

A large satellite dish antenna is the central focus, situated in a field of dry, yellowish-brown vegetation. In the background, a range of rugged mountains with patches of snow is visible under a bright blue sky with scattered white clouds. Several other smaller satellite dishes are scattered across the field.

# Téledétection

Drones et lidars

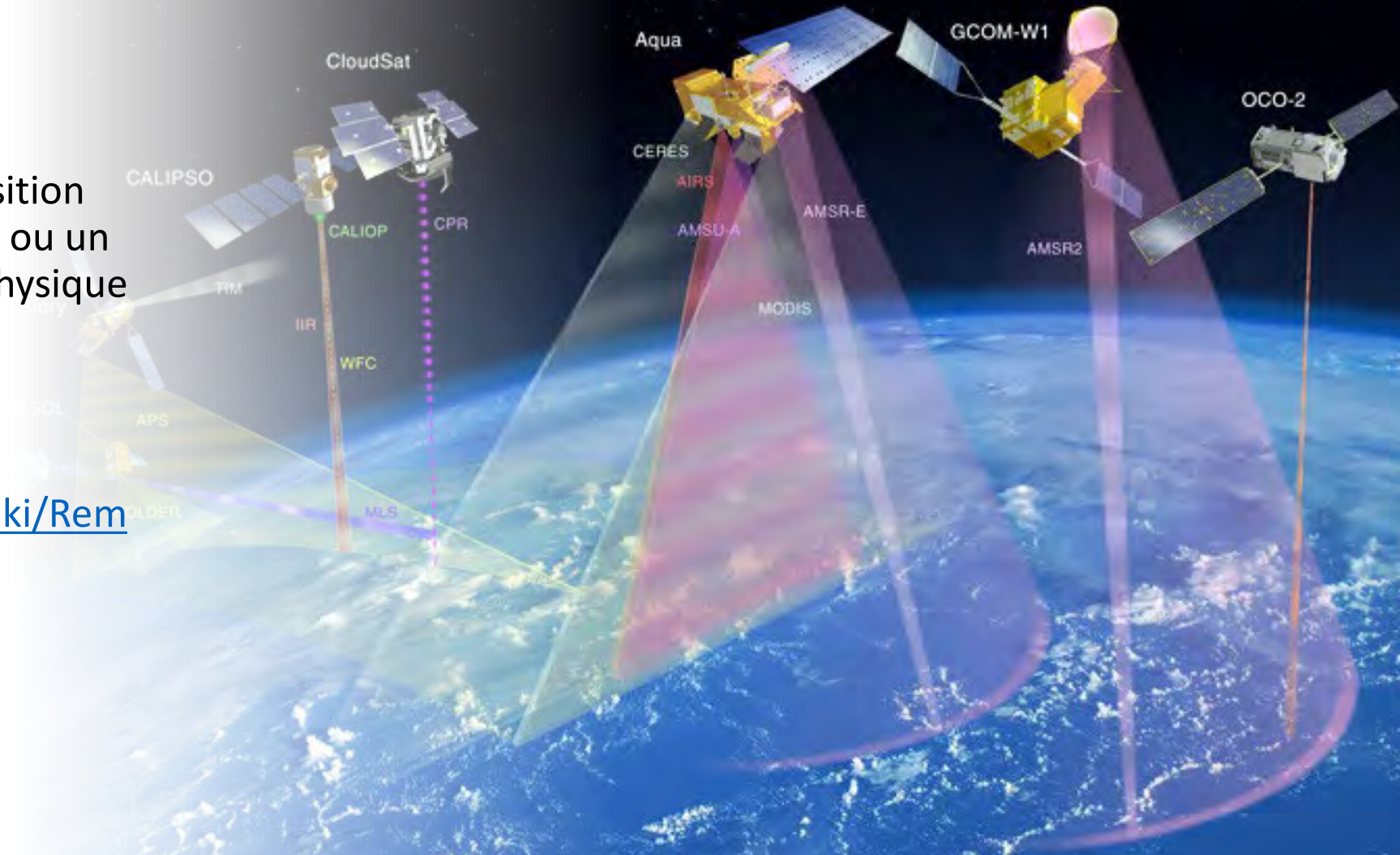
Ralph J. Roulette Jr.



La télédétection est l'acquisition d'informations sur un objet ou un phénomène sans contact physique avec l'objet...

Source :

[https://en.wikipedia.org/wiki/Remote\\_sensing](https://en.wikipedia.org/wiki/Remote_sensing)



# Au menu

- Acronymes
- Systèmes de coordonnées
- Références altimétriques et époques
- Logiciel SIG
- Matériel informatique
- Google Earth
- Arpentage des terres au Canada
- Lidar
- PPK
- RTK
- Cartographie
- Nuages de points
- Sécurité des drones
- Planification de la mission



# Objectif

Présenter les points suivants :

- Logiciel SIG
- Terminologie SIG
- Concepts SIG

Présenter quelques notions de base :

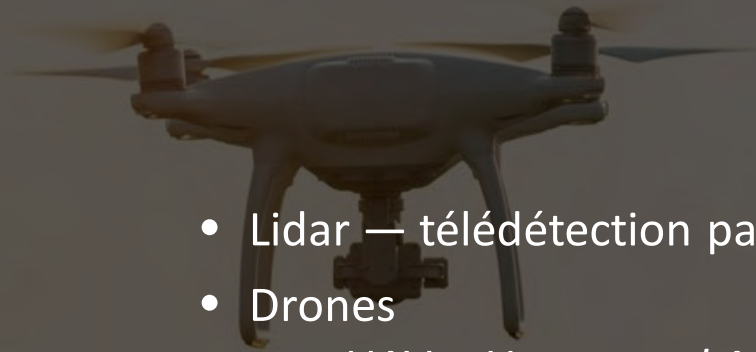
- Lidar
- Nuages de points

Présenter certains rudiments :

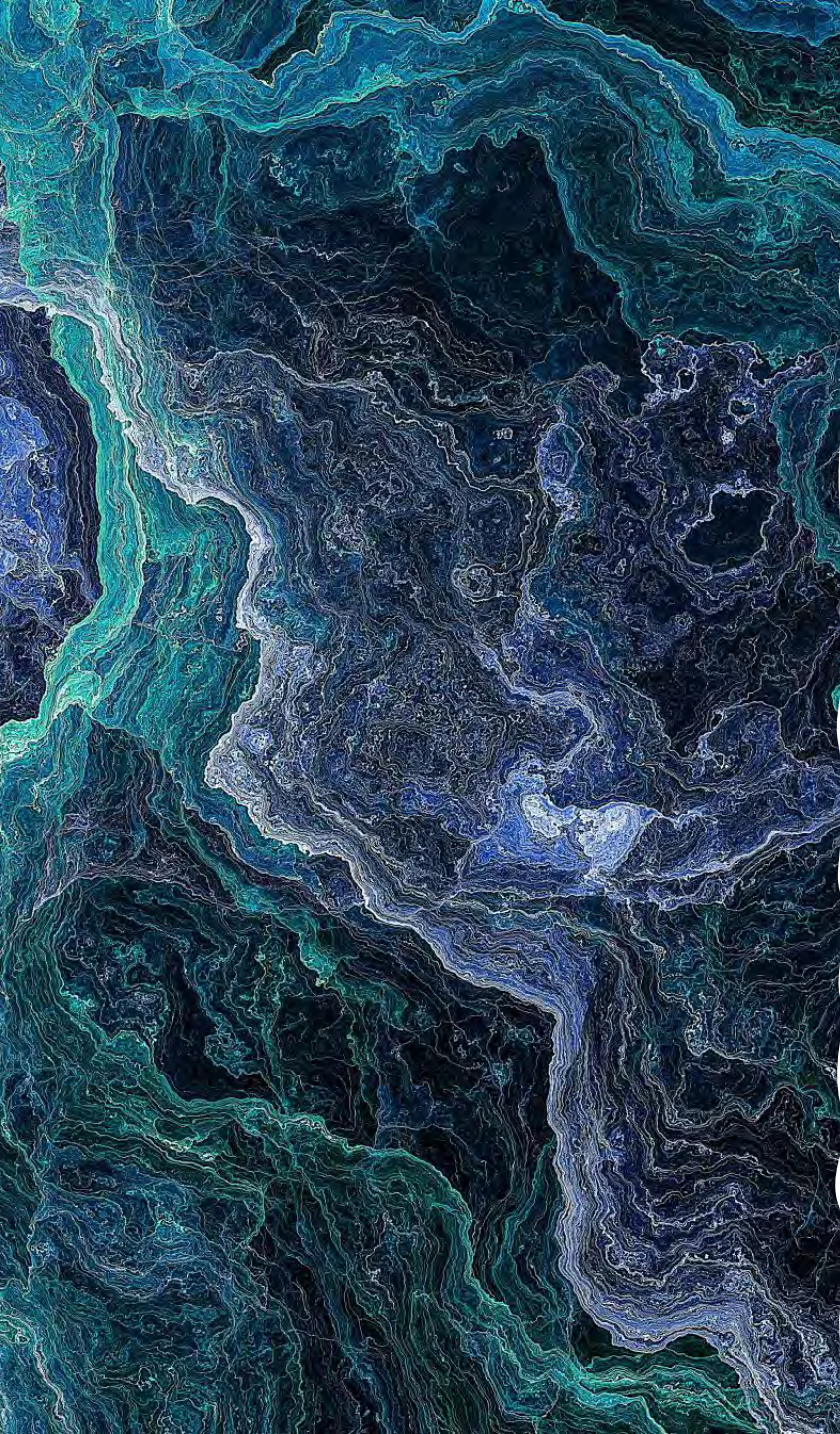
- Cartographie des drones

# Acronymes

- Lidar — télédétection par laser
- Drones
  - UAV — *Unmanned Aerial Vehicle* (véhicule aérien sans pilote)
  - SATP — systèmes d'aéronefs télépilotés
  - VTOL — *Vertical Take-Off/Landing* (décollage/atterrissage vertical)
- RTK — *Real Time Kinematics* (cinématique en temps réel)
- PPK — *Post Processed Kinematic* (cinématique post-traitée)
- GSD — *Ground Sampling Distance* (distance d'échantillonnage au sol)
- GCP — *Ground Control Points* (points de contrôle au sol)





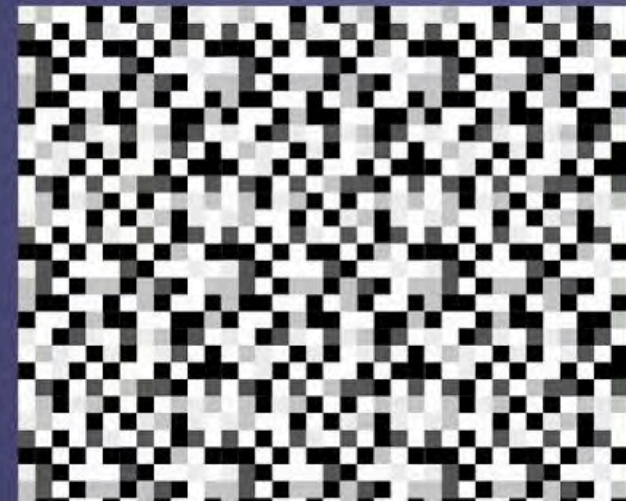
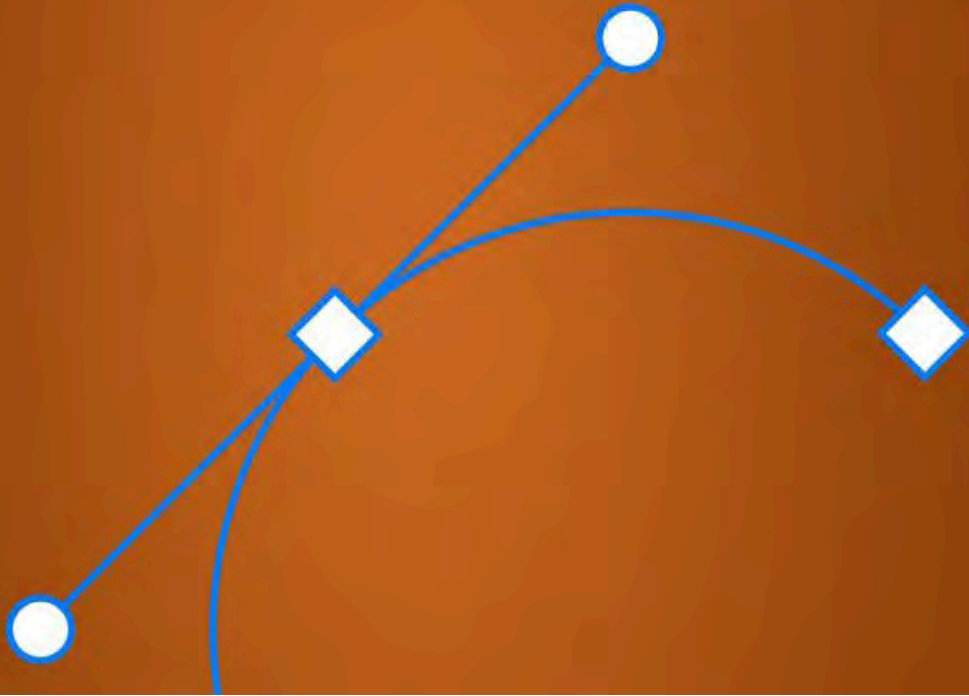


# Géomatique

---

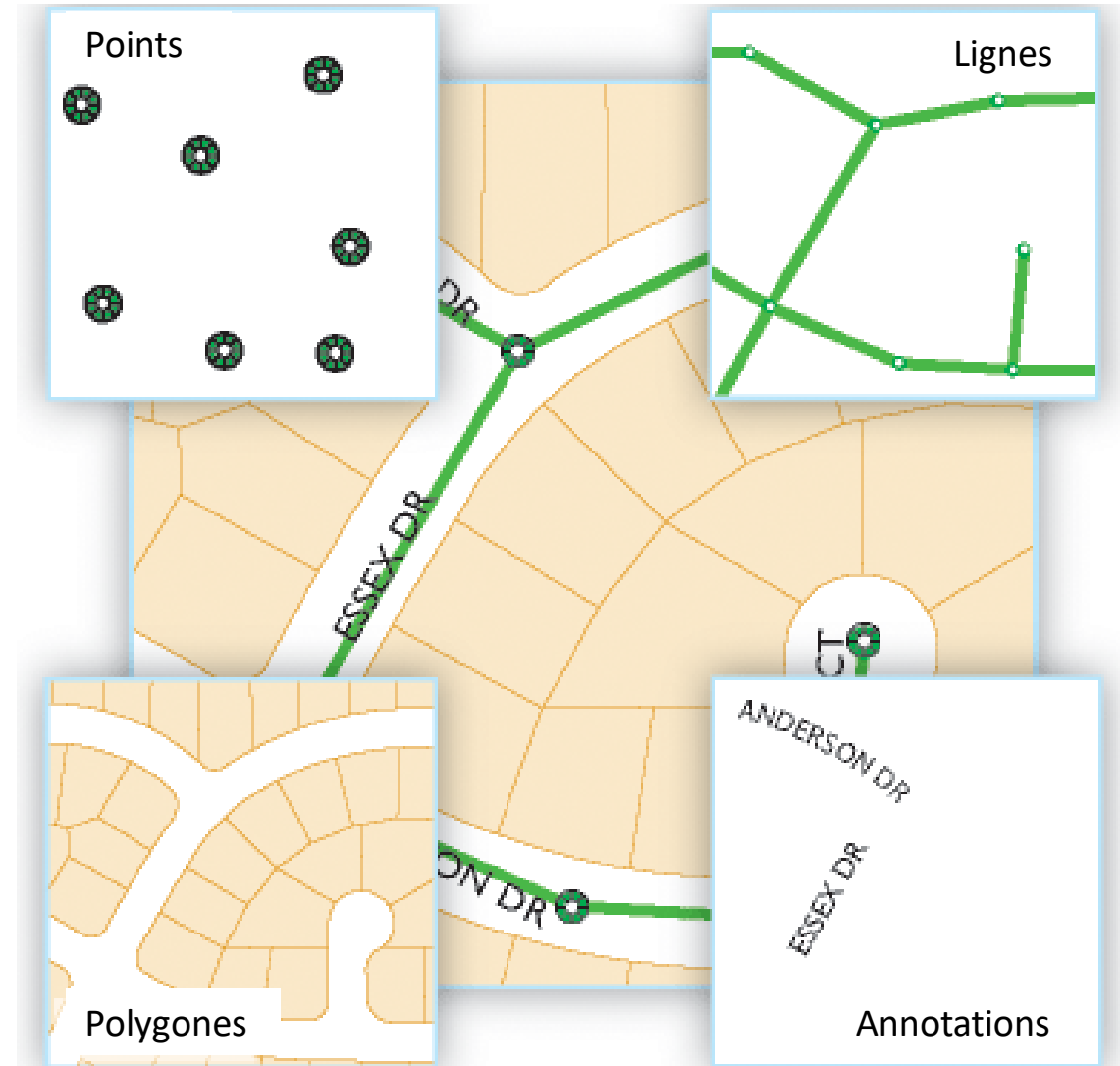
Les notions de base

# VECTEUR VS MATRICE



# Formats de fichiers SIG courants

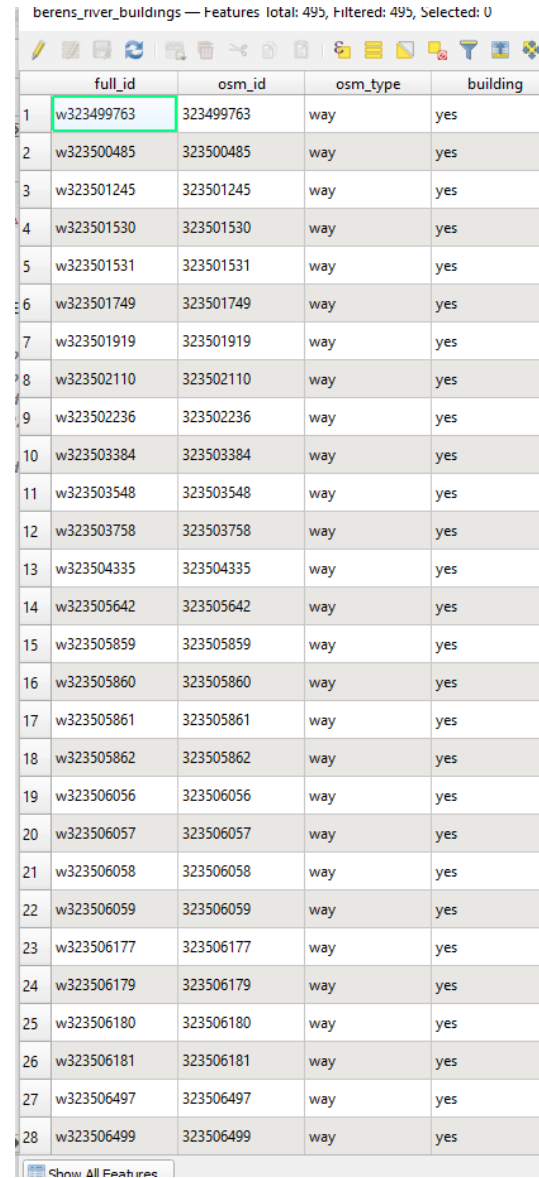
- Classe d'entités (vecteurs)
  - Communément appelé «shapefiles»
  - Il peut s'agir de points, de lignes ou de polygones
  - Composé de 3-5 fichiers (seuls 3 sont nécessaires)
    - \*.dbf, \*.shx, \*.prj, \*.cpg, \*.shp
- KML ou KMZ
  - *Key Markup Language/Key Markup Zip*
  - Langages utilisés par Google Earth pour les points, les lignes et les polygones
  - La plupart des logiciels de planification de mission de drone utilisent des formats de fichier KML/KMZ.
- WKT
  - *Well Known Text*





Les vecteurs  
ont des  
attributs

berens\_rver\_buildings — Features total: 495, Filtered: 495, Selected: 0

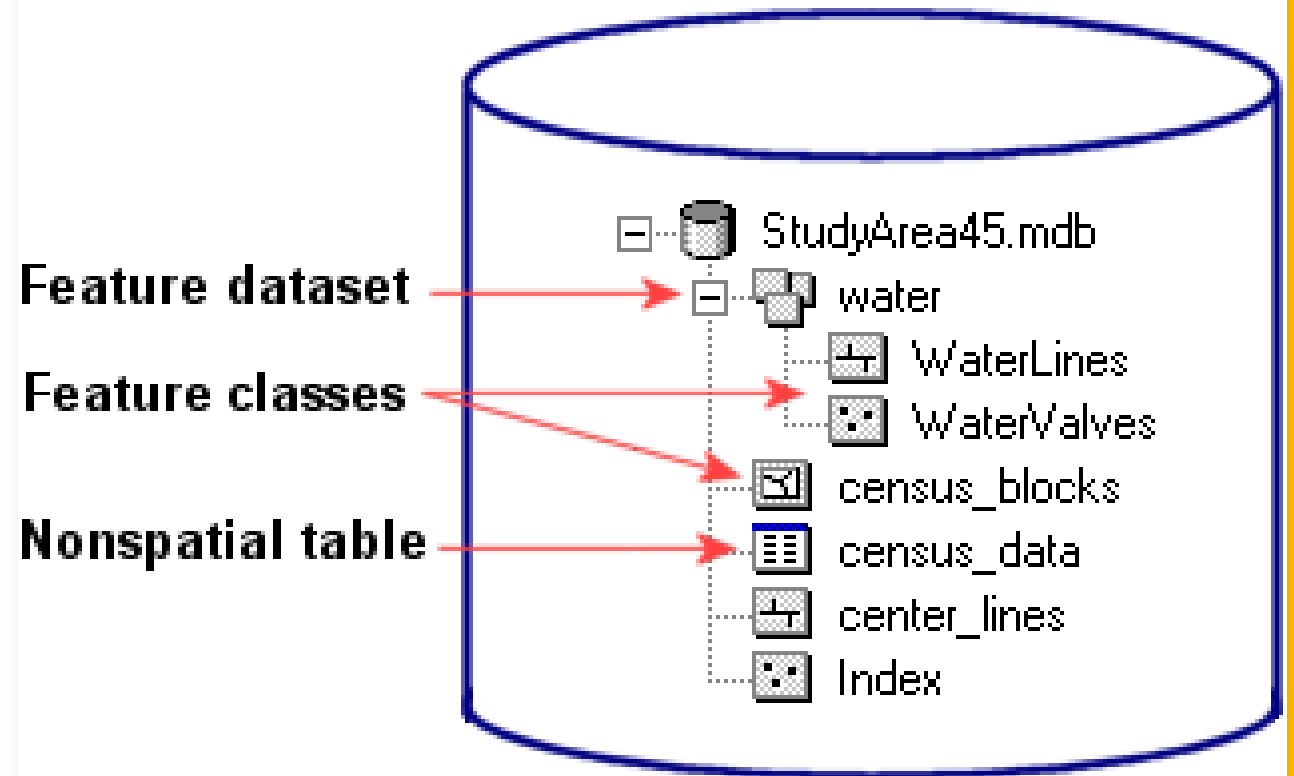


	full_id	osm_id	osm_type	building
1	w323499763	323499763	way	yes
2	w323500485	323500485	way	yes
3	w323501245	323501245	way	yes
4	w323501530	323501530	way	yes
5	w323501531	323501531	way	yes
6	w323501749	323501749	way	yes
7	w323501919	323501919	way	yes
8	w323502110	323502110	way	yes
9	w323502236	323502236	way	yes
10	w323503384	323503384	way	yes
11	w323503548	323503548	way	yes
12	w323503758	323503758	way	yes
13	w323504335	323504335	way	yes
14	w323505642	323505642	way	yes
15	w323505859	323505859	way	yes
16	w323505860	323505860	way	yes
17	w323505861	323505861	way	yes
18	w323505862	323505862	way	yes
19	w323506056	323506056	way	yes
20	w323506057	323506057	way	yes
21	w323506058	323506058	way	yes
22	w323506059	323506059	way	yes
23	w323506177	323506177	way	yes
24	w323506179	323506179	way	yes
25	w323506180	323506180	way	yes
26	w323506181	323506181	way	yes
27	w323506497	323506497	way	yes
28	w323506499	323506499	way	yes

Show All Features

# Formats de fichiers SIG courants

- Base de données géospatiales
  - Propriétaire à ESRI
  - 1 fichier
  - Possibilité de stocker des données spatiales et non spatiales
- Geopackage
  - Opensource
  - QGIS
  - Possibilité de stocker des données spatiales et non spatiales



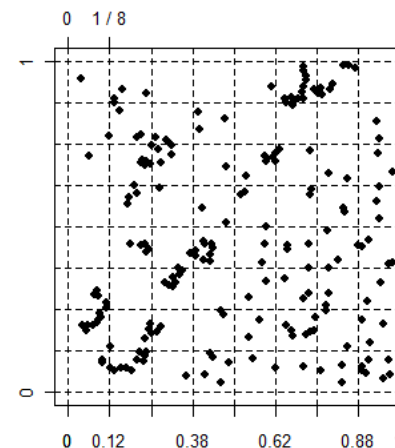
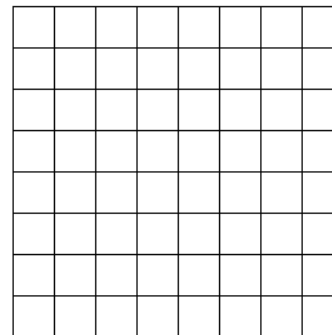


# Formats de fichiers SIG courants

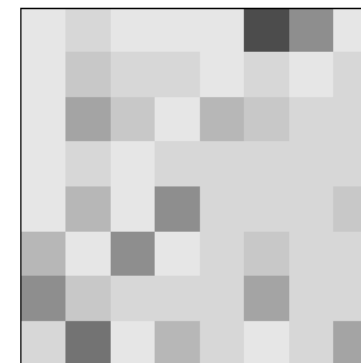
«En infographie et en photographie numérique, un graphique matriciel représente une image bidimensionnelle sous forme de matrice rectangulaire ou de grille de pixels carrés, visible sur un écran d'ordinateur, sur papier ou sur un autre support d'affichage.»

