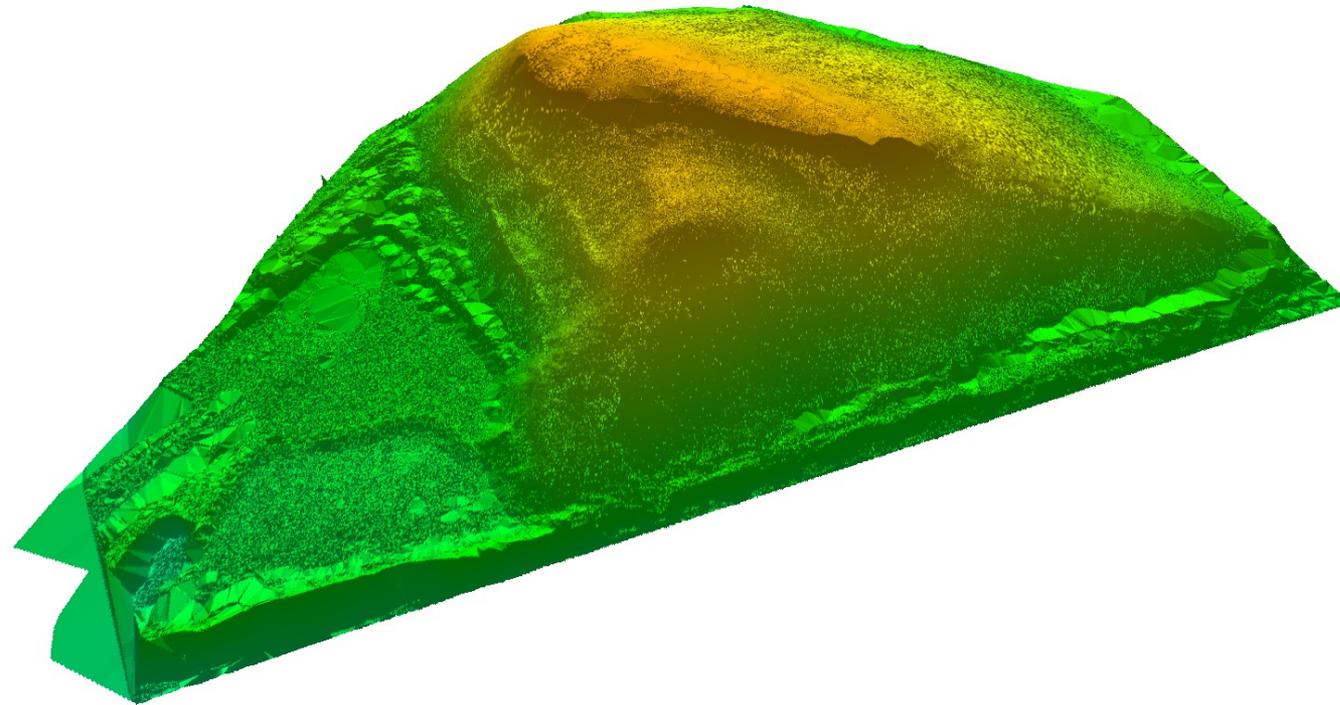
Points photogrammétriques – Sony A7R



Densité de 1000 pts/m²
(autocorrélation à partir
des photographies)



