

Utilisation de la photogrammétrie SfM pour le suivi des processus nivo-glaciaires.

Application au bassin du glacier Austre Lovén, Spitsberg.

Éric Bernard¹, Jean-Michel Friedt², Florian Tolle¹, Sophie Schiavone¹, Madeleine Griselin¹

¹ Laboratoire ThéMA - UMR 6049-CNRS Université de Franche-Comté, Besançon

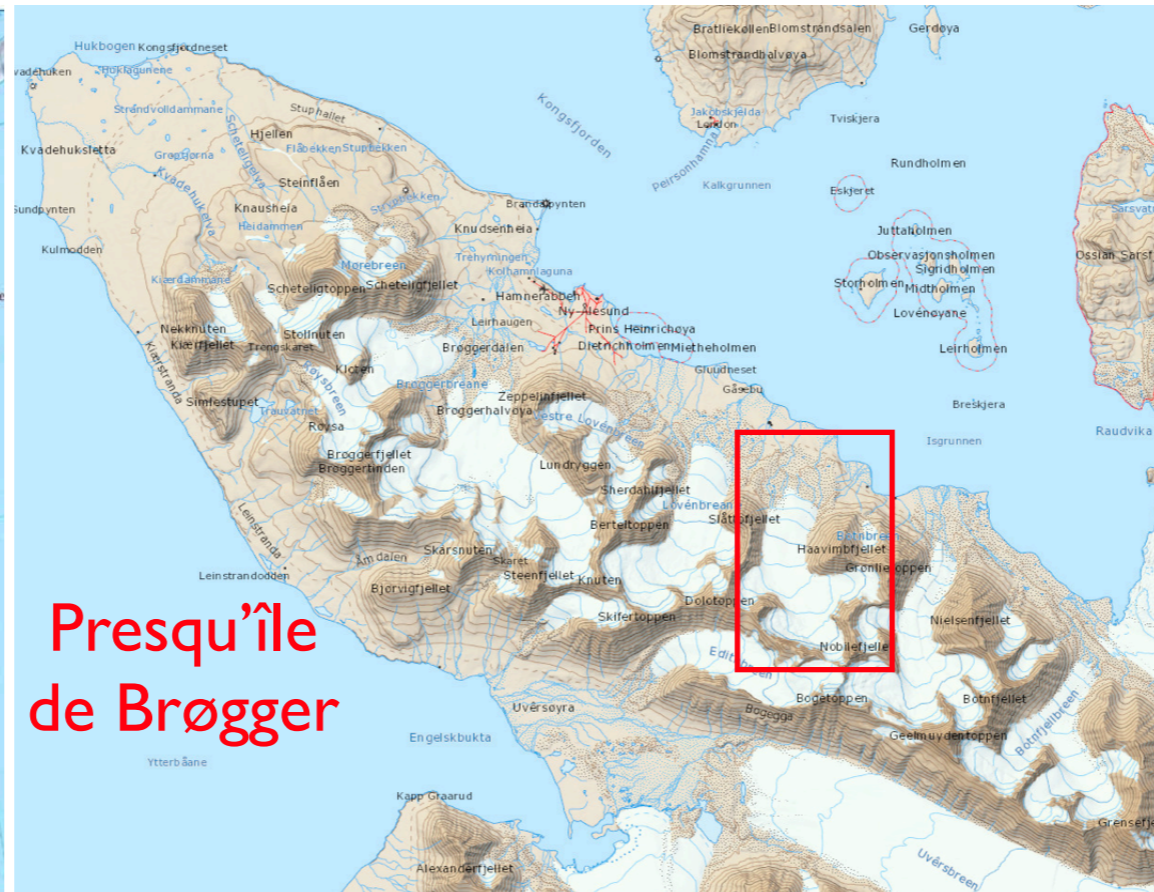
² Laboratoire FEMTO-ST - UMR 6174-CNRS Université de Franche-Comté, Besançon



Problématique & contexte

- ◆ Suivi de dynamiques glaciaires et péri-glaciaires dans un contexte de changements climatiques
- ◆ Haute résolution spatiale & temporelle
- ◆ S'affranchir au maximum des fortes contraintes liées aux milieux/conditions délicat(e)s
- ◆ Générer des MNT permettant de quantifier précisément certaines dynamiques (V, MB, Vol etc...)

Terrain d'étude



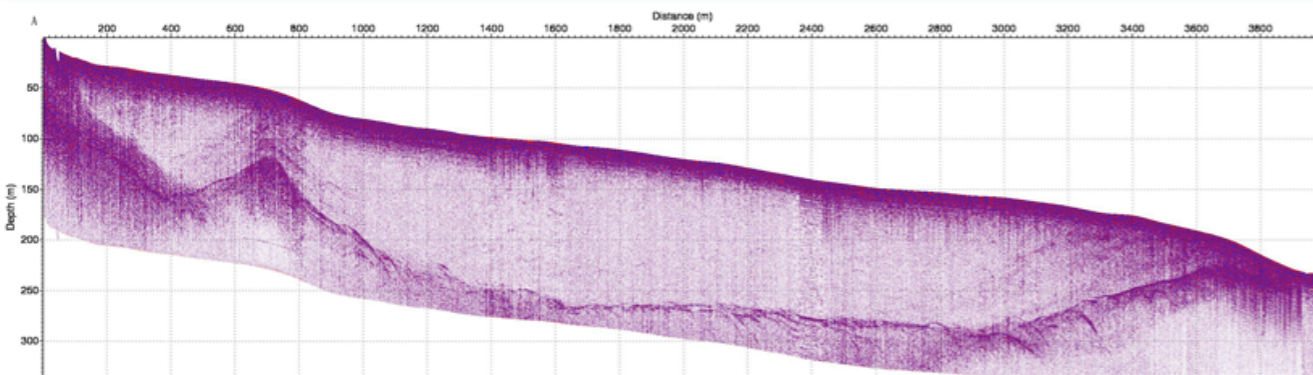
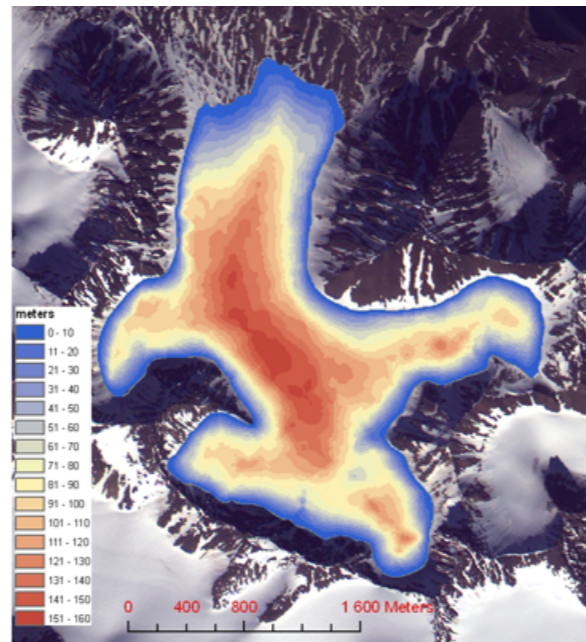
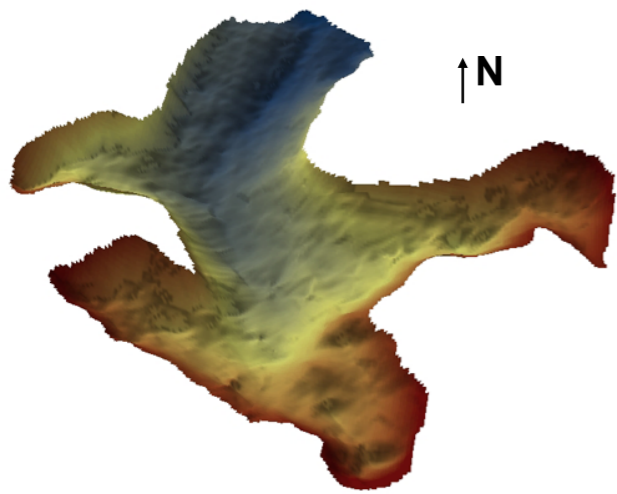
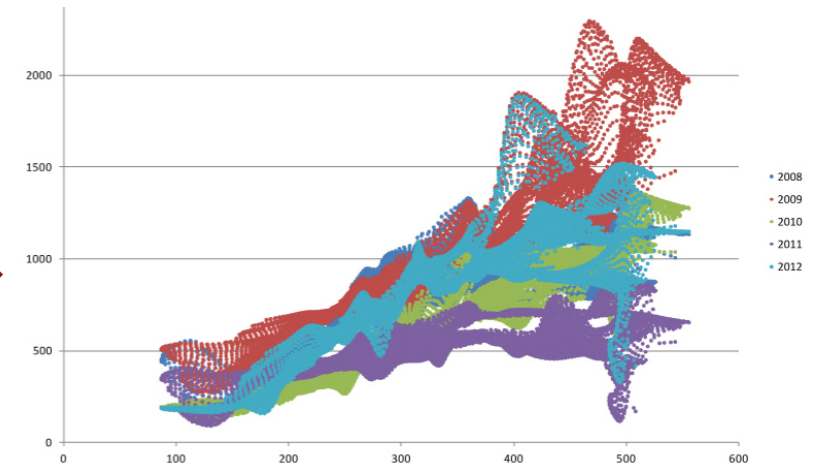
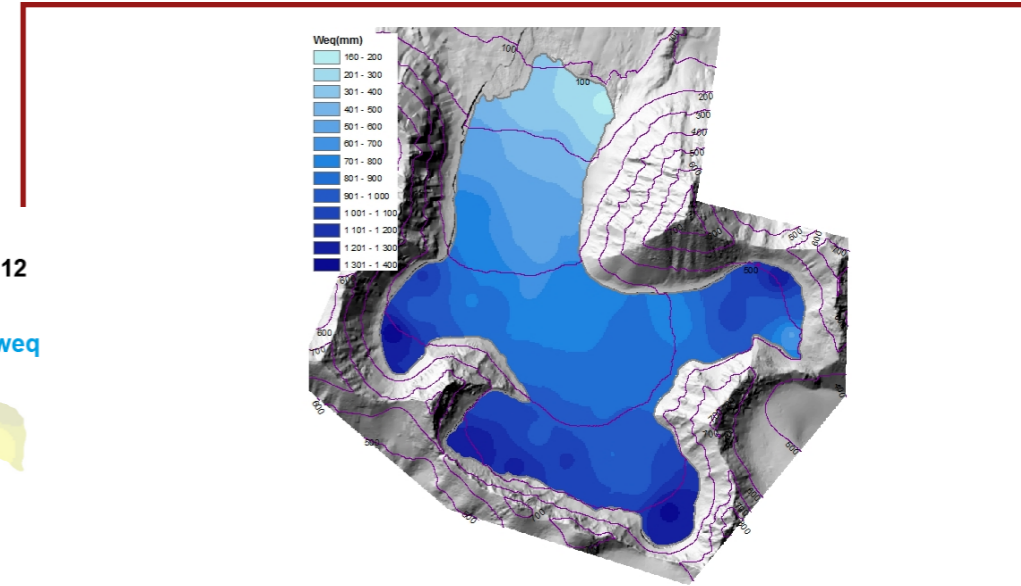
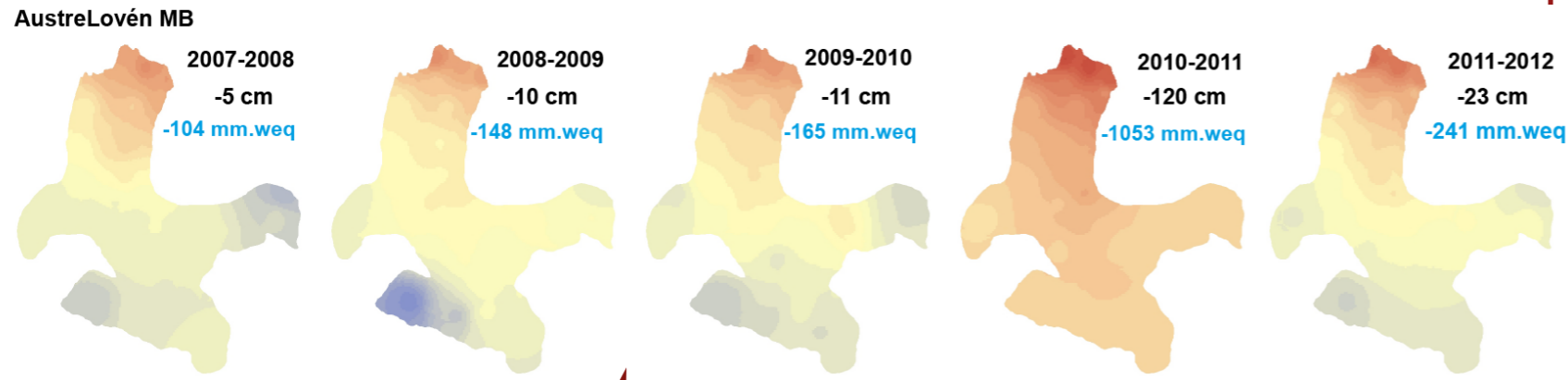
Terrain d'étude