—

[https://en.wikipedia.org/wiki/Raster\\_graphics](https://en.wikipedia.org/wiki/Raster_graphics) (en anglais)



1	3	0	0	1	12	8	0
1	4	3	3	0	2	0	2
1	7	4	1	5	4	2	2
0	3	1	2	2	2	2	3
0	5	1	9	3	3	3	4
5	0	8	0	2	4	3	2
8	4	3	2	2	7	2	3
2	10	1	5	2	1	3	7



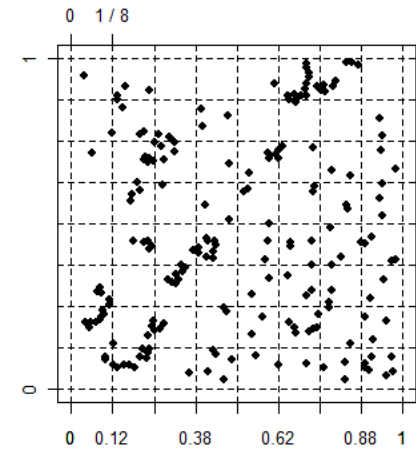
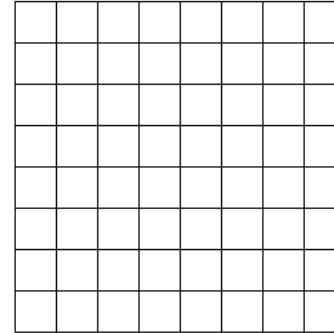
# Formats de fichiers SIG courants

Dans un logiciel SIG, chaque pixel représente une composante spatiale. La hauteur et la largeur représentent la résolution de la matrice (raster).

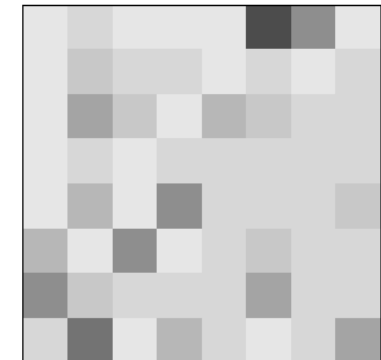
Exemple : 1 m x 1 m, 25 m x 25 m

Il est possible de représenter spatialement une altitude, une population, des espèces d'arbre ou le type/la qualité du sol. Bref, tout ce qui a une composante numérique et spatiale.

<https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>



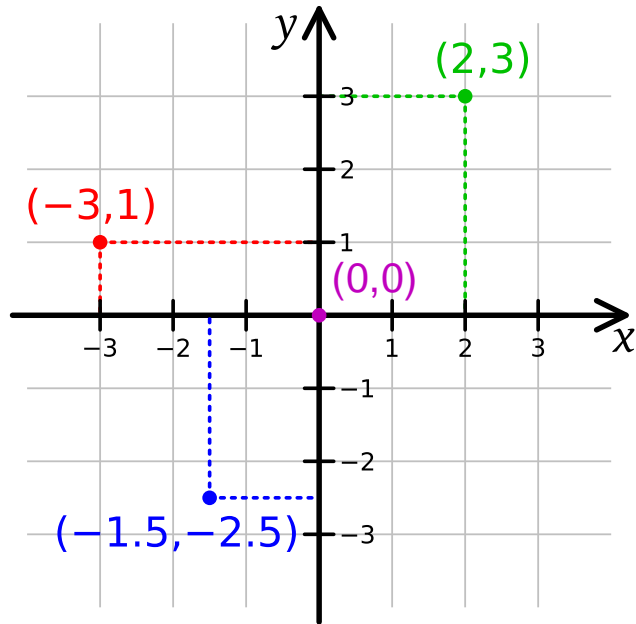
1	3	0	0	1	12	8	0
1	4	3	3	0	2	0	2
1	7	4	1	5	4	2	2
0	3	1	2	2	2	2	3
0	5	1	9	3	3	3	4
5	0	8	0	2	4	3	2
8	4	3	2	2	7	2	3
2	10	1	5	2	1	3	7



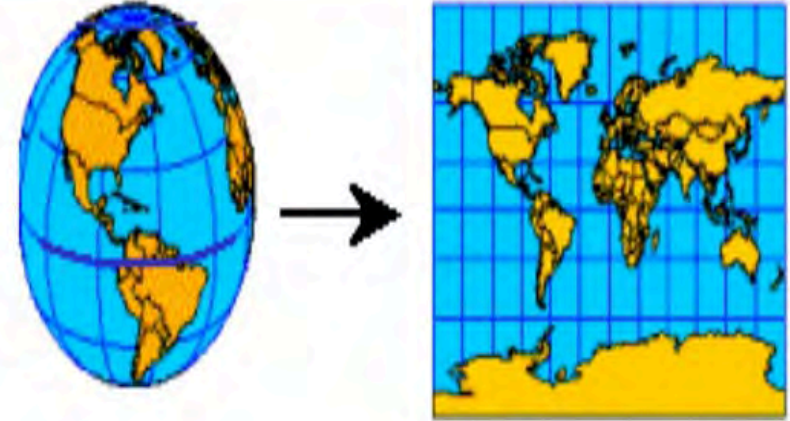


Question?





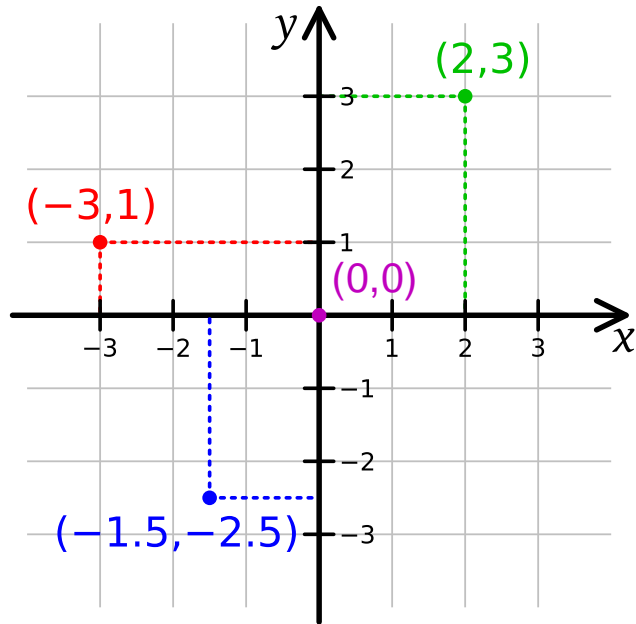
## Système de coordonnées projetées



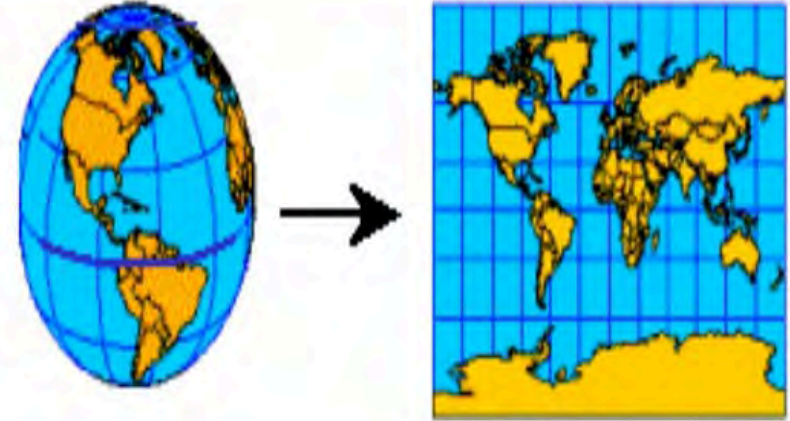
## Systèmes de coordonnées

- Plan cartésien
- Indice utilisé pour le système de coordonnées projetées (SCP) : x, y et z
- Indice utilisé pour le système de coordonnées géographiques (SCG) astuce : latitude et longitude (degrés/minutes/secondes, degrés décimaux)





## Système de coordonnées projetées



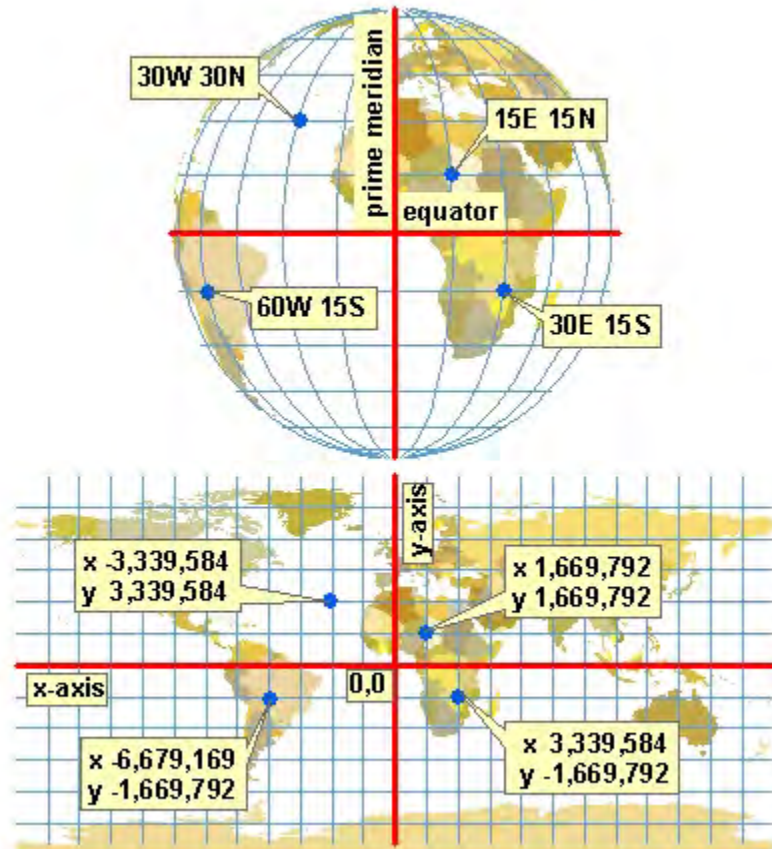
## Références altimétriques

- Un point de référence
- NAD83 — référence nord-américaine de 1983
- Correspond à la plaque tectonique nord-américaine



- Un système de coordonnées géographiques définit l'emplacement de données sur la surface de la terre.
- Un système de coordonnées projetées indique la façon de dessiner des données sur une surface plane, comme sur une carte papier ou un écran d'ordinateur.
- Les systèmes de coordonnées géographiques reposent sur un sphéroïde et utilisent des unités angulaires (degrés).
- Les systèmes de coordonnées projetés reposent sur un plan (le sphéroïde projeté sur une surface 2D) et utilisent des unités linéaires (pieds, mètres, etc.).
- Les systèmes de coordonnées géographiques couvrent l'ensemble du globe (latitude/longitude, par exemple), tandis que les systèmes de coordonnées projetés sont localisés pour minimiser la distorsion visuelle dans une région particulière (par exemple : Robinson, UTM, State Plane)

– Source : [https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/gcs\\_vs\\_pcs/](https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-pro/mapping/gcs_vs_pcs/) (en anglais)



## Systeme de coordonnees geographiques (3D)

- Coordonnees latitudinales et longitudinales
- Exemple : GCS\_WGS\_1984 (EPSG 4326)

## Systeme de coordonnees projetees (2D)

- Coordonnees en metres ou en pieds
- Exemple : WGS\_1984\_World\_Mercator (EPSG 3395)

Source : <https://gis.stackexchange.com/questions/347771/what-projected-or-geographic-coordinate-system-should-i-use-to-calculate-km-dist> (en anglais)

# Latitude Longitude

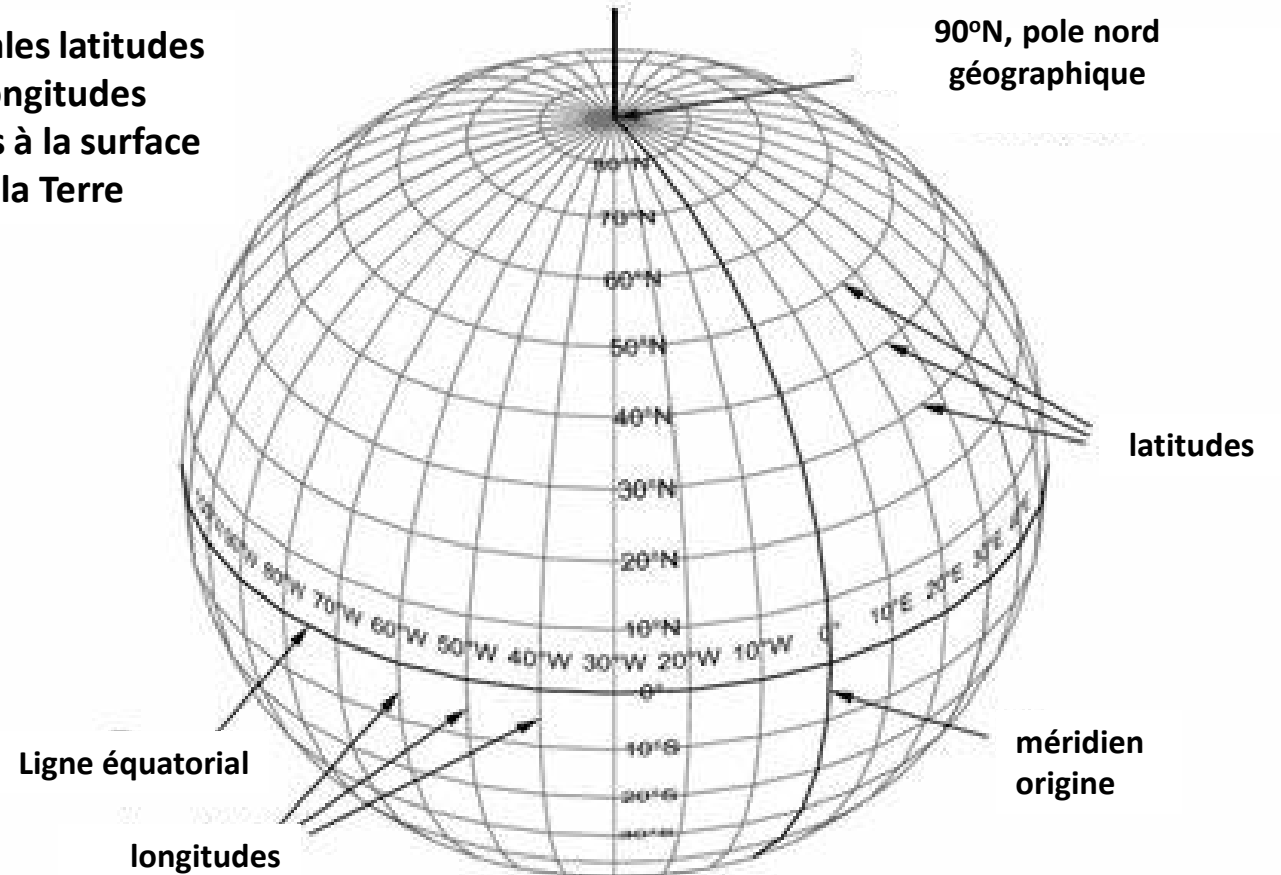
---

Degrés, minutes et secondes :  $40^{\circ} 26' 46''$  N  $79^{\circ} 58' 56''$  O

Degrés et minutes décimales :  $40^{\circ} 26,767'$  N  $79^{\circ} 58,933'$  O

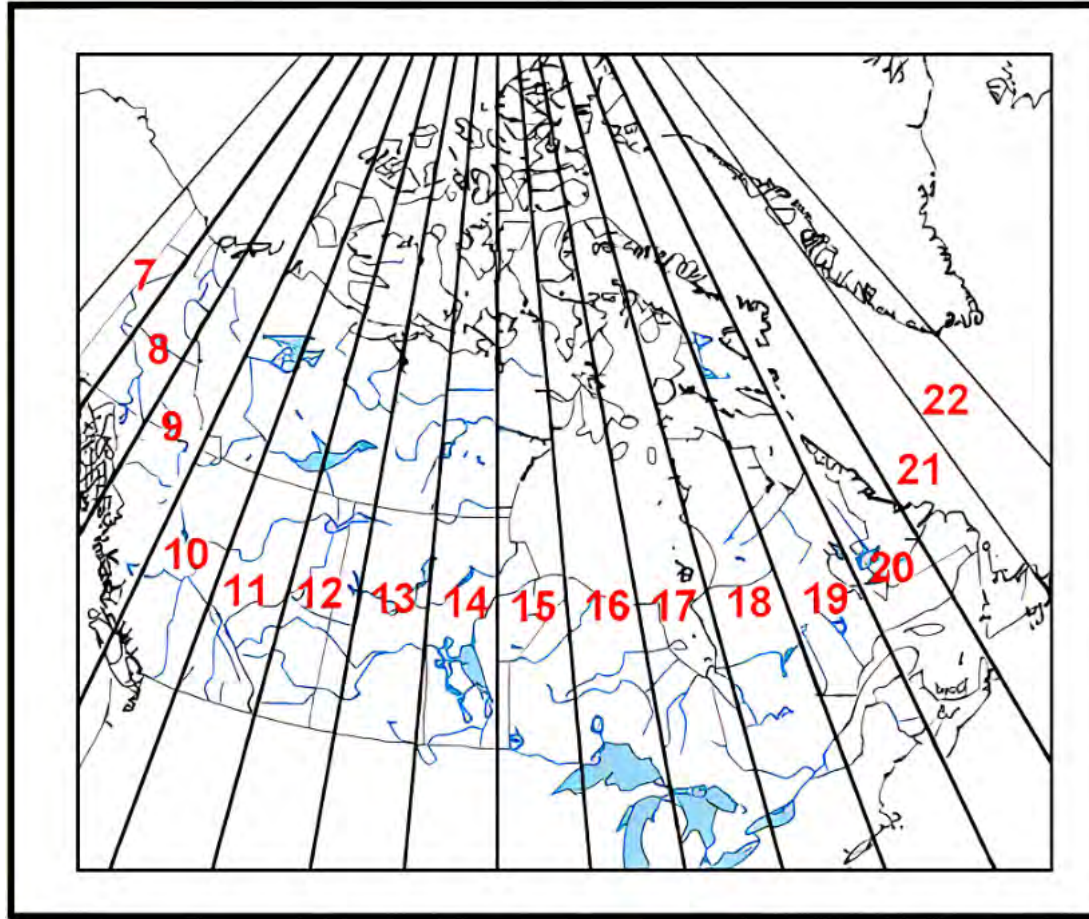
Degrés décimaux :  $+40,446--79,982$

Principales latitudes  
et longitudes  
choisies à la surface  
de la Terre





# Zones UTM — Canada



# Époques du Canada

## Époques NAD83(SCRS) adoptées pour les agences géodésiques provinciales du Canada

Province	Epoch
Colombie-Britannique (territoire continental)	2002
Colombie-Britannique (île de Vancouver)	1997
Alberta	2002
Saskatchewan	1997
Manitoba	2010
Ontario	2010
Québec	1997
Nouveau-Brunswick	1997
Île-du-Prince-Édouard	2010
Nouvelle-Écosse	2010
Terre-Neuve et Labrador	2010
Nunavut	2010
Territoires du Nord-Ouest	2010
Yukon	2002

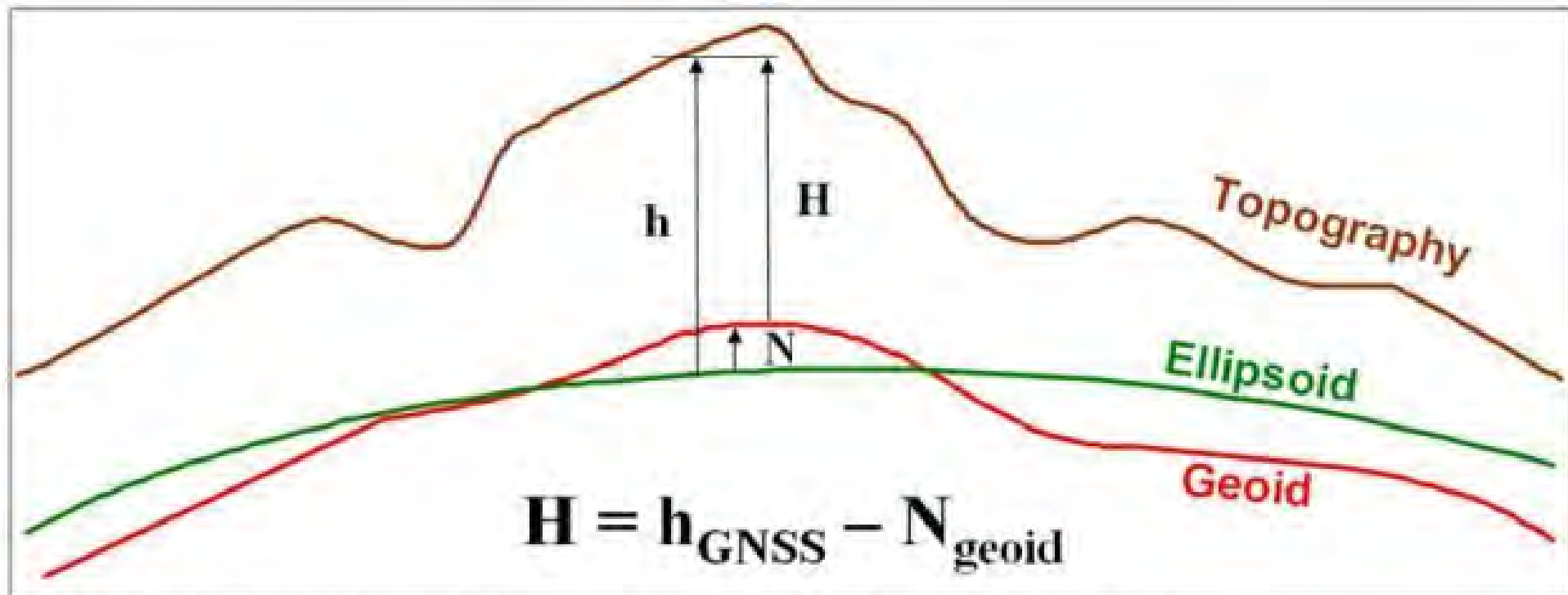
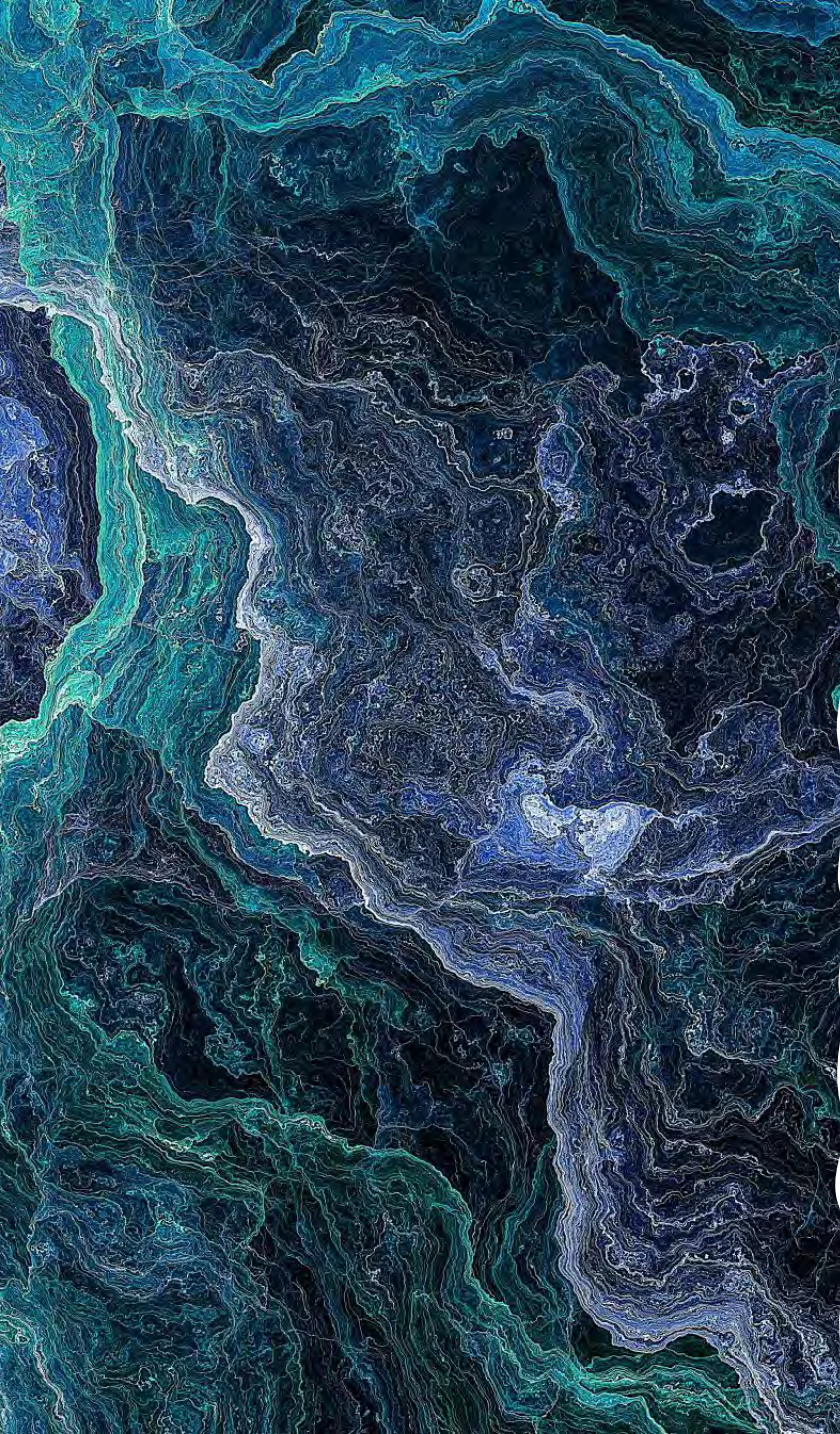


Figure 1: The ellipsoidal height ( $h$ ), orthometric height ( $H$ ) and geoid height ( $N$ )

Orthometric height ( $H$ ), often referred as Mean Sea Level Height, can be obtained by subtracting the geoid height ( $N$ ) from the GNSS ellipsoidal height ( $h$ ):  $H = h - N$ . A geoid height ( $N$ ) is positive (+) when the geoid is above the ellipsoid and negative (-) when it is below.

