

Photogrammétrie et métrologie par drones *La recherche à l'IGN.*

Marc Pierrot Deseilligny.
Vincent Tournadre, Mehdi Daakir, Jonathan
Lisein.

IGN/ENSG

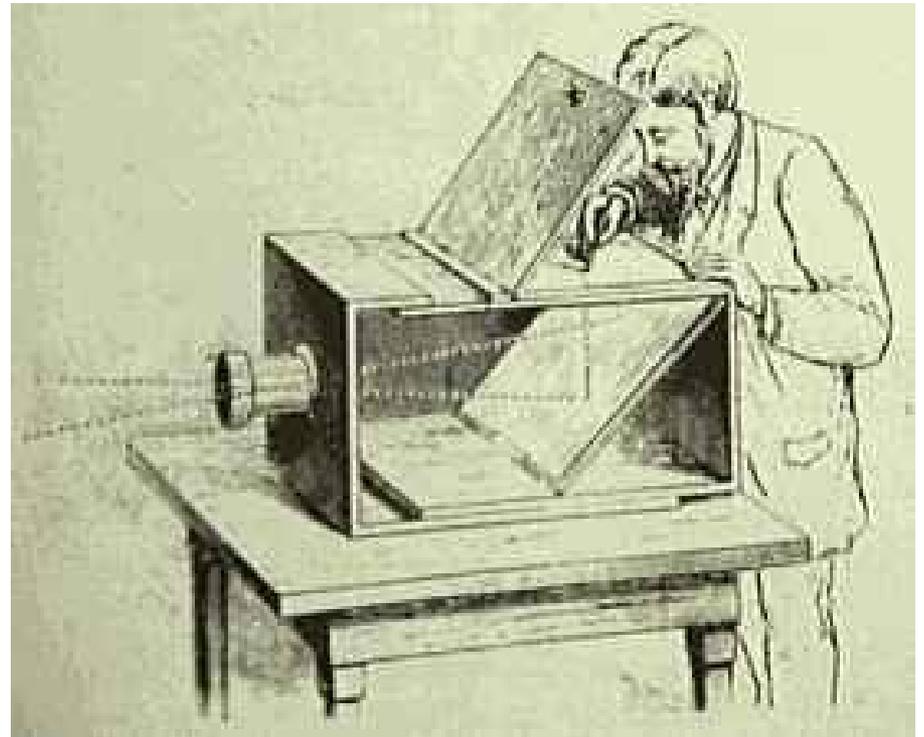
1-La photogrammétrie hier et aujourd'hui.

La mesure géométrique basée images :

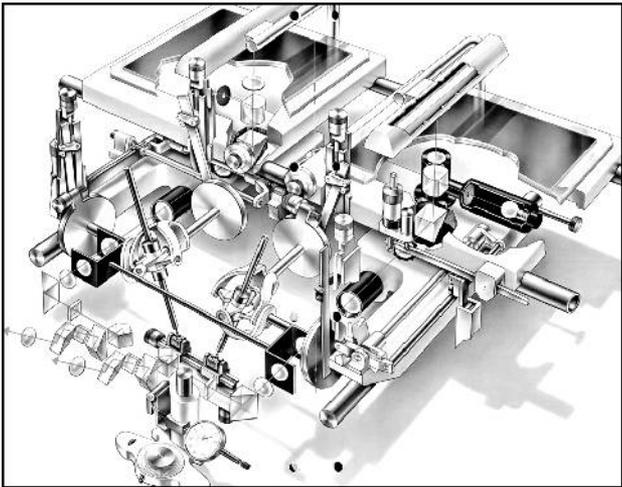
Une technique ancienne
(plus de 150 ans)



Aymé Laussedat
(1819-1907)



Jusque dans les années 2000, la photogrammétrie était :



**Un technique
vieillisante**



**Requérant du matériel et des
opérateurs spécialisés.**

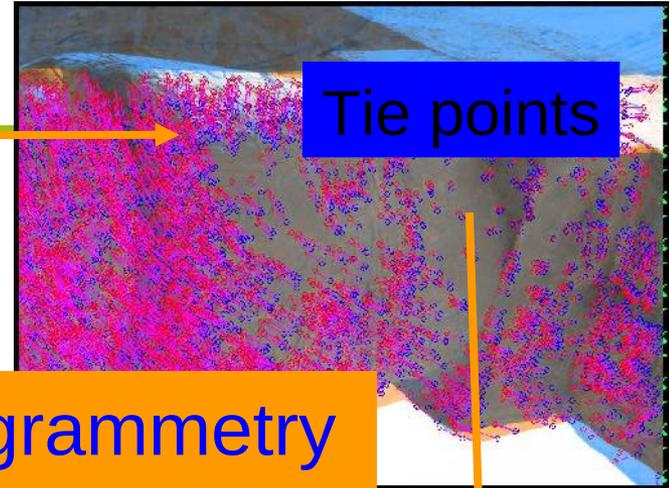
***Une technique qui avait vocation à être
remplacée par le LIDAR***