Presqu'île
de Brøgger

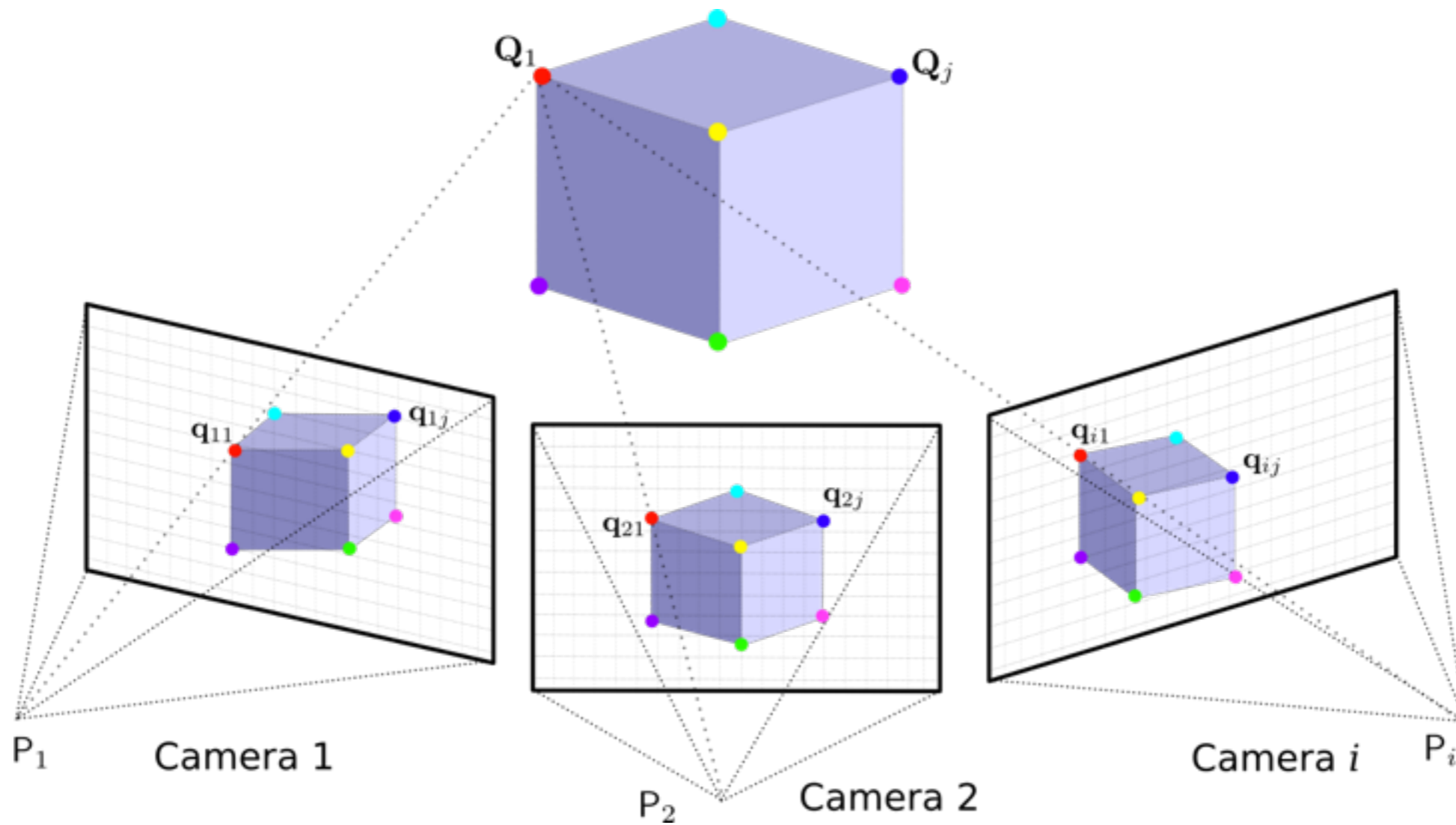


Monitoring du glacier Austre Lovén

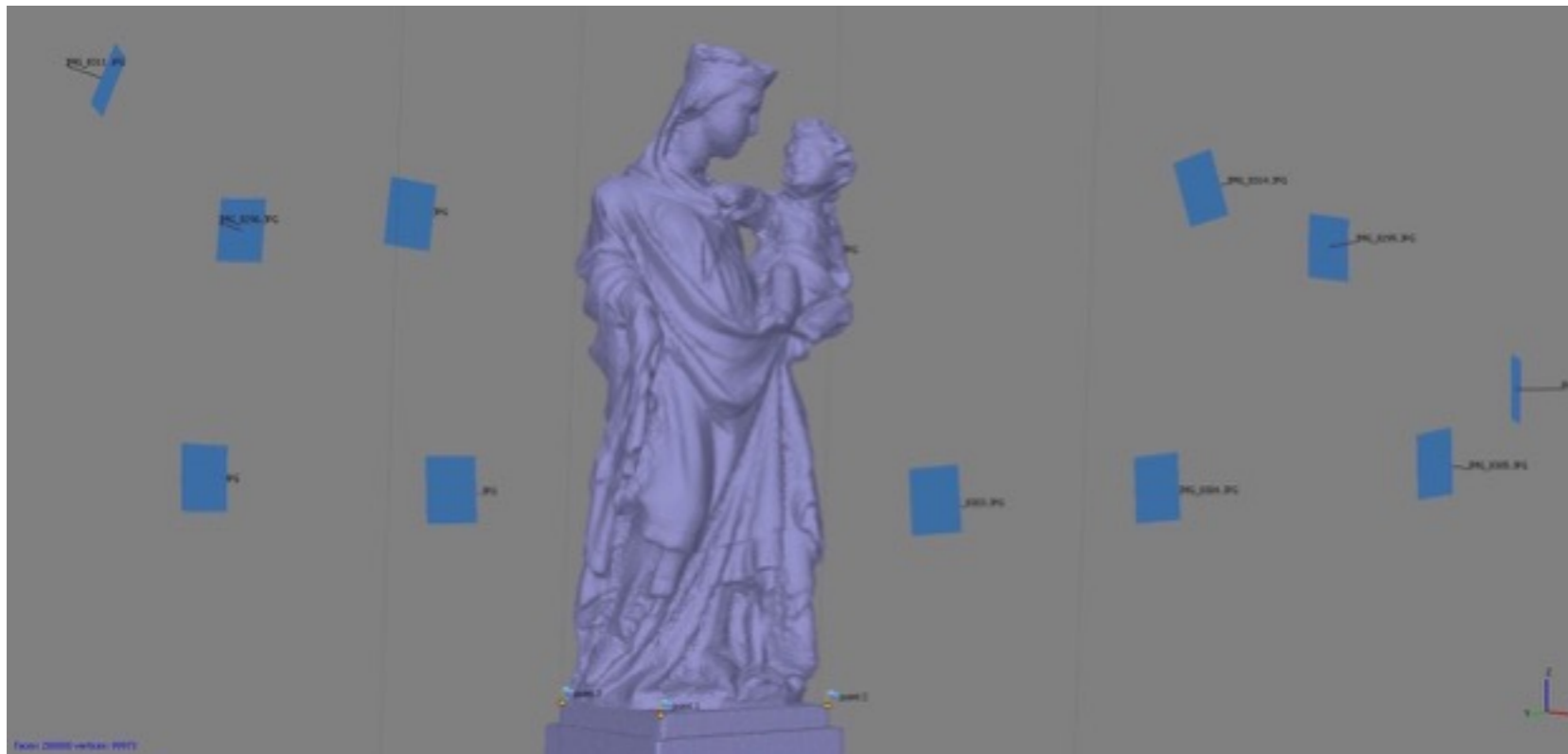


Structure from Motion ?

Obtenir des informations 3D à partir d'images 2D

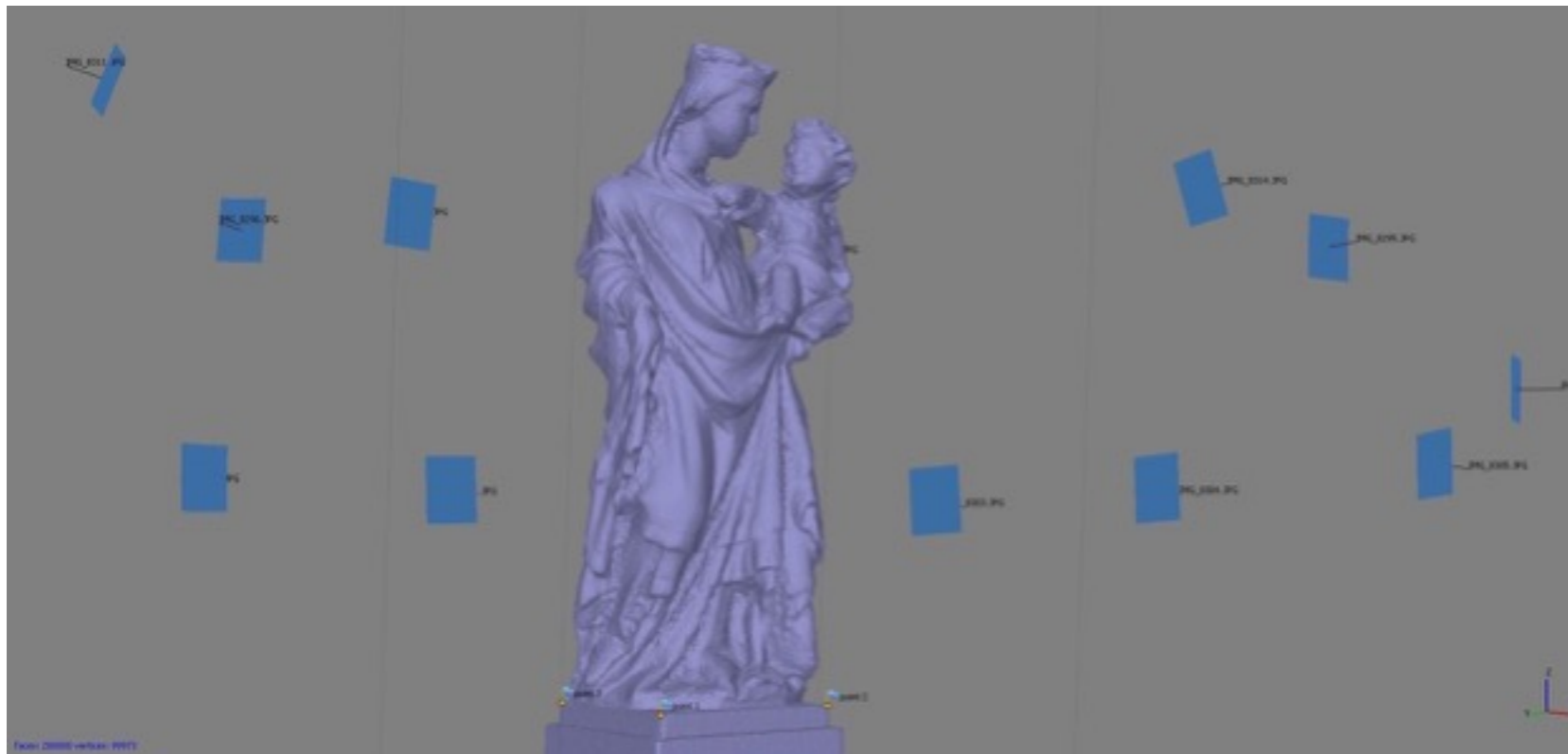


Structure from Motion ?



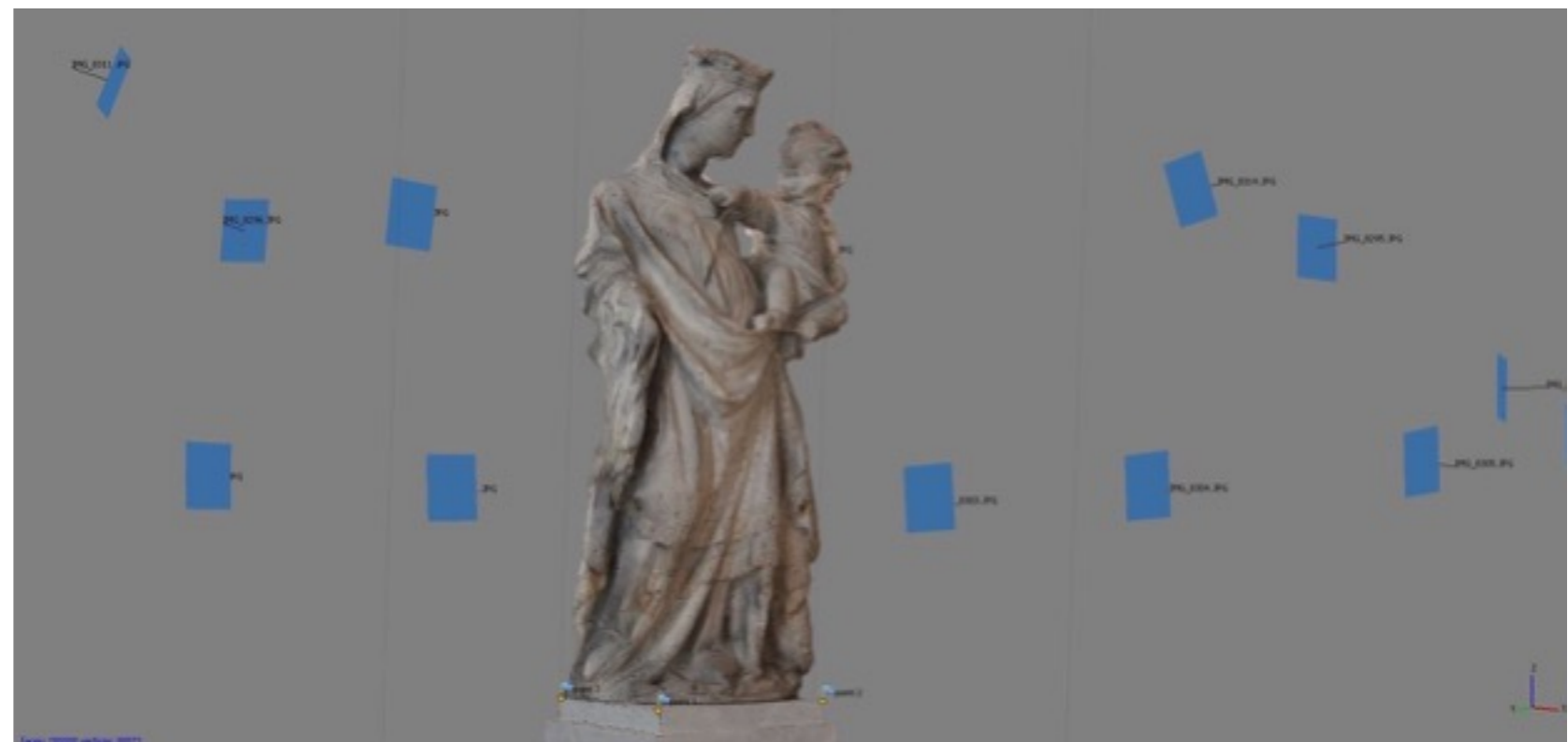
Nuage de points

Structure from Motion ?