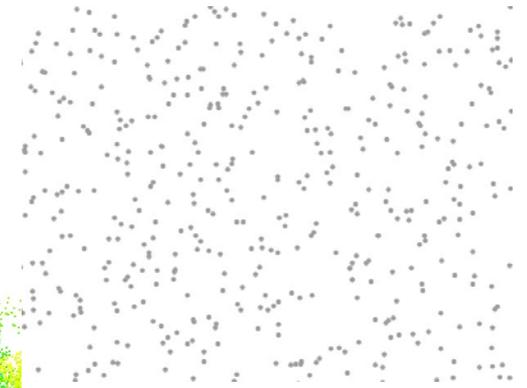
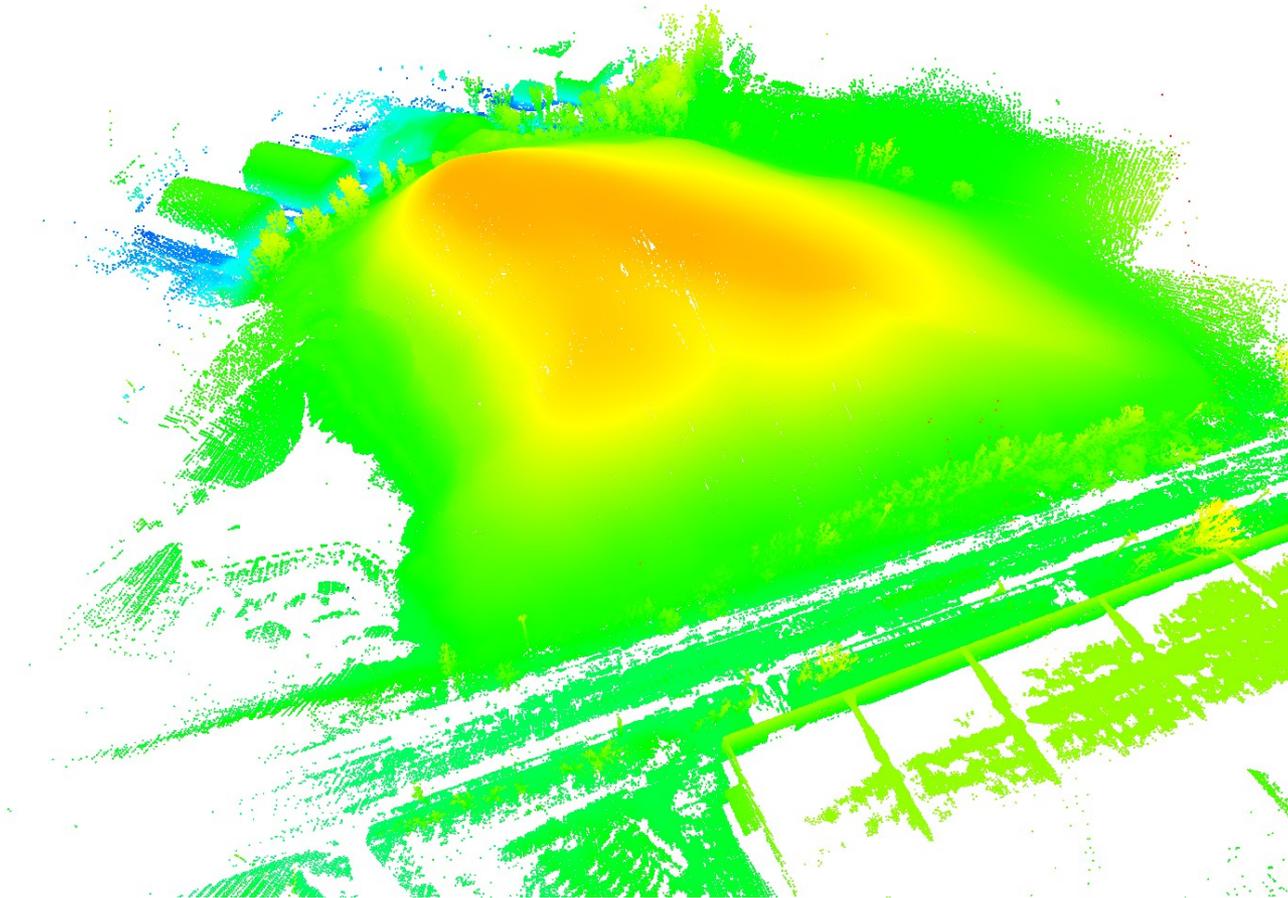
Modèle numérique de surface – Sony A7R