Depuis 2005-2010 : pipelines 100% automatique



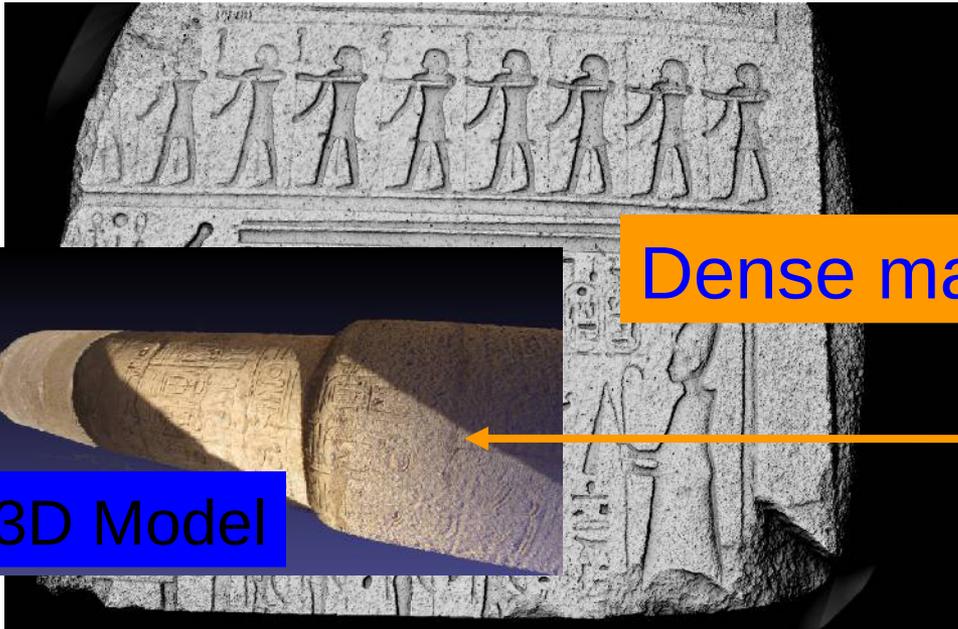
Images

Images processing



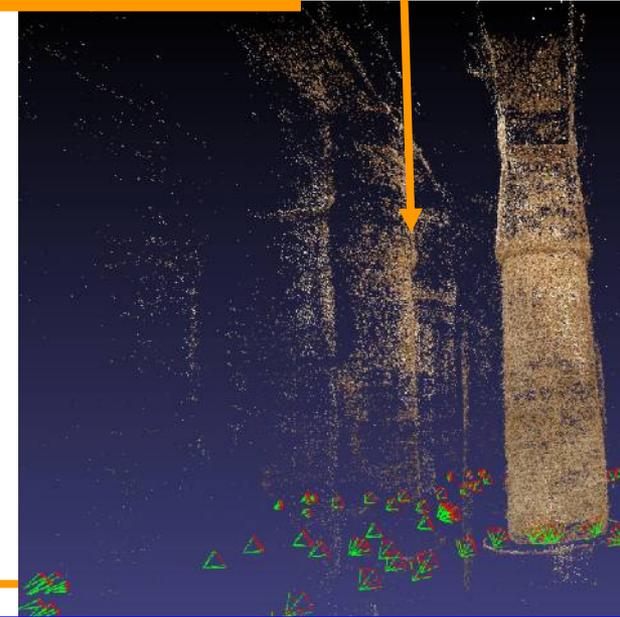
Tie points

Photogrammetry
Computer vision



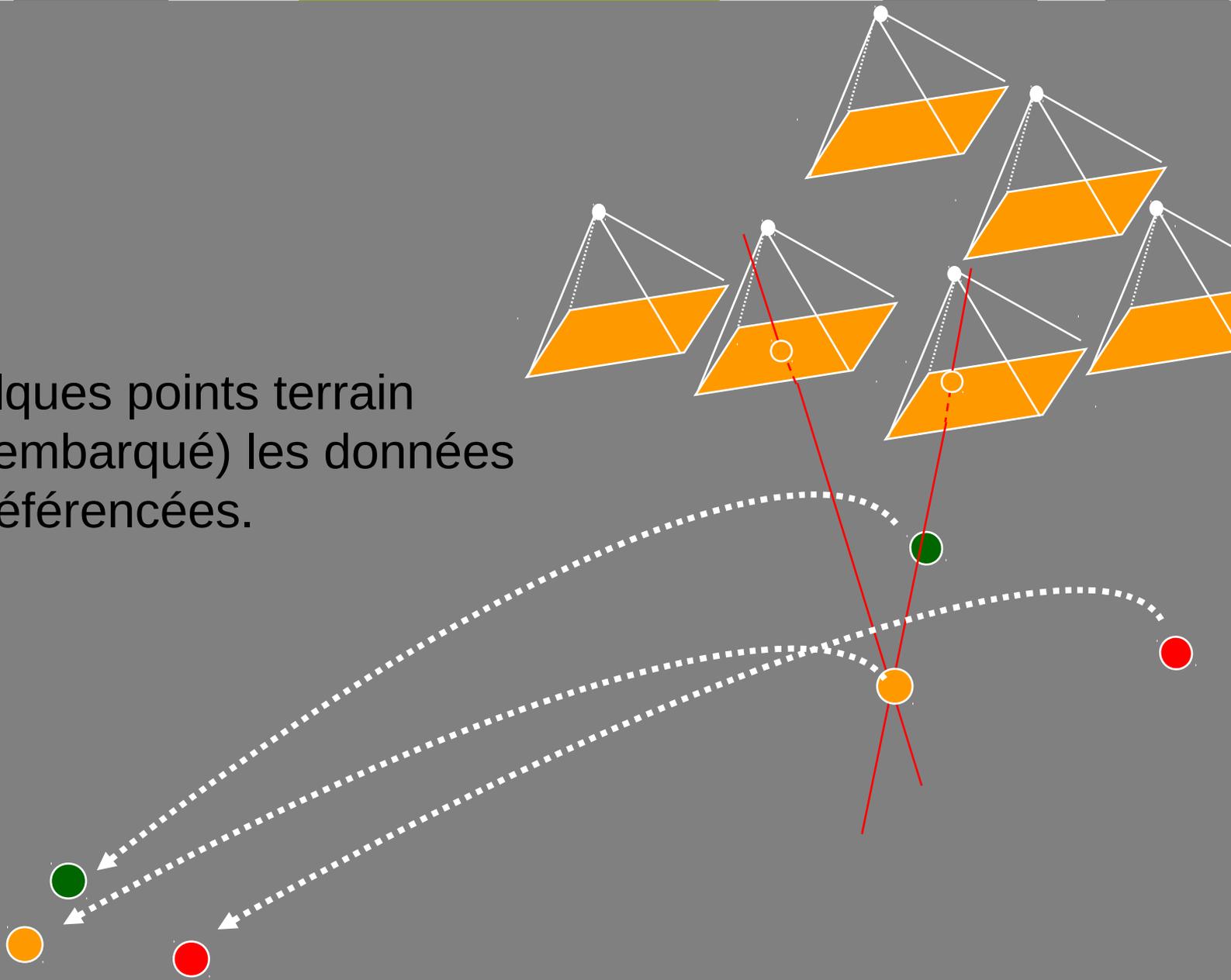
3D Model

Dense matching



Orientation, calibration

Avec quelques points terrain
(ou GPS embarqué) les données
sont géoréférencées.



Agisoft

3D Modeling and Mapping

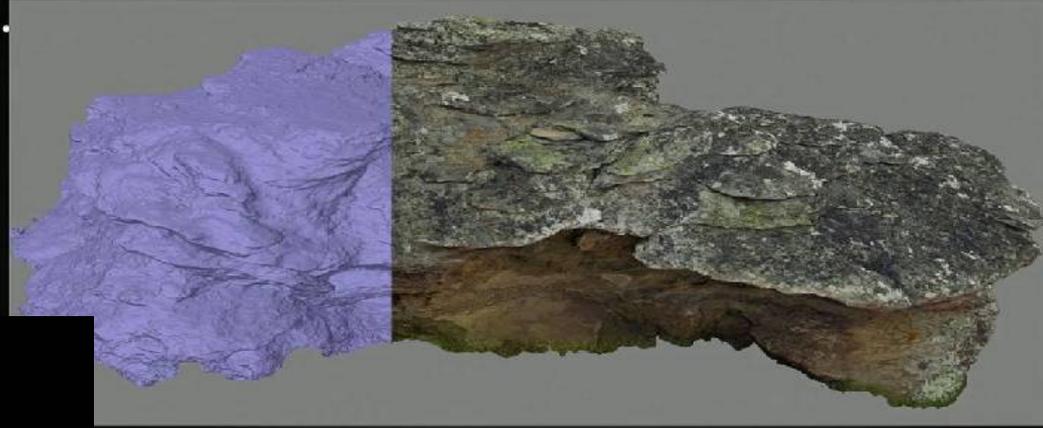


PhotoScan

3D Modeling and Mapping

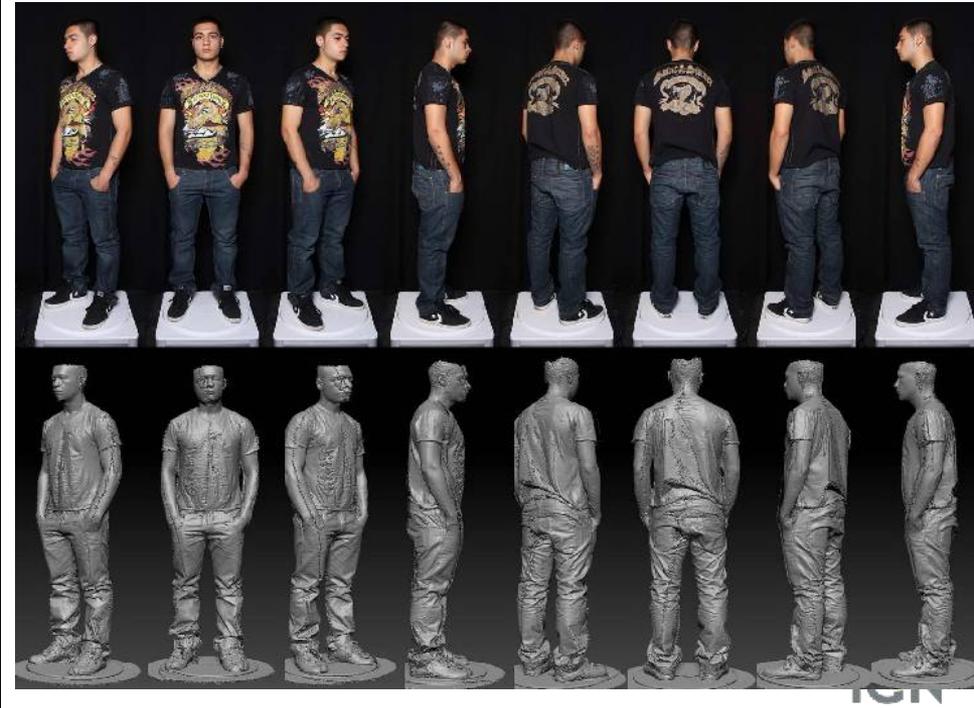
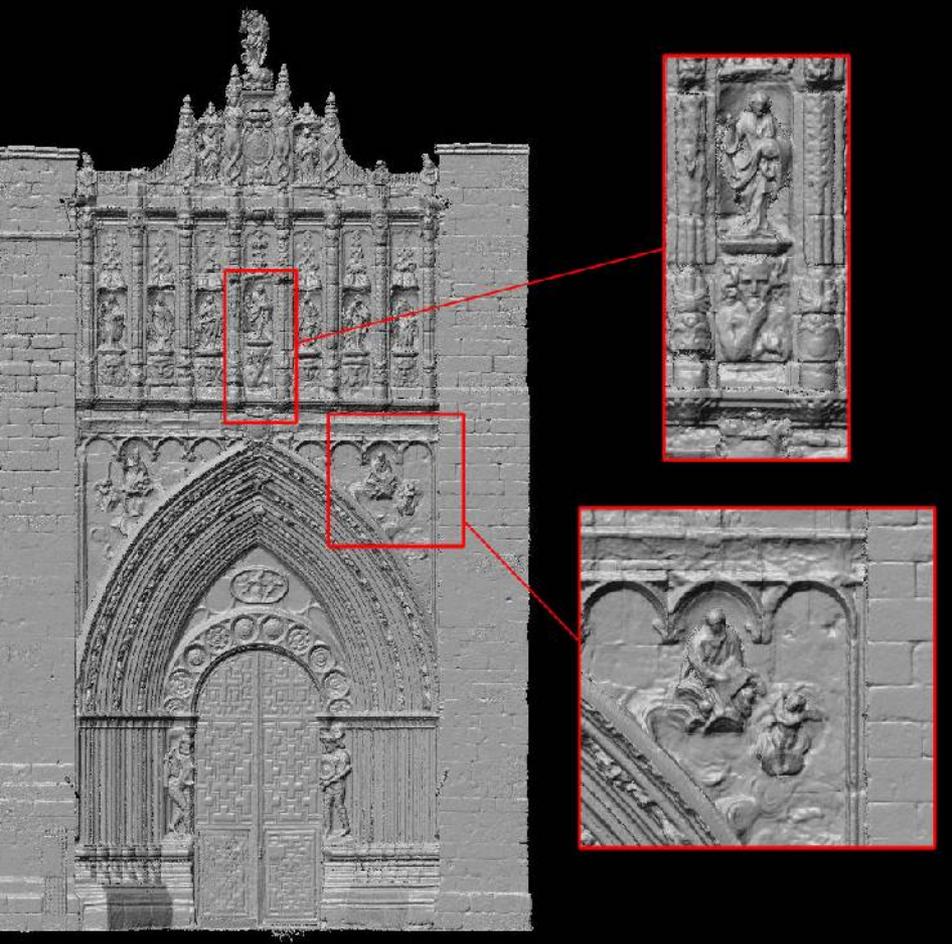
Agisoft