Nuage de points

Reconstruction

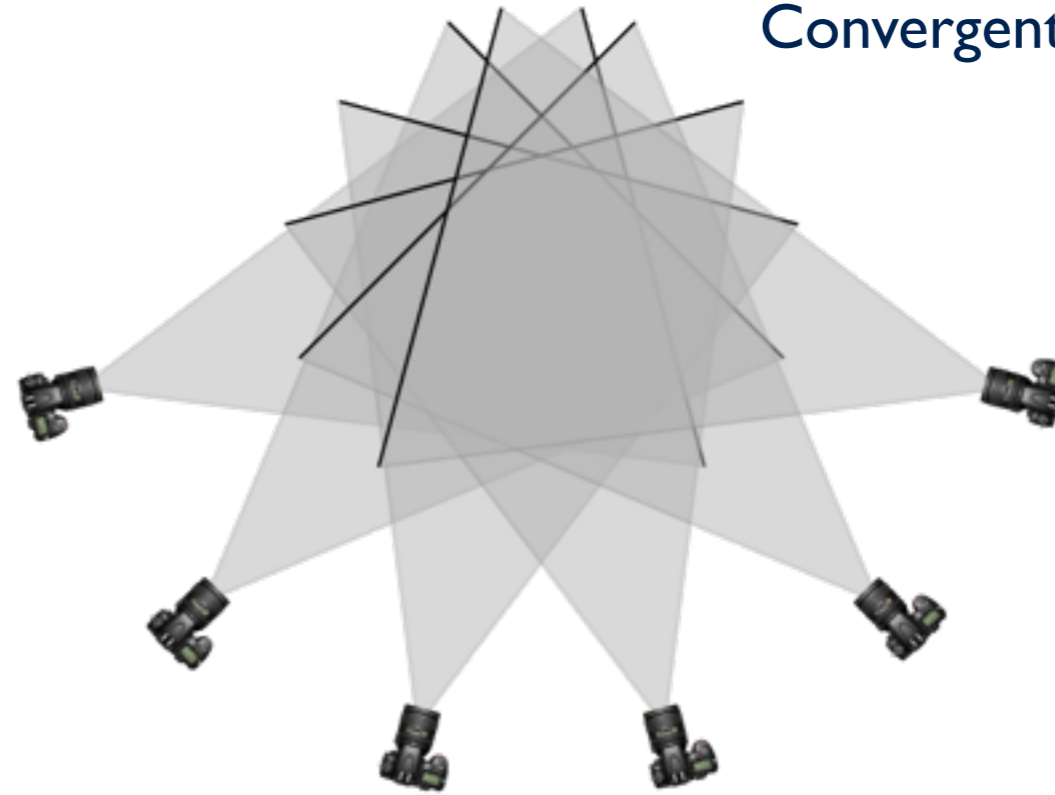


Avec quels outils ?