Résolution de 1 cm/pixel



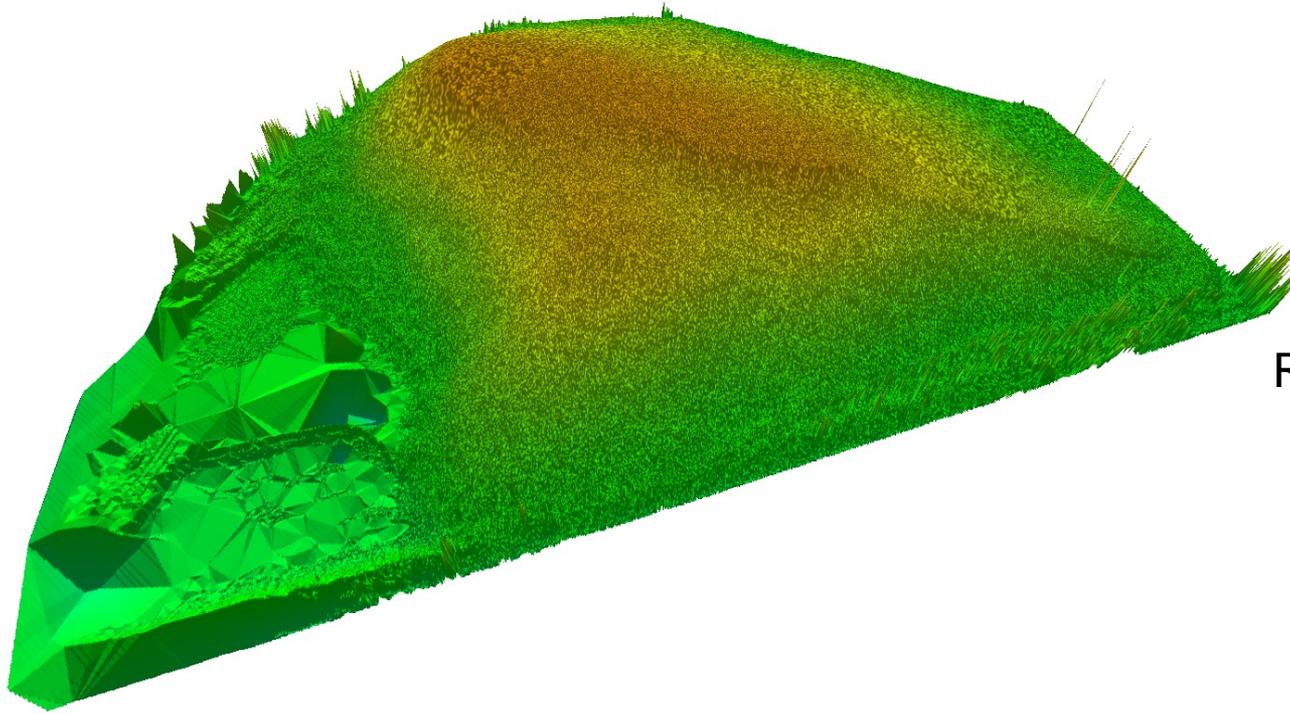
Nuage de points – Yellow Scan



Densité de 500 pts/m²
(LiDAR)