Photoscan Reconstruction



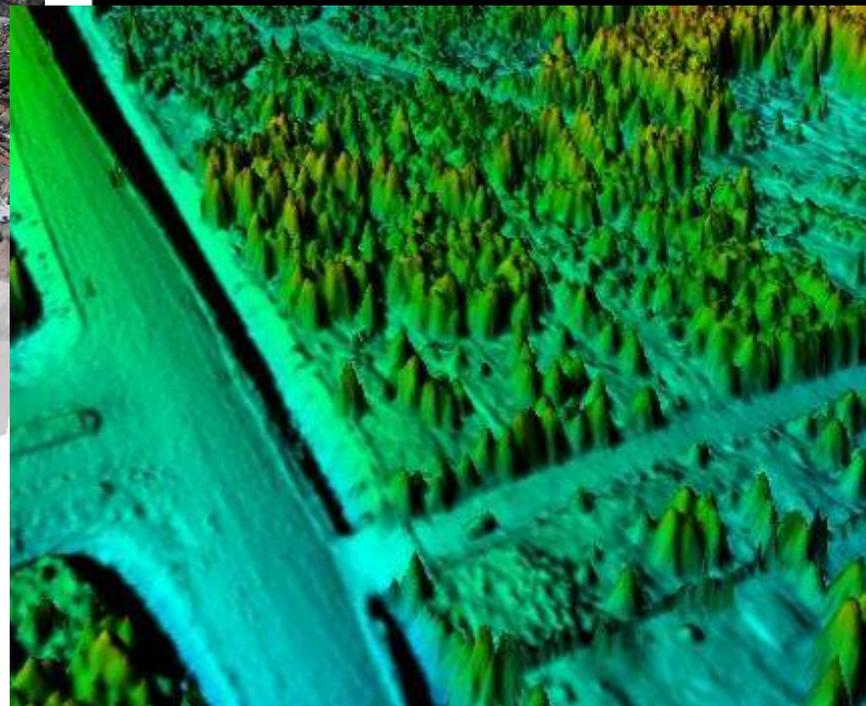
AL
E

7-20m polys, 16K text



IGN

PIX4D

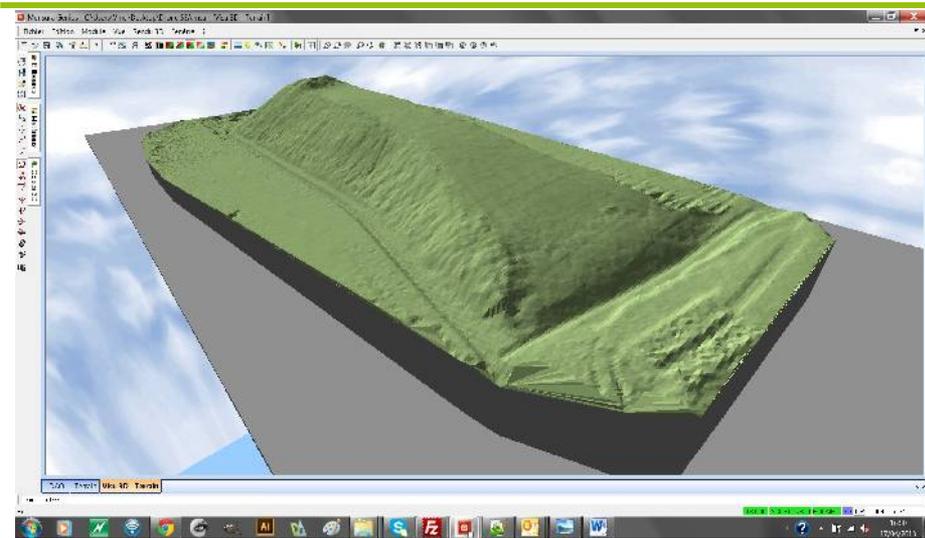




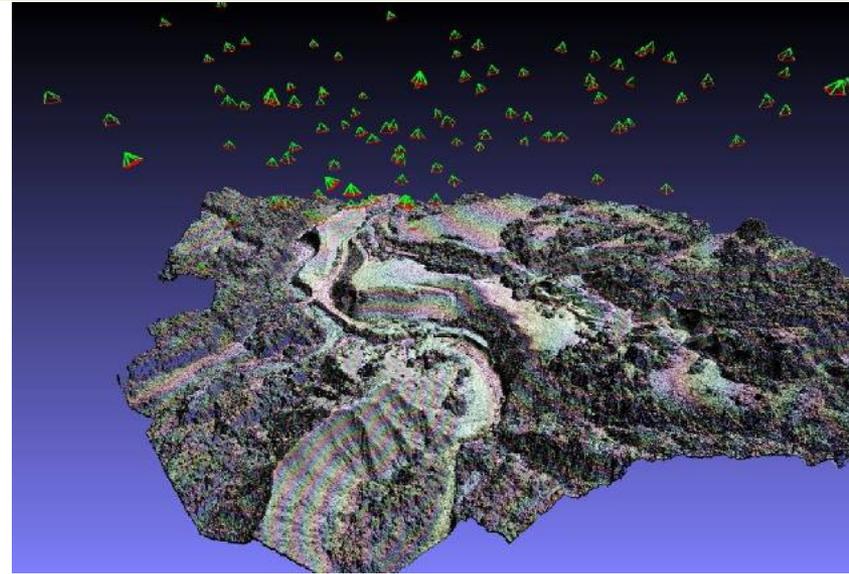
Des logiciels libres dont Apero/MicMac :



Données drones traitées avec Aperio/MicMac :