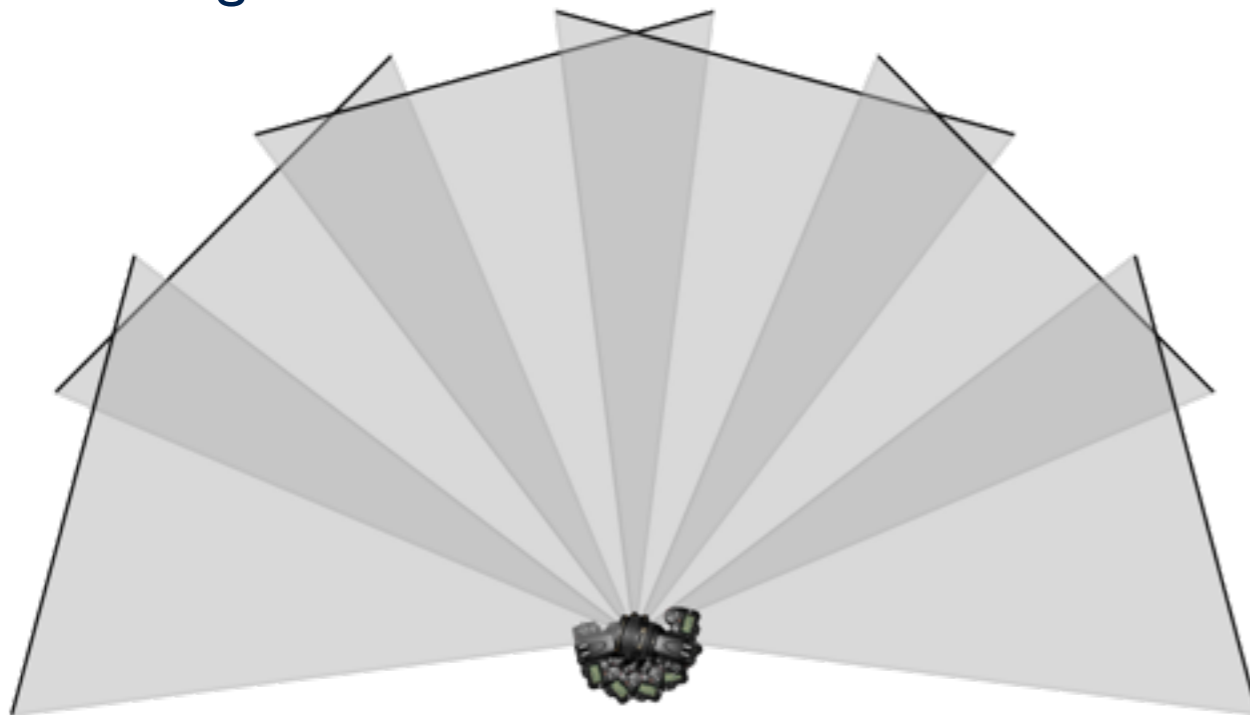


Techniques de prises de vue

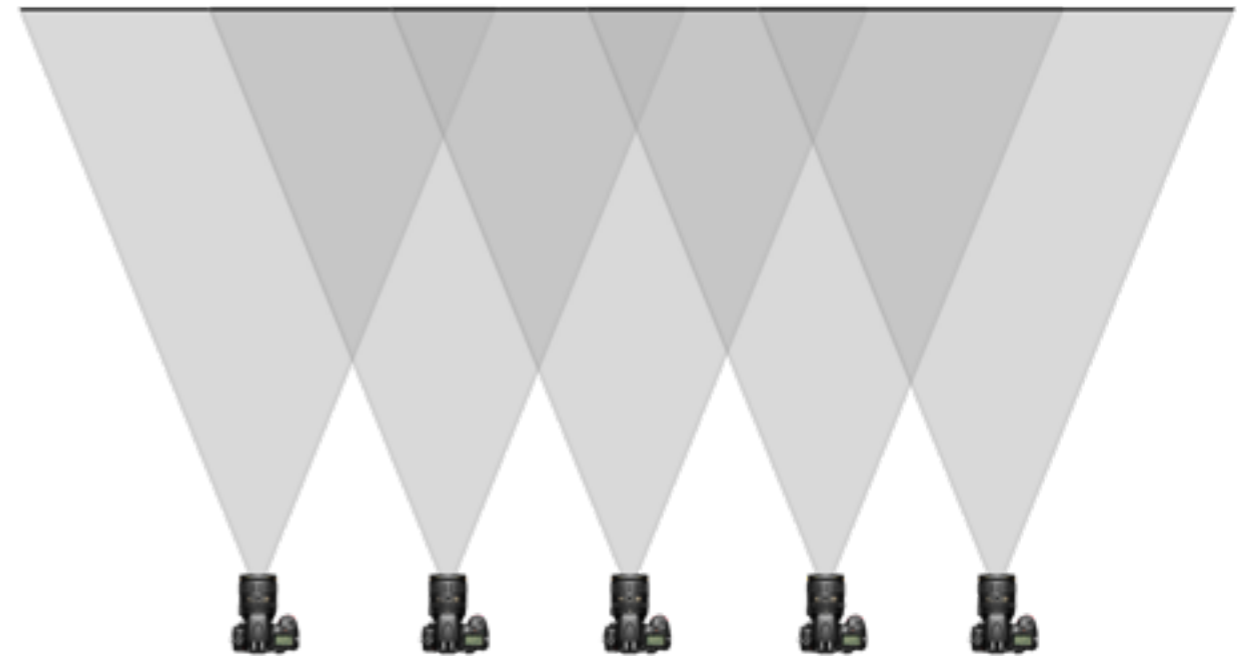
Convergent



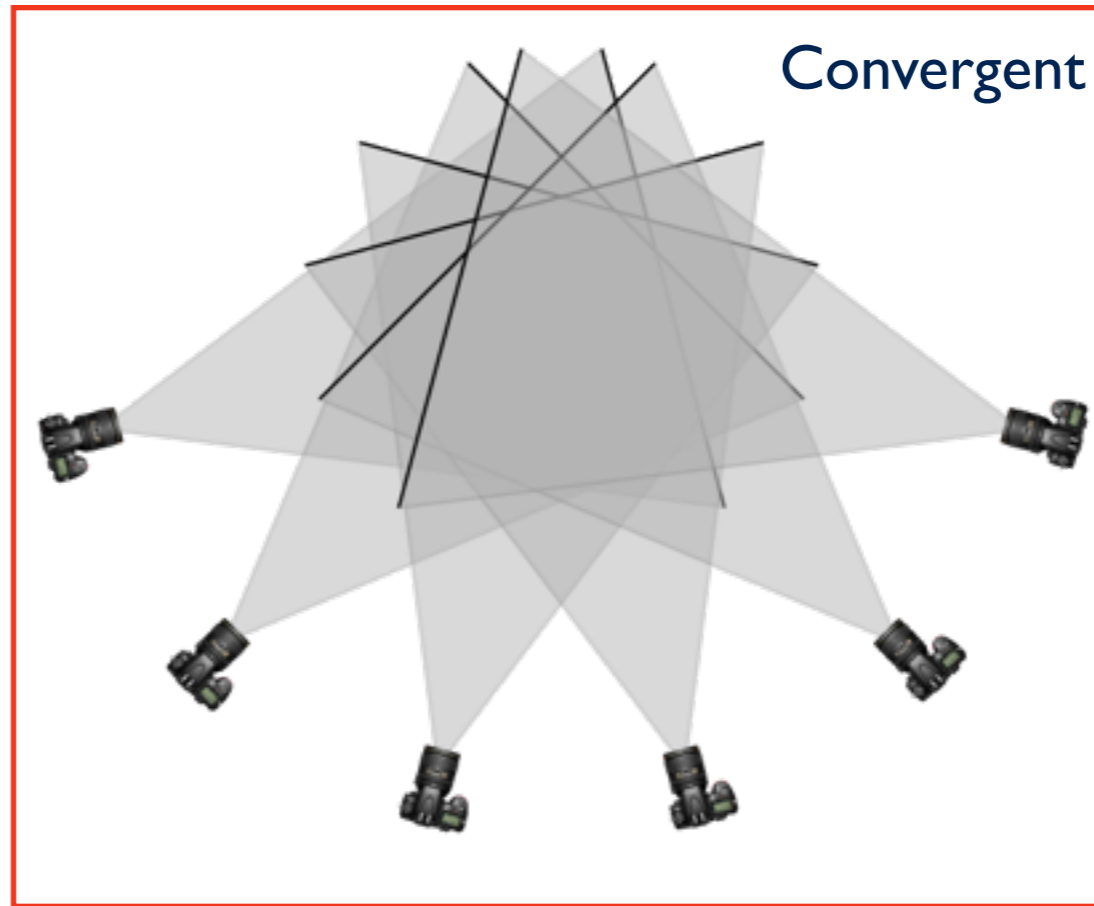
Divergent



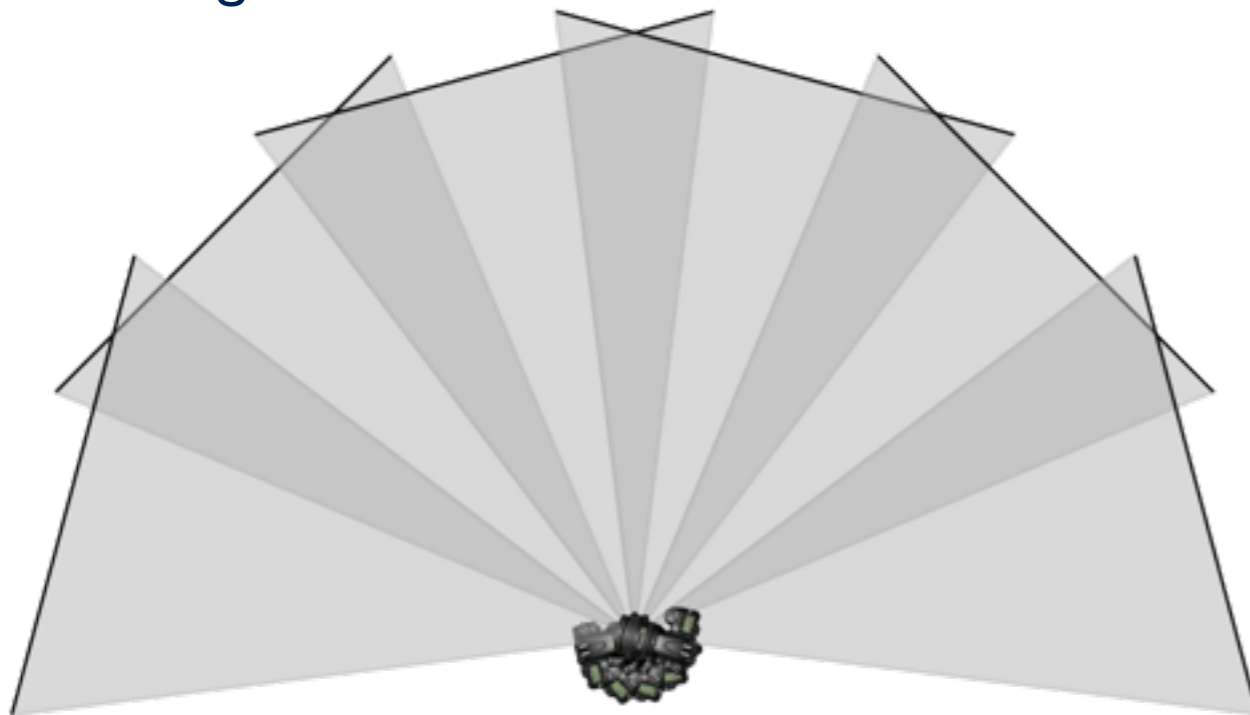
Linéaire / parallèle



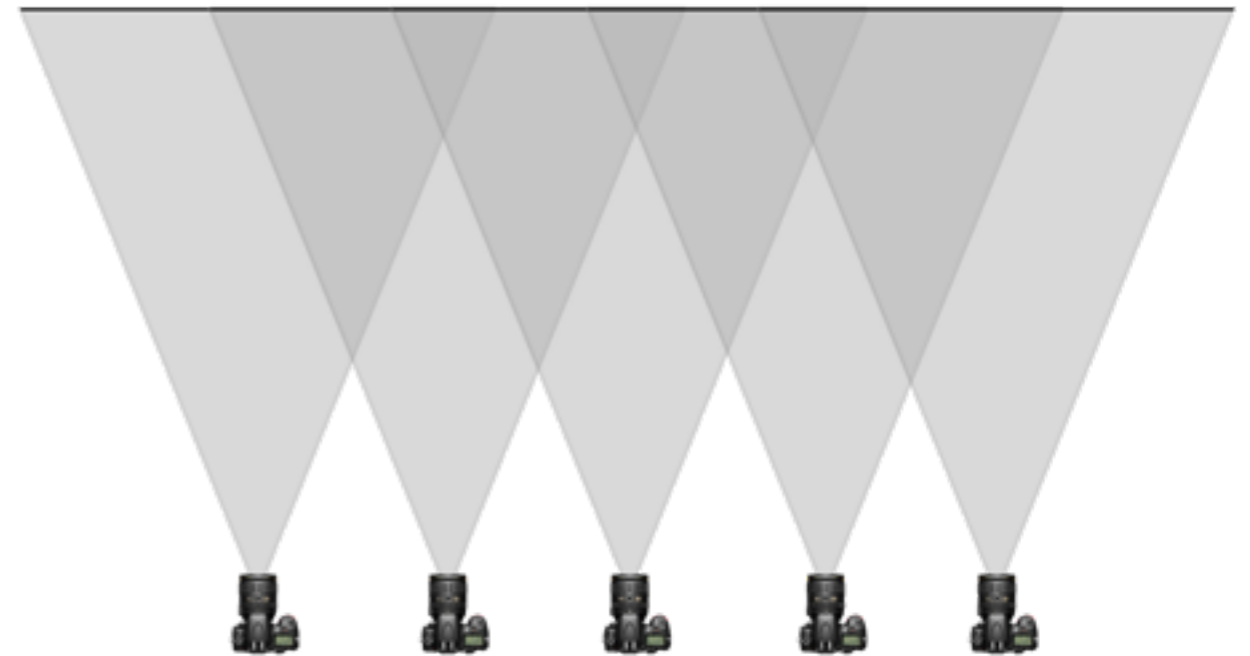
Techniques de prises de vue



Divergent



Linéaire / parallèle



Le choix de l'open source

MIC MAC (logiciel photogrammétrie IGN)



Cloud Compare



MeshLab



QGis

- Maitrise de l'outil
- Possibilité d'intervenir à tous les niveaux du traitement
- Pas d'effet « black box »

Le choix de l'open source

MIC MAC (logiciel photogrammétrie IGN)



Cloud Compare



MeshLab



QGis



PhotoScan

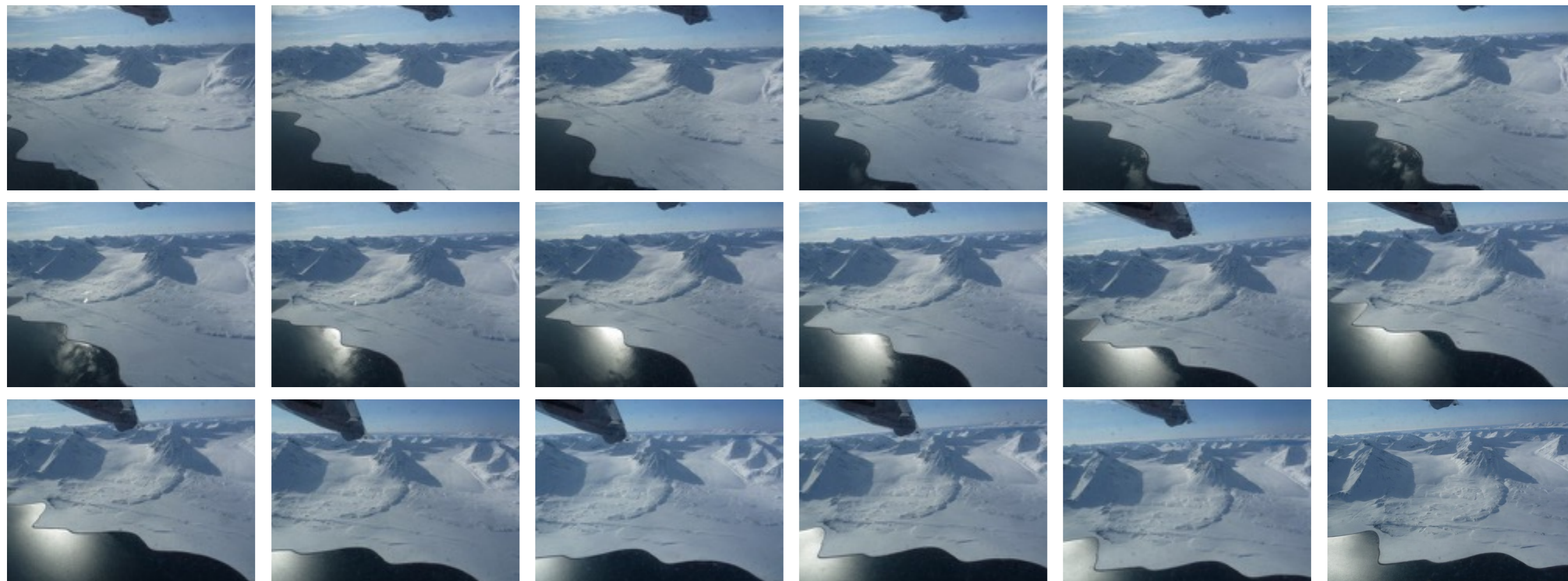
3D Modeling and Mapping

Agisoft



Différents set de données

Paysage
(prise de vue par avion) - large échelle



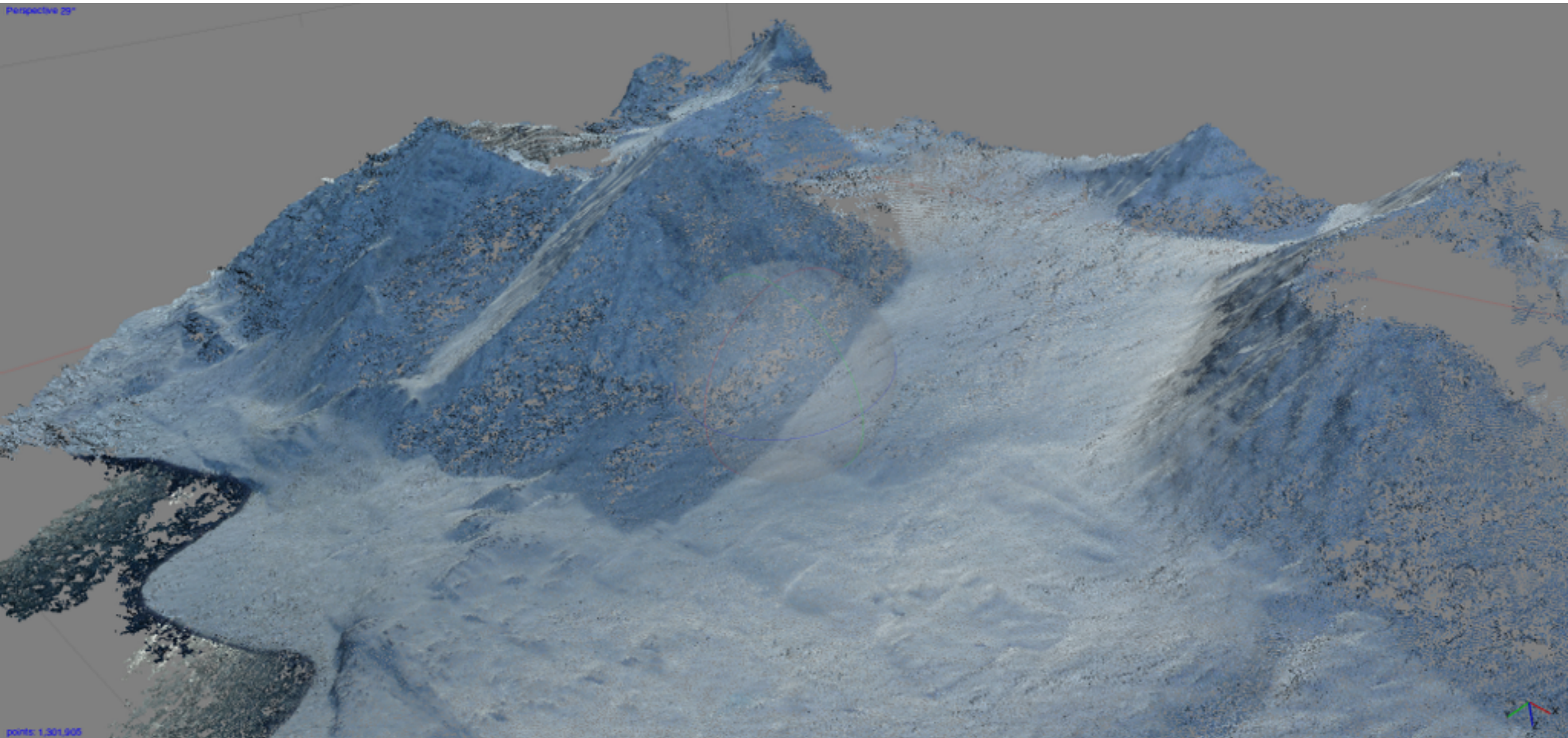
Chaine opératoire de données dites « opportunistes »