Question ?





# Géomatique

---

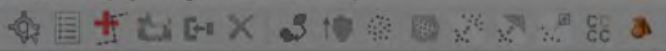
Logiciel





# Liens de téléchargement de logiciels

- R Studio  
<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>
- Cloud Compare  
<https://www.cloudcompare.org/release/index.html>
- QGIS  
<https://www.qgis.org/fr/site/forusers/download.html>
- Google Earth  
<https://www.google.com/earth/versions/#download-pro>



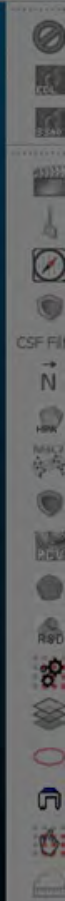
File Explorer

- sl\_triple\_return\_clean.las (C:/r\_las)
- sl\_triple\_return\_clean - Cloud

Properties



# Cloud Compare



Log Console

```
4:03] [LoD][pass 2] Level 8: 49149 cells (+9496)  
4:03] [LoD][pass 2] Level 9: 184529 cells (+58418)  
4:03] [LoD][pass 2] Level 10: 593260 cells (+337065)  
4:04] [LoD] Acceleration structure ready for cloud 'sl_triple_return_clean - Cloud' (max level: 13 / mem. = 67.60 Mb / duration: 15.3 s.)
```



sl\_triple\_return\_clean.las (C:/r\_las)

sl\_triple\_return\_clean - Cloud

# Cloud Compare

À utiliser lorsque l'on travaille avec des nuages de points

Possibilité de créer des modèles numériques de surface, des modèles numériques de terrain et des modèles numériques d'élévation

Possibilité d'effectuer des calculs volumétriques

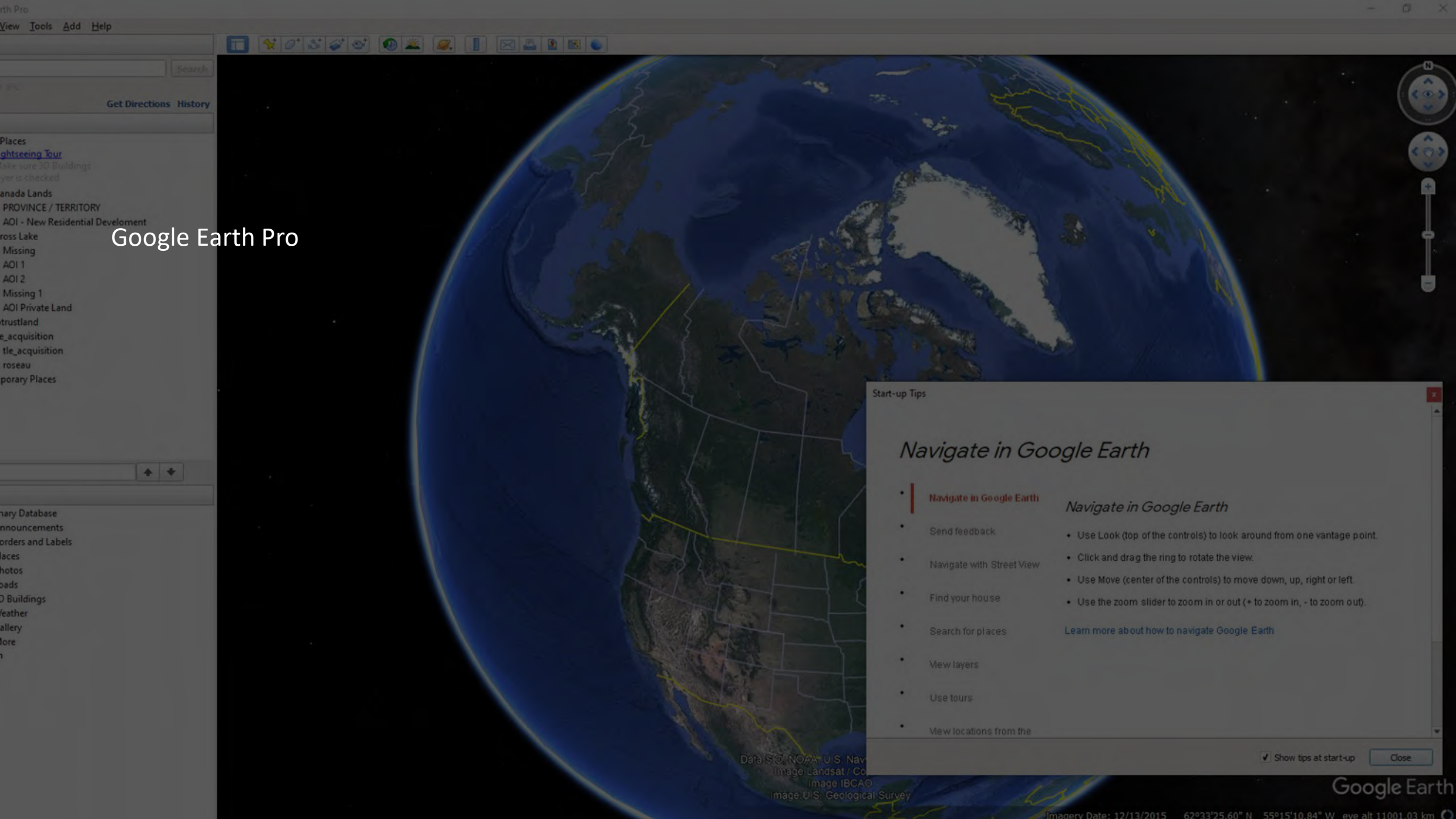
250

4:03] [LoD][pass 2] Level 8: 49149 cells (+9496)

4:03] [LoD][pass 2] Level 9: 184529 cells (+58418)

4:03] [LoD][pass 2] Level 10: 593260 cells (+337065)

4:04] [LoD] Acceleration structure ready for cloud 'sl\_triple\_return\_clean - Cloud' (max level: 13 / mem. = 67.60 Mb / duration: 15.3 s.)



Google Earth Pro

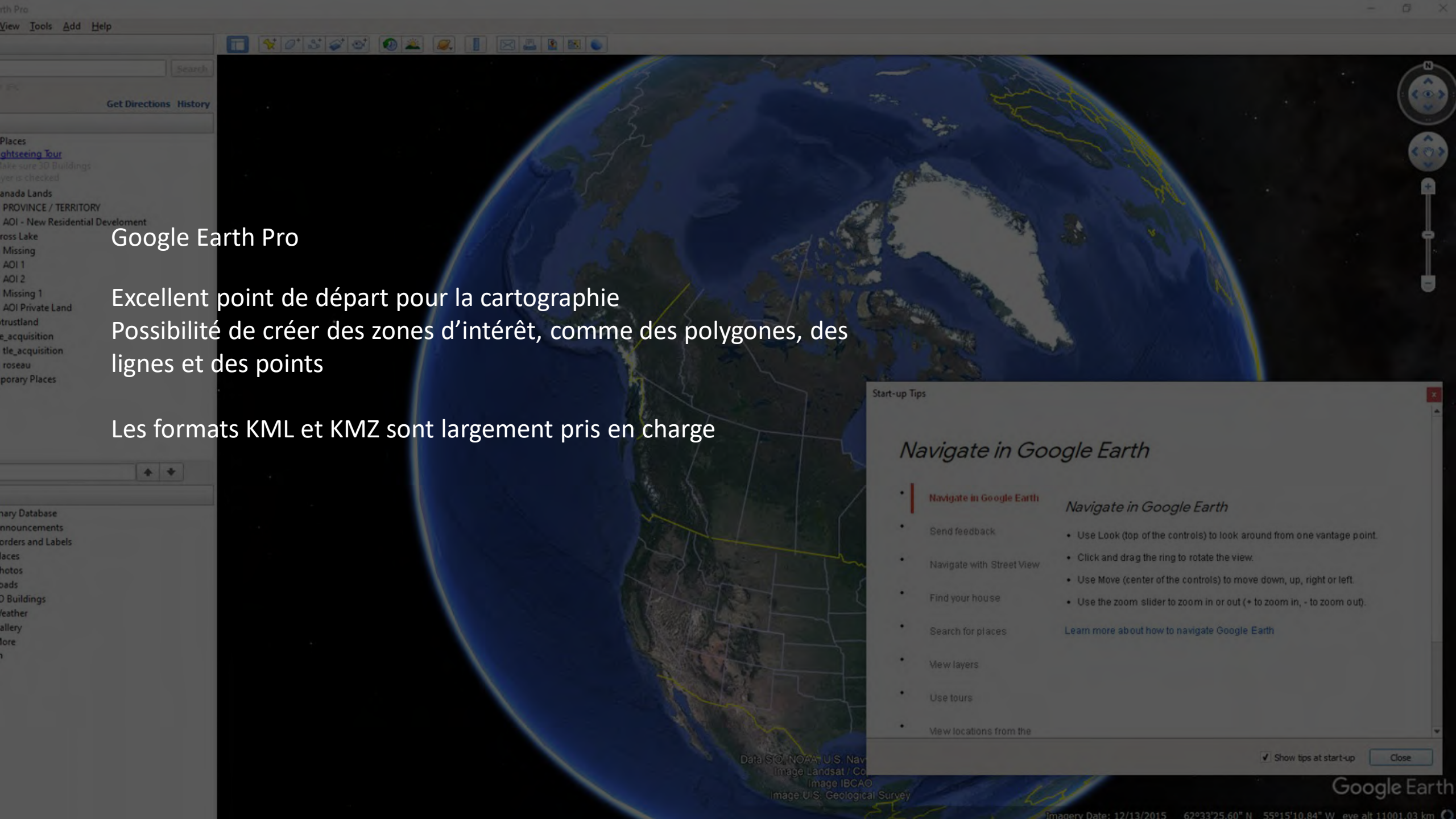
Start-up Tips

### Navigate in Google Earth

- **Navigate in Google Earth** *Navigate in Google Earth*
  - Send feedback
  - Navigate with Street View
  - Find your house
  - Search for places
  - View layers
  - Use tours
  - View locations from the
- Use Look (top of the controls) to look around from one vantage point.
  - Click and drag the ring to rotate the view.
  - Use Move (center of the controls) to move down, up, right or left.
  - Use the zoom slider to zoom in or out (+ to zoom in, - to zoom out).
- [Learn more about how to navigate Google Earth](#)

Show tips at start-up Close





## Google Earth Pro

Excellent point de départ pour la cartographie  
Possibilité de créer des zones d'intérêt, comme des polygones, des lignes et des points

Les formats KML et KMZ sont largement pris en charge

Start-up Tips

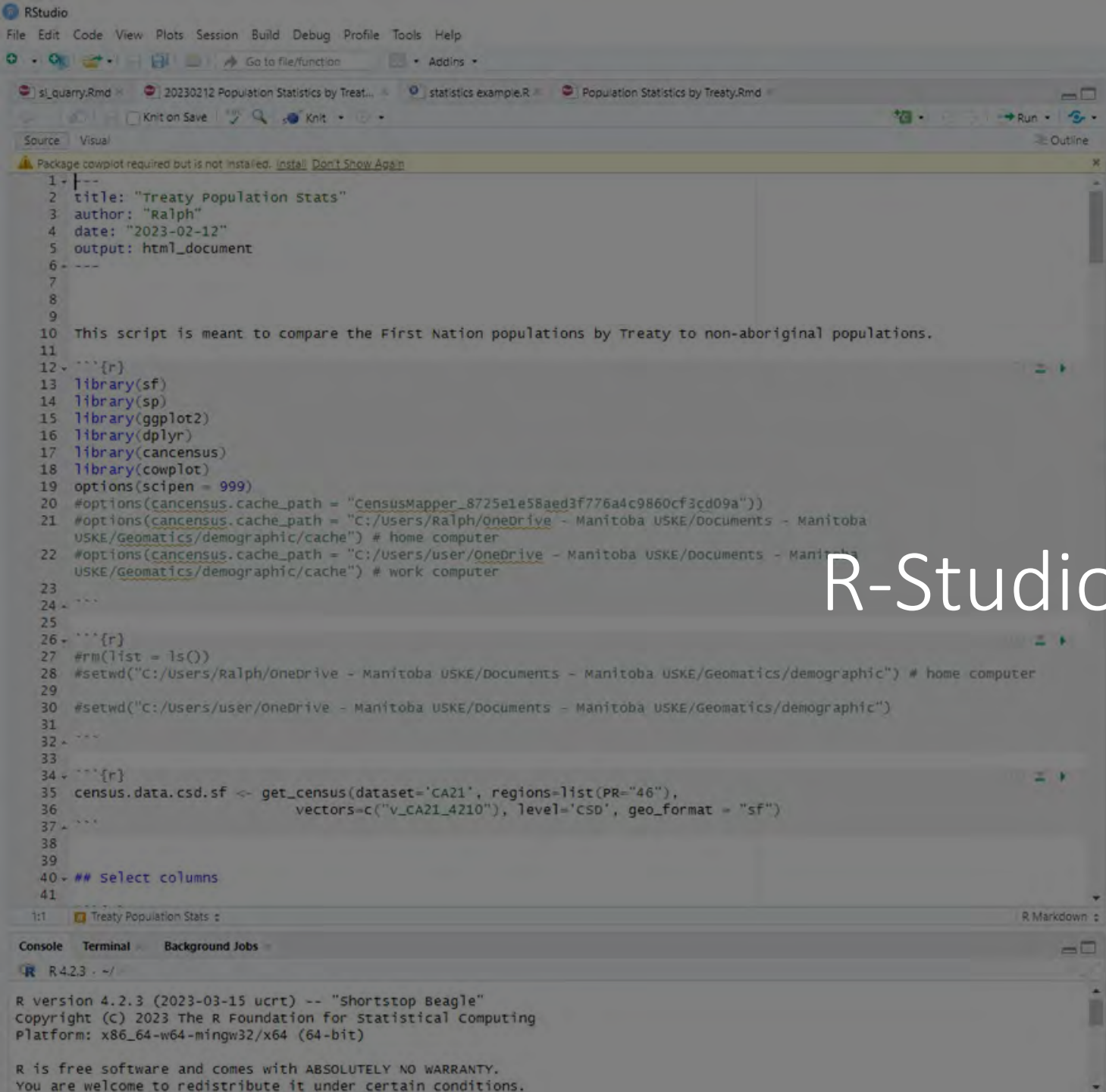
### Navigate in Google Earth

- **Navigate in Google Earth** *Navigate in Google Earth*
- Send feedback
- Navigate with Street View
- Find your house
- Search for places
- View layers
- Use tours
- View locations from the

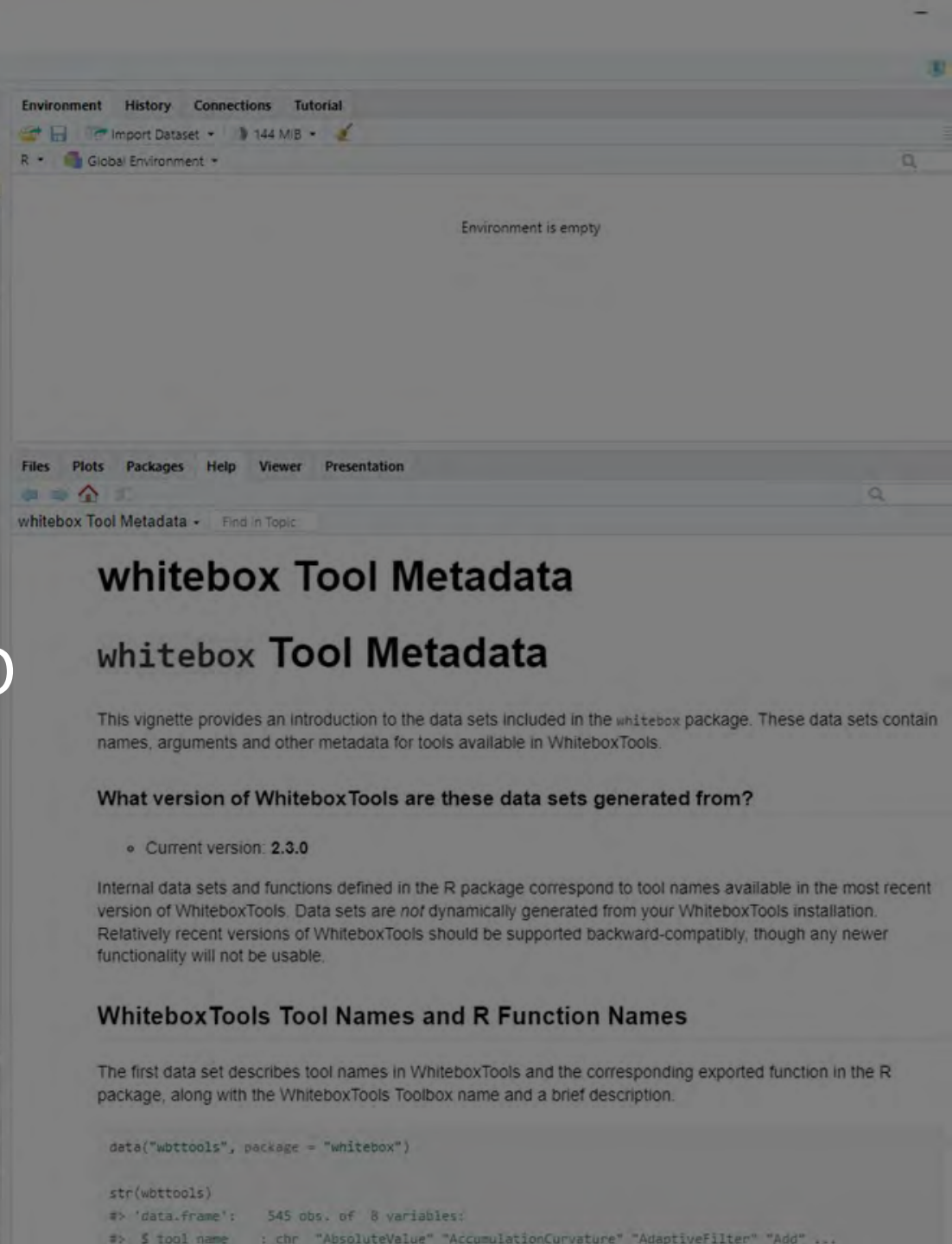
- Use Look (top of the controls) to look around from one vantage point.
- Click and drag the ring to rotate the view.
- Use Move (center of the controls) to move down, up, right or left.
- Use the zoom slider to zoom in or out (+ to zoom in, - to zoom out).

[Learn more about how to navigate Google Earth](#)