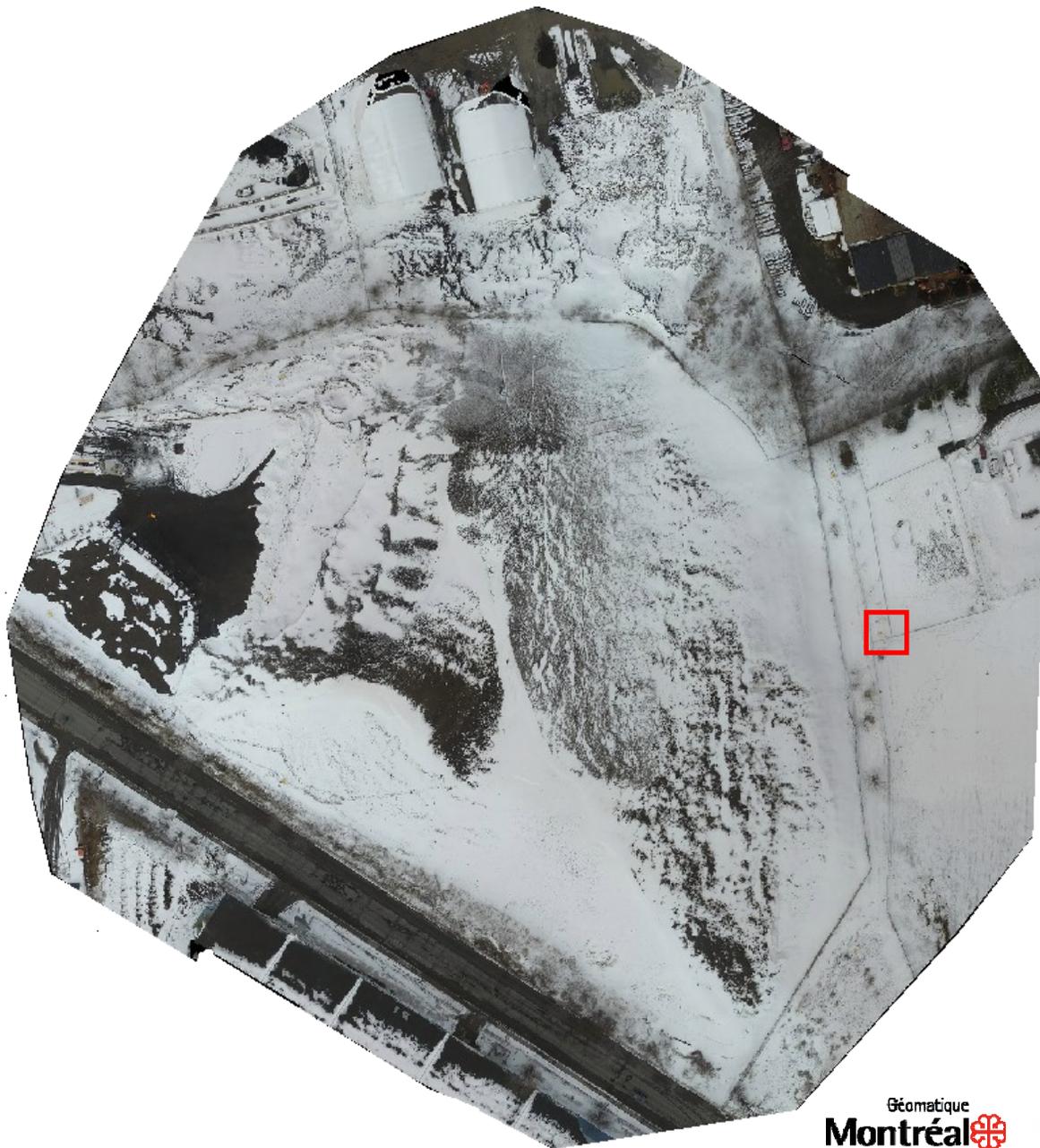
Modèle numérique de surface – Yellow Scan