15 photos retenues

~ 9M de points

< à 1h de traitement

Nuage de points



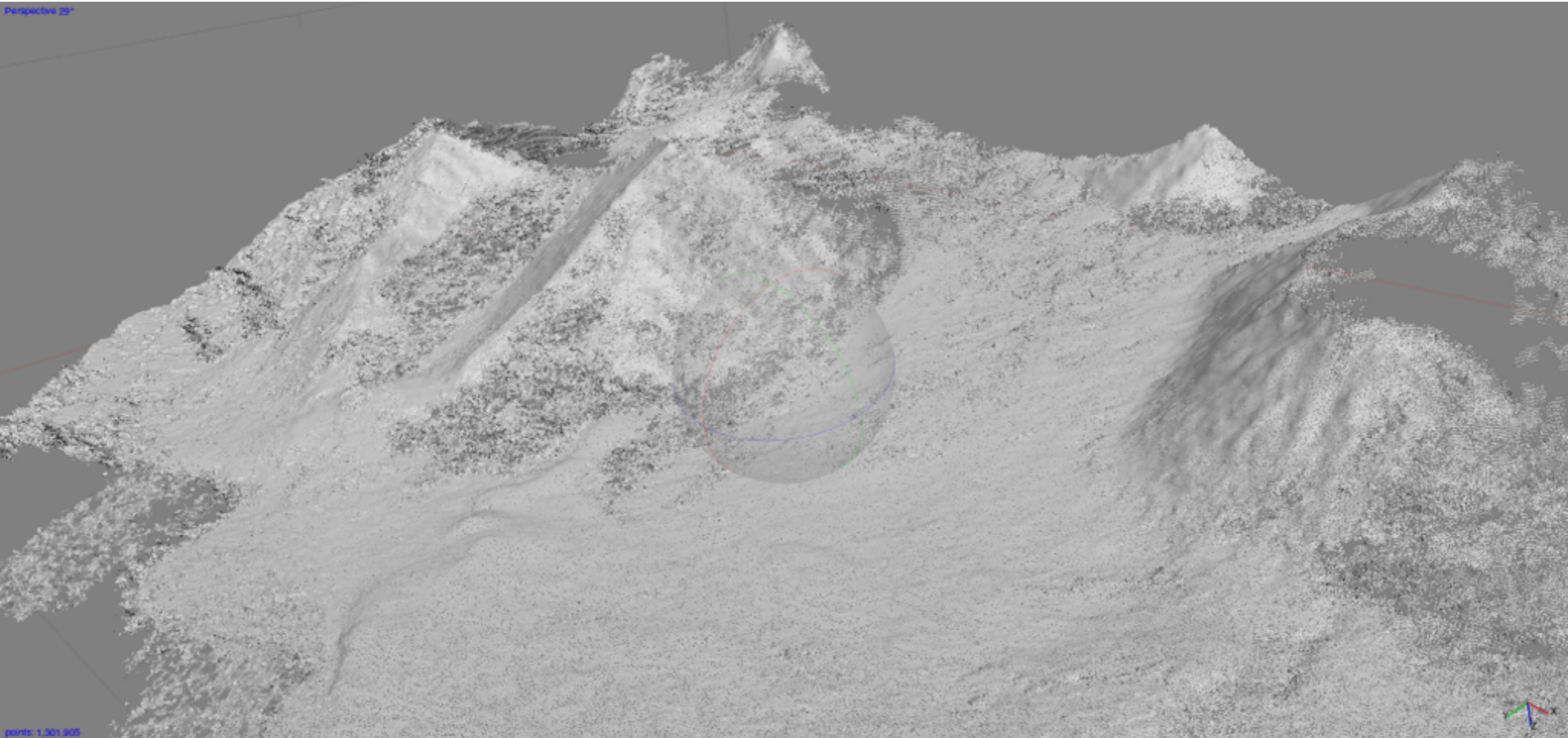
Différents set de données

15 photos retenues

~ 9M de points

< à 1h de traitement

Classification des points / « nettoyage »