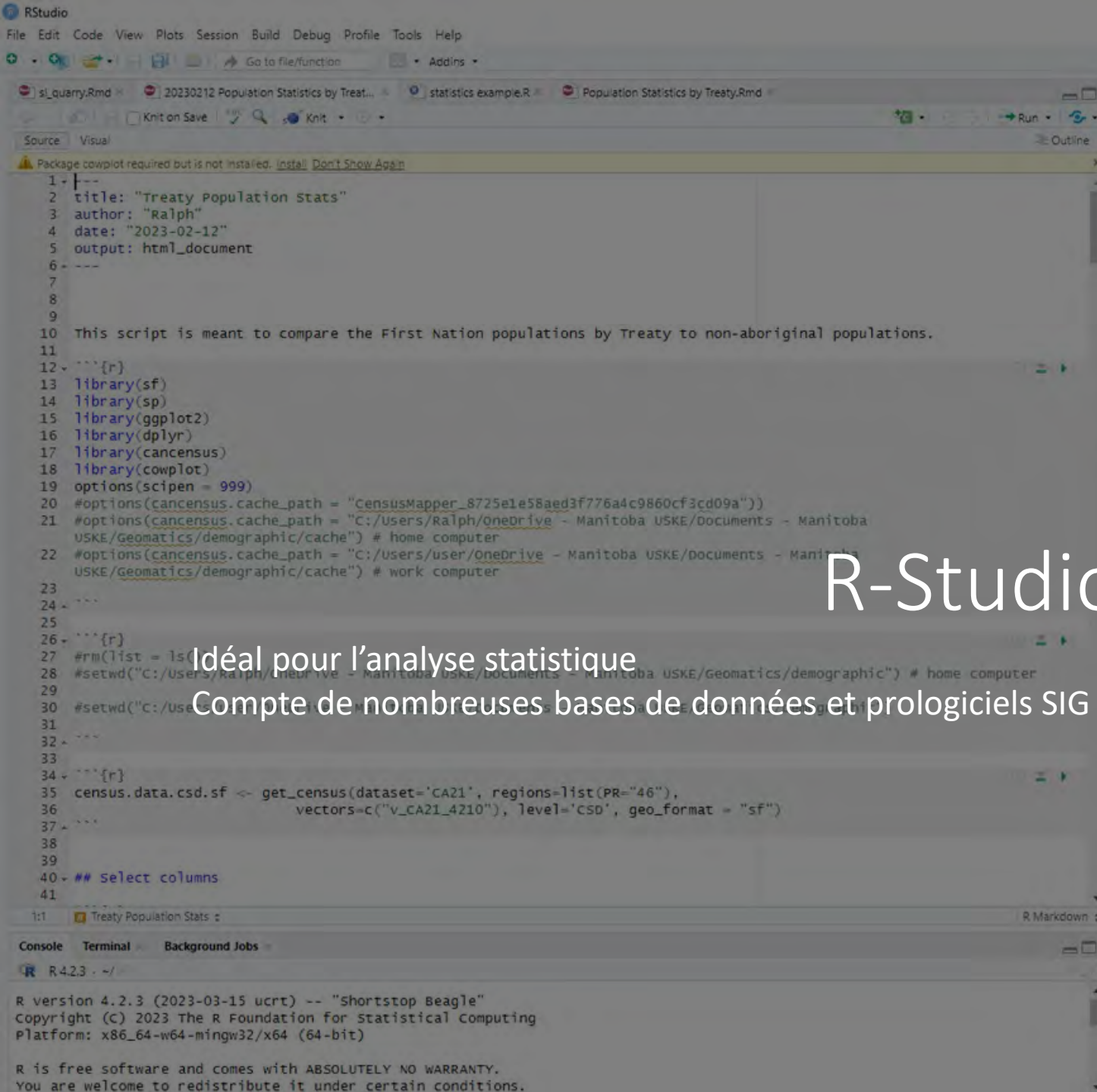
Show tips at start-up



R-Studio

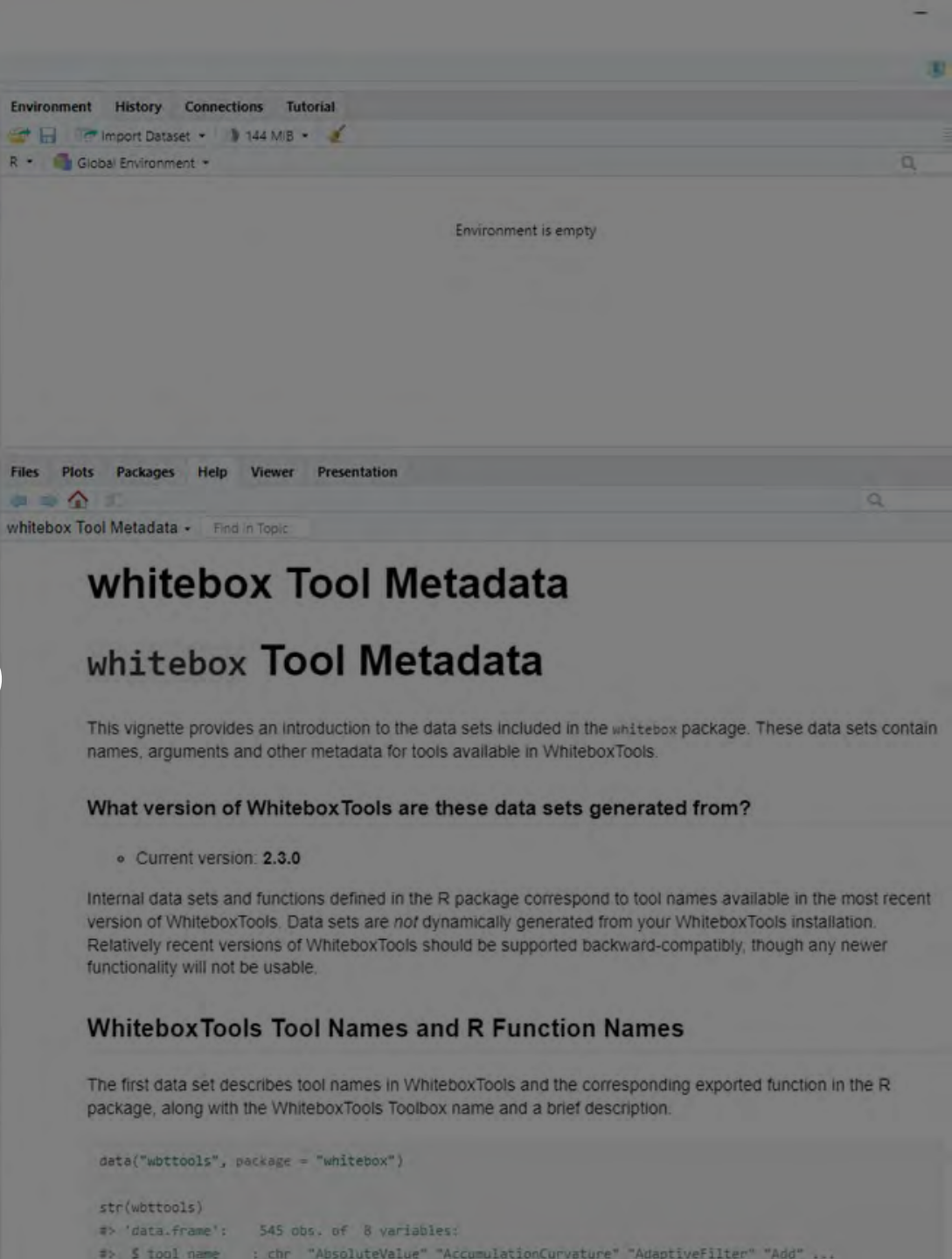


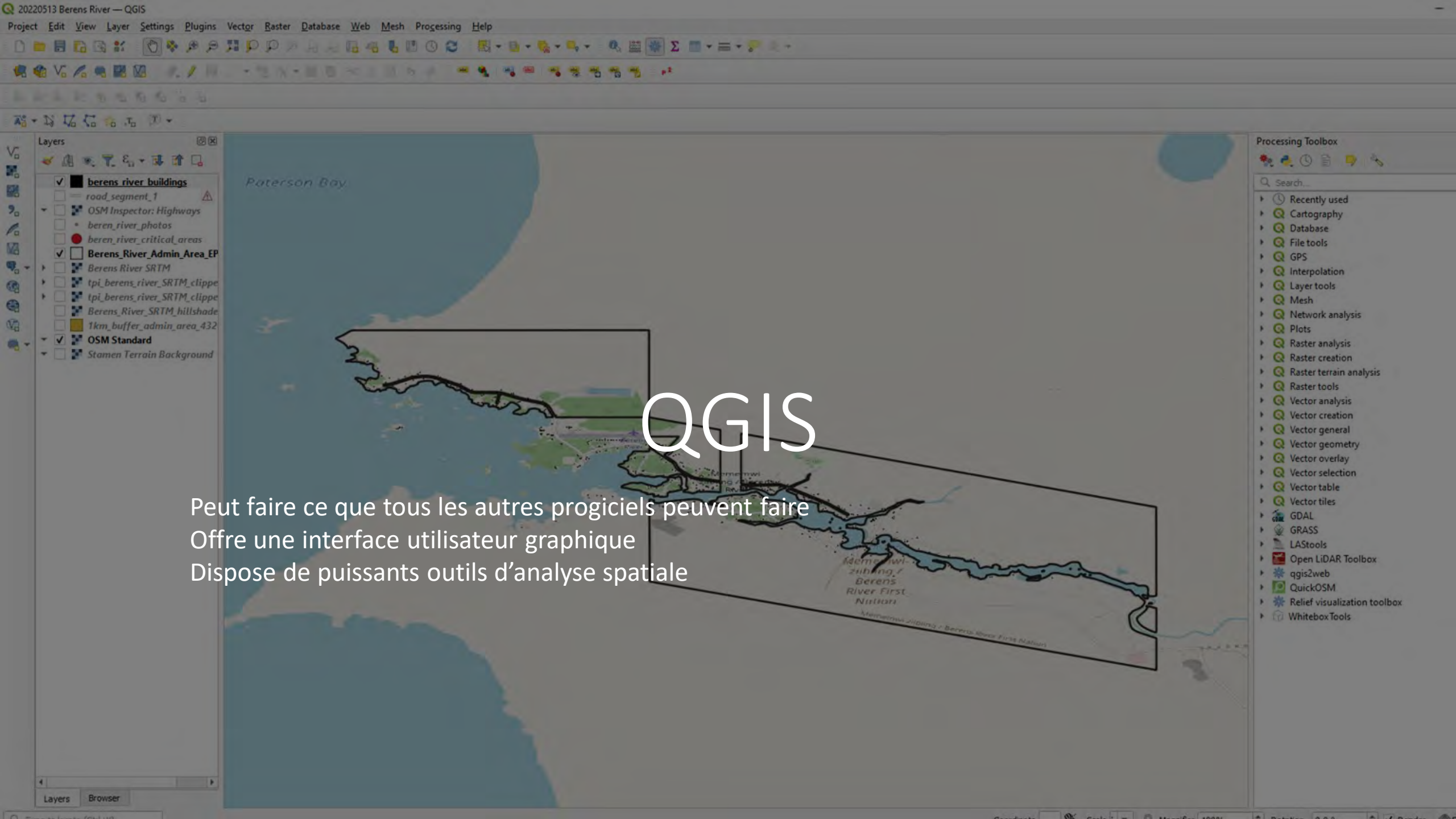




# R-Studio

Idéal pour l'analyse statistique  
Compte de nombreuses bases de données et logiciels SIG





# QGis

Peut faire ce que tous les autres progiciels peuvent faire  
Offre une interface utilisateur graphique  
Dispose de puissants outils d'analyse spatiale



# Considérations relatives au matériel informatique

Exigences minimales

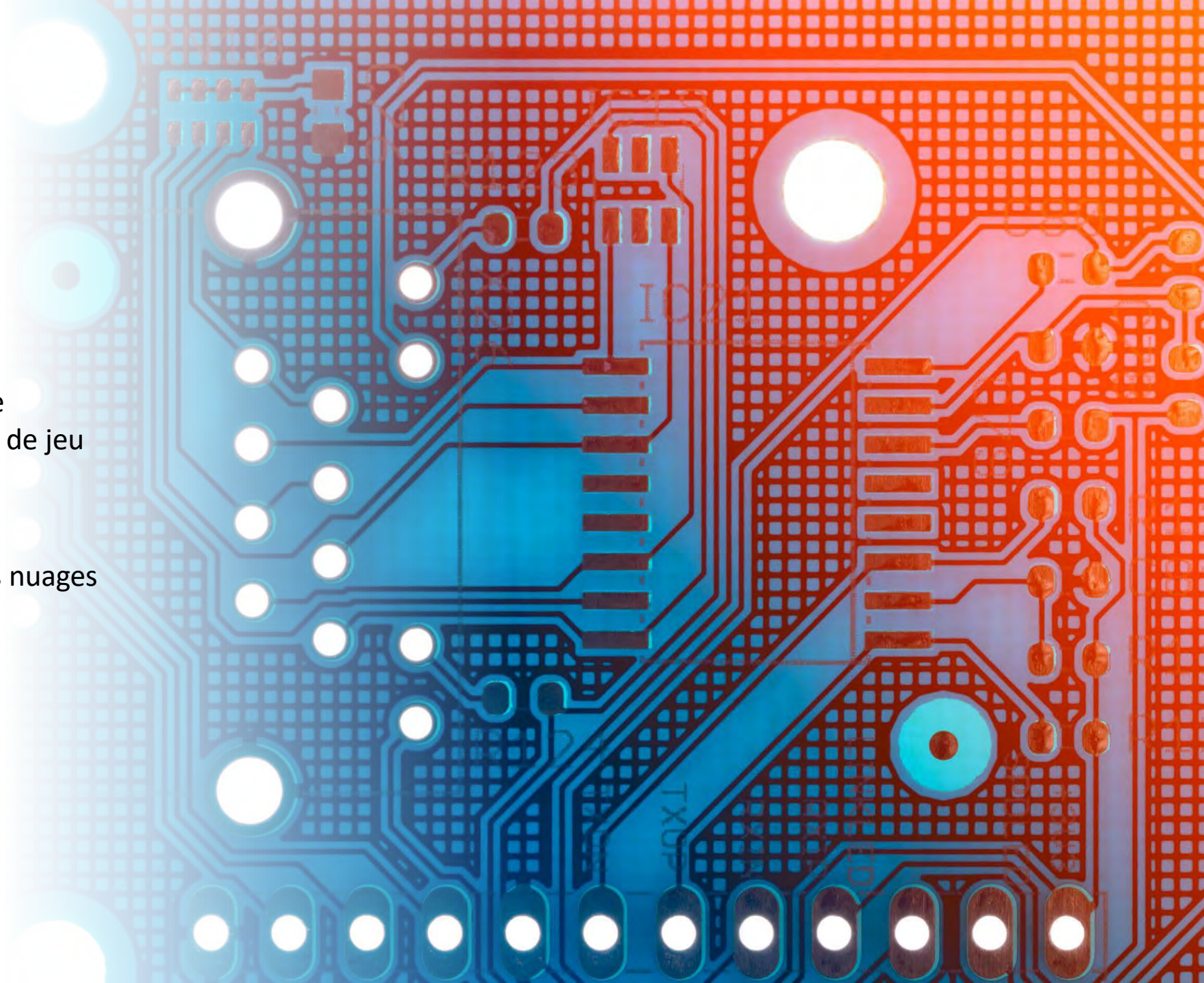
Recommandation rapide et facile

Le meilleur ordinateur de jeu que vous puissiez vous offrir

- i7 (ou équivalent) ou mieux
- 16 Go de RAM (32 Go pour les nuages de points)
- 500 GO de SSD
- Disque dur de 1 TO

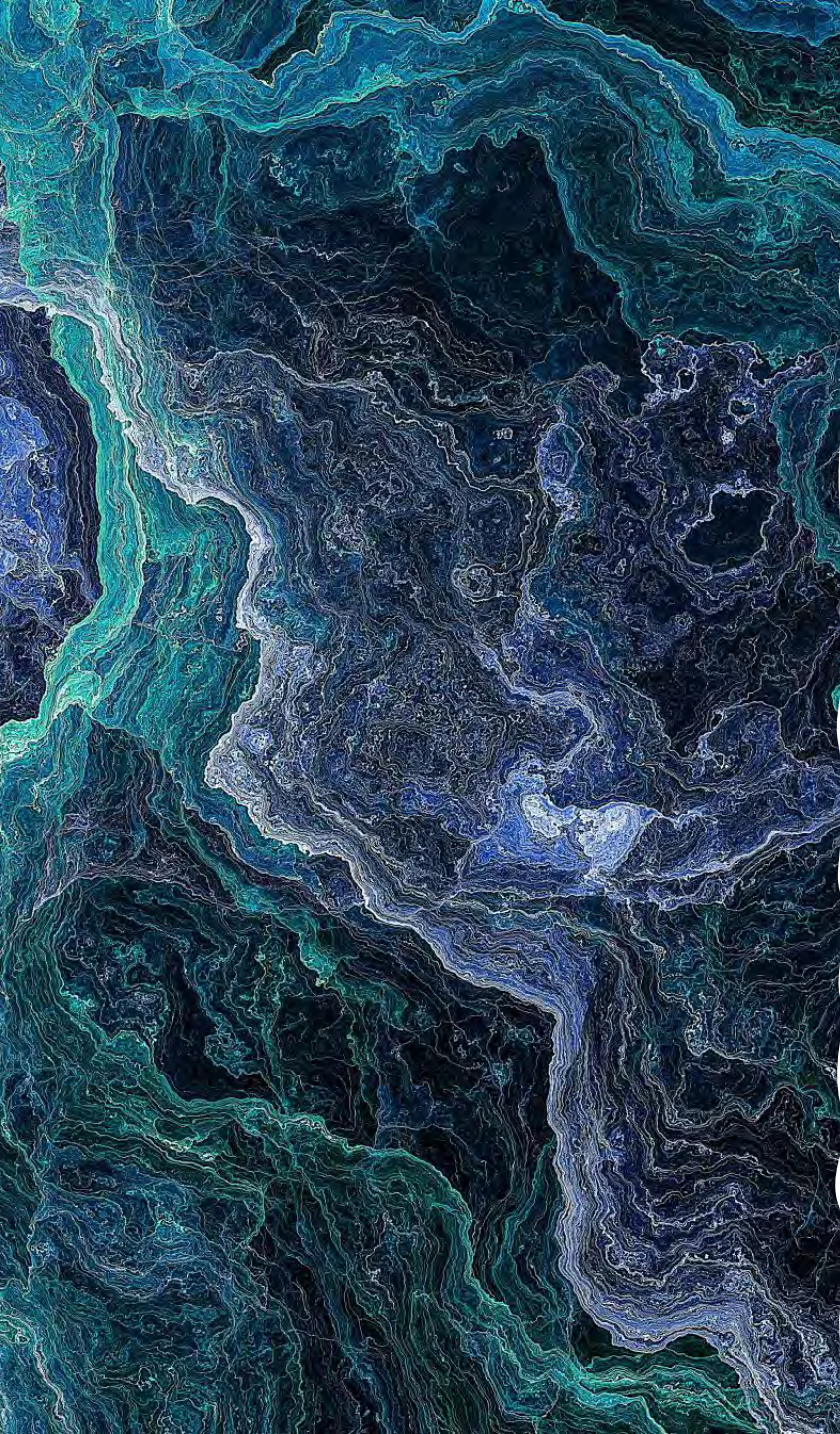
Création d'orthomosaiques

- Carte graphique NVIDIA (RTX)



Question ?





# Géomatique

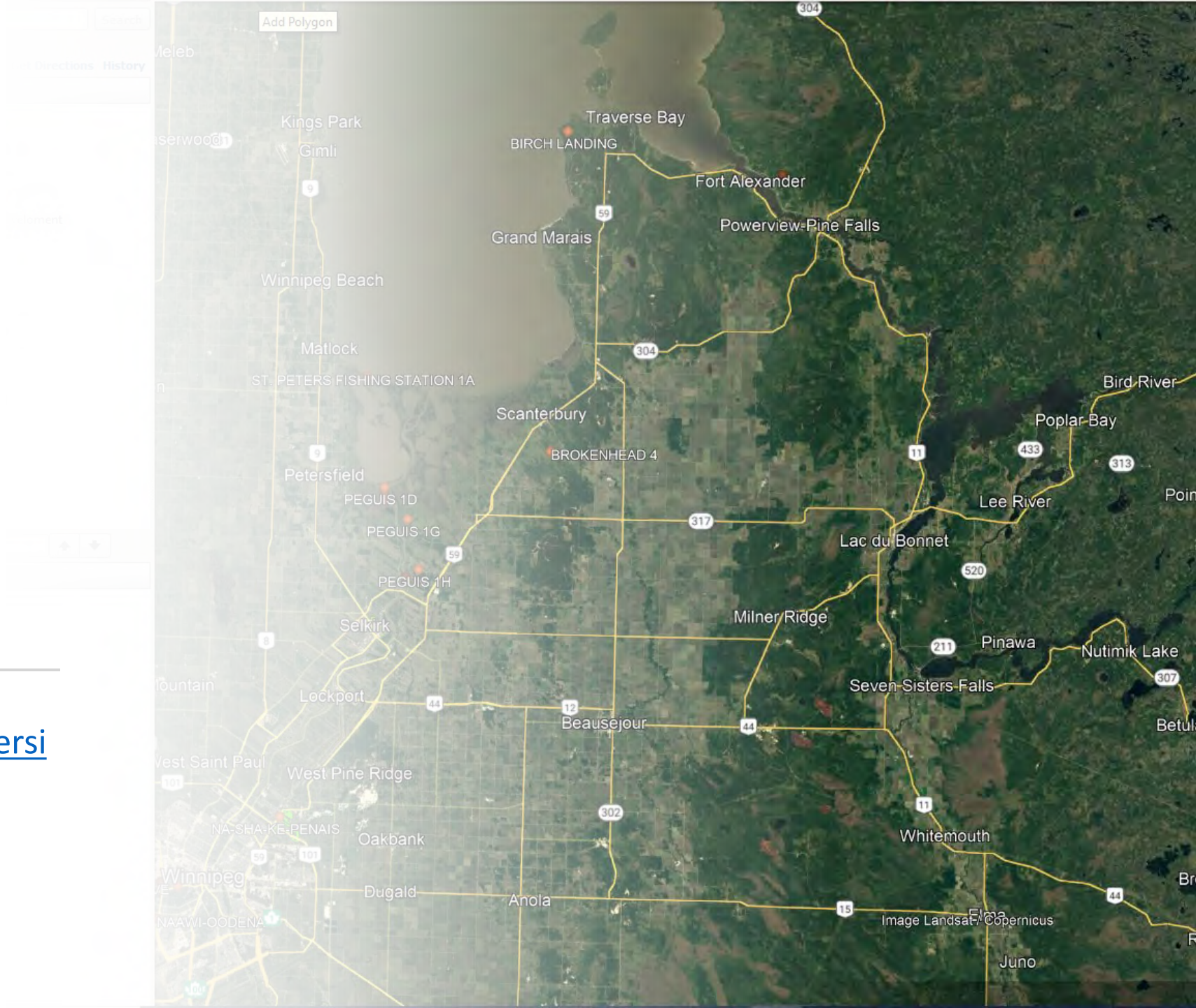
---

Google Earth Pro

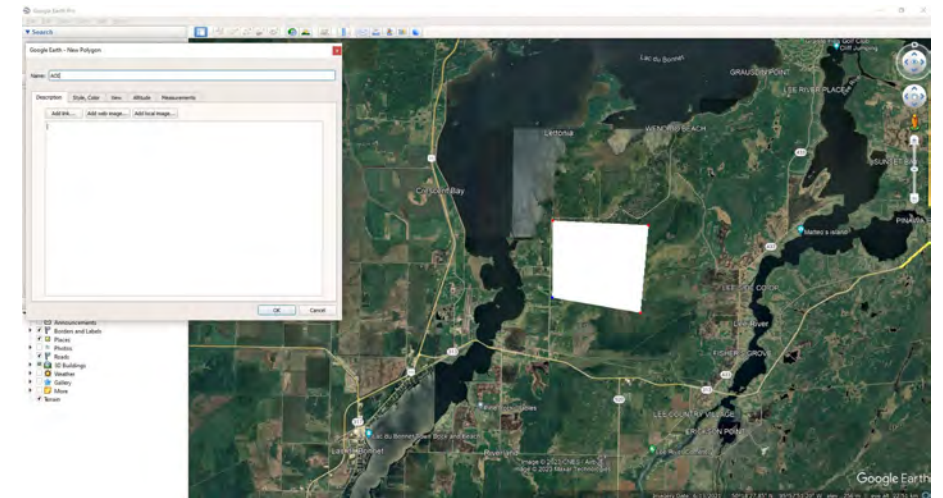


# Google Earth Pro

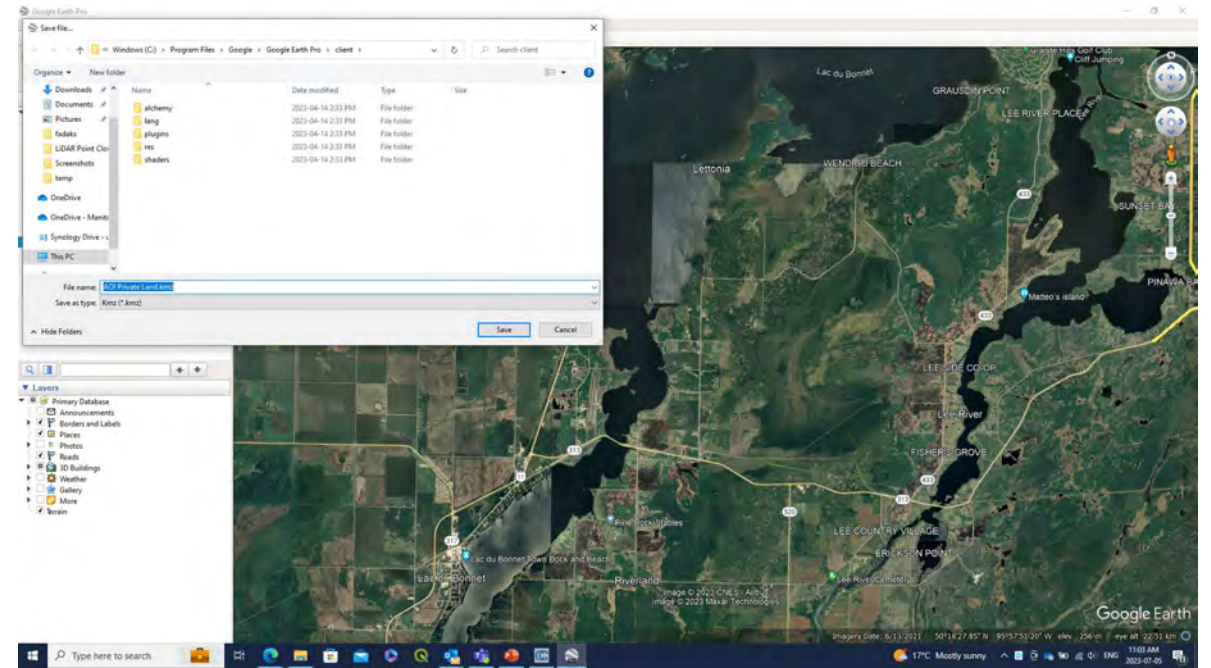
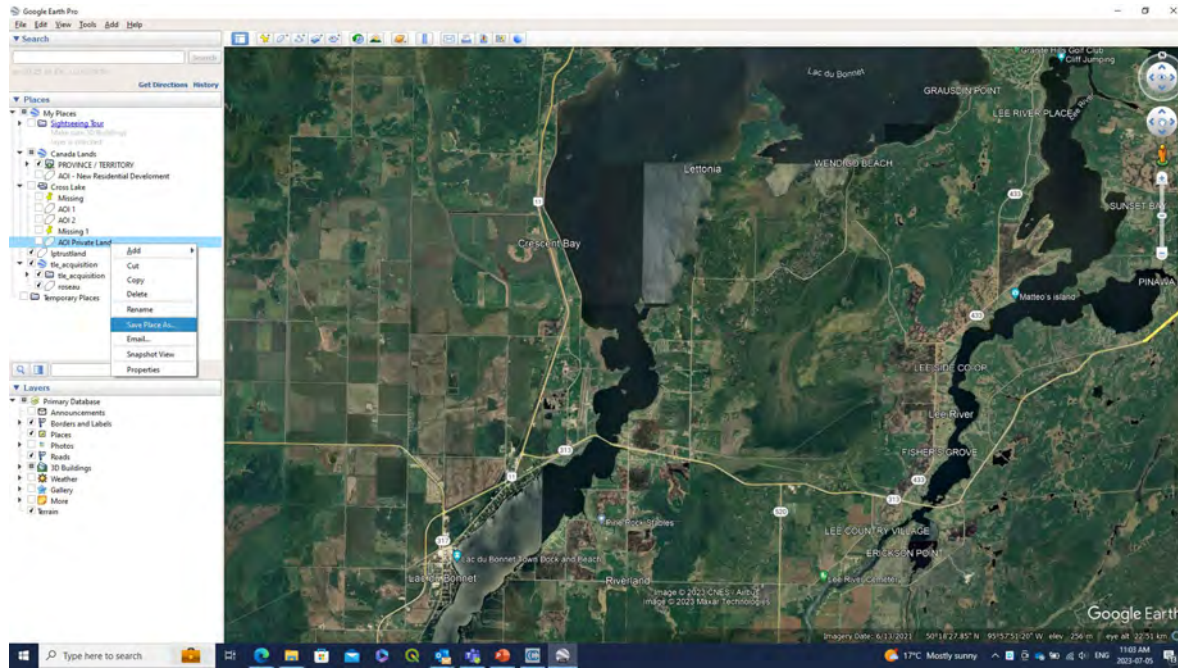
<https://www.google.com/earth/versions/#download-pro>



# Création de polygones à l'aide de Google Earth







Exportation de fichiers KML/KMZ



# Google Earth Pro

## Superposition de couches illustrant les terres du Canada

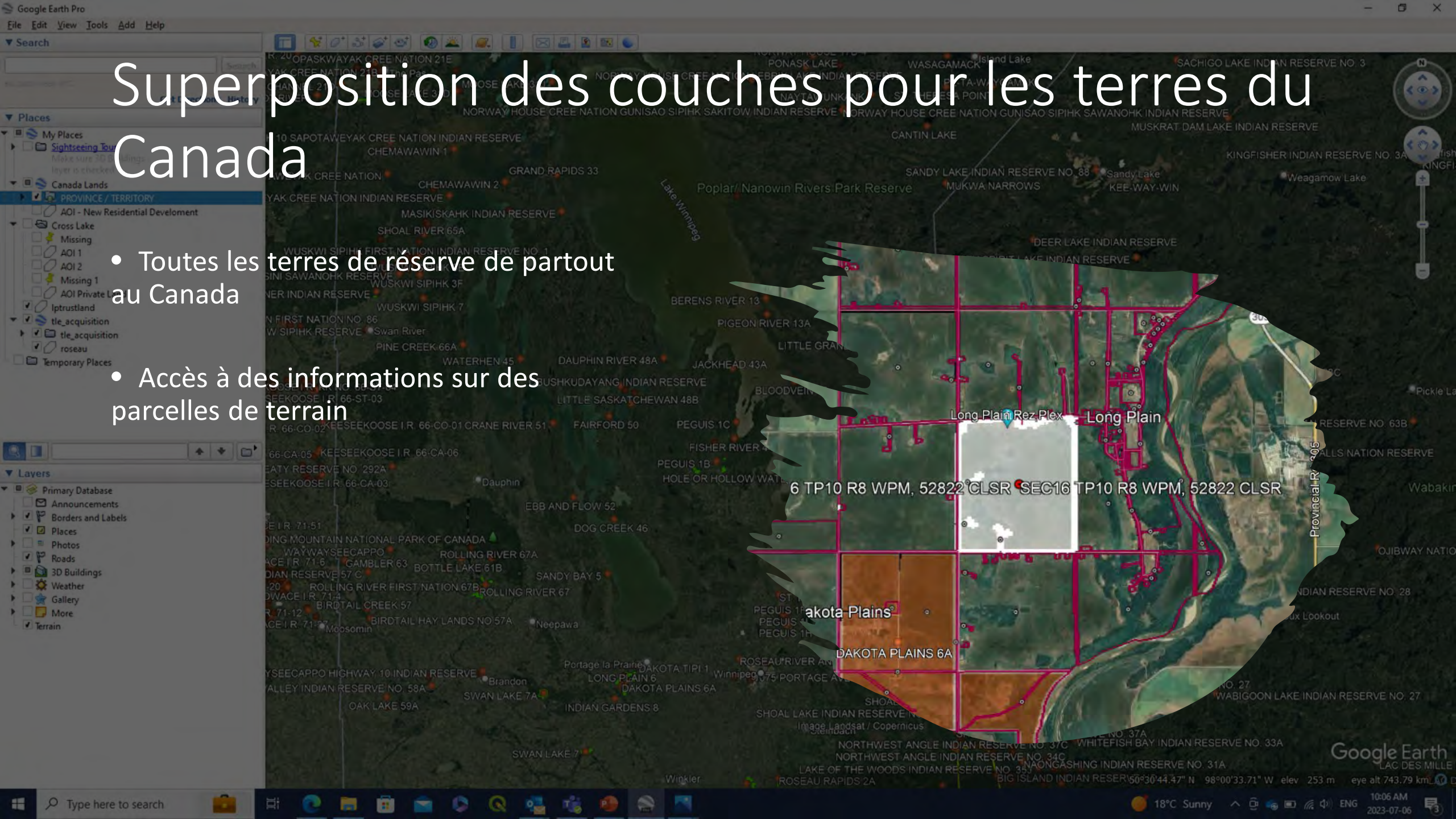
<https://ressources-naturelles.canada.ca/sciences-de-la-terre/geomatique/outils-et-applications-arpentage-des-terres-au-canada/11095>