Résolution de 1 cm/pixel



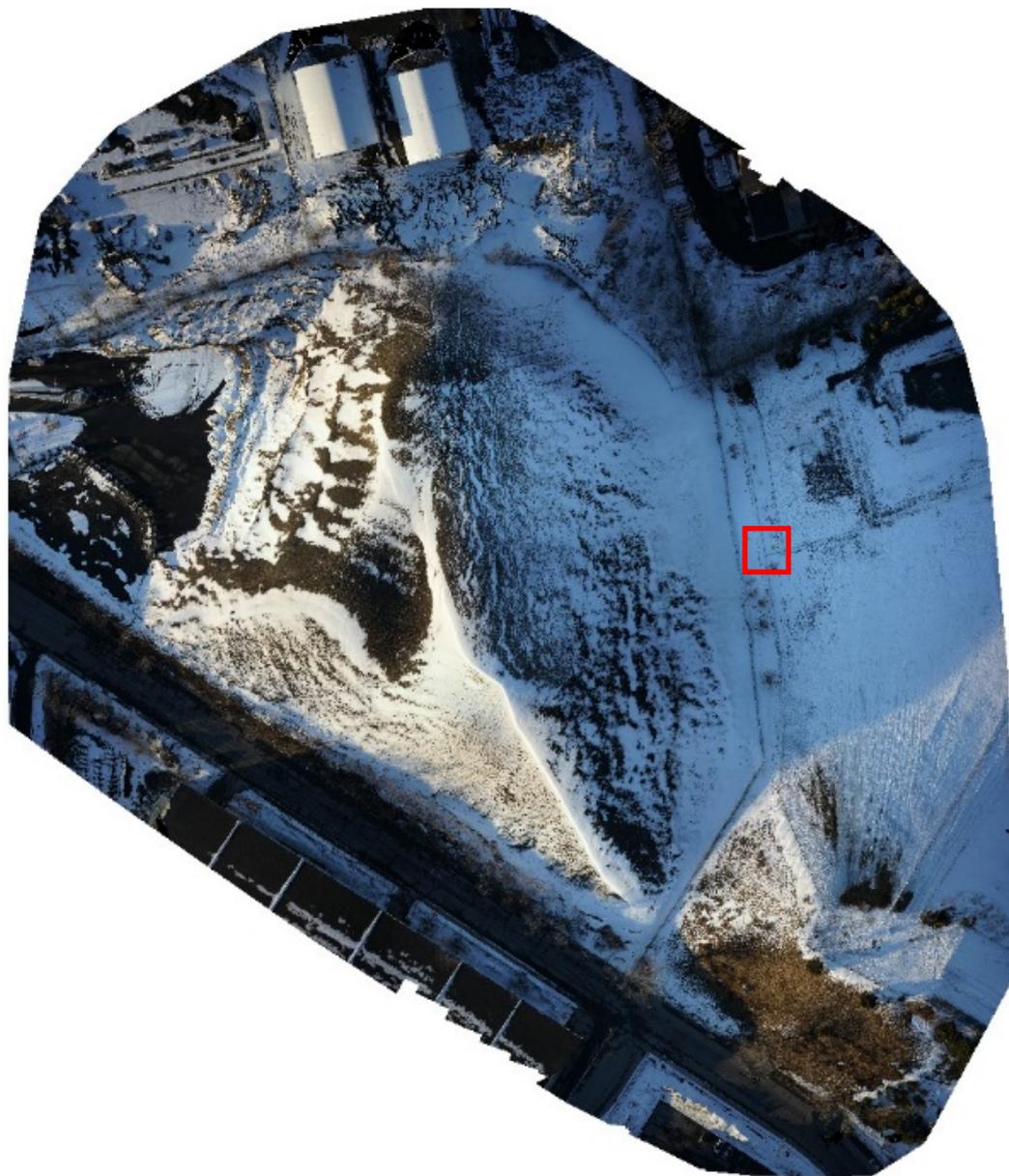
Orthophoto – Phantom 3



Résolution de 3 cm/pixel



Orthophoto – Sony A7R



Résolution de 1,5 cm/pixel



Résolution de 3 cm/pixel