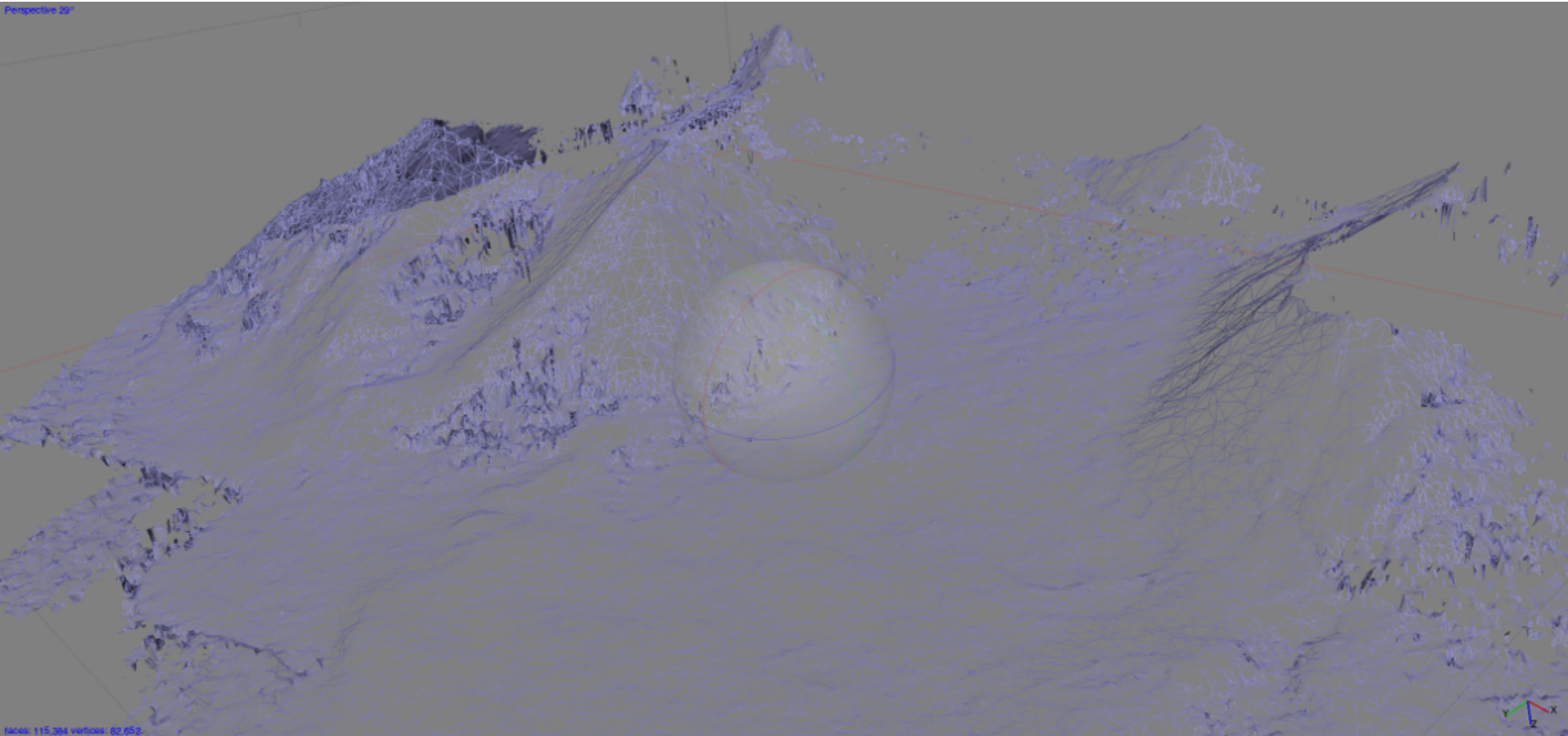
Différents set de données

15 photos retenues

~ 9M de points

< à 1h de traitement

Interpolation / génération du maillage



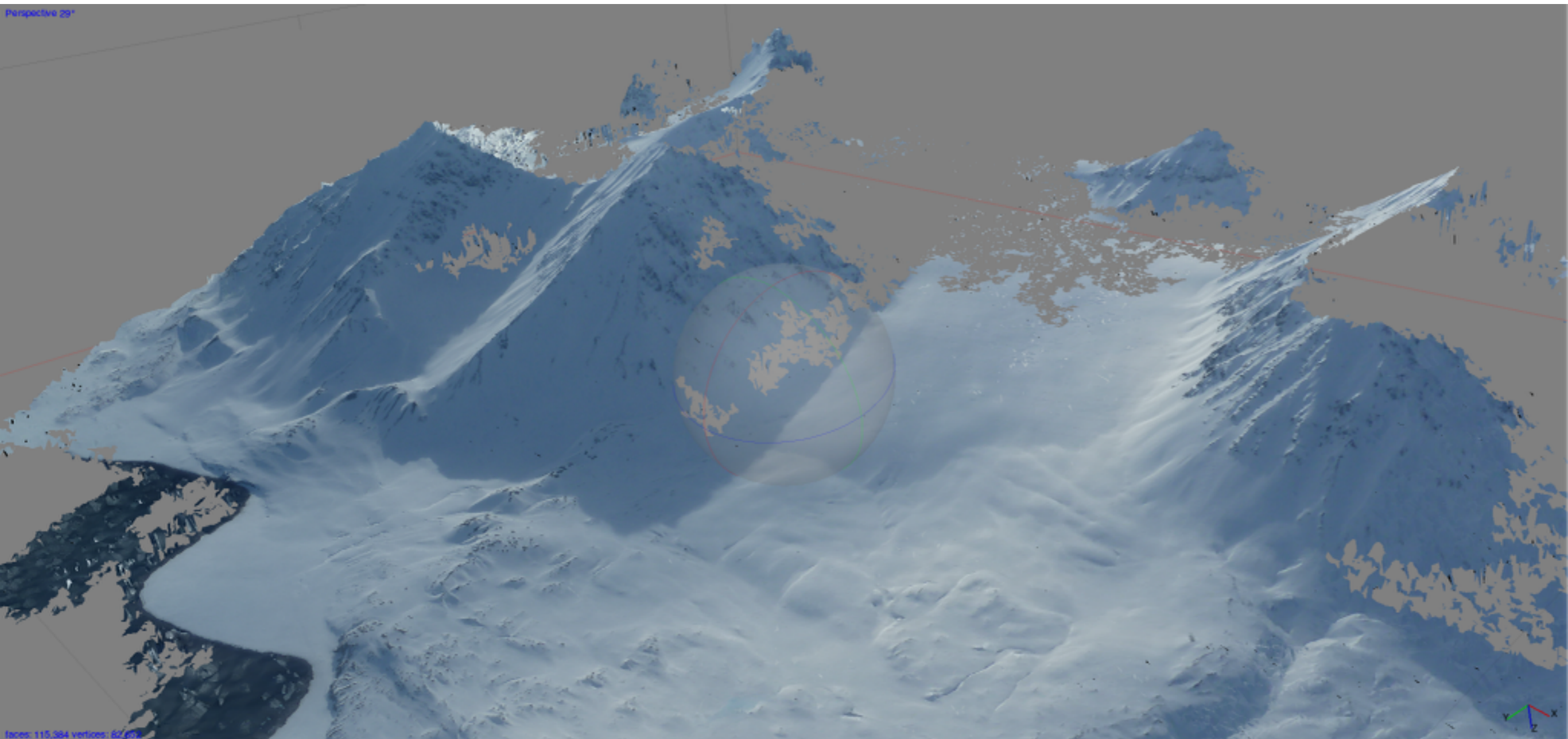
Différents set de données

15 photos retenues

~ 9M de points

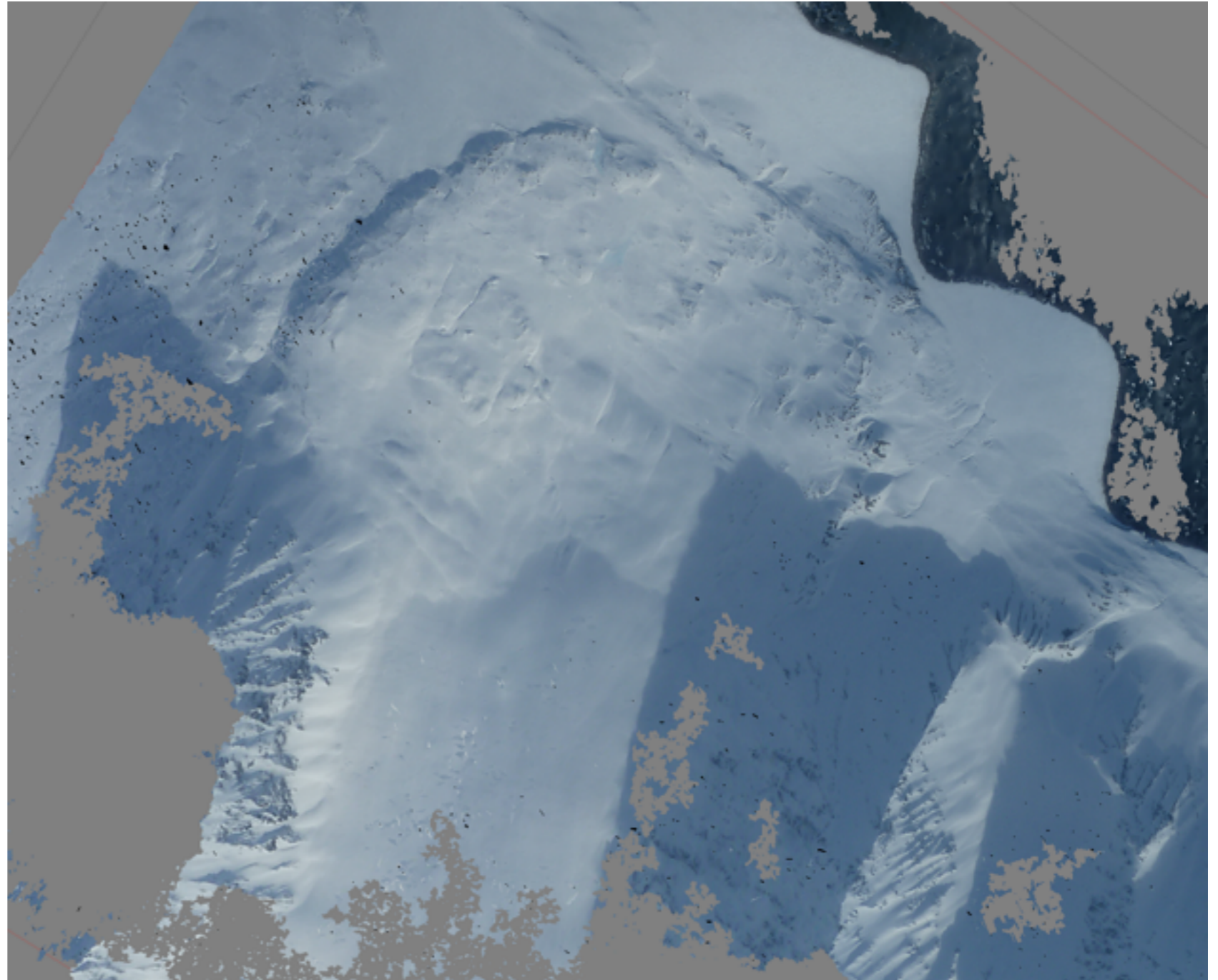
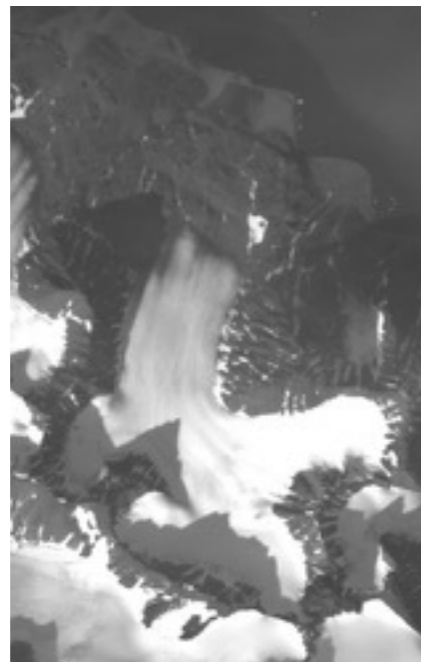
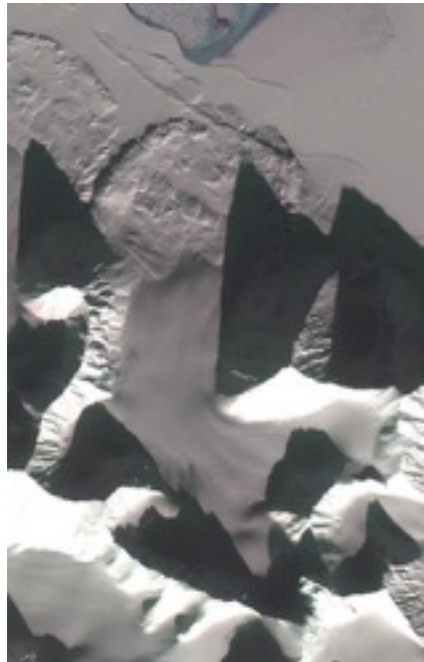
< à 1h de traitement

Drapage des photos



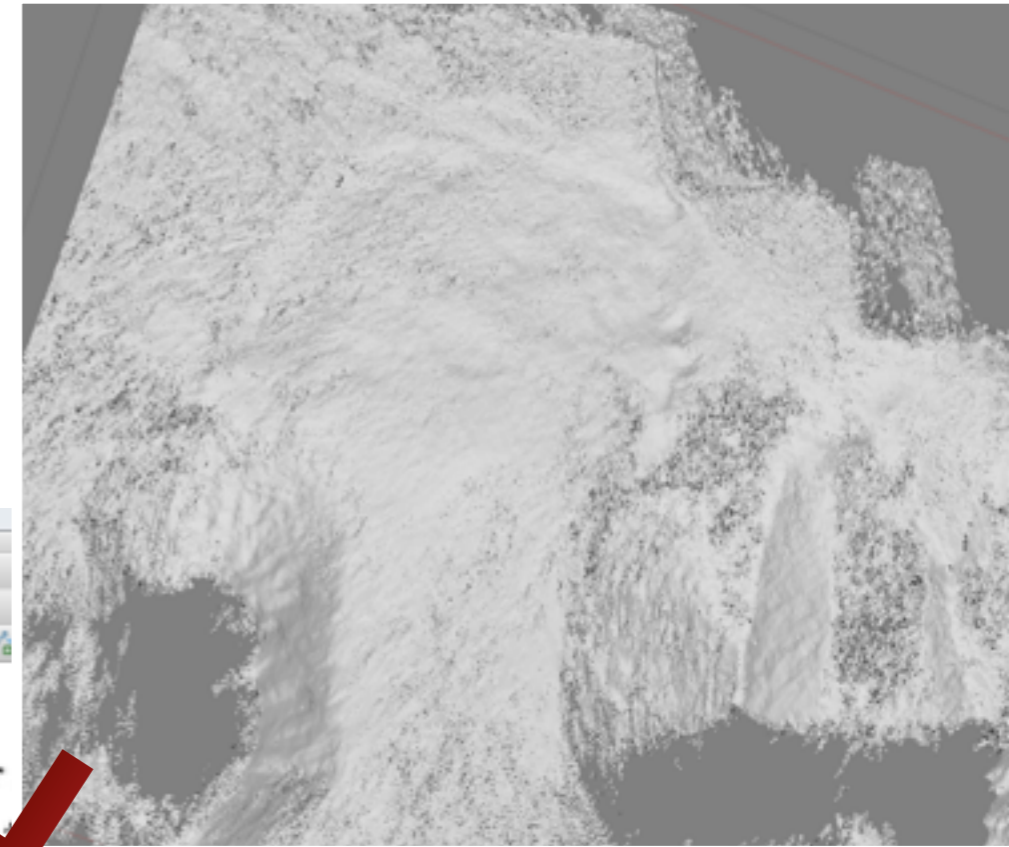
Différents set de données

Orthophoto



Différents set de données

MNT



The screenshot shows the QGIS 2.8.0-Brighton interface. The main map area displays a grayscale Digital Surface Model (MNT) of a forested area. A red arrow points from the top-right aerial image to a specific location on the MNT map. The interface includes a toolbar at the top, a layer list on the left, and a 'ROI creation' dialog box on the right. The dialog box has several sections: 'Advanced interface', 'ROI list', 'ROI parameters', 'ROI creation', and 'ROI signature definition'. The 'ROI parameters' section includes fields for 'Range radius', 'Min ROI size', and 'Max ROI width'. The 'ROI creation' section has a 'Radio U' button and a 'Show ROI' checkbox. The 'ROI signature definition' section has fields for 'MC ID', 'MC Info', 'C ID', and 'C Info'. The status bar at the bottom shows the coordinates '425040,8755226' and the scale 'Échelle 1:60 180'.

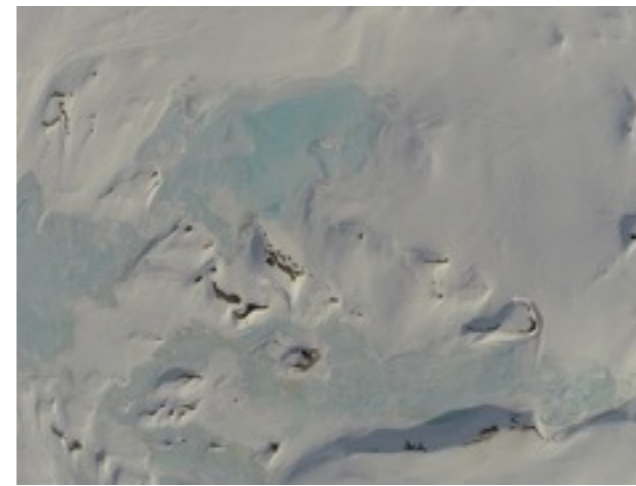
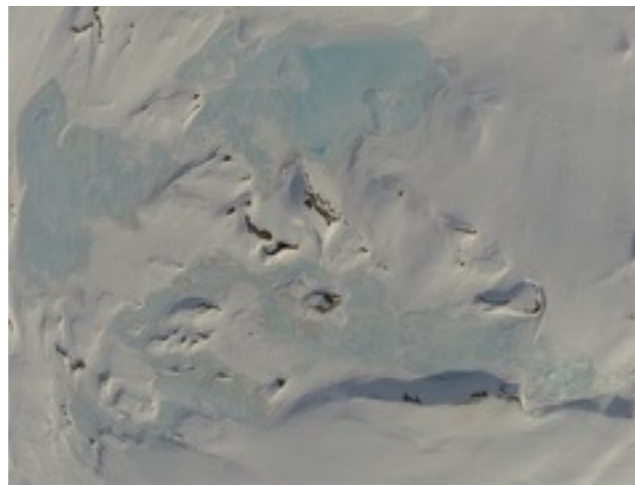
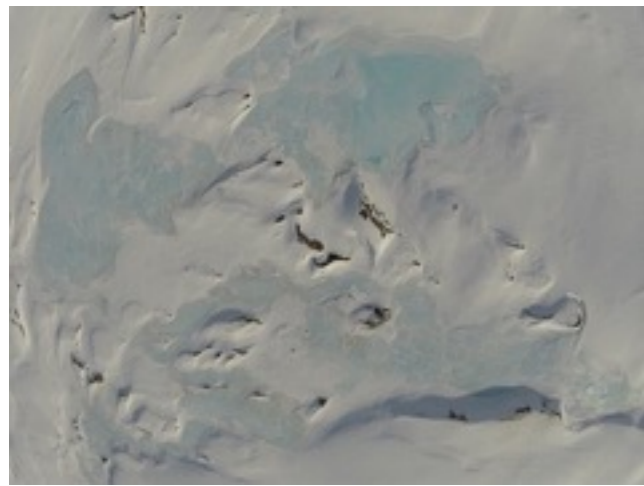
Différents set de données