BTP



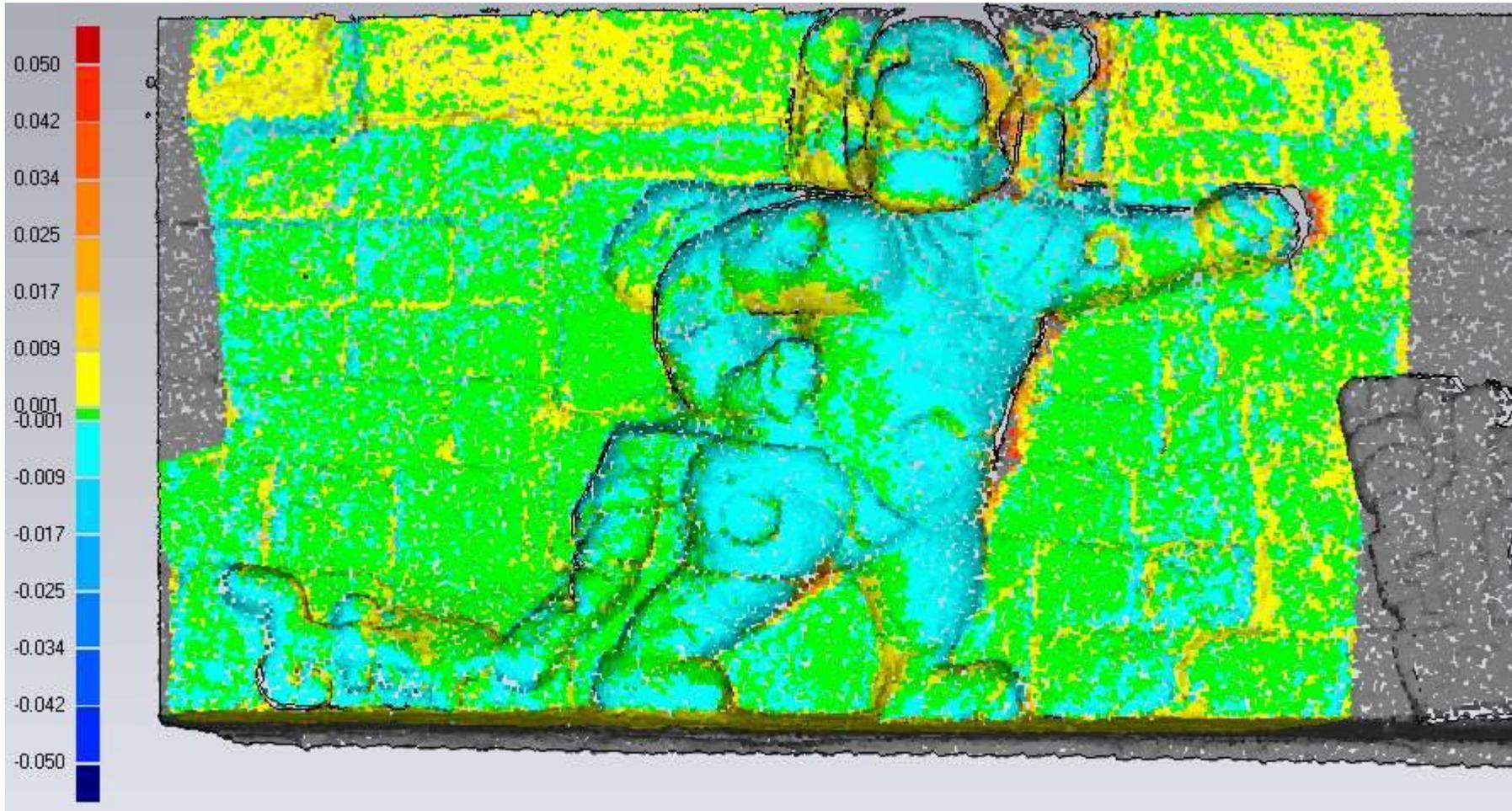
Erosion torrentielle



Patrimoine

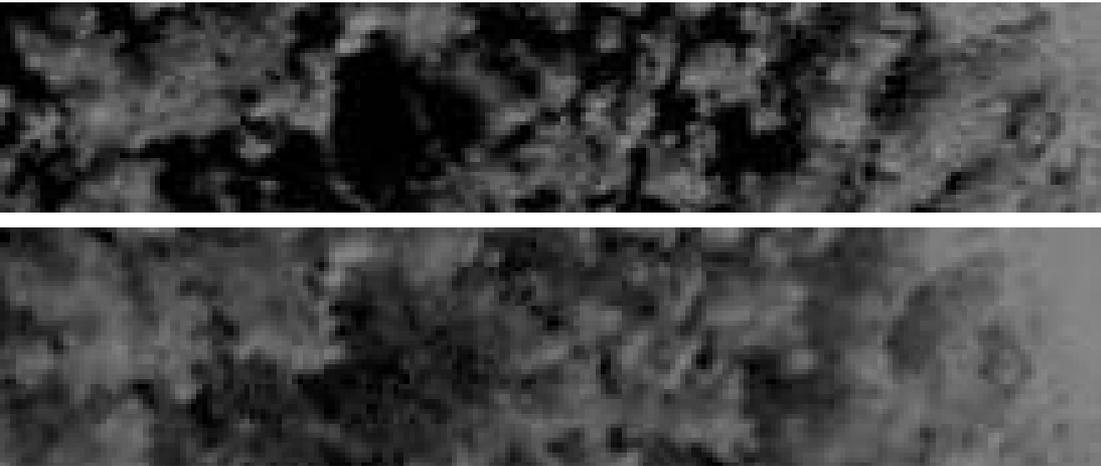
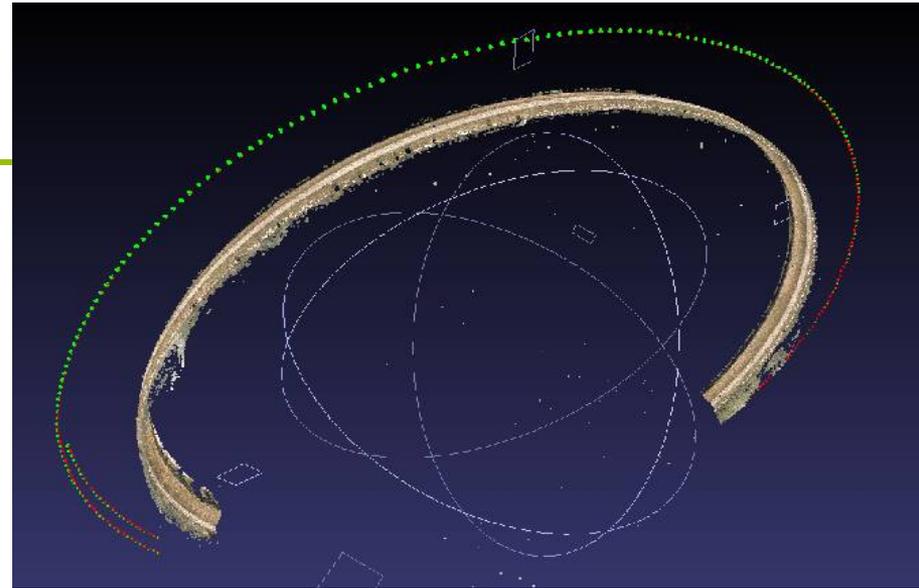
Quelle précision ?

Autour du pixel : dans les cas favorable.



Oui mais :

**Problème de dérive,
modèle précis en relatif,
peuvent être
mauvais en absolus.**



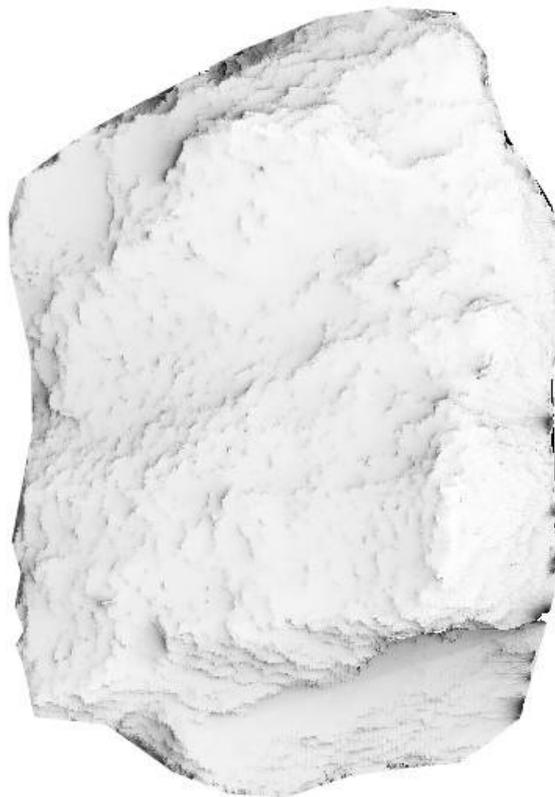
**Fonctionne
moyennement sur
la végétation.**

Oui mais :

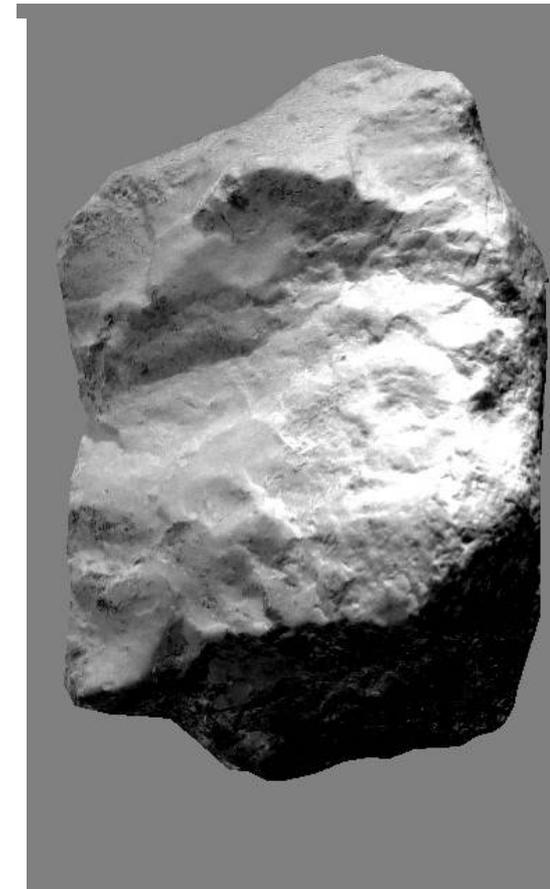
Résolution « réelle » du modèle 3D, très inférieur à l'image.