Volumétrie

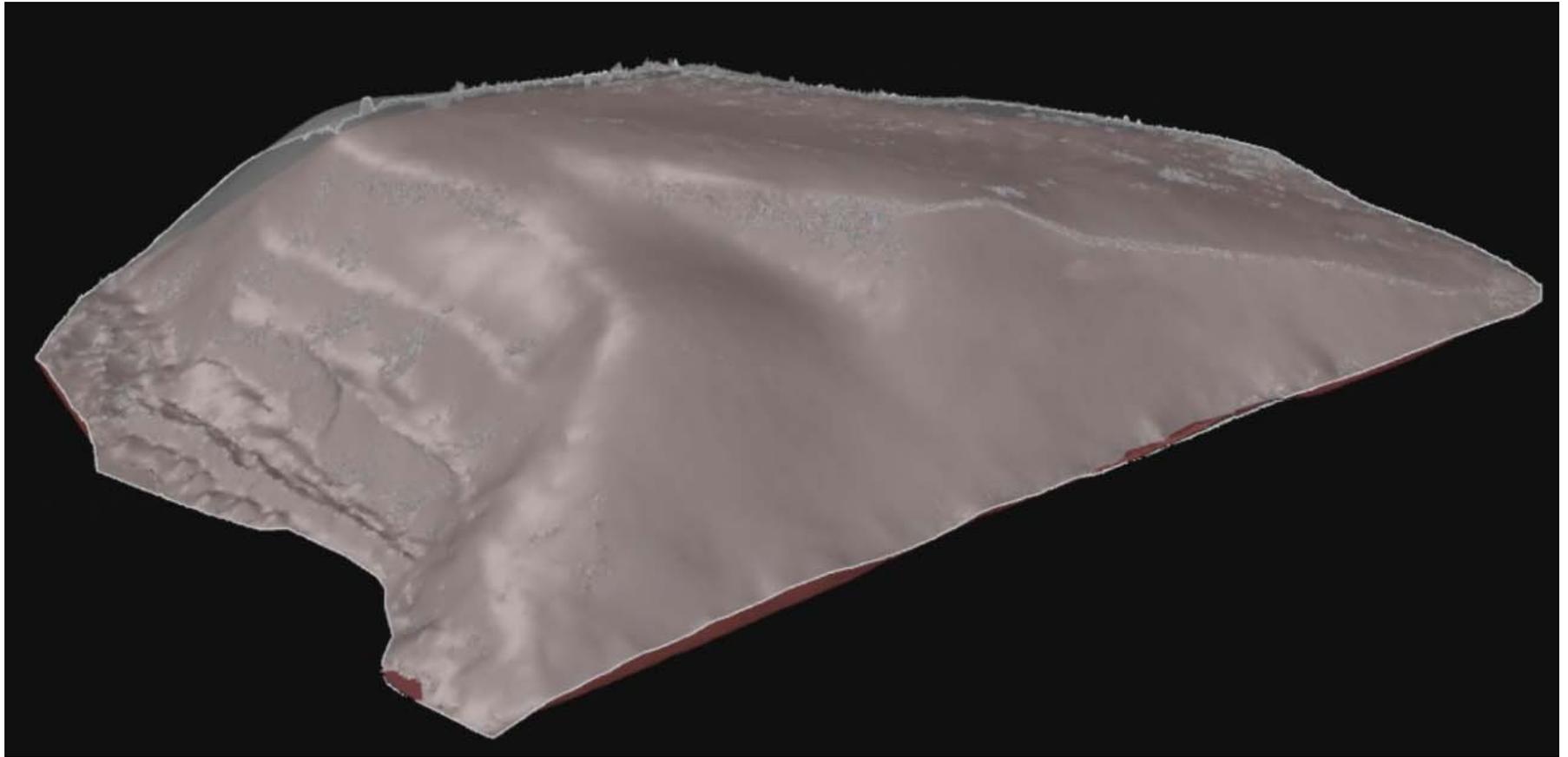


Tableau synthèse

SX10

Phantom 3

Sony A7R

Yellow
Scan

La **Solution** est définitivement par la voie aérienne afin d'éliminer les zones obscures.