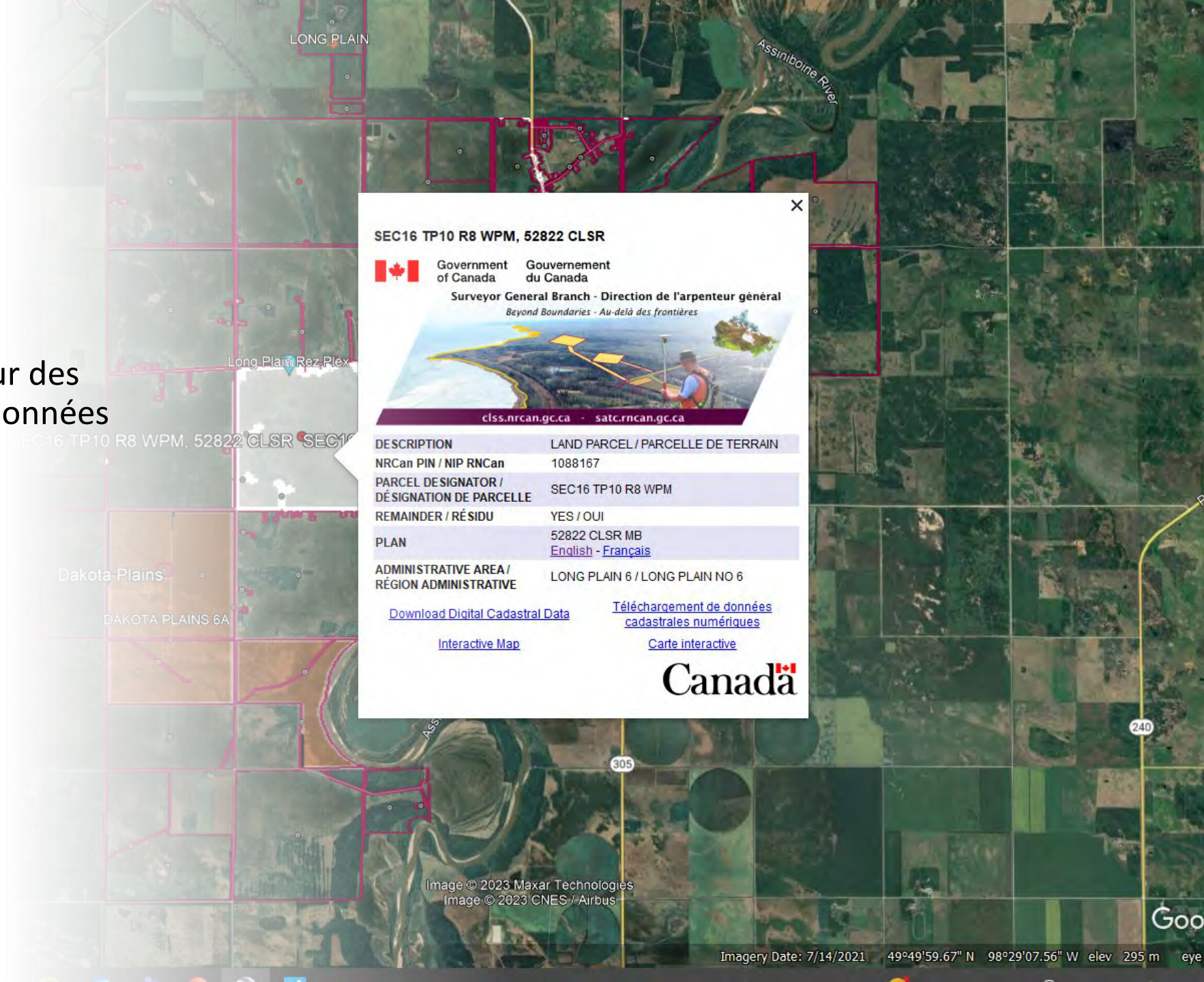
# Superposition des couches pour les terres du Canada

- Toutes les terres de réserve de partout au Canada
- Accès à des informations sur des parcelles de terrain





- Accès aux informations sur des parcelles de terrain et des données d'arpentage



### SEC16 TP10 R8 WPM, 52822 CLSR



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Surveyor General Branch - Direction de l'arpenteur général

Beyond Boundaries - Au-delà des frontières



[clss.nrcan.gc.ca](http://clss.nrcan.gc.ca) - [satc.nrcan.gc.ca](http://satc.nrcan.gc.ca)

DESCRIPTION	LAND PARCEL / PARCELLE DE TERRAIN
NRCan PIN / NIP RNCan	1088167
PARCEL DESIGNATOR / DÉSIGNATION DE PARCELLE	SEC16 TP10 R8 WPM
REMAINDER / RÉSIDU	YES / OUI
PLAN	52822 CLSR MB <a href="#">English - Français</a>
ADMINISTRATIVE AREA / RÉGION ADMINISTRATIVE	LONG PLAIN 6 / LONG PLAIN NO 6

[Download Digital Cadastral Data](#)

[Téléchargement de données  
cadastrales numériques](#)

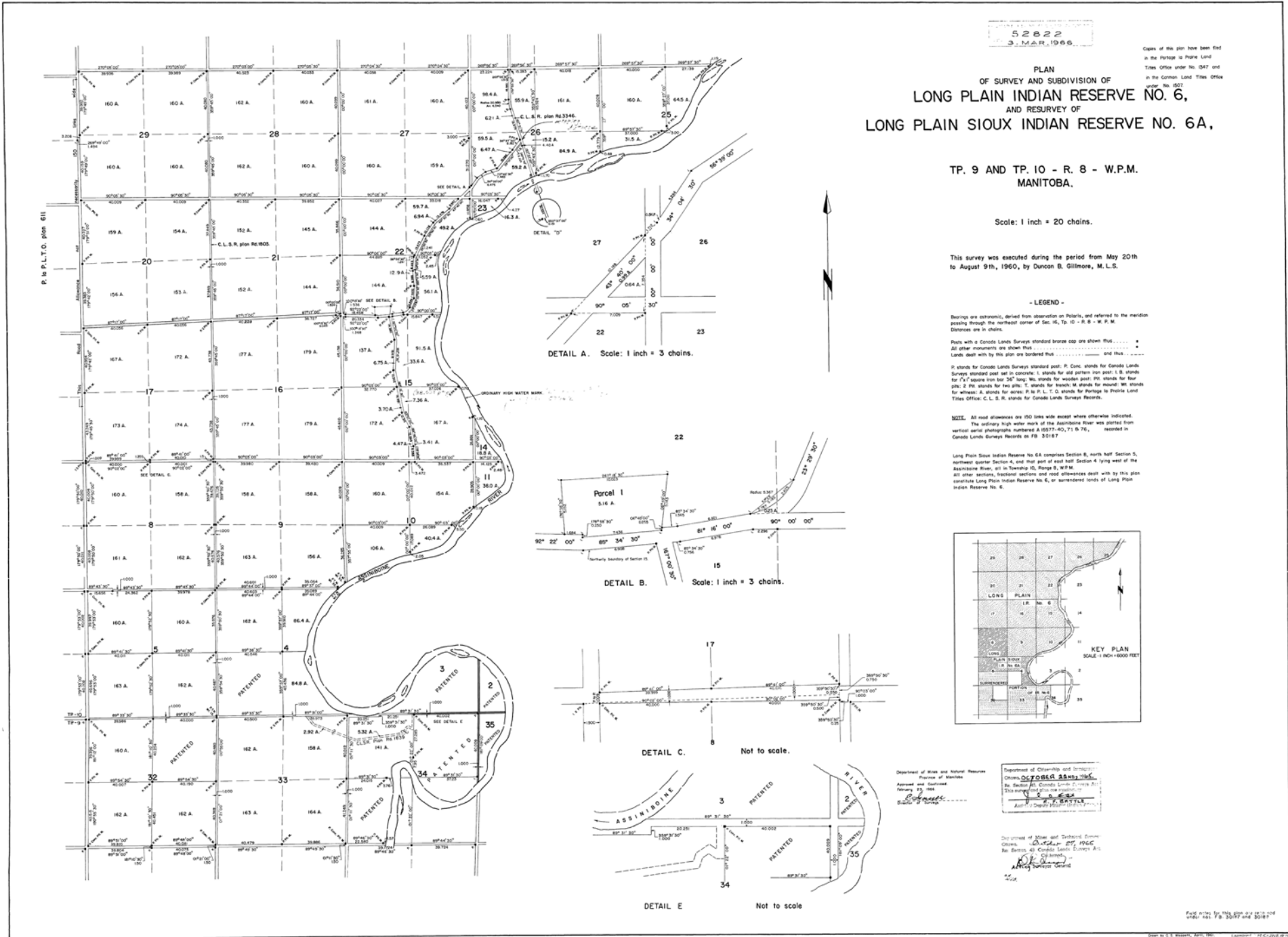
[Interactive Map](#)

[Carte interactive](#)

Canada

Image © 2023 Maxar Technologies  
Image © 2023 CNES / Airbus

# Données d'arpentage





Question ?



# Géomatique

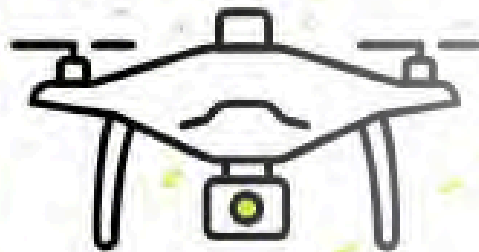
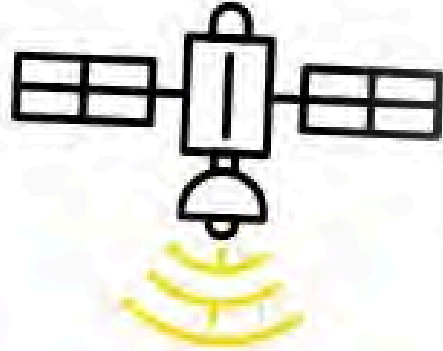
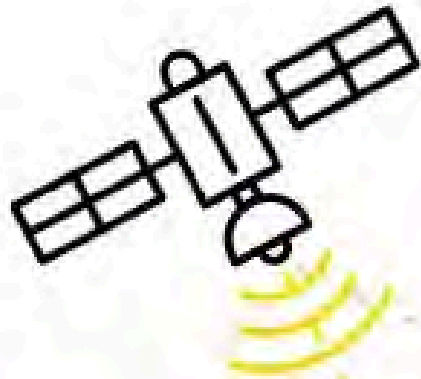
---

GPS

# PPK vs RTK

## Technologies de correction GPS

- La différence est le moment où la correction de position a lieu
- RTK = **Real Time Kinematics**, soit la cinématique en temps réel)(la correction a lieu pendant l'acquisition des données)
- PPK = **cinématique de post-traitement** (la correction a lieu après l'acquisition des données)

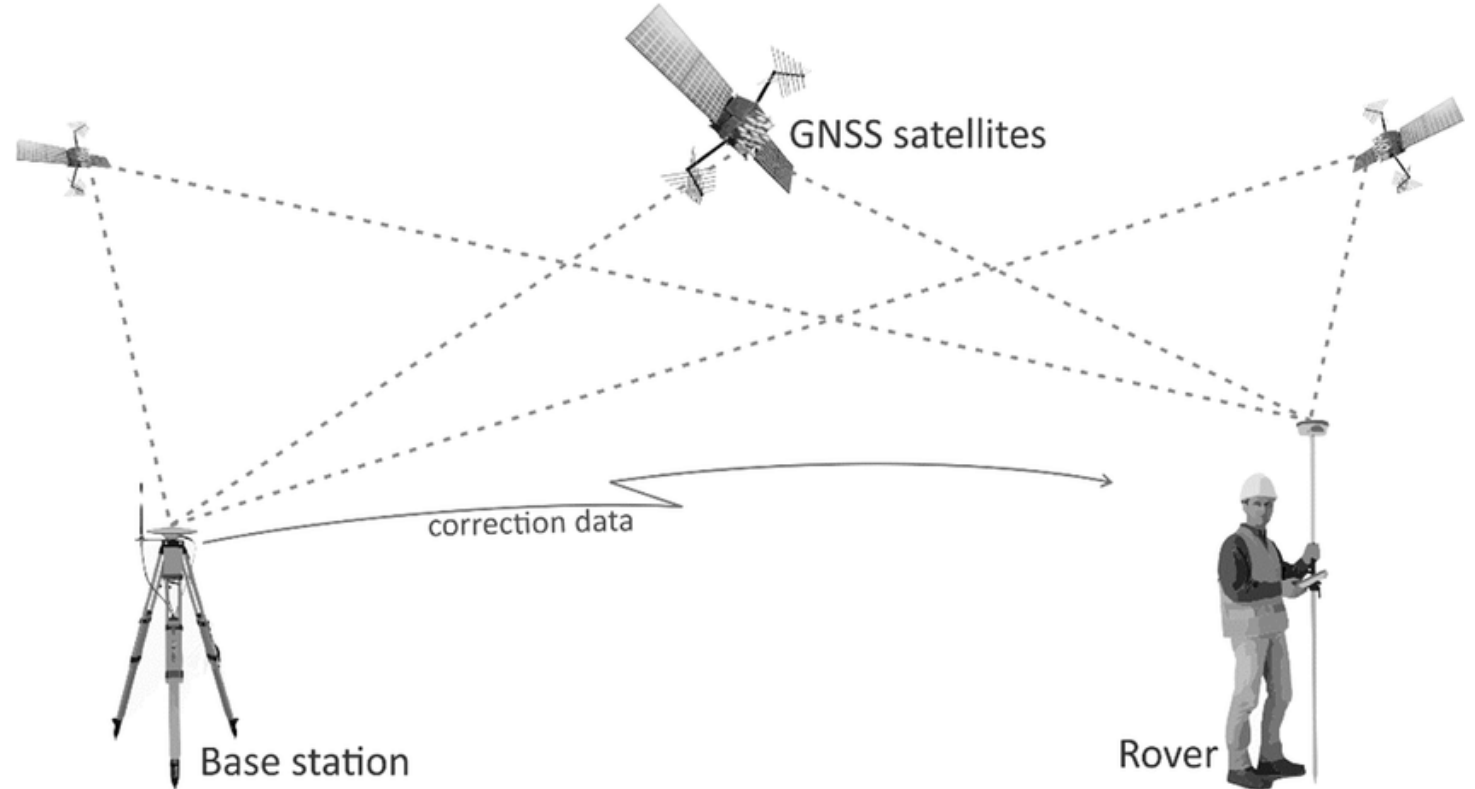




La correction d'erreurs dans les systèmes de navigation actuels par satellite (GNSS).

---

- Configuration sur un point connu
- Si aucun point n'est disponible, installez l'équipement et laissez rouler pendant +12 heures
- Envoyer le fichier RINEX à RNCAN à des fins de post-traitement et de corrections



*Image tirée d'un article anglais*



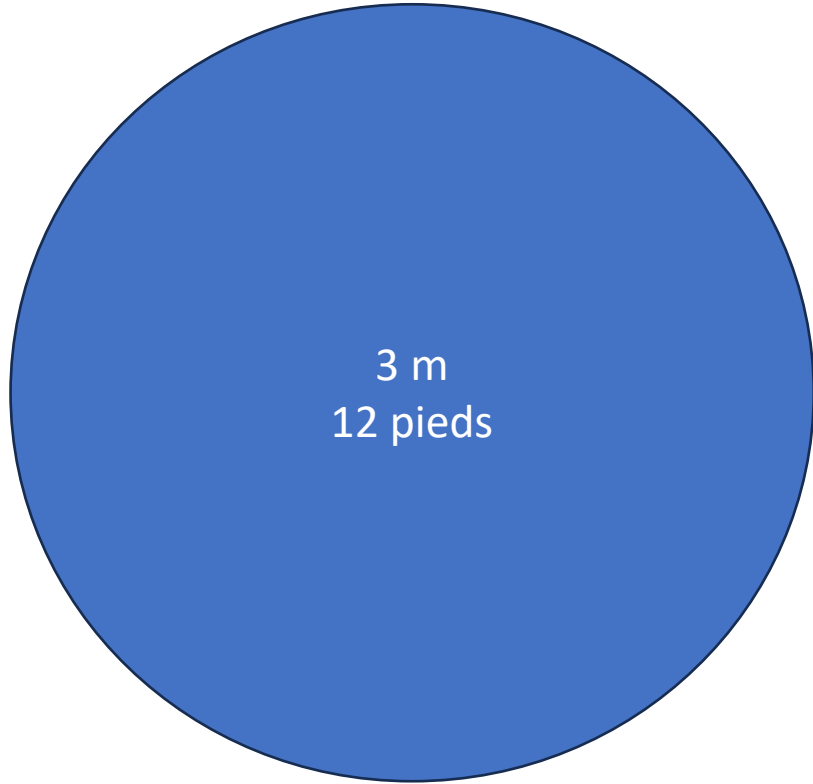
Grande exactitude

Faible précision

«L'exactitude est la proximité d'un ensemble donné de mesures (observations ou lectures) par rapport à leur valeur réelle, tandis que la précision est la proximité des mesures les unes par rapport aux autres...»

[https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy\\_and\\_precision](https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision) (en anglais)

# Précision



3 m  
12 pieds

Drone GPS  
(ex. Phantom)



1 m  
3 feet

GPS assisté  
(ex. Mavic)



1,3 cm  
0,0426509 feet

RTK et PPK

\* Pas à l'échelle





## CSRS-PPP 3.50.0 (2021-03-10)



sflog001.yyo  
SEPT

<b>Data Start</b> 2021-08-18 15:10:00.00	<b>Data End</b> 2021-08-18 16:02:00.00	<b>Duration of Observations</b> 0:52:00
<b>Processing Time</b> 18:37:04 UTC 2021/08/18		<b>Product Type</b> NRCan Ultra-rapid
<b>Observations</b> Phase and Code	<b>Frequency</b> Double	<b>Mode</b> Static
<b>Elevation Cut-Off</b> 7.5 degrees	<b>Rejected Epochs</b> 0.00 %	<b>Fixed Ambiguities</b> 89.76 %
<b>Antenna Model</b> SEPALTUS_NR3 NONE	<b>APC to ARP</b> L1 = 0.068 m L2 = 0.062 m	<b>ARP to Marker</b> H:0.000m / E:0.000m / N:0.000m
		<b>Estimation Steps</b> 30.00 sec

(APC = antenna phase center; ARP = antenna reference point)

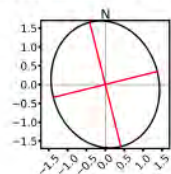
### Estimated Position for sflog001.yyo

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Ell. Height
ITRF14 (2021.6)	50° 3' 48.94658"	-97° 57' 34.24126"	222.642 m
Sigmas(95%)	0.013 m	0.011 m	0.056 m
A priori*	50° 3' 48.94585"	-97° 57' 34.26083"	220.743 m
Estimated - A priori	0.023 m	0.389 m	1.900 m

Orthometric Height  
CGVD2013  
(CGG2013a)

249.417 m  
(click for height reference information)

95% Error Ellipse (cm)  
semi-major: 1.7 cm  
semi-minor: 1.4 cm  
semi-major azimuth: -14° 57' 41.04"

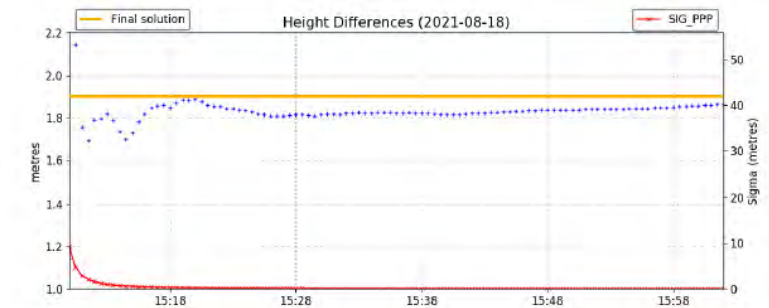
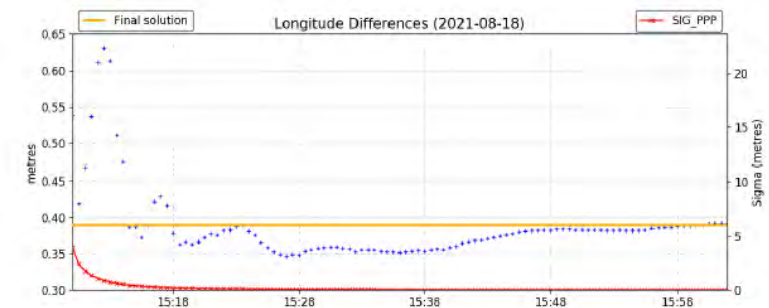
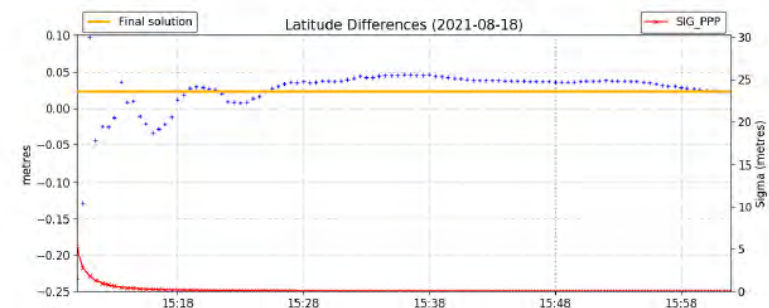


UTM (North)  
Zone 14

5546220.160 m (N)  
574469.643 m (E)  
Scale Factors  
0.99966811 (point)  
0.99963324 (combined)

\*(Coordinates from RINEX header used as a priori position)

i



Graphiques tirés d'un article anglais

2

Question ?

A white quadcopter drone is shown in flight, positioned centrally in the upper half of the frame. Below it, a vast field of tulips stretches to the horizon, with rows of yellow tulips on the left and rows of purple tulips on the right. The sky is a clear blue with scattered white clouds. The text 'PLANIFICATION DE LA SÉCURITÉ DES DRONES' is overlaid in white, sans-serif capital letters across the middle of the image.

PLANIFICATION  
DE LA SÉCURITÉ DES DRONES



# CONNAISSEZ VOTRE DRONE!

## MATRICE 300 RTK SPECIFICATIONS

ITEM	Specification
Dimensions	Unfolded, propellers excluded, 810*670*430 mm (L*W*H) Folded, propellers included, 430*420*430 mm (L*W*H)
Diagonal Wheelbase	895 mm
Weight (with single downward gimbal)	Approx. 3.6 kg (without batteries) Approx. 6.3 kg (with two TB60 batteries)
Max Payload	2.7 kg
Max Takeoff Weight	9 kg
Operating Frequency	2.4000-2.4835 GHz; 5.725-5.850 GHz
EIRP	2.4000-2.4835 GHz: 29.5 dBm (FCC); 18.5 dBm (CE) 18.5 dBm (SRRC); 18.5 dBm (MIC) 5.725-5.850 GHz: 28.5 dBm (FCC); 12.5 dBm (CE) 28.5 dBm (SRRC)
Hovering Accuracy (P-mode with GPS)	Vertical: ±0.1 m (Vision System enabled) ±0.5 m (GPS enabled) ±0.1 m (RTK enabled) Horizontal: ±0.3 m (Vision System enabled) ±1.5 m (GPS enabled) ±0.1 m (RTK enabled)
RTK Positioning Accuracy	When RTK enabled and fixed: 1 cm+1 ppm (Horizontal) 1.5 cm + 1 ppm (Vertical)
Max Angular Velocity	Pitch: 300°/s, Yaw: 100°/s
Max Pitch Angle	30° (P-mode, Forward Vision System enabled: 25°)
Max Ascent Speed	S mode: 6 m/s P mode: 5 m/s
Max Descent Speed (vertical)	S mode: 5 m/s P mode: 3 m/s
Max Descent Speed (tilt)	S Mode: 7 m/s
Max Speed	S mode: 23 m/s P mode: 17 m/s
Service Ceiling Above Sea Level	5000 m (with 2110 propellers, takeoff weight ≤ 7 kg) / 7000 m (with 2195 propellers, takeoff weight ≤ 7 kg)
Max Wind Resistance	15 m/s

- Spécifications
- Restrictions

- Temps de vol
- Résistance au vent
- Température
- Pondération
- Poids maximal au décollage
- Fréquence de fonctionnement
- Distance (effective et théorique)

# SÉCURITÉ DES DRONES



Source : <https://trackimo.com/wp-content/uploads/2016/07/TRACKIMO-FI-Drone-Safety-Concerns-Increasing.jpg>

- But du vol
  - Cartographie
  - Photographie aérienne
- Étude de site
  - Arbres
  - Bâtiments
  - Lignes hydroélectriques
- Équipement et drone
  - En état de navigabilité
    - Hélices contrarotives
    - Dommages éventuels
    - Batteries
  - Équipement
  - Mise à jour du micrologiciel
- Météo

II FAUT FAIRE PREUVE  
DE DISCERNEMENT



Manitoba

## **Drone blocks water bomber from fighting wildfire in Manitoba's Whiteshell Provincial Park**

Source : <https://www.cbc.ca/news/canada/manitoba/drone-intercepts-fire-1.6108946> (en anglais)

*« Le bombardier à eau survolait la rive sud du lac West Hawk lorsqu'un drone s'est mis sur sa trajectoire de vol.*

*Le bombardier à eau a dû faire demi-tour, laissant les pompiers au sol en danger.»*

Question ?