Image



**Modèle 3D
Ombrée**



**Image de lumière
rasante**

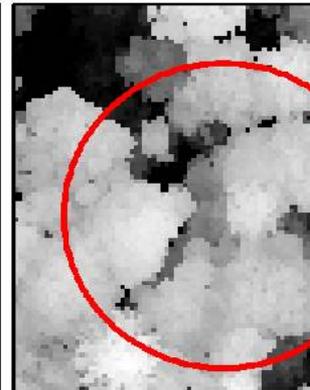
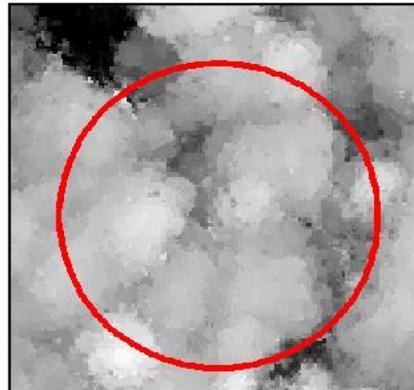
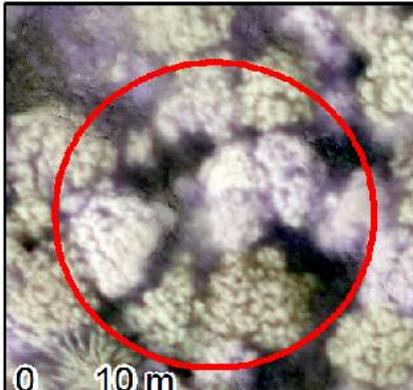
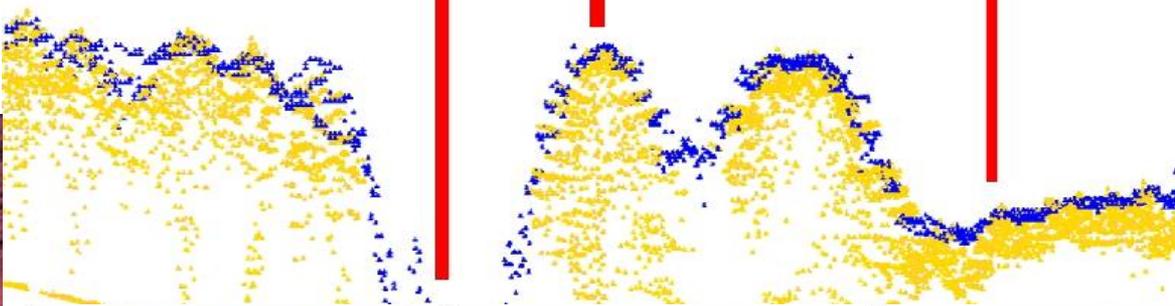
2-Recherche à l'IGN-ENSG sur la photogrammétrie par drones.

Oui, dans beaucoup de contexte, l'obtention 99.99 % automatique, d'un modèle visuellement « parfait » géo-référencé n'est plus une question de recherche.

MAIS , question (partiellement) ouvertes :

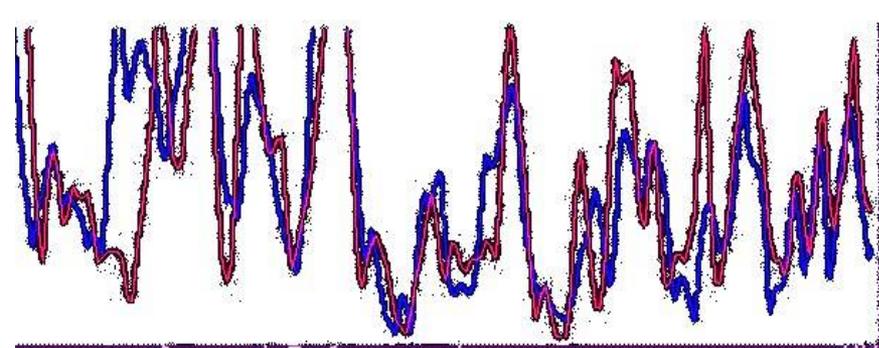
- * matériaux non « standard » (forêts, verres, eau)**
- * objets dynamiques (forêts, vagues, objets vivants)**
- * métrologie**
- * mesure de déformation**
- * modèles à résolution 1 pixels.**

Thèse de Jonathan Lisein

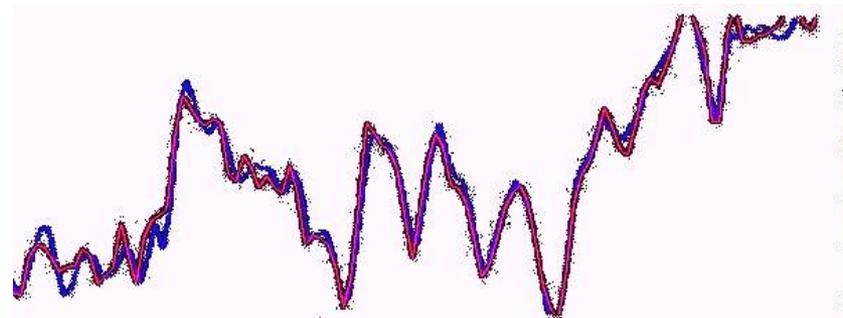


Pas de méthode vraiment spécifique à la canopée.

Profil radiométrique
Sur 2 images épipolaires.



Forêt



Sol nu

Pistes de recherche :

Acquisitions spécifiques : vols synchrones, B/H faibles

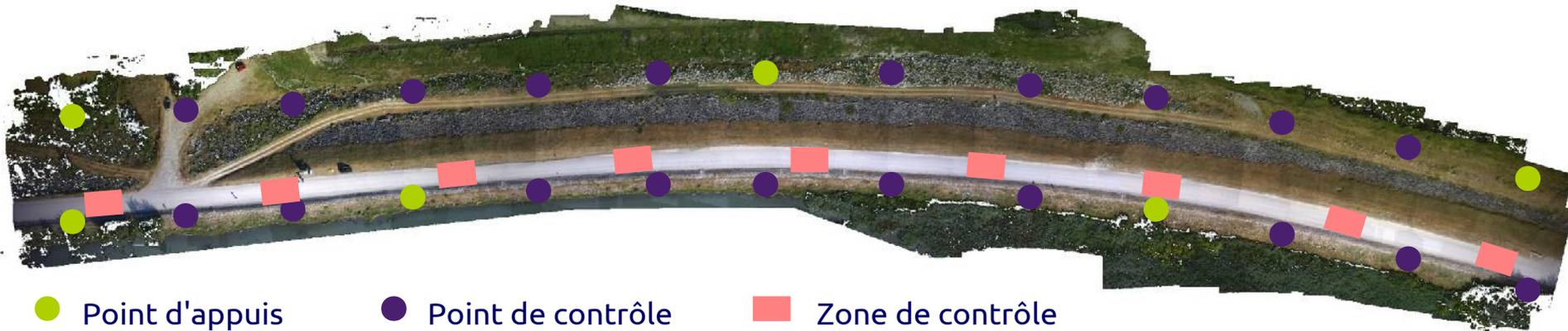
Traitement spécifique : modèles éparses, non réguliers

Thèse de Vincent Tournadre,

Surveillance de mouvement verticaux de digues par nivellement par drone.