Marge glacée
(prise de vue par cerf-volant) - échelle locale

8 photos retenues

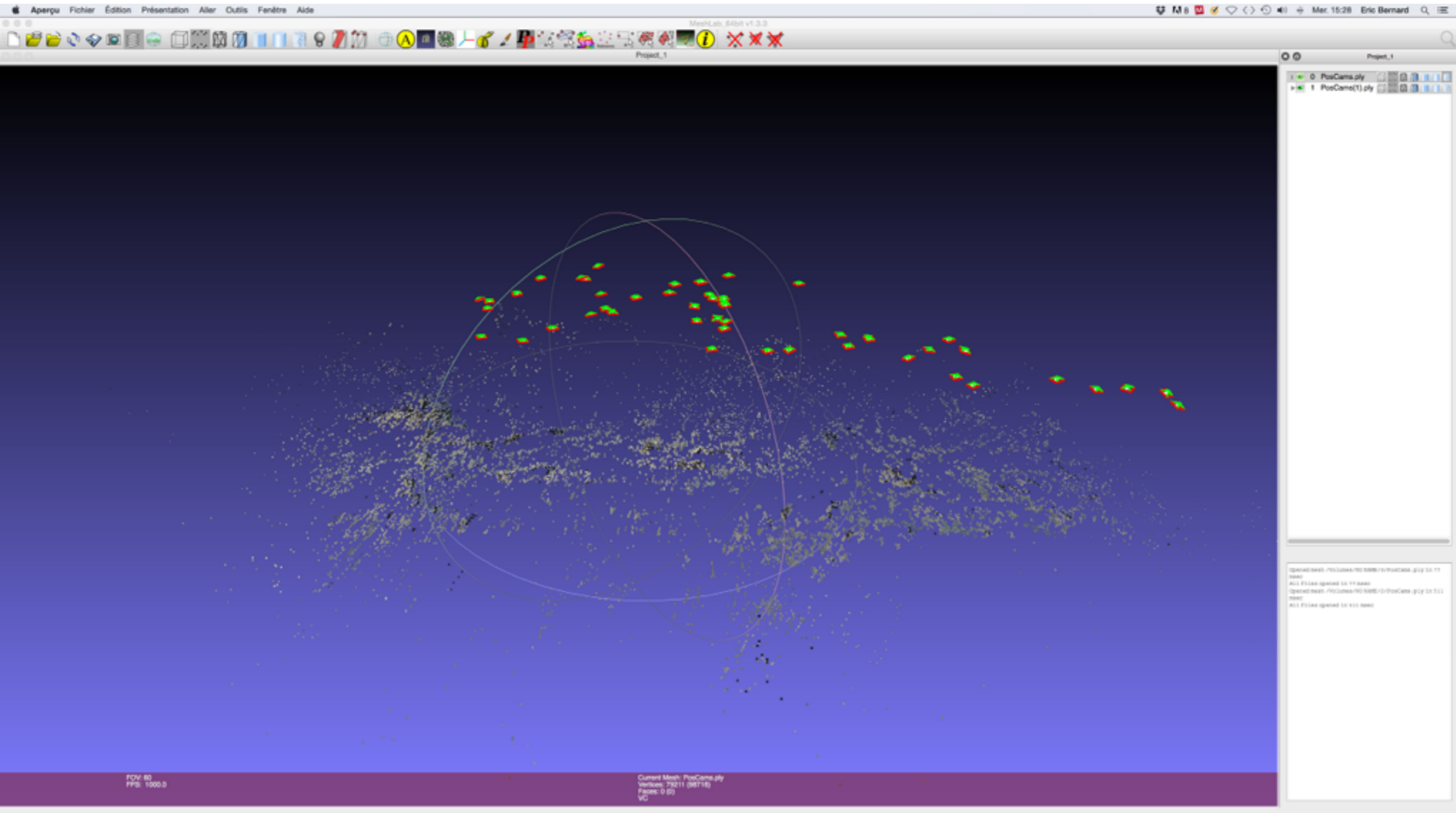
~ 5M de points

< à 20min de traitement



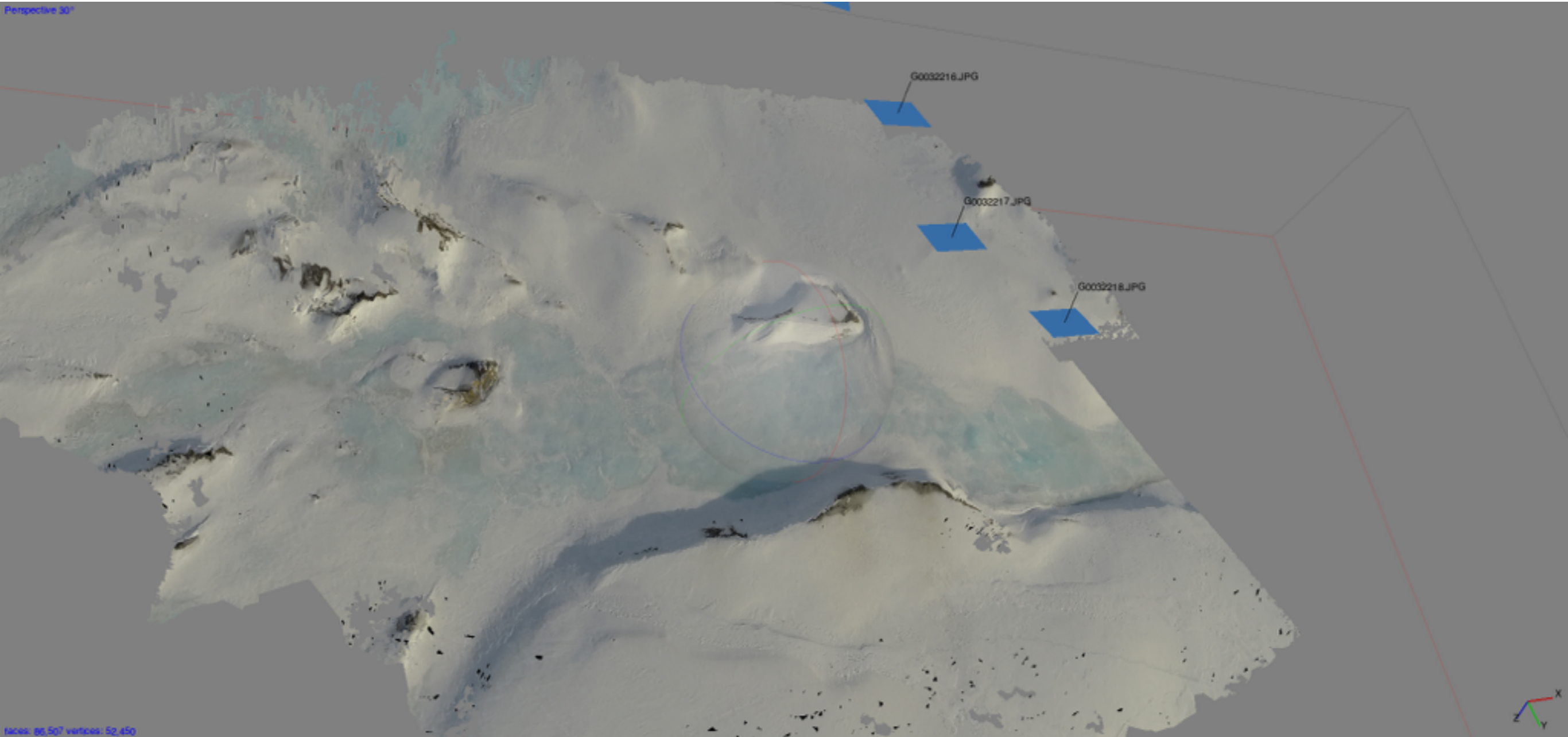
Chaine opératoire

Génération & traitement du nuage de points



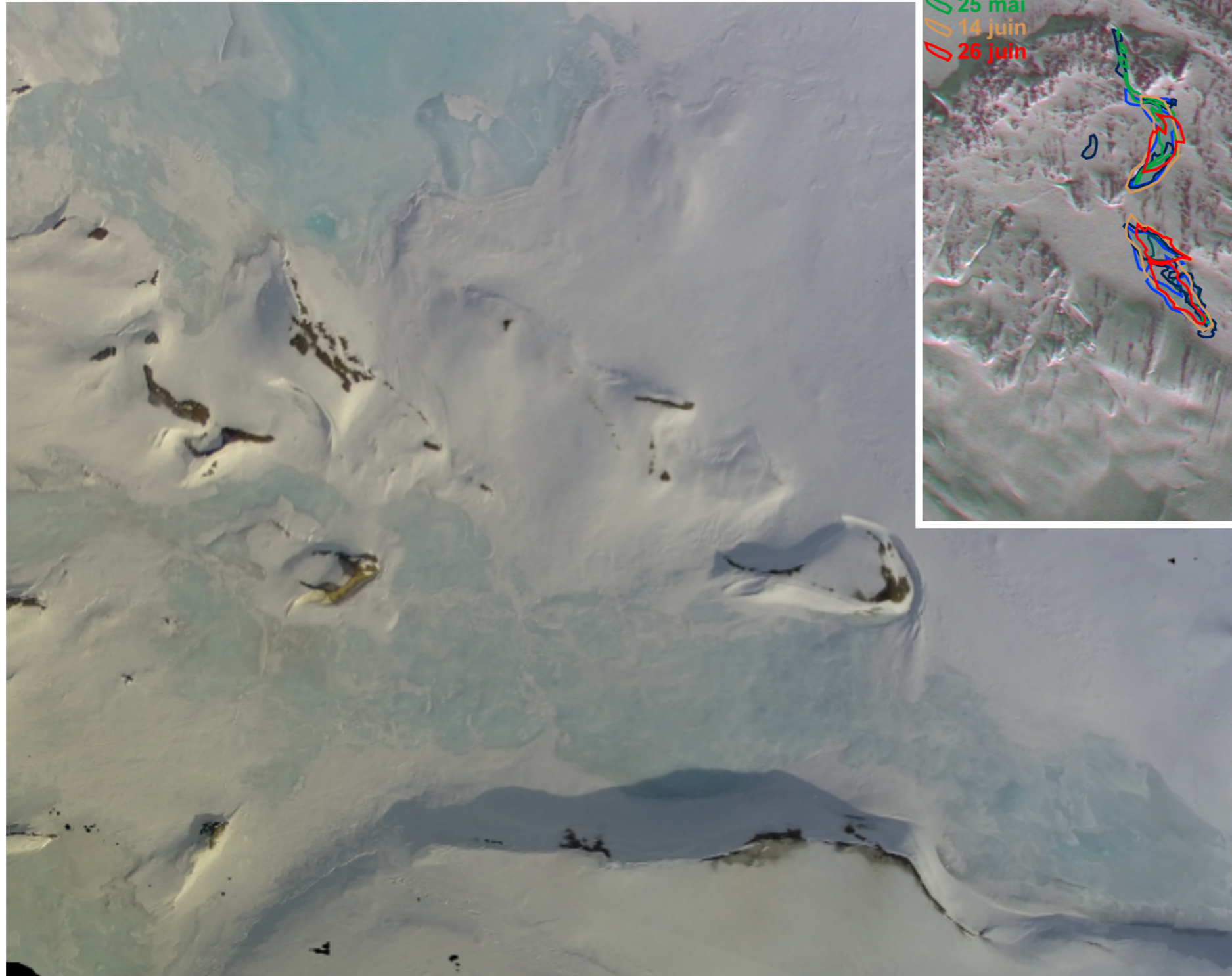
Chaine opératoire

Drapage des photos et texturage



Chaîne opératoire

Orthophoto géoréférencée



Différents set de données

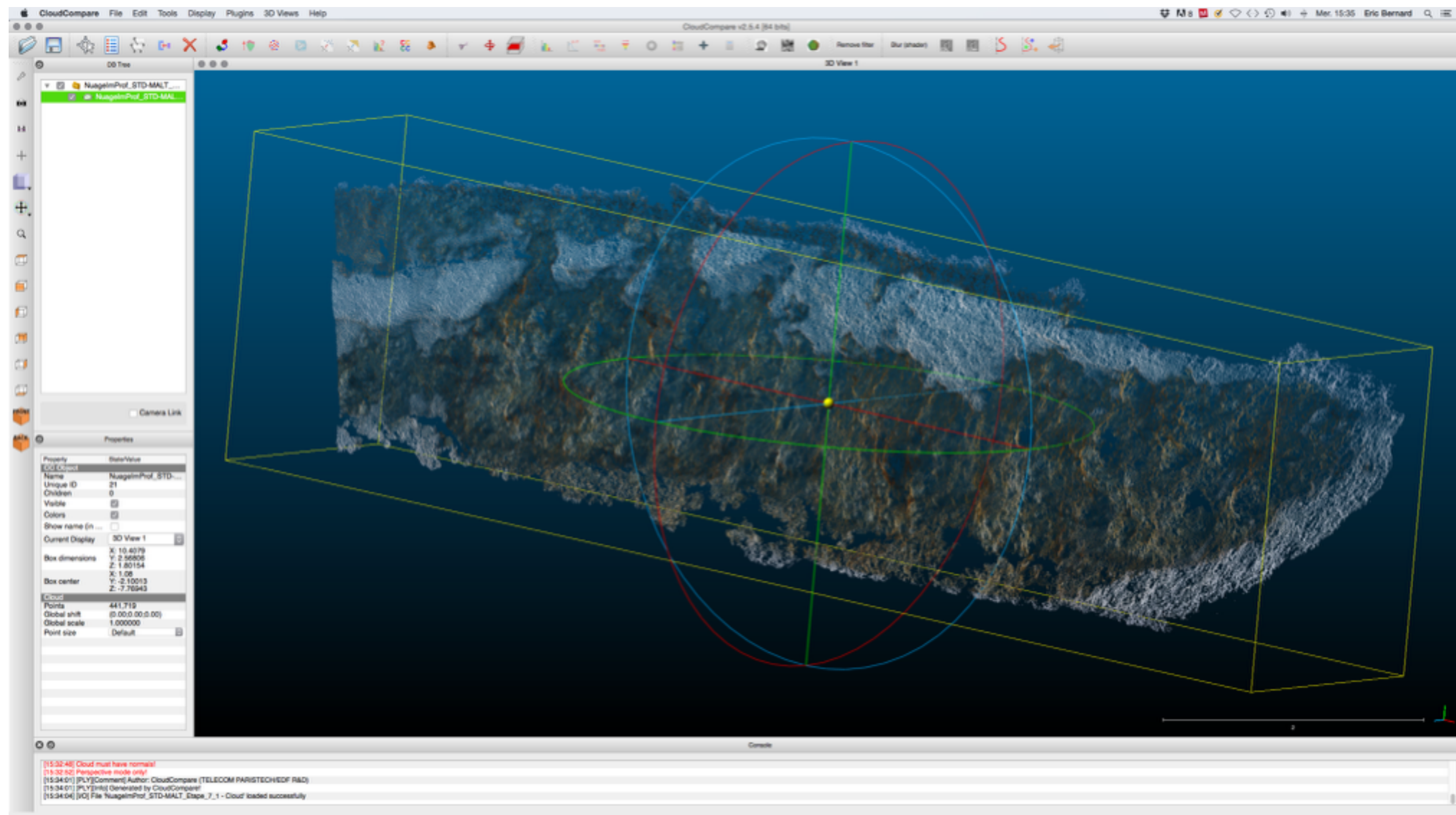
Falaise

(prise de vue au sol) - échelle infra-décimétrique



Calculs de volumes

exemple de gélification - roche mère, moraine



CloudCompare v2.5.4 (64 bits)

CloudCompare v2.5.4 (64 bits)

Remove filter Blur (shader)

3D View 1

3D Tree

- NuagelmProf_STD-MALT
- NuagelmProf_STD-MAL...