PLANIFICATION DE MISSION DE DRONE

CARTOGRAPHIE



# Imagerie aérienne par drone

---



# Cartographie aérienne par drone

---

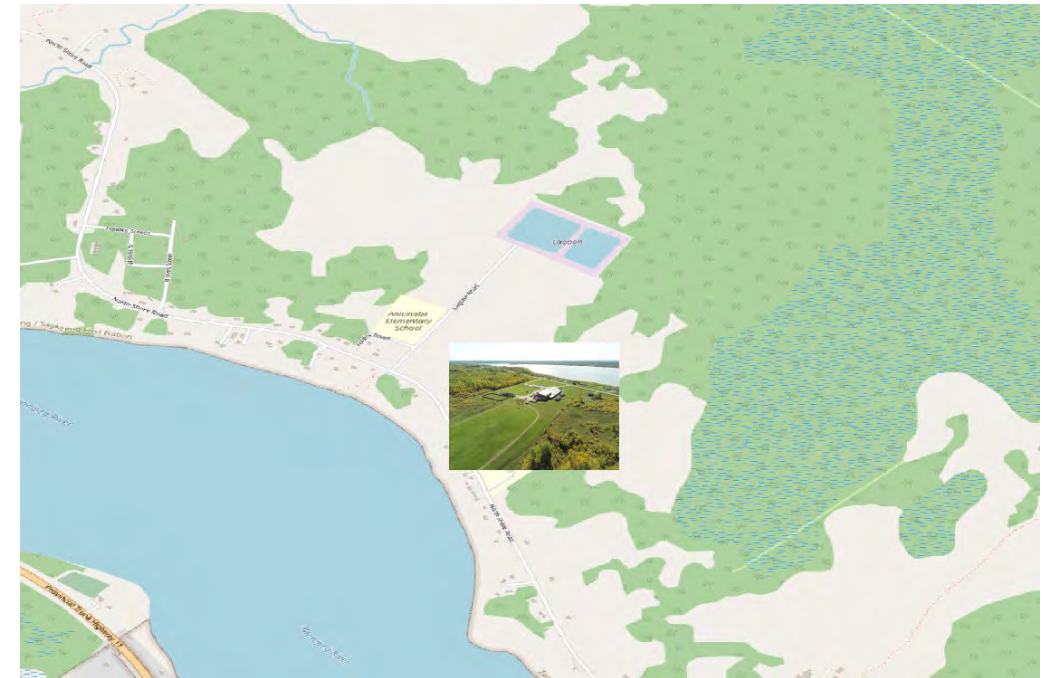
Ce que ce n'est pas





# Cartographie aérienne par drone

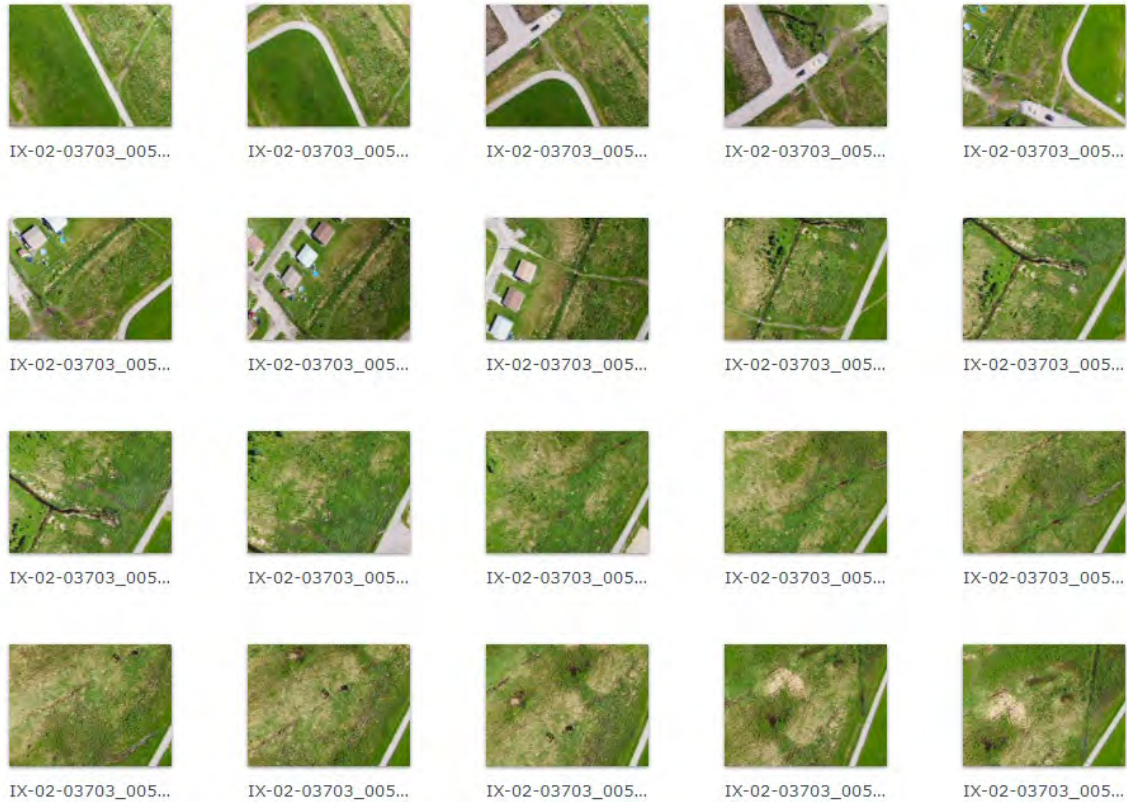
---





# Cartographie aérienne des drones

---

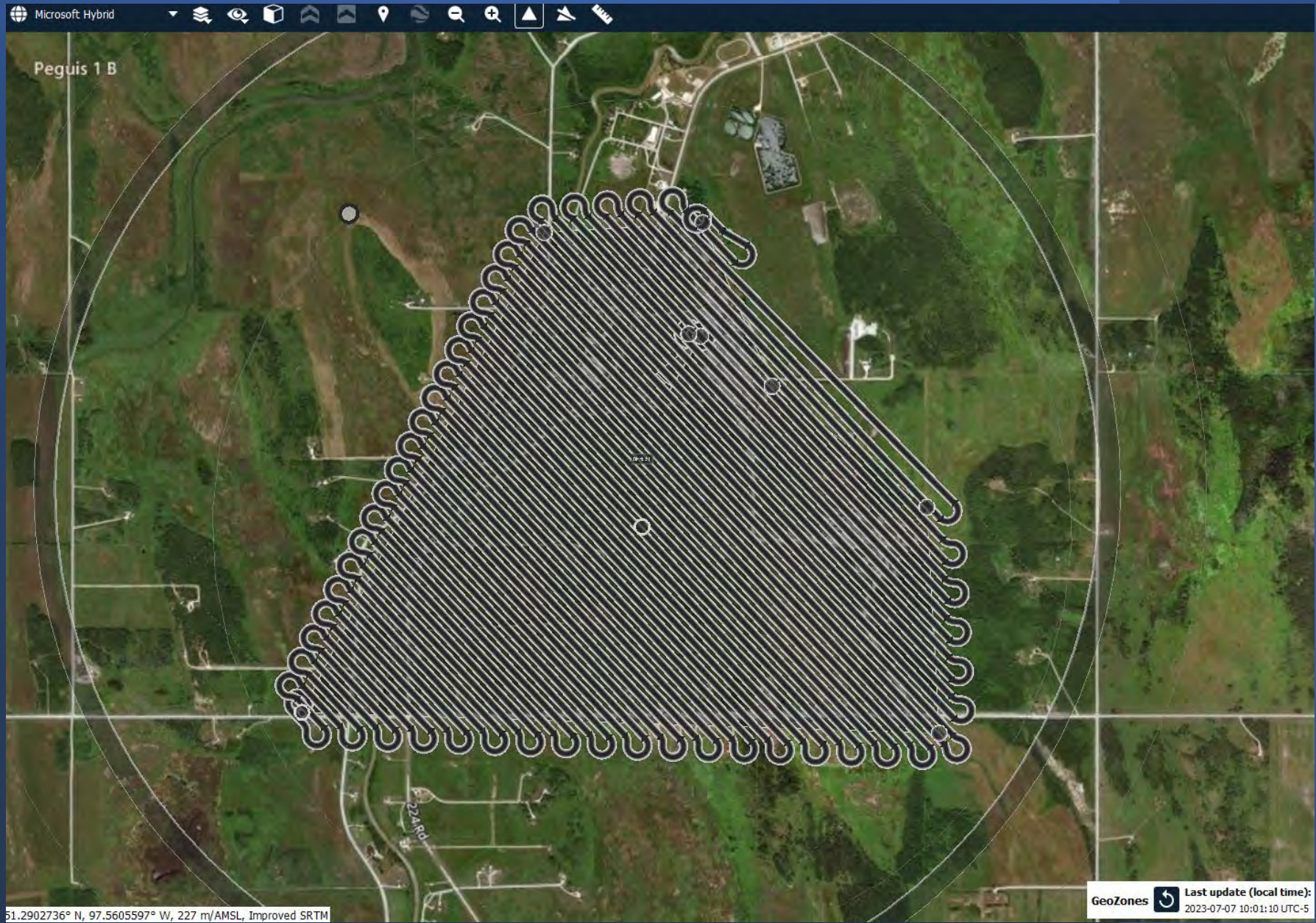


# Logiciel de planification de mission

- DroneDeploy (iPhone, Android)
- Pix4DCapture (iPhone, Android)
- eMotion (eBee specific, Windows)
- DJI Pilot (logiciel spécialisé pour les télécommandes DJI)

- Un logiciel est similaire
- Permet de créer une zone d'intérêt (polygone)
- Possibilité de régler la hauteur de la mission et la vitesse du drone
- Possibilité de calculer le temps de vol
- Possibilité de calculer la distance d'échantillonnage au sol (résolution)





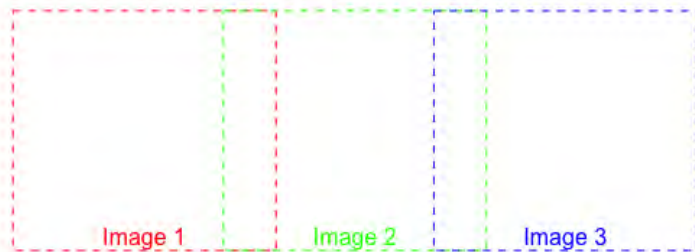
Graphique tiré d'un article anglais



## 60% Overlap



## 20% Overlap



### Blocks

Block #1

Horizontal Mapping 2.5 cm/px 149:24 480.7 ha

Name: Block #1

Camera: Aeria X

Plan above: Elevation data - AED

Resolution: 2.50 cm/px

Lat. overlap: 60 %

Long. overlap: 60 %

Reverse flight

Perpendicular lines

Interlaced flight lines

Area: 480.7 ha, 4.81 km<sup>2</sup>

Flight altitude: 118.3 m/AED

Photos: 2267

Between photos: 40 m

Image coverage: 150x100 m

Est. flight time: 02:29:24

Est. flight distance: 106170 m

Flight line spacing: 60 m

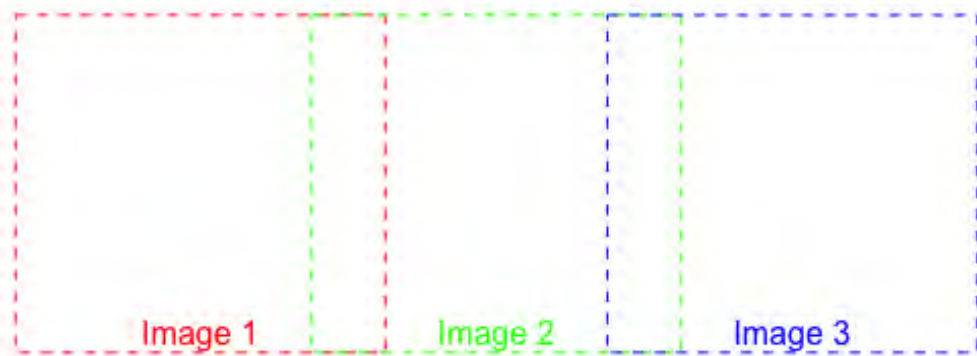
Waypoints: 129

Reset progress

Show waypoints

Save as default

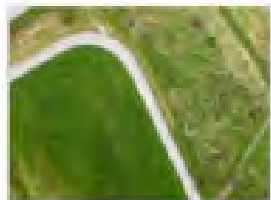
## 20% Overlap



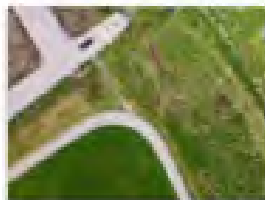
## 60% Overlap



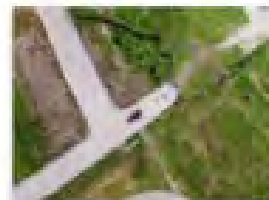
IX-02-03703\_005...



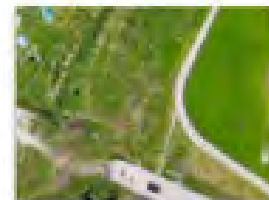
IX-02-03703\_005...



IX-02-03703\_005...

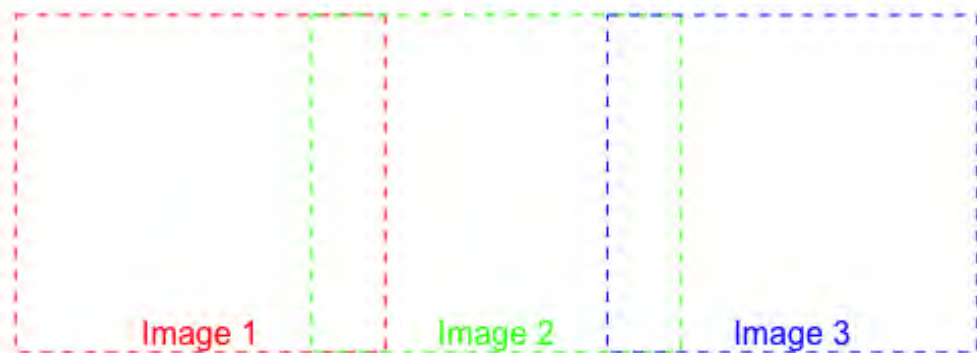


IX-02-03703\_005...



IX-02-03703\_005...

20% Overlap



60% Overlap



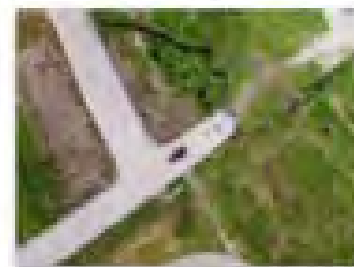
IX-02-03703\_005...



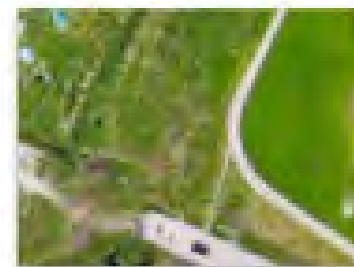
IX-02-03703\_005...



IX-02-03703\_005...



IX-02-03703\_005...



IX-02-03703\_005...



## Quality Report



Generated with Pix4Dmapper version 4.6.6

- Important: Click on the different icons for:
- Help to analyze the results in the Quality Report
  - Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

### Summary

Project	2022_08_03_peguis_ppk_nrs_p1
Processed	2022-08-04 18:06:09
Camera Model Name(s)	senseFlyVertixC_18.5_6000x4000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.60 cm / 1.02 in
Area Covered	0.655 km <sup>2</sup> / 65.4853 ha / 0.25 sq. mi. / 161.9015 acres
Time for Initial Processing (without report)	13m 20s

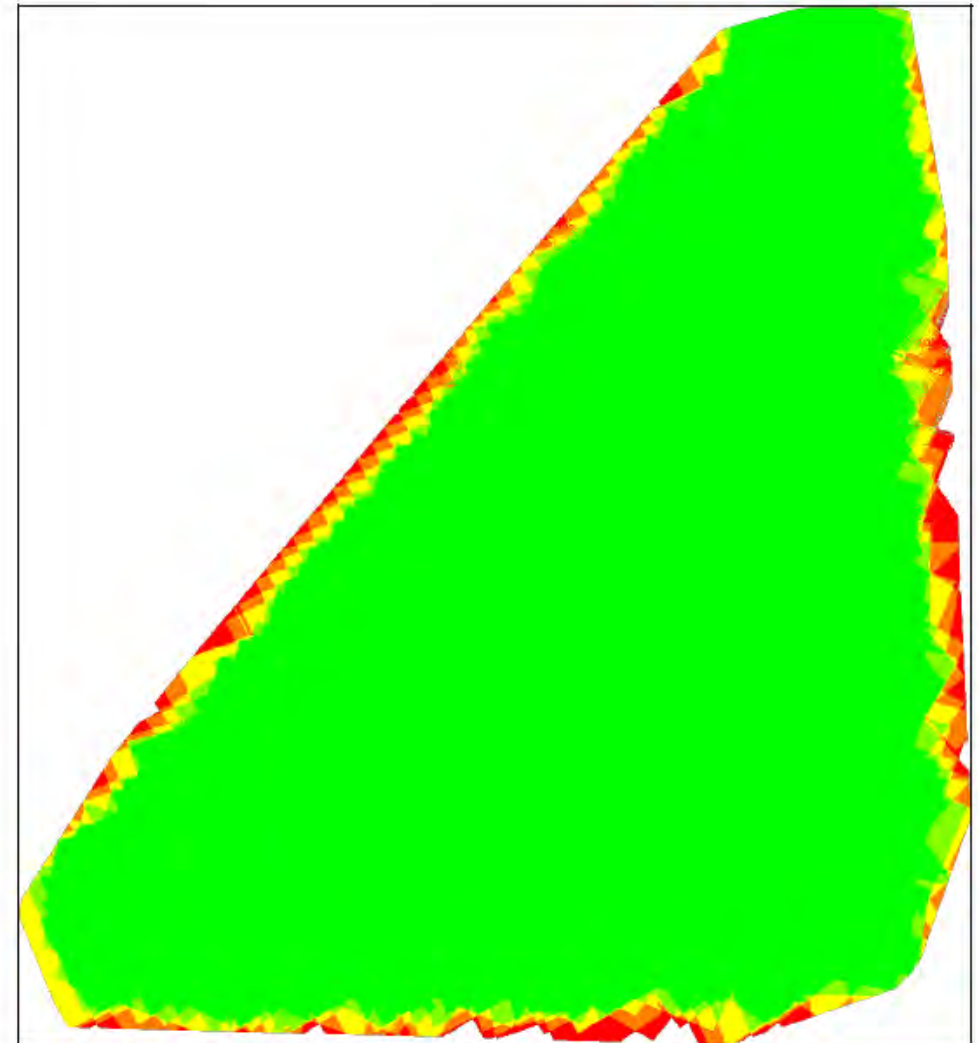
### Quality Check

Images	median of 5154 keypoints per image	✓
Dataset	734 out of 734 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.1% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 907.877 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, no 3D GCP	⚠

### Preview



Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before denoification.



Number of overlapping images: 1 2 3 4 5+

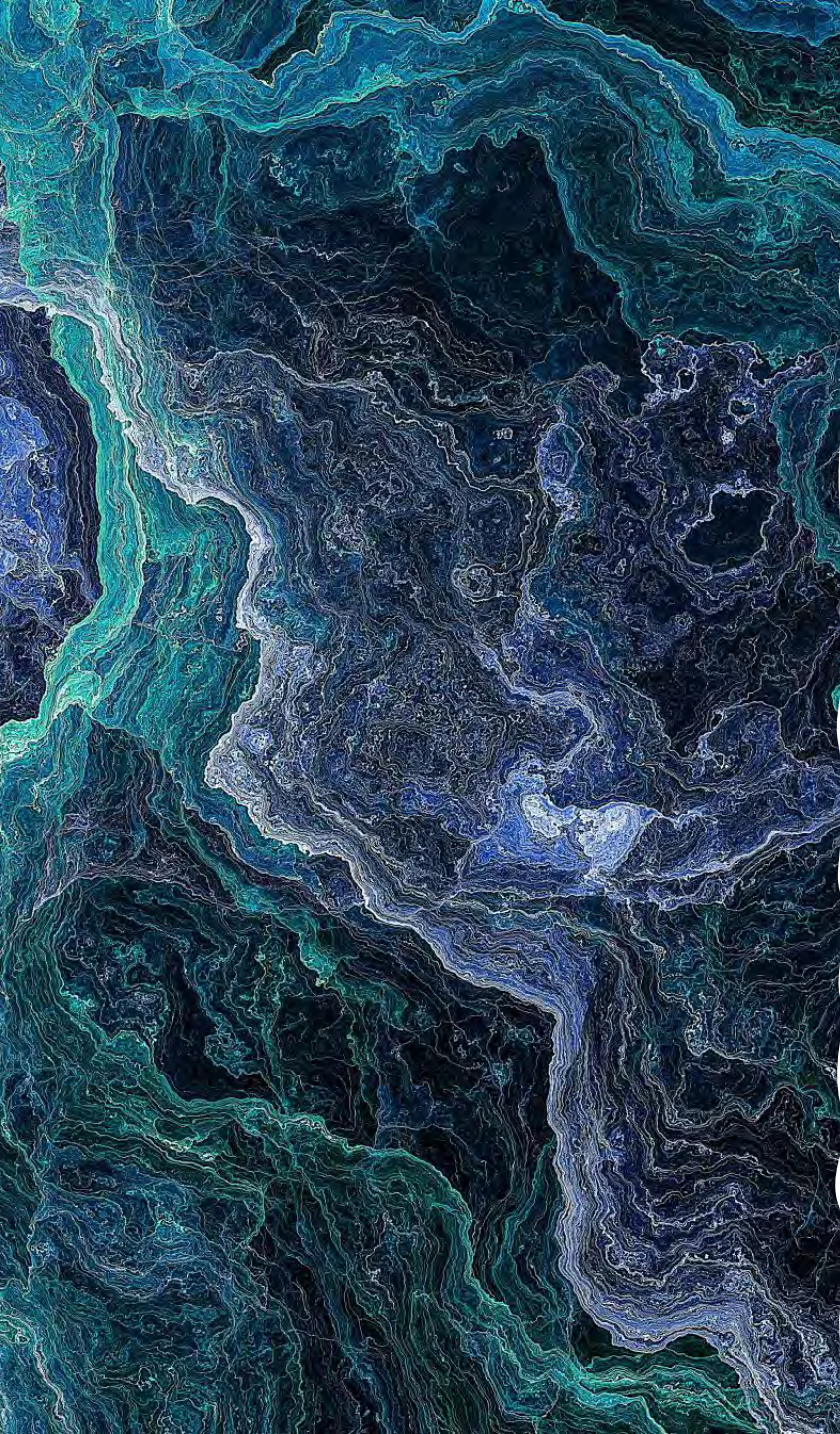
# Logiciel de traitement des images aériennes

- DroneDeploy
- Pix4D
- DJI Terra
- OpenDroneMap (OSM)

- Tous des logiciels sont identiques
- Possibilité de créer des orthomosaïques
- Possibilité de créer des modèles surfaciques numériques
- Possibilité de créer des nuages de points
- Utilisation intensive des ressources

Question ?





# Géomatique

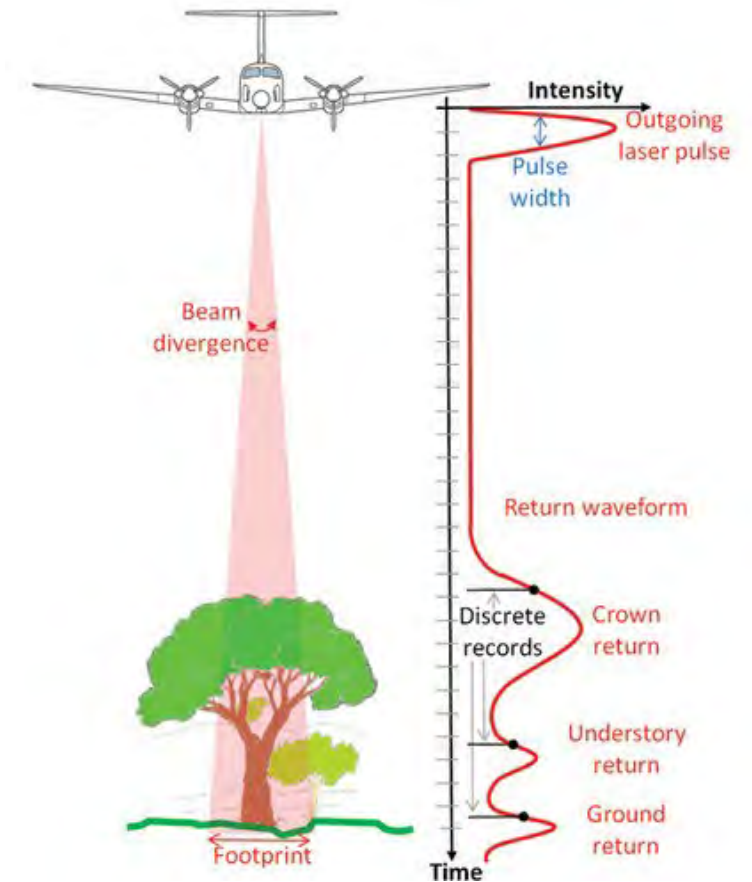
Bases du lidar

# Notions de base sur le lidar

- Une méthode qui détermine des distances en ciblant un objet ou une surface à l'aide d'un laser et en mesurant le temps de retour de la lumière réfléchie vers le récepteur.