Objectif : précision 1 cm avec le moins de points d'appuis



● Point d'appuis ● Point de contrôle ■ Zone de contrôle

1cm de précision atteints avec 1 points d'appuis tous les 100 mètres en jouant sur :

- * Protocoles d'acquisition
- * Modèles de calibration
- * Utilisation de la CamLight (LOEMI)

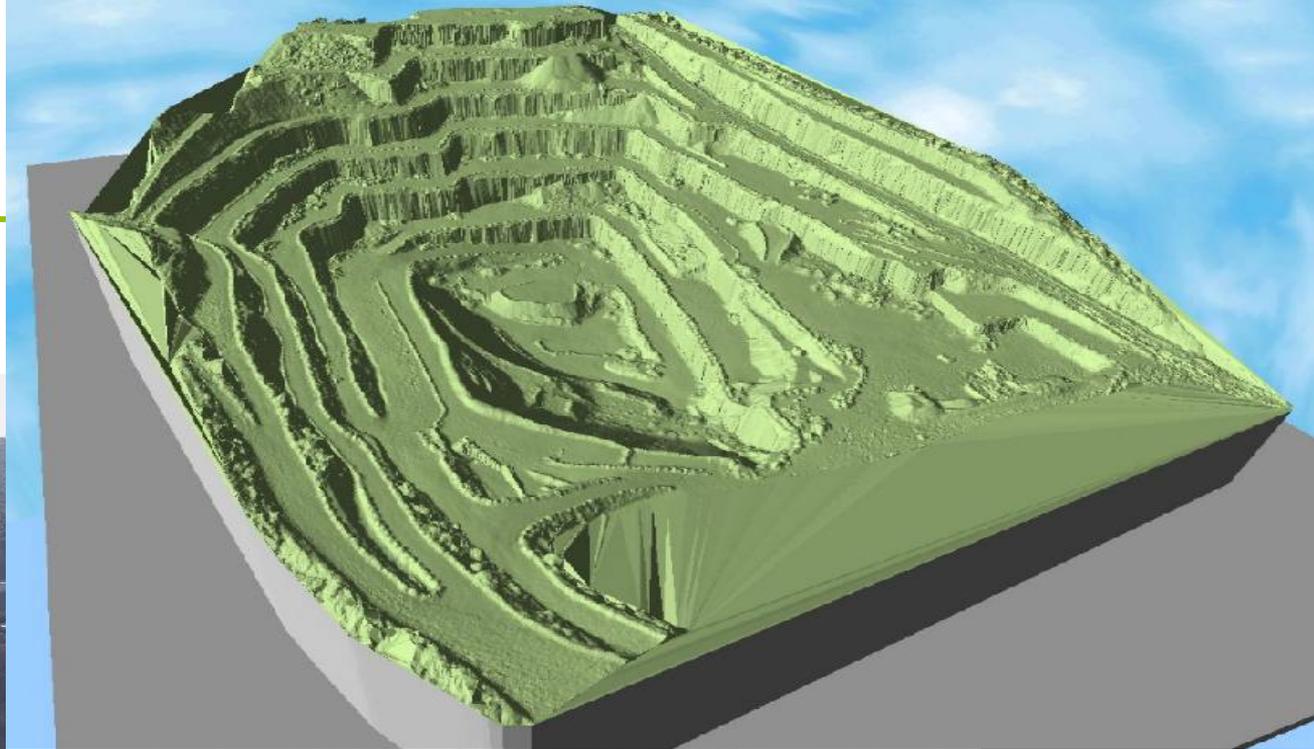
	Images	Verticales	Obliques	Vert. + Obliques
Sans adaptation	EMA (X)	0,039	0,034	0,012
	EMA (Y)	0,118	0,047	0,014
	EMA (Z)	0,185	0,043	0,103
	EMA (XYZ)	0,248	0,080	0,107
Adaptation « classique » sur 6 GCP	EMA (X)	0,039	0,029	0,009
	EMA (Y)	0,085	0,042	0,011
	EMA (Z)	0,173	0,030	0,020
	EMA (XYZ)	0,211	0,068	0,027
Adaptation spécifique aux déformations non linéaires	Polynôme NLDegZ	[1,X,Y,X2]	[1,X,Y,X2]	[1,X,Y,X2]
	EMA (X)	0,035	0,034	0,011
	EMA (Y)	0,115	0,042	0,016
	EMA (Z)	0,138	0,035	0,010
	EMA (XYZ)	0,199	0,072	0,024

Écart moyen absolu entre mesures images projetées en 3d, et mesure terrain

Thèse de Mehdi Daakir



drone opérationnel dans le BTP



Objectif de la thèse :

- * modèle géo référencé
- * 2 cm de précision en absolu
- * 1 seul appuis
- * GPS embarqué bon marché

**Carte GPS ubloc
(100 Euros)**



Essais avec :

- * Ricoh (800 Euros)
- * RX1 (2000 Euros)
- * CamLight (???)



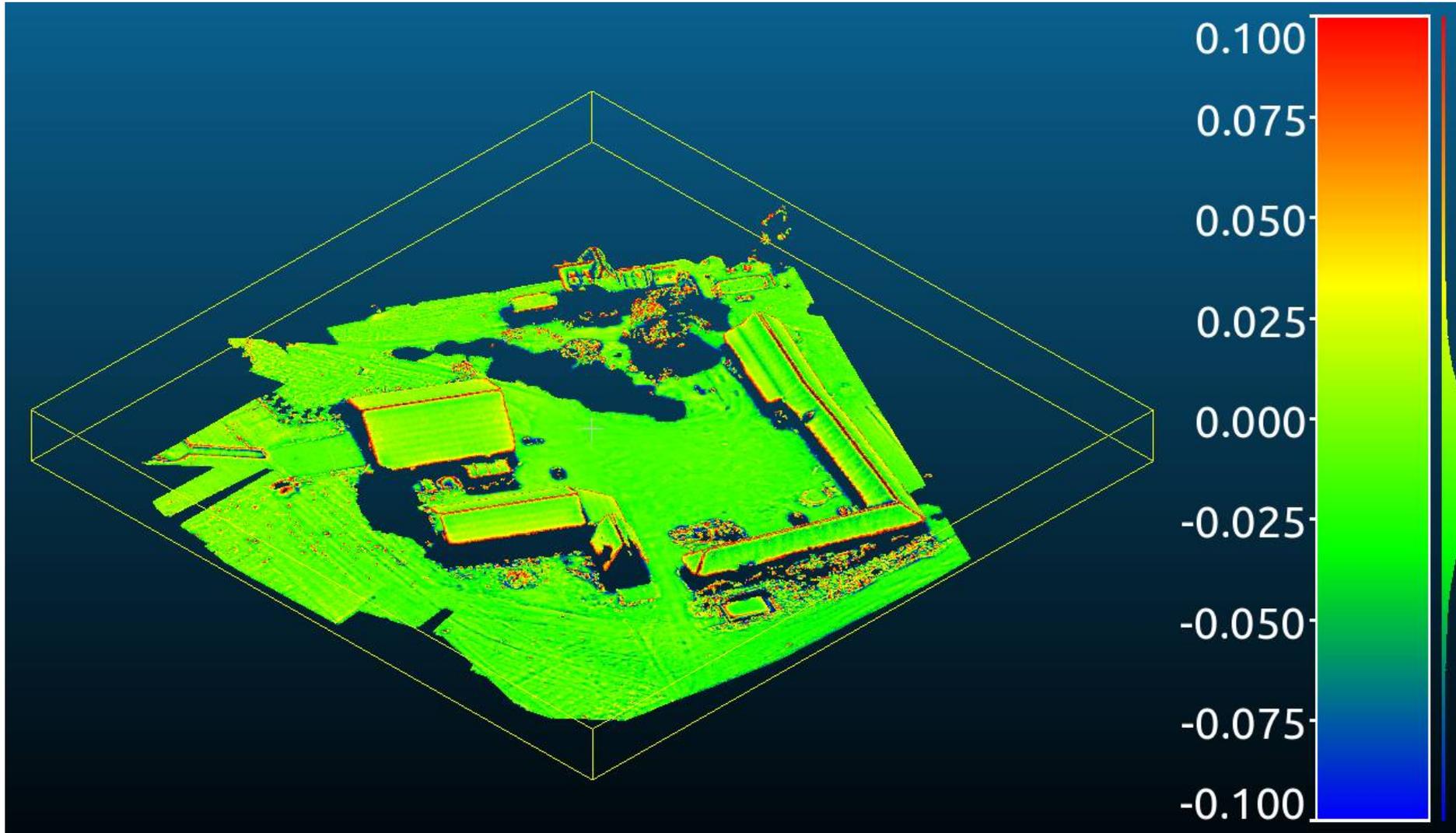
Précisions obtenues :

- * Ricoh 5-10 cm ?**
- * RX1 2-3 cm (meilleurs vols)**
- * CamLight mieux que 2 cm (répétable) ;**

Avantage de la CamLight:

- * caméra photogrammétrique**
- * synchronisation « parfaite » (meilleure que 1/1000 s)**