Volumétrie

Zone de référence 50m X 100m (5000m²) par **TIN** (Terra Solid)

capteur

SX10

Phantom 3

Sony A7R

Yellow Scan

Zone de référence 50m X 100m (5000m²) par **GRID** (Global Mapper)

capteur

SX10

Phantom 3

Sony A7R

Yellow Scan



Peu importe la méthode de calcul de la volumétrie (TIN ou GRID), le résultat est constant.

L'important est de toujours utiliser la même méthode au courant d'une même année.



Logistique et restriction de vol

La **logistique** est lourde pour effectuer un vol de drone bien géoréférencé.

Drone avec caméra et LiDAR

- installation de contrôle terrain
- mesurer les contrôles (GPS RTK)

Drone avec LiDAR

- station GNSS durant le vol



Les **restrictions de vol** sont multiples en zones urbaines (opération complexes) pour les petits drones de 1 kg à 25kg.

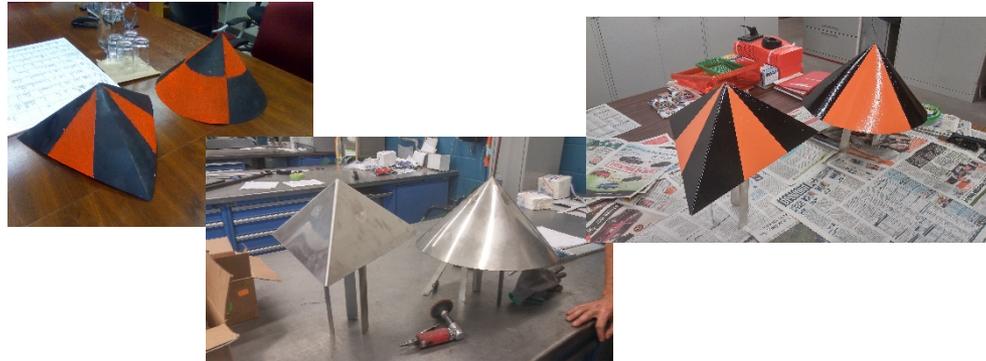
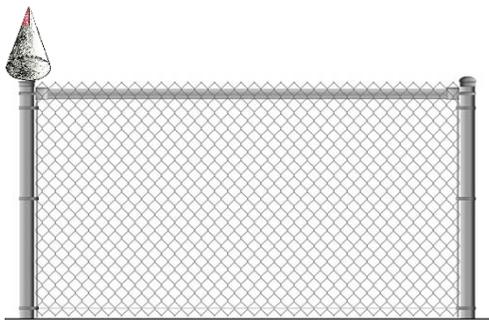
- Les pilotes doivent être âgés d'au moins 16 ans et doivent :
- détenir un [permis de pilote](#) pour petits drones (COAS)
- détenir une [assurance-responsabilité](#)
- [immatriculer leur appareil et le marquer](#) d'un numéro d'identification unique fourni par Transports Canada
- respecter la [norme de conception](#)
- respecter les règles de vol
- obtenir l'approbation du contrôle de la circulation aérienne pour utiliser un drone dans un espace aérien contrôlé ou près des aéroports
- garder leur appareil à au moins :
 - 150 m de tout rassemblement de personnes en plein air (p. ex. spectacle), sauf s'il vole à au moins 90 m d'altitude
 - 30 m de toute personne, de tout véhicule



Suite du banc d'essai

Les **défis** à venir... banc d'essai opérationnel à l'hiver 2018.

Installation de balises *prototypes* permanentes résistante à la neige.



Possibilité d'effectuer des vols en avion léger équipé d'une caméra de « type drone ».



image : TopoPix

Avantage :

- Peut voler à 1 000 pieds sans permission (3 cm/pixel)
- Peut couvrir une plus grande zone que le drone (1 vol au lieu de ~ 5 vols simultanés)



Équipe de la géodésie, cartographie et levés spéciaux



Avec la collaboration de la du Division soutien technique et opérationnel, Service de la concertation des arrondissements.