- Les retours lidars sont des observations discrètes\* enregistrées lorsqu'une impulsion laser est interceptée et réfléchiée par des cibles. Plusieurs retours dérivent d'une impulsion laser interceptant plusieurs cibles (par exemple, le sommet d'un arbre, ses branches et le sol).
- – Source – [What are LiDAR returns? - Geographic Information Systems Stack Exchange \(en anglais\)](#)

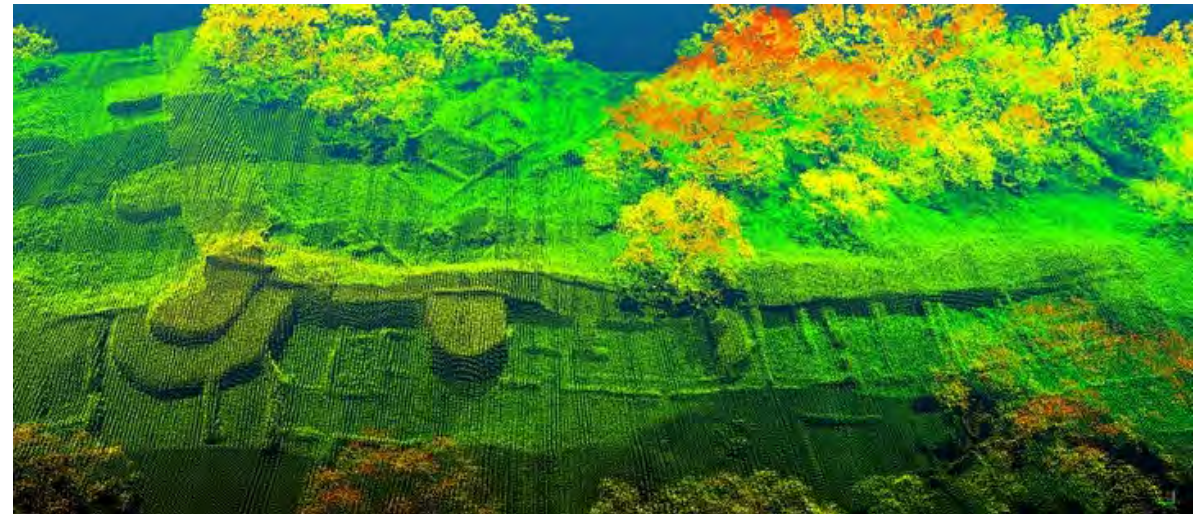
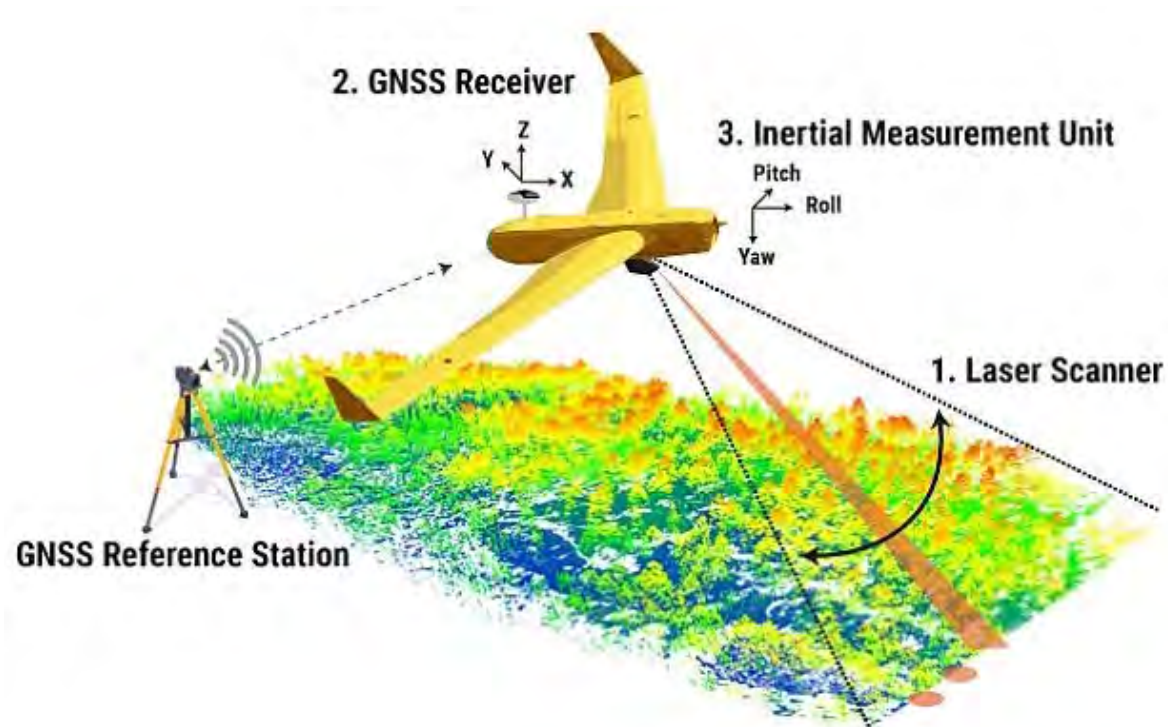


Graphiques tirés d'un article anglais



# Capacités du lidar

---



Graphiques tirés d'un article anglais

<https://medium.com/supplyframe-hardware/lidar-looking-through-a-jungle-canopy-e19fc40e0f88> (en anglais)

An aerial photograph of a lush green landscape. A winding river or stream flows through the center of the image. In the upper right corner, there is a small structure with a blue roof. The overall scene is a dense, green forest or parkland.

# Nuages de points

---





# Nuages de points

- Un **nuage de points** est un ensemble discret de points de données dans l'espace. Les points peuvent représenter une forme 3D ou un objet. Chaque point a son ensemble de coordonnées cartésiennes (X, Y, Z).
- Source : [https://en.wikipedia.org/wiki/Point\\_cloud](https://en.wikipedia.org/wiki/Point_cloud) (en anglais)



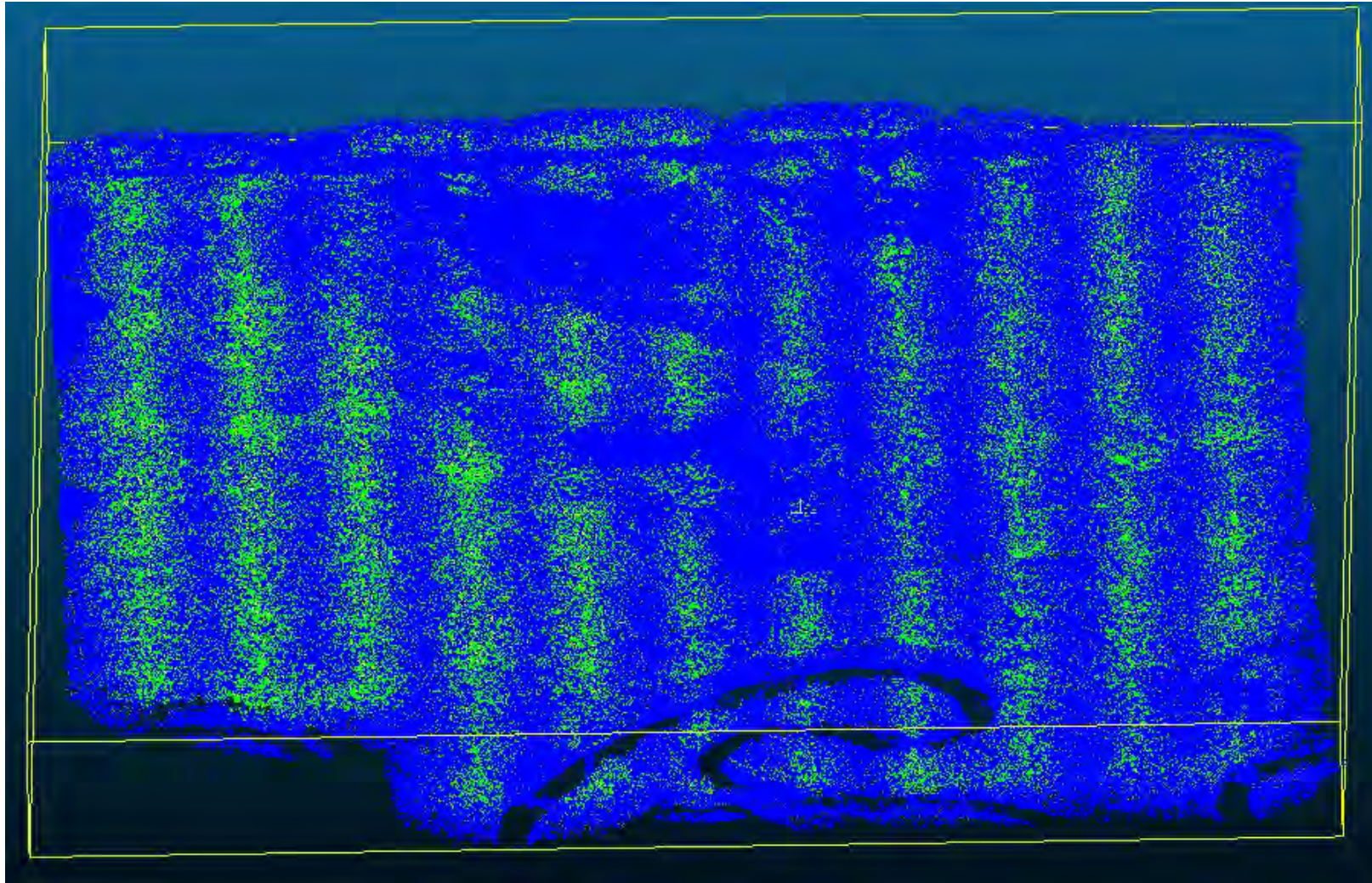
# Génération de nuages de points

Relativement  
rapide comparé  
aux  
orthomosaïques

La classification et  
les dérivés peuvent  
prendre beaucoup  
de temps

# Nuage de pointe de la rivière Roseau

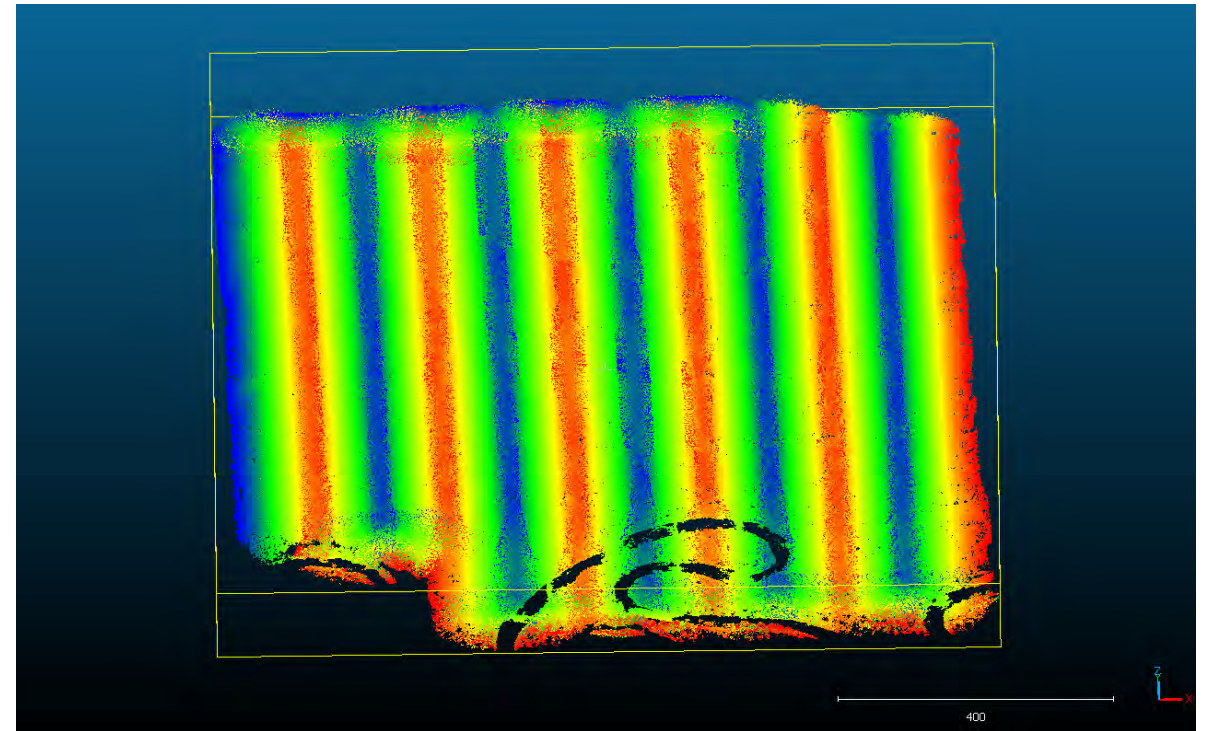
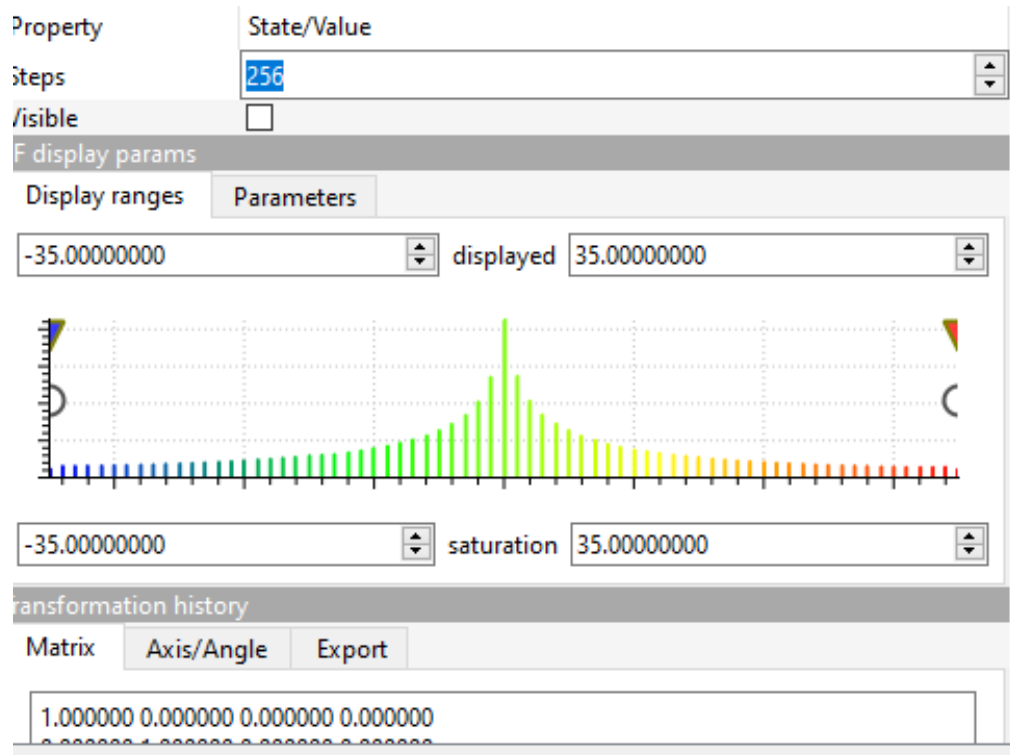
## Nombre de retours



- 1 Retour — Bleu
- 2 Retour — Jaune
- 3 Retour — Rouge

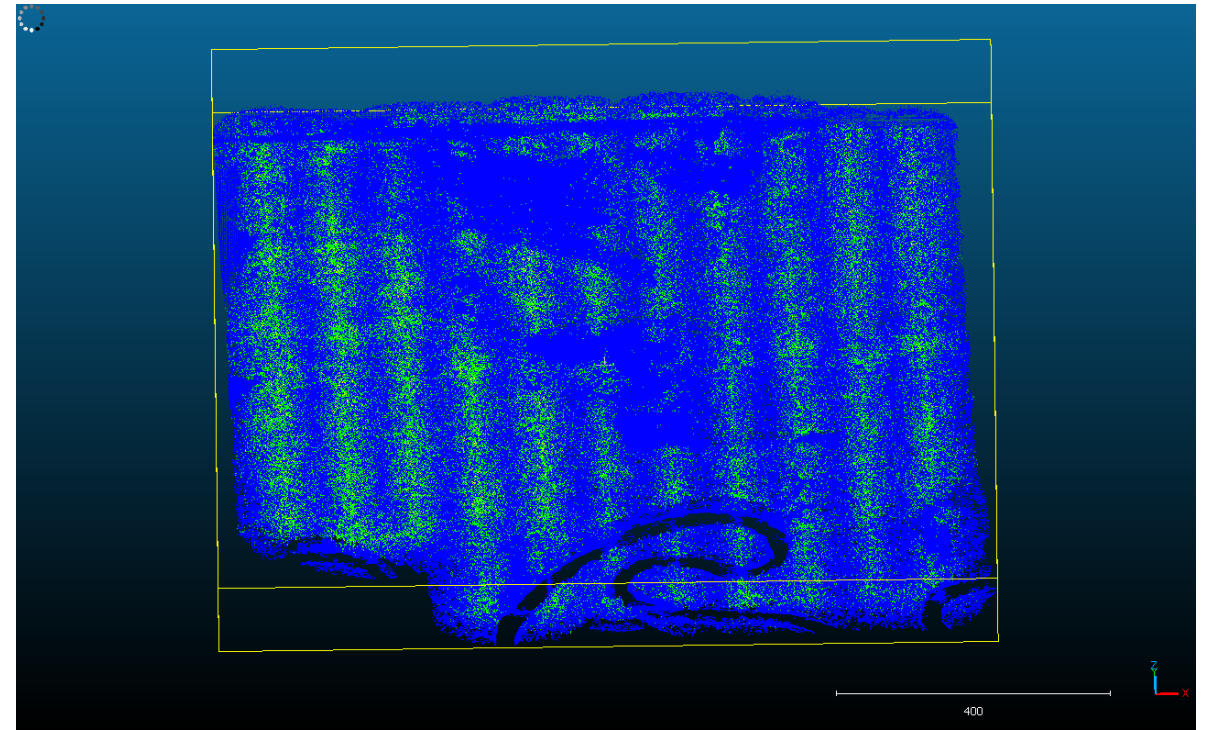
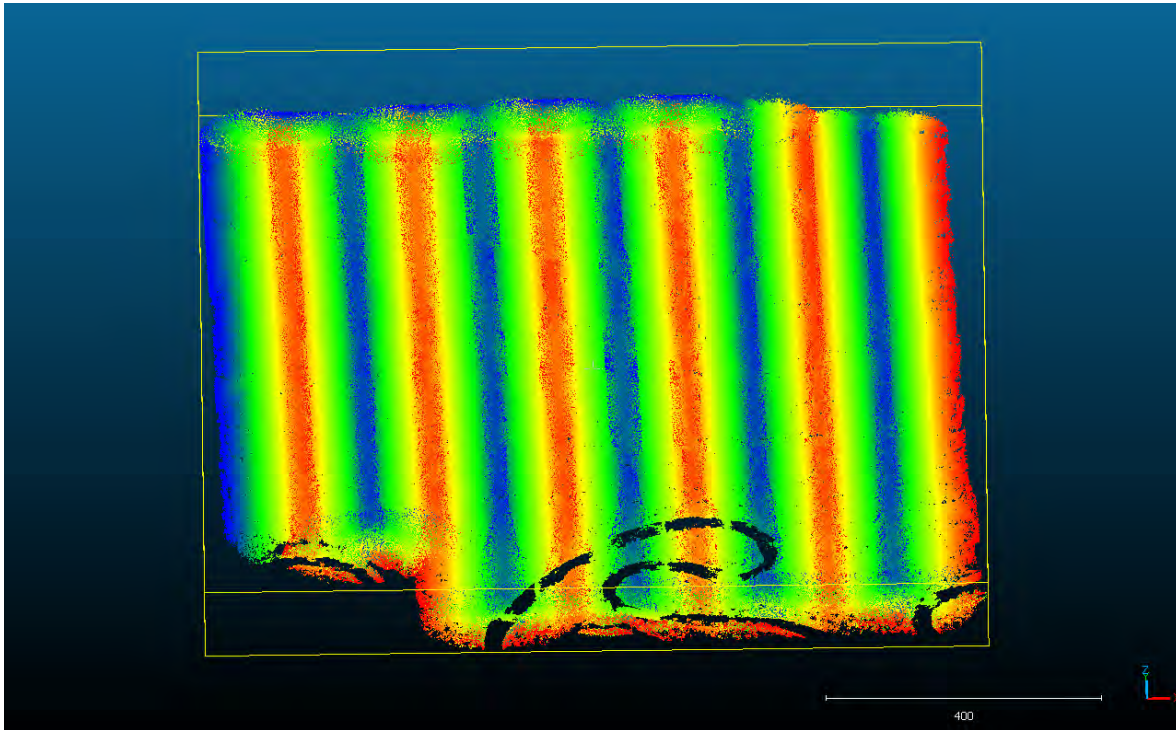
# Nuage de points de la rivière Roseau

## Angle de balayage





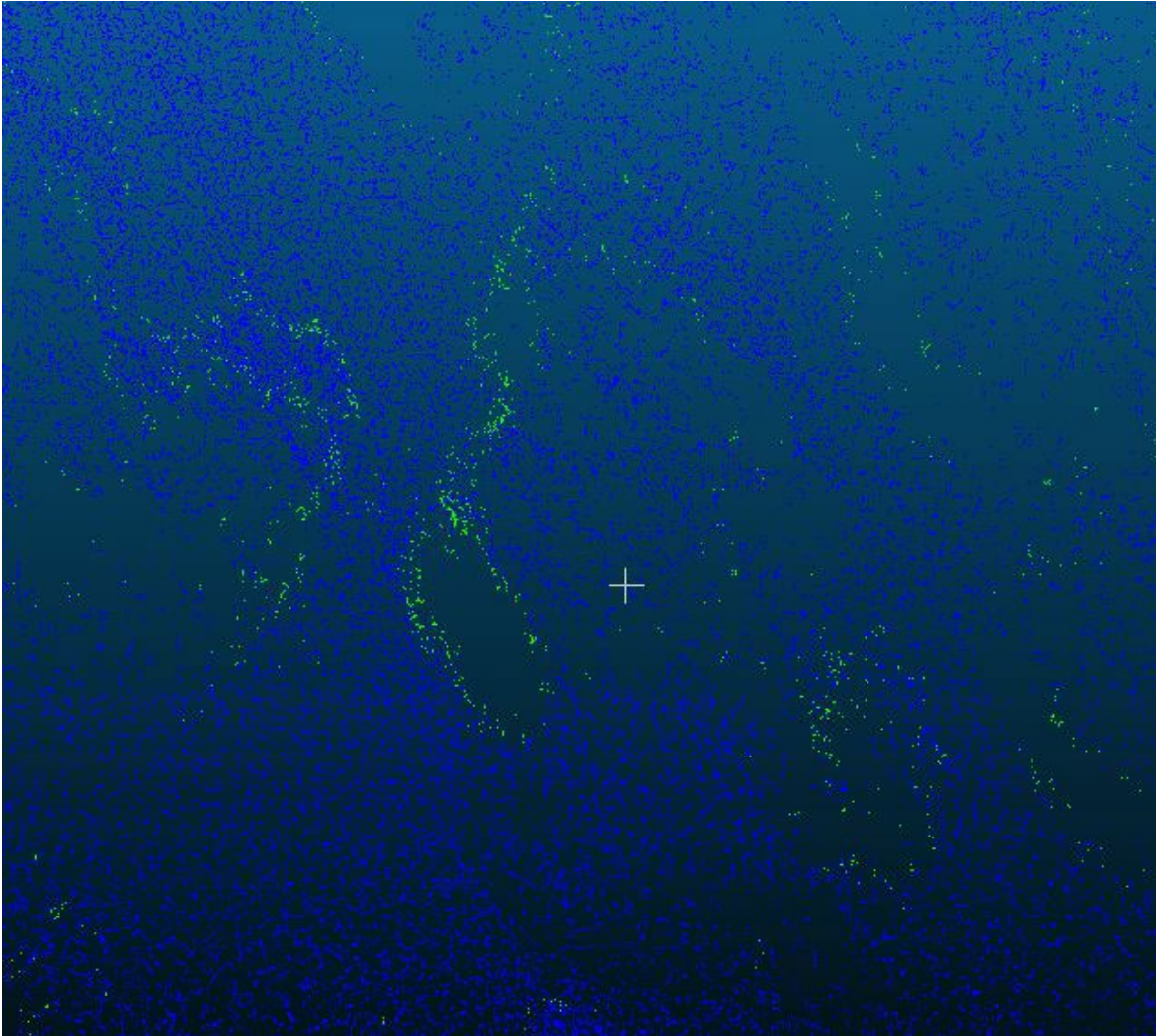
# Angle de balayage VS nombre de retours