Comparaison de 2 vols, GPS embarqué/ points d'appuis



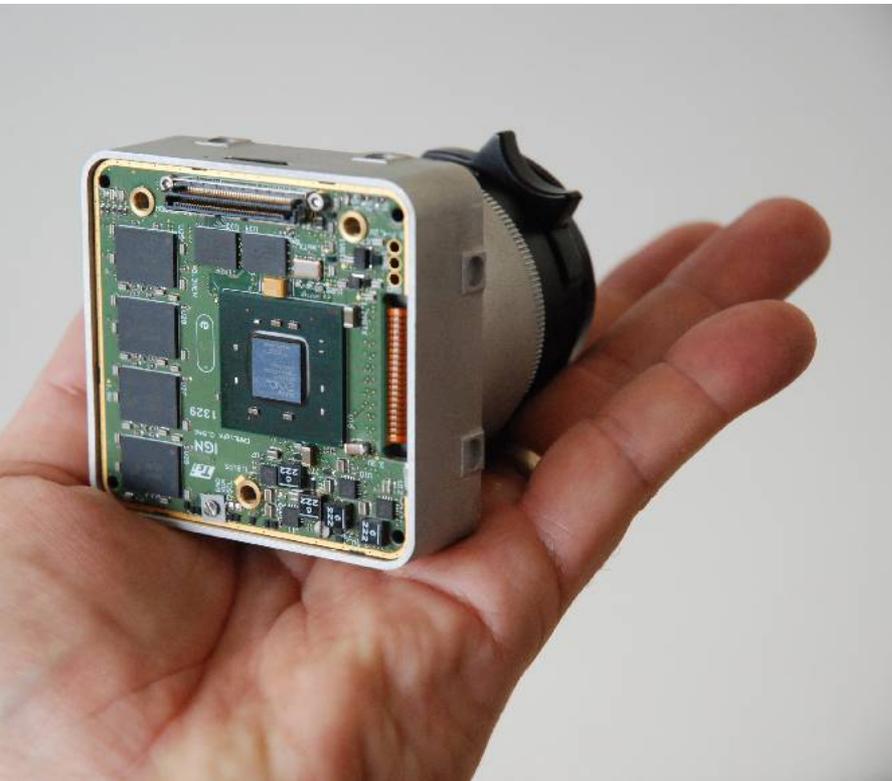
Applications réalisées avec MicMac :

- * solution libre open source**
- * développée à l'IGN/ENSG**
- * destinée aux scientifiques :**
 - pas d'interface ergonomique**
 - + accès à tous les paramètres**
 - + orientée métrologie**

« MicMac+forum » « MicMac+IGN »

CamLight

Une caméra pour faire de la métrologie photogrammétrique avec des drones



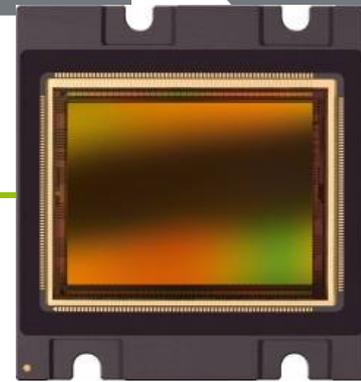
Moins de 300 g

Optique fixe

Synchronisation GPS/Caméra

**Haut cadence d'acquisition
(voilure fixe)**

Le capteur : CMOS CMV20000



20 MPixels : 5120 colonnes x 3840 lignes

Pixel : $6.4\mu\text{m} \times 6.4\mu\text{m}$

16 sorties LVDS @480MHz

Cadence maximale : 30 image/s

12 bits/pixel

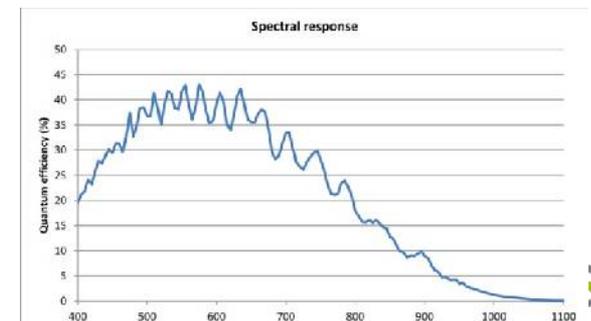
Existe en version N&B et en version Bayer

Format 24 x 36

Possibilité fenêtrage et sous-échantillonnage

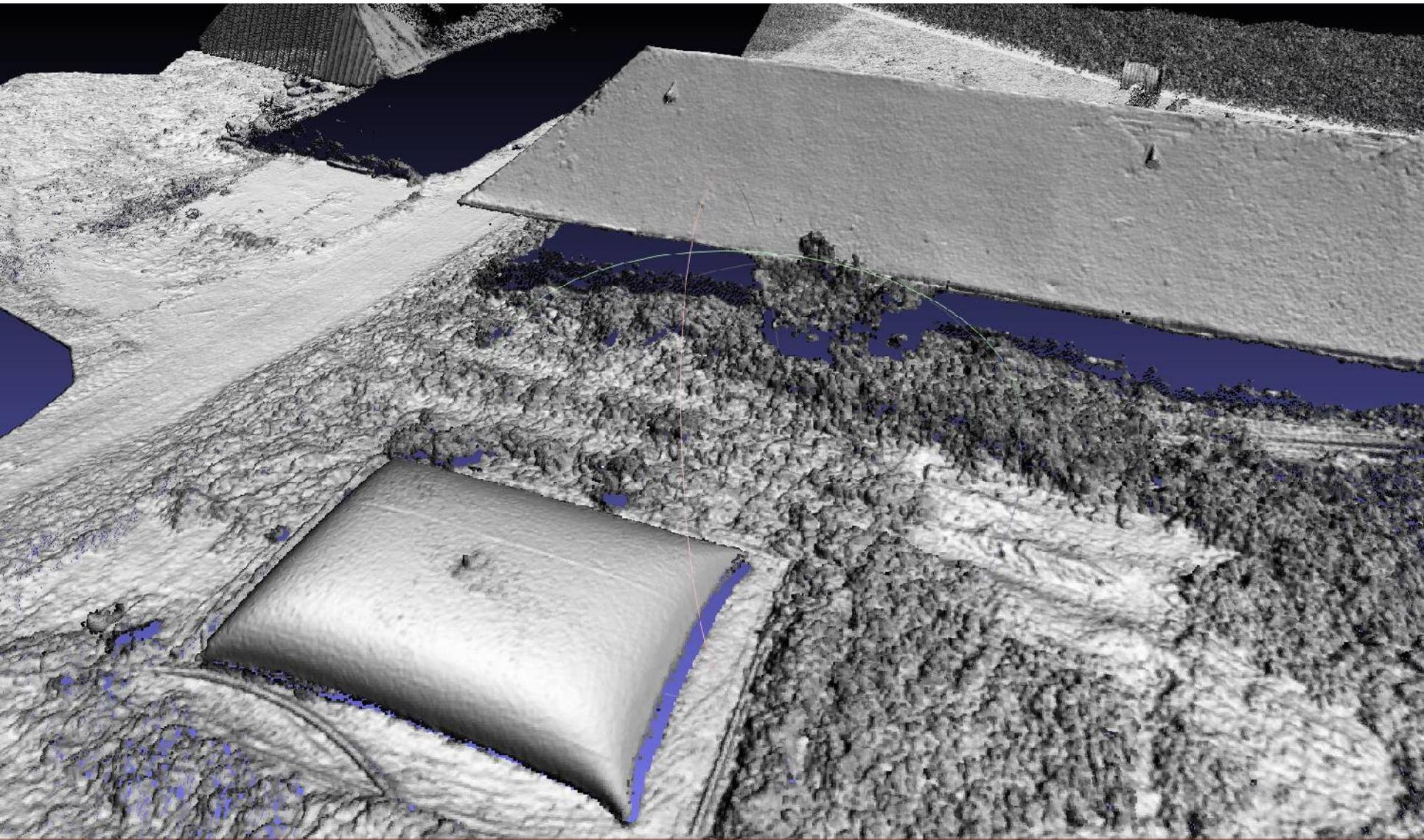
Global shutter

Réponse spectrale compatible avec les bandes spectrales
« traditionnelles »