Camera Link

Properties

Property	State/Value
EGEOObject	
Name	NuagelmProf_STD...
Unique ID	21
Children	0
Visible	<input checked="" type="checkbox"/>
Colors	<input checked="" type="checkbox"/>
Show name (in ...)	<input type="checkbox"/>
Current Display	3D View 1
Box dimensions	
X:	10.4079
Y:	2.56606
Z:	1.80154
Box center	
X:	1.08
Y:	-2.10013
Z:	-7.76943
Cloud	
Points	441,719
Global shift	(0.00;0.00;0.00)
Global scale	1.000000
Point size	Default

Console

```
[15:32:48] Cloud must have normals!  
[15:32:52] Perspective mode only!  
[15:34:01] [PLY]Comment: Author: CloudCompare (TELECOM PARISTECH/EDF R&D)  
[15:34:01] [PLY]Info: Generated by CloudCompare!  
[15:34:04] [IO] File NuagelmProf_STD-MALT_Stage_7_1 - Cloud loaded successfully
```

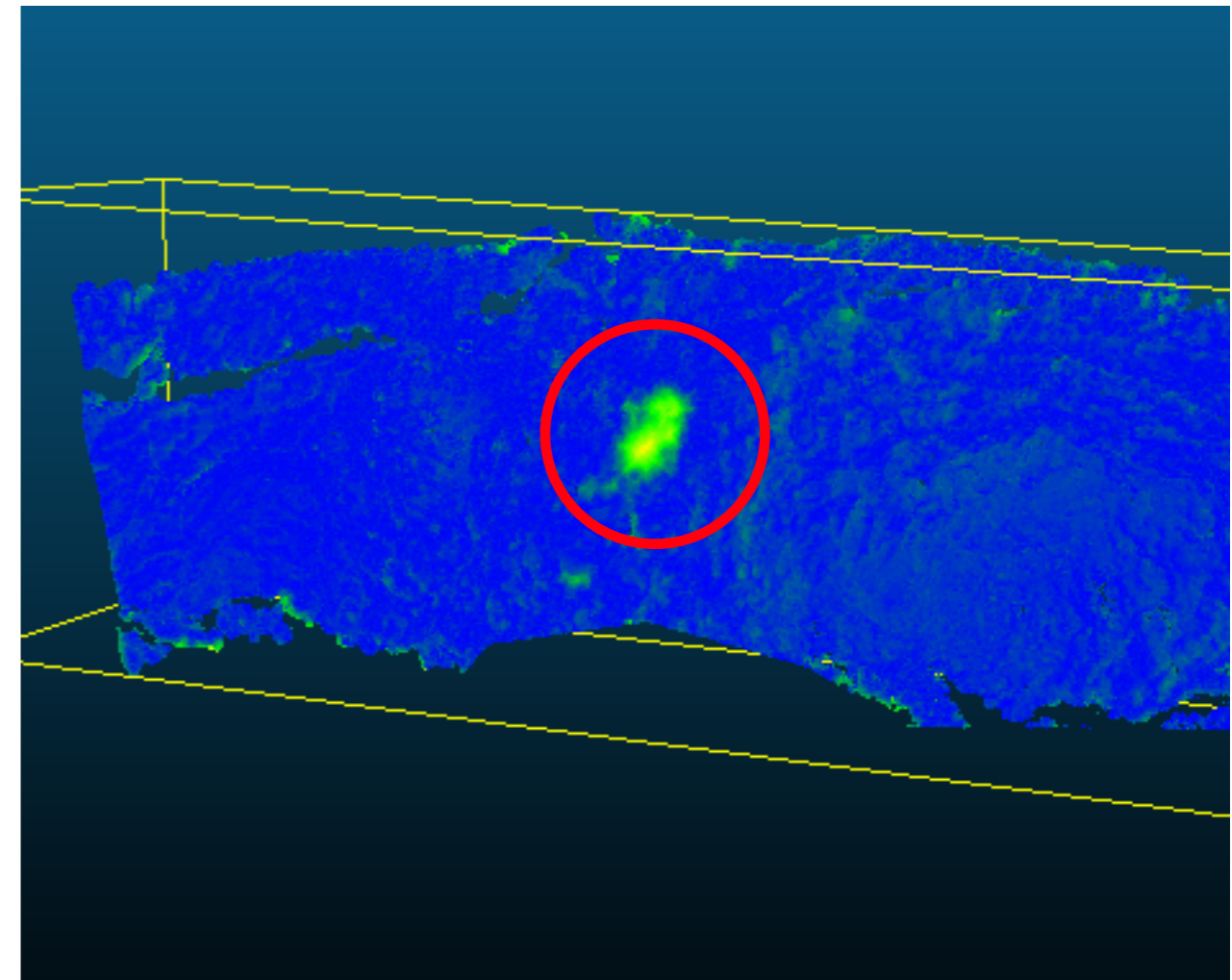
Calculs de volumes

exemple de gélification - roche mère, moraine



Calculs de volumes

exemple de gélification - roche mère, moraine



Calcul de volume par soustraction de MNT

(~ 0,017 m³ mobilisés)

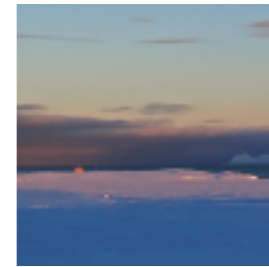
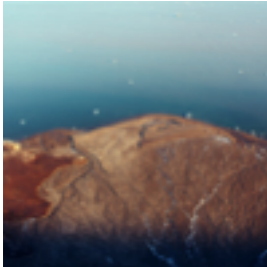
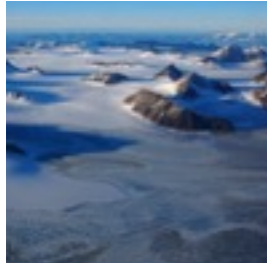
Pour conclure...

- + Méthode simple, facile à mettre en oeuvre, « low-cost »
- + Chaine de traitement qui peut être entièrement *open source*
- + Résultats HR qui permettent de s'affranchir de méthodes lourdes dans la majorité des cas
- + Possibilité de réactivité des mesures en fonction d'événements courts mais intenses.
- + Itération, reproductibilité

Pour conclure... et aller plus loin

- + Méthode simple, facile à mettre en oeuvre, « low-cost »
- + Chaîne de traitement qui peut être entièrement *open source*
- + Résultats HR qui permettent de s'affranchir de méthodes lourdes dans la majorité des cas
- + Possibilité de réactivité des mesures en fonction d'événements courts mais intenses.
- + Itération, reproductibilité

- Fortement dépendant de l'opérateur et/ou du moyen de mesure (UAV, cerf-volant etc...)
- Méthode réservée à des surfaces d'observations modestes
- Ne s'affranchit pas d'une (très) mauvaise météo !
- Précision qui reste moindre que d'autres appareils spécifiques (RADARS sols, LiDAR)
- Prises de vues trop tangentielles et/ou linéaires altèrent la précision



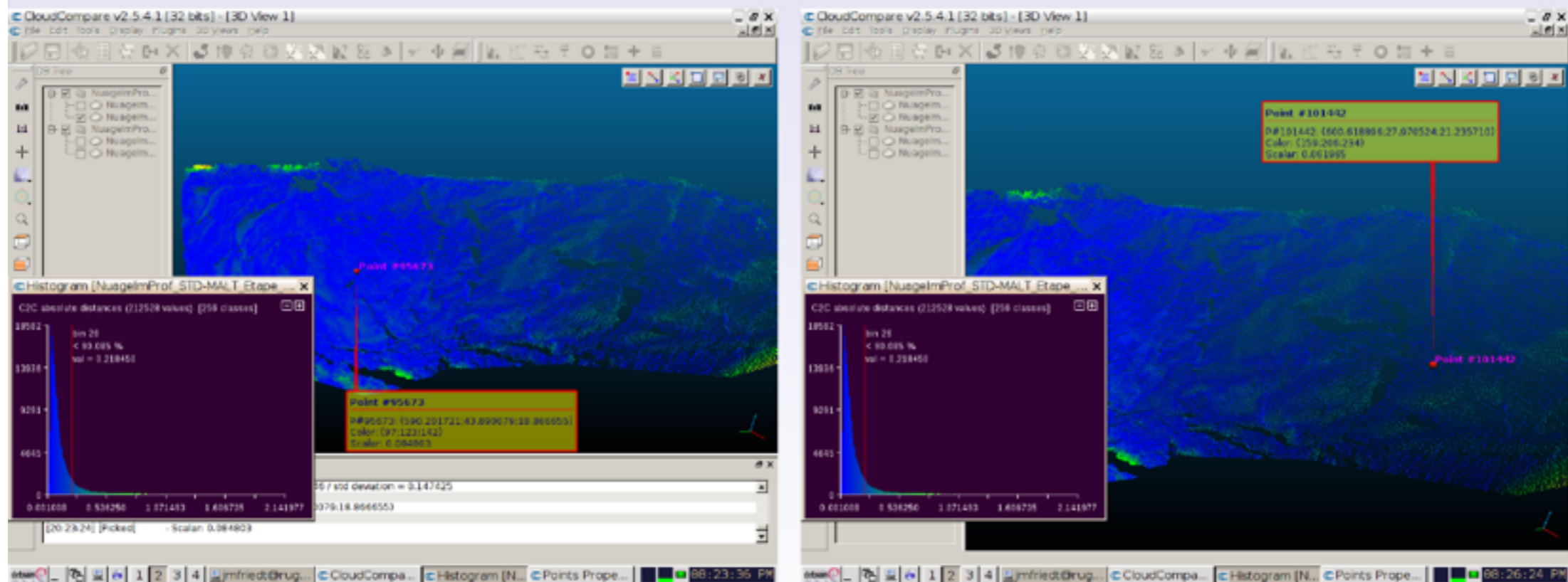
Takk så mye !

Marge d'erreur en comparaison avec les mesures LiDAR

MICMAC: birdcliff site

Cloud dimensions: 45 m \times 12 m, including snow covered areas

- 3 point clouds of the same feature were acquired under different photography conditions within a few minutes
- separate GPS receiver stores the camera position at the time the picture is taken (<m short term relative position resolution)
- Point cloud error assesment: 90% of the points lie at less than 22 cm error, with typical samples in the 6-10 cm error range

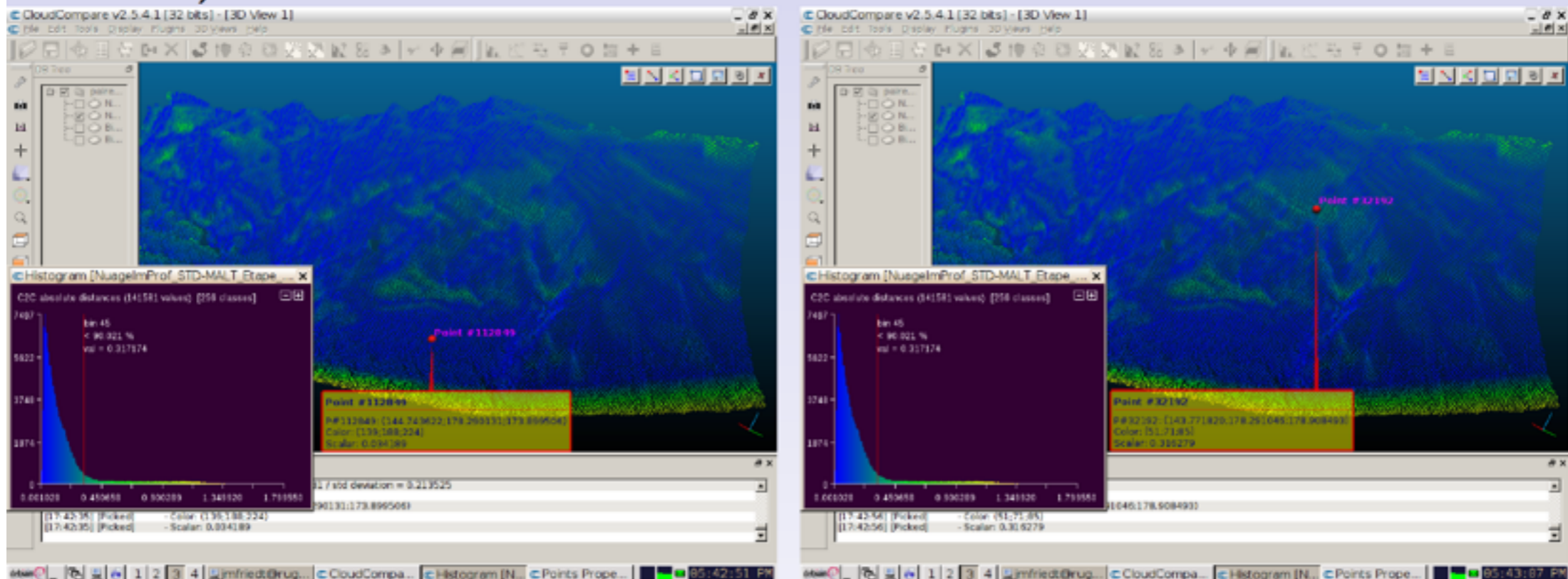


(at a distance of 40 m, pixel width is 1 cm)

Marge d'erreur en comparaison avec les mesures LiDAR

MICMAC v.s Lidar: birdcliff

The same birdcliff was scanned at the same time by Lidar (measurement duration: 102 min. scan for 2159000 points – newer LiDAR would take $\simeq 10$ min)



- Manual overlap due to inconsistency in the meaning of X, Y and Z+Lidar point cloud centered on the instrument
- Transform matrix diagonal elements: 0.9926, 0.9997 and 0.9926
 \Rightarrow scale consistent to better than 1%
- Point cloud error assesment: 90% of the points lie at less than 32 cm error