# Points individuels

Nuage de points graphique



Nuages de points en CSV

651280.08270264	5451866.06159973	240.20419891	159	179	114	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.754501	60.000000
651280.08740234	5451866.14279938	240.22440155	157	184	109	-1.000000	1.000000	1.000000	371918990.514877	47.000000
651280.11419678	5451866.21959686	240.24490173	158	183	108	-3.000000	1.000000	1.000000	371918979.661239	54.000000
651280.06430054	5451865.93689728	240.20160110	159	204	111	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.069930	67.000000
651280.17949677	5451865.93969727	240.24759872	171	211	121	-2.000000	1.000000	1.000000	371918986.036361	62.000000
651280.20860291	5451865.94210052	240.25710114	166	194	117	-1.000000	1.000000	1.000000	371918993.920028	31.000000
651280.08589935	5451866.03849792	240.21930130	157	179	114	-4.000000	1.000000	1.000000	371918974.372176	29.000000
651280.09420013	5451866.00700378	240.22329910	147	177	98	-2.000000	1.000000	1.000000	371918985.264999	64.000000
651280.12580109	5451866.00009918	240.23340042	154	193	113	-1.000000	1.000000	1.000000	371918994.503646	34.000000
651280.12660217	5451865.99990082	240.23850067	168	193	120	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.690292	66.000000
651280.12680054	5451866.00920105	240.23800095	157	193	119	-3.000000	1.000000	1.000000	371918981.457748	59.000000
651280.16780090	5451865.97660065	240.24289902	170	206	124	-2.000000	1.000000	1.000000	371918982.747176	62.000000
651280.21730042	5451865.98619843	240.24949844	158	184	111	-2.000000	1.000000	1.000000	371918987.075423	63.000000
651280.19200134	5451866.02749634	240.22659882	159	192	114	-1.000000	1.000000	1.000000	371918992.321883	43.000000
651280.19799805	5451866.02600098	240.22680099	159	192	108	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.812118	66.000000
651280.19730377	5451866.02649689	240.23209961	154	179	107	-2.000000	1.000000	1.000000	371918986.987777	59.000000
651280.19619751	5451866.02390289	240.23930176	159	192	108	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.301376	61.000000
651280.19899750	5451866.02919769	240.23100098	154	179	107	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.568465	61.000000
651280.21630096	5451866.52619934	240.15210159	180	200	129	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.742416	65.000000
651280.19840240	5451866.49410248	240.16549881	176	199	129	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.435287	70.000000
651280.12940216	5451866.27030182	240.21619995	154	186	108	-3.000000	1.000000	1.000000	371918976.333724	34.000000
651280.21410370	5451866.76959991	240.25340088	176	193	126	-3.000000	1.000000	1.000000	371918975.573226	40.000000
651281.21369934	5451866.20429993	240.19289978	122	159	73	-1.000000	1.000000	1.000000	371918984.765731	68.000000
651281.24220276	5451866.18170166	240.19429977	126	163	74	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.214828	76.000000
651281.07340240	5451865.89980316	240.16610153	150	192	102	-1.000000	1.000000	1.000000	371918987.208236	62.000000
651281.06839752	5451865.92780304	240.15939911	137	180	90	-1.000000	1.000000	1.000000	371918986.535751	73.000000
651281.19170380	5451865.94609833	240.23539932	139	181	94	-3.000000	1.000000	1.000000	371918975.573226	34.000000
651281.20909882	5451865.95829773	240.23039825	139	181	94	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.226180	67.000000
651281.30549622	5451865.89849854	240.25359924	150	189	103	0.000000	1.000000	1.000000	371918991.837386	50.000000
651281.26450348	5451865.97920227	240.22099884	147	183	94	-1.000000	1.000000	1.000000	371918985.903182	71.000000
651281.22460175	5451866.02010345	240.19410141	120	161	80	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.313461	69.000000
651281.40699768	5451865.95770264	240.19349869	141	181	91	-3.000000	1.000000	1.000000	371918975.594955	30.000000
651280.92449951	5451866.03829956	240.19360168	123	167	77	-2.000000	1.000000	1.000000	371918983.639877	61.000000
651281.33959961	5451865.97799683	240.19619949	138	172	90	-2.000000	1.000000	1.000000	371918982.218002	58.000000
651280.95539856	5451866.08370209	240.18240173	144	182	97	-1.000000	1.000000	1.000000	371918986.976791	58.000000
651281.28240204	5451866.02619934	240.18800171	147	189	96	-1.000000	1.000000	1.000000	371918985.647689	64.000000
651281.30229950	5451866.02809906	240.18699844	120	167	84	-1.000000	1.000000	1.000000	371918988.211654	59.000000
651281.29429626	5451866.04769897	240.19069870	131	166	82	-1.000000	1.000000	1.000000	371918988.619247	65.000000
651281.43450165	5451865.98400116	240.21180161	135	181	91	-2.000000	1.000000	1.000000	371918983.761947	59.000000
651281.42269897	5451865.98169708	240.22319992	141	181	96	-1.000000	1.000000	1.000000	371918985.560897	62.000000
651281.41899872	5451866.00820160	240.21219833	129	170	88	-1.000000	1.000000	1.000000	371918985.143050	62.000000
651281.29540253	5451865.85079956	240.24799927	157	194	108	0.000000	1.000000	1.000000	371918995.264144	38.000000
651281.27140045	5451866.05750275	240.19169815	119	157	74	-1.000000	1.000000	1.000000	371918985.653793	69.000000
651281.61660004	5451865.89710236	240.22929962	147	188	98	0.000000	1.000000	1.000000	371918995.462753	39.000000
651281.09130096	5451866.17430115	240.16919907	131	167	78	-2.000000	1.000000	1.000000	371918983.507308	68.000000
651281.31379700	5451866.08129883	240.20009811	140	180	87	-2.000000	1.000000	1.000000	371918979.881576	56.000000
651281.61620331	5451865.89869690	240.22939880	134	176	89	-1.000000	1.000000	1.000000	371918984.812240	68.000000
651281.28230286	5451866.09700012	240.19389923	140	180	87	-3.000000	1.000000	1.000000	371918976.696883	37.000000
651281.61569977	5451865.89969635	240.23420151	149	191	99	0.000000	1.000000	1.000000	371918993.743392	38.000000
651281.08360291	5451866.20870209	240.15929993	136	173	82	-2.000000	1.000000	1.000000	371918983.189094	62.000000
651281.61599731	5451865.90110016	240.23430069	149	191	99	-1.000000	1.000000	1.000000	371918989.313827	62.000000
651281.08660126	5451866.18229675	240.16739853	139	175	89	-1.000000	1.000000	1.000000	371918986.425155	69.000000
651281.43470001	5451866.06310272	240.20710190	136	177	91	-1.000000	1.000000	1.000000	371918986.326400	62.000000
651280.93129730	5451866.10250092	240.18490036	130	175	75	-2.000000	1.000000	1.000000	371918983.982406	65.000000
651281.40429688	5451866.10079956	240.20620163	130	169	77	-1.000000	1.000000	1.000000	371918984.521957	66.000000
651280.93389893	5451866.10700226	240.19320114	144	182	89	-2.000000	1.000000	1.000000	371918984.423324	64.000000
651281.40129952	5451866.10050201	240.20889862	121	151	70	-1.000000	1.000000	1.000000	371918989.093368	65.000000





# Produits dérivés du lidar

---

- Modèle numérique de surface
- Modèle numérique de terrain
- Modèle de hauteur de canopée
- Modèle numérique d'élévation

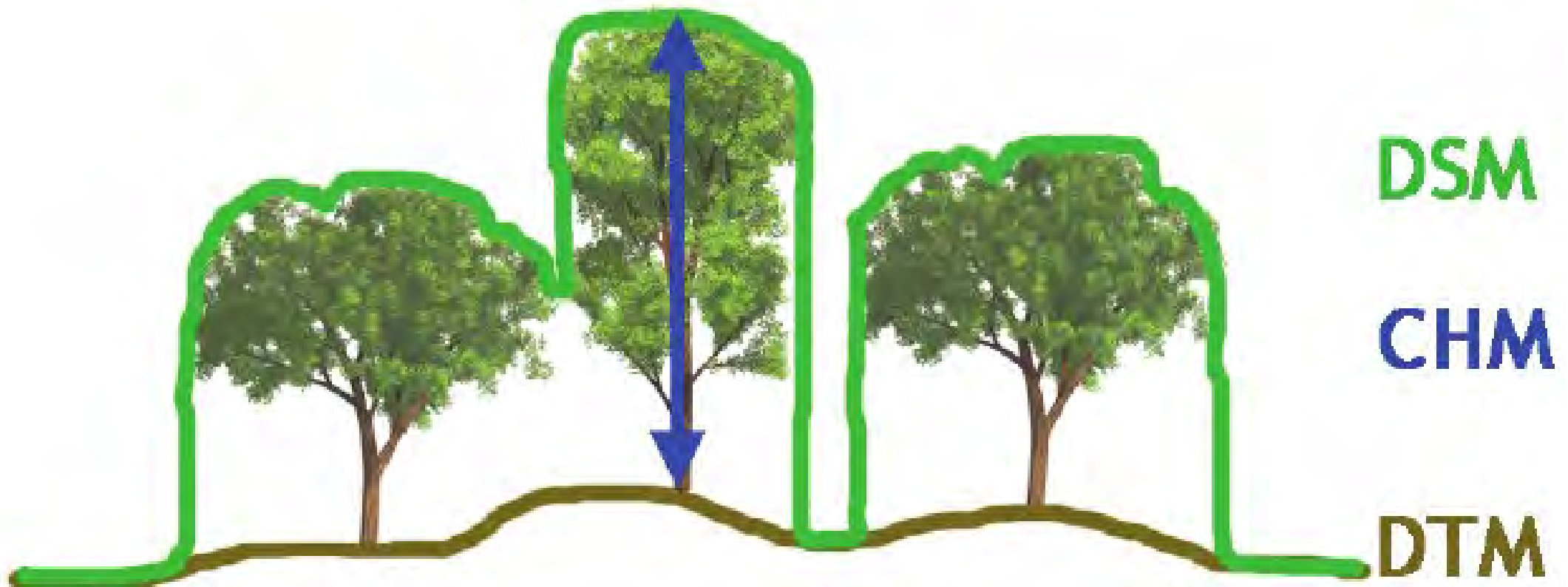


MNS (DSM en anglais)

MNT (CHM en anglais)

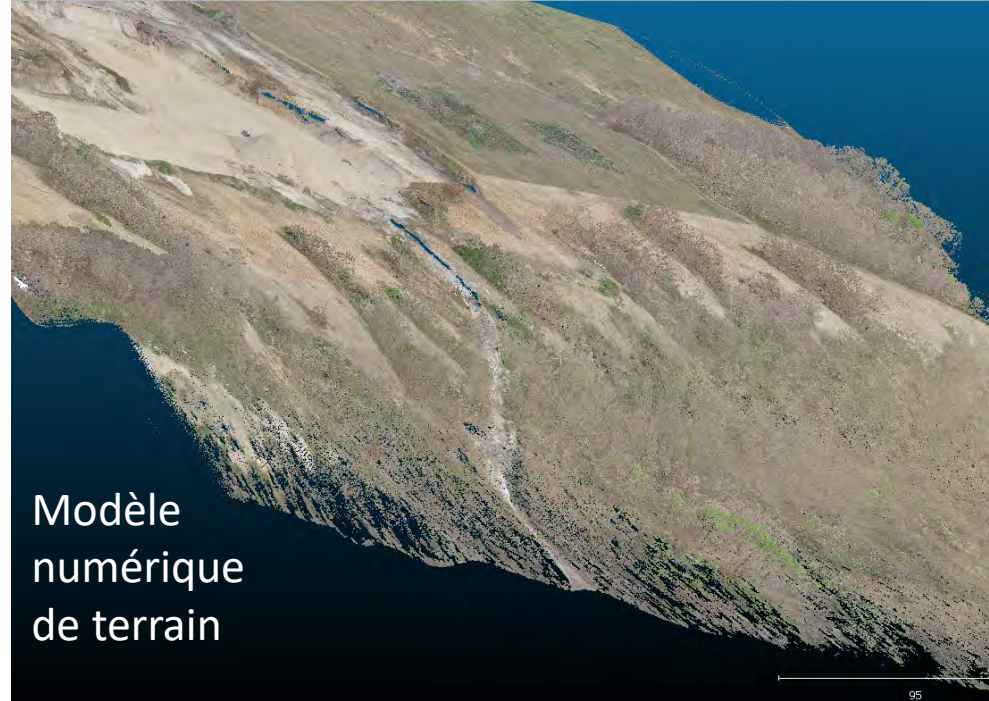
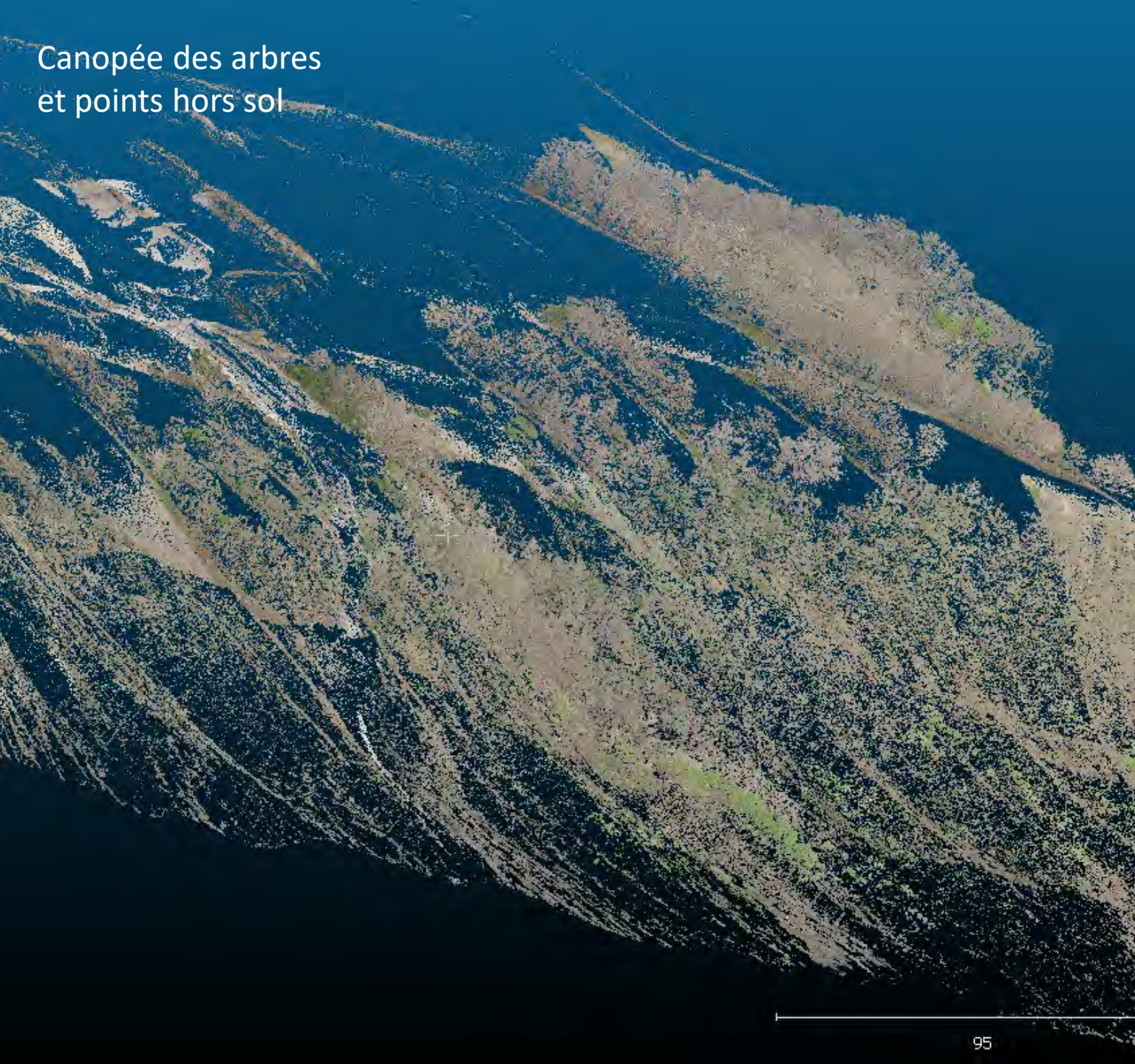
MNE (DTM en anglais)

- Modèle numérique de surface
- Modèle de hauteur de canopée
- Modèle numérique de terrain

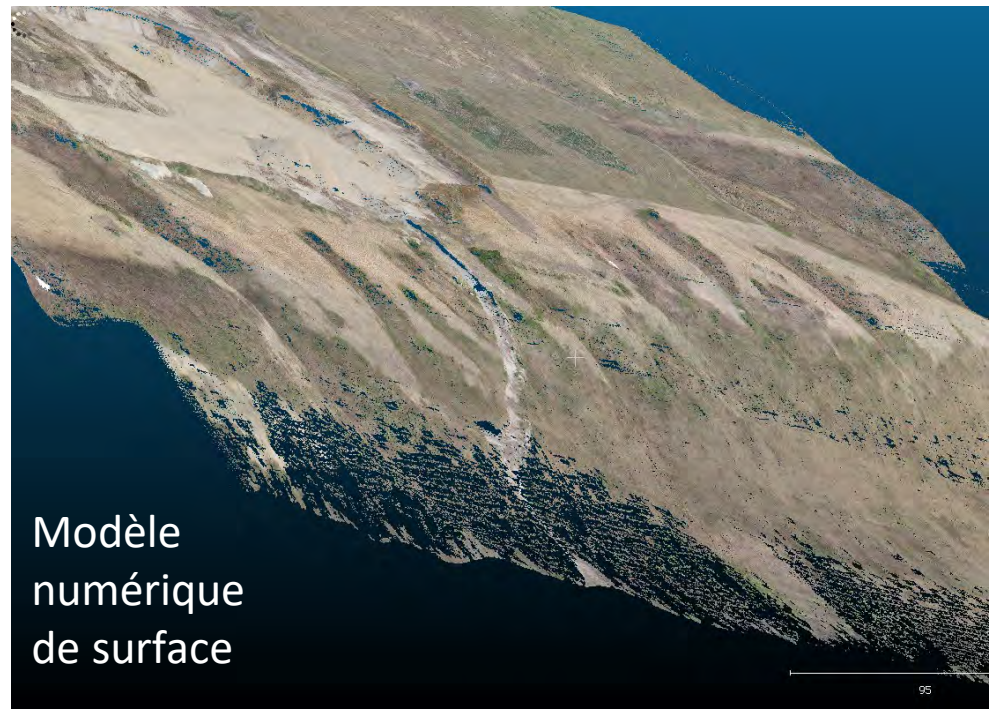




Canopée des arbres  
et points hors sol



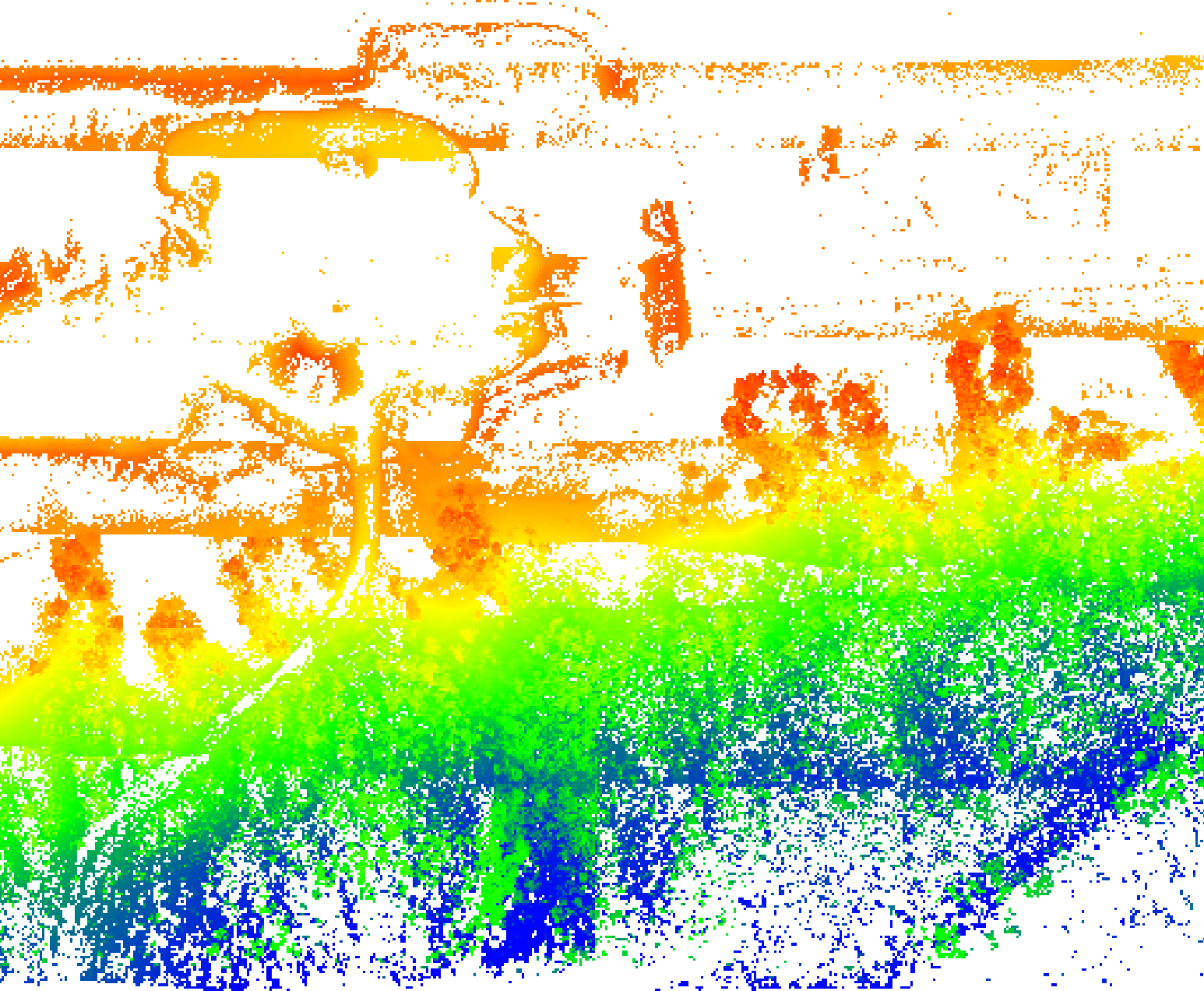
Modèle  
numérique  
de terrain



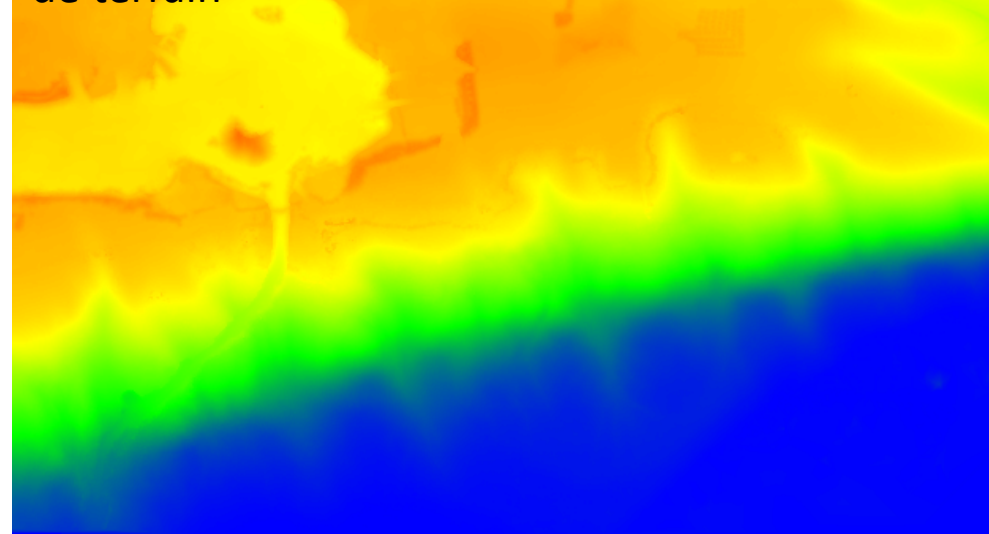
Modèle  
numérique  
de surface



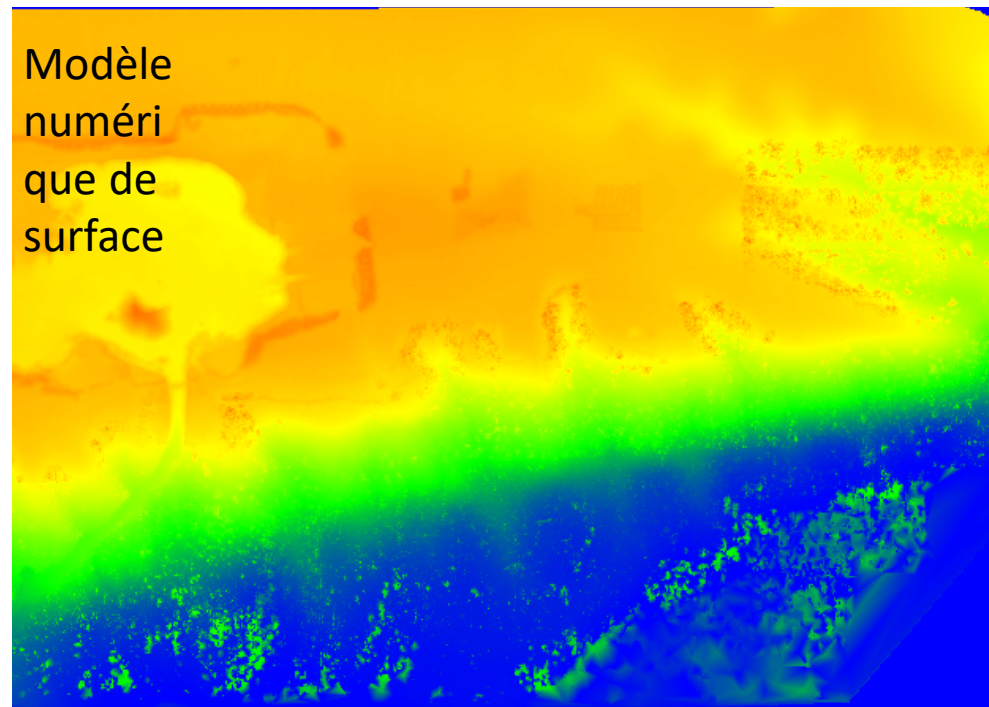
Canopée des arbres et  
points hors sol



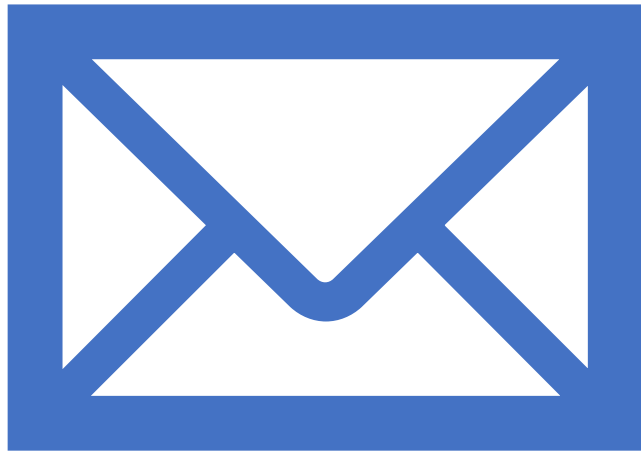
Modèle  
numérique  
de terrain



Modèle  
numéri  
que de  
surface







Pour plus d'information, contactez :

Ralph Roulette, [r.roulette@uske.ca](mailto:r.roulette@uske.ca)

Ou

Shaun Peters, [s.peters@uske.ca](mailto:s.peters@uske.ca)