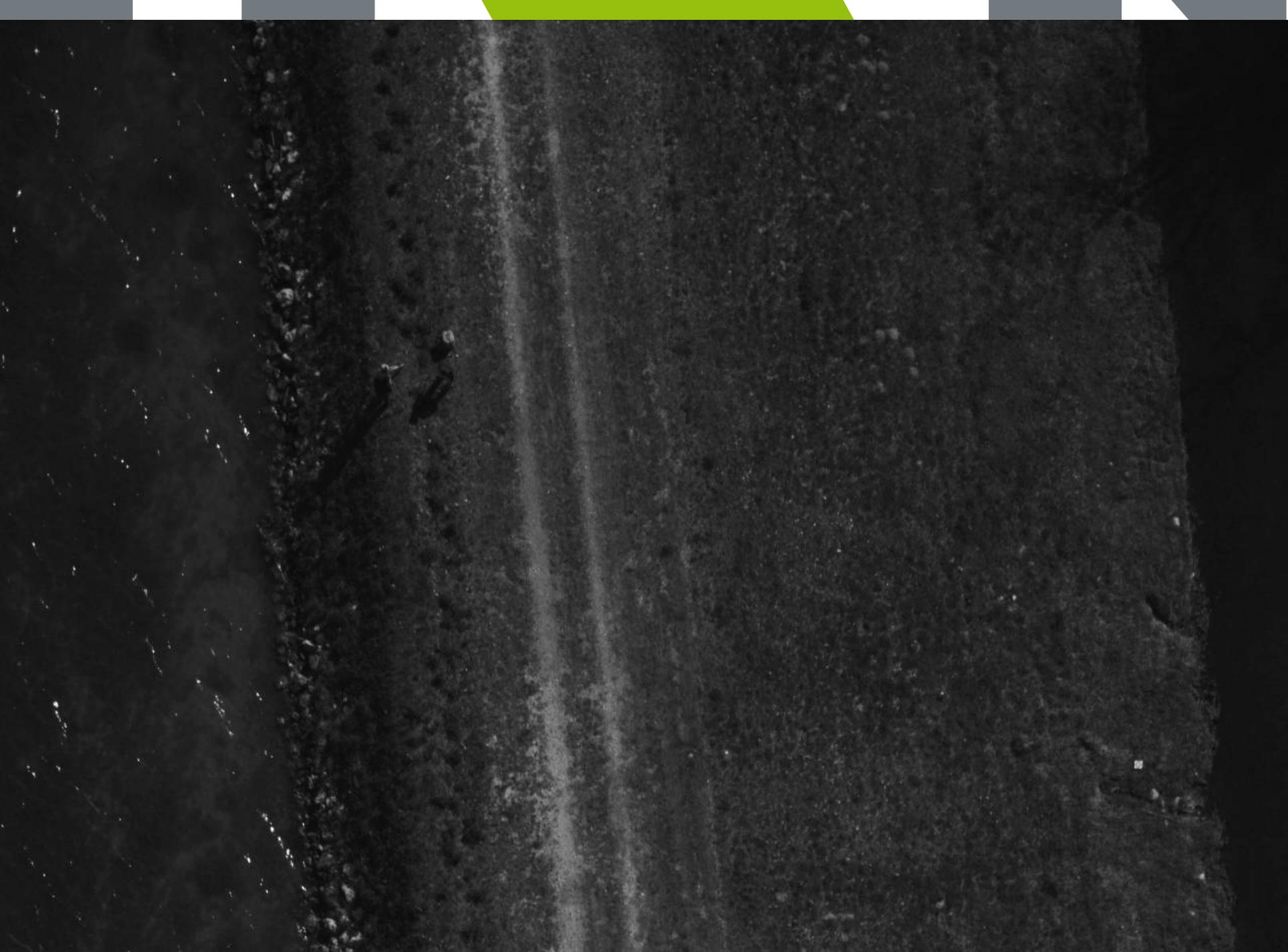












Perspective/conclusion
Deuxième itération du processus
photogrammétrique

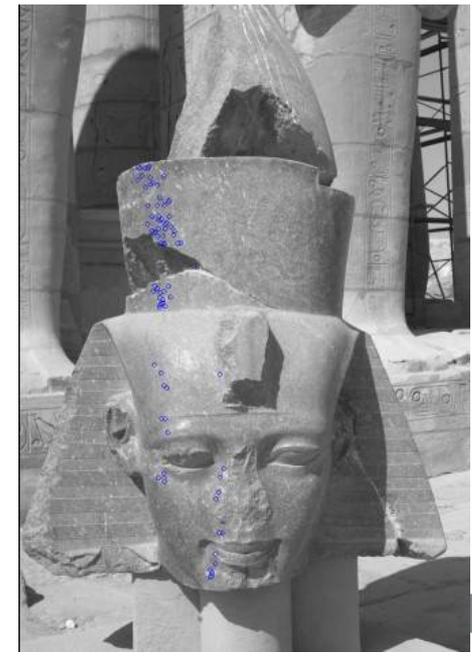
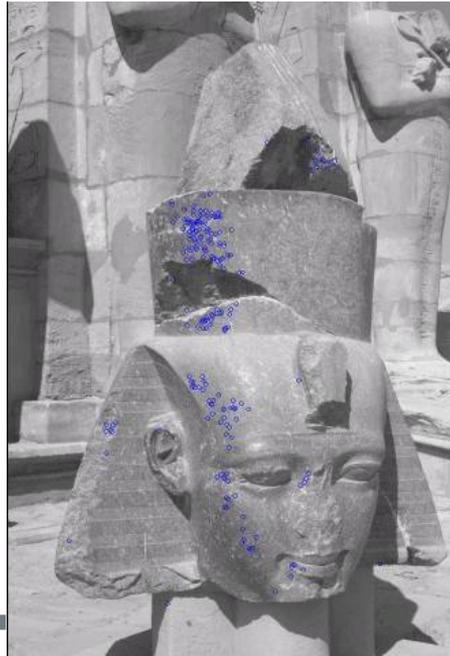
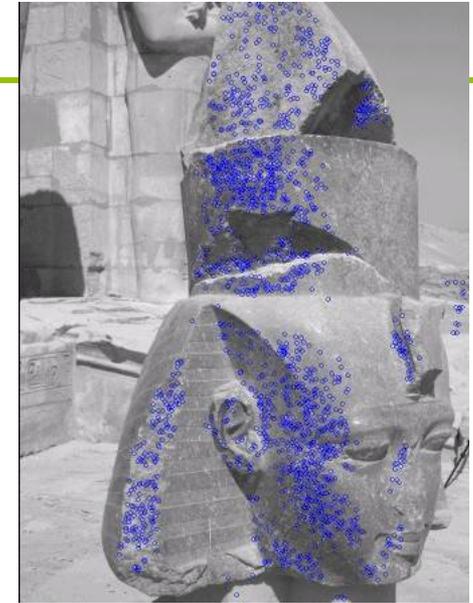
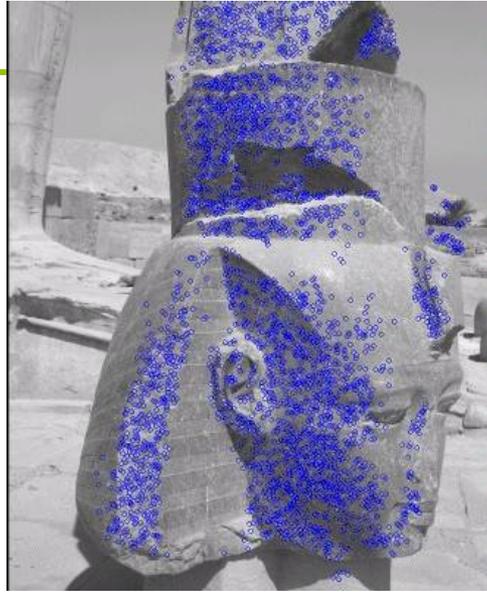
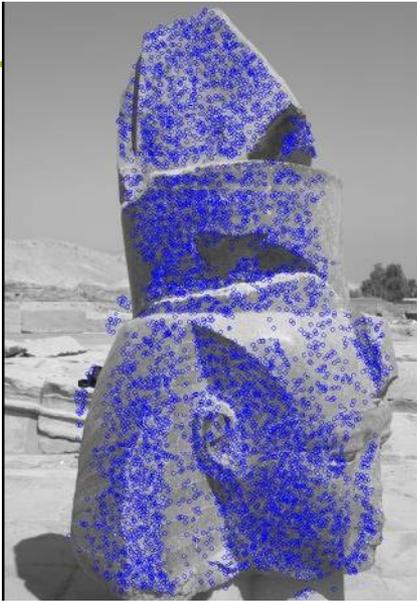
Situation courante en RDF, math appli ... :

- * il est difficile de trouver une solution initiale approchée du problème**
- * une fois qu'on l'a, il est relativement facile de l'améliorer par des approches locales ;**

La photogrammétrie est au stade où le problème de la solution initiale est « résolu »:

en réinjectant ces solutions peut-on développer des méthodes qui feront faire un saut qualitatif dans la précision/résolution des modèles ?.

Limite d'approche type sift



Si le modèle 3D initial est réinjecté, on peut calculer des points homologues :

- ayant une densité spatiale homogène**
- ayant une précision du 1/10 de pixel**

Pour l'étape d'appariement dense, approche par vignette ou par triangulation :

***résolution du modèle très inférieure à celle des images (facteur 4 à 5)**

Si on connaît déjà un modèle 3D approché, on doit pouvoir imaginer des algorithmes qui apparients des pixels isolés ?

Questions ?

