T I T A N E

Geometric Modeling of 3D Environments

Pierre Alliez
Inria Sophia Antipolis – Méditerranée

https://team.inria.fr/titane/
pierre.alliez@inria.fr

Team

Researchers

Pierre Alliez

Florent Lafarge

Yuliya Tarabalka

Associate Researcher

Mathieu Desbrun (Caltech)

Postdocs / Engineers

Come Le Breton (Inria)

Cédric Portaneri (Google)

Ph.D. Students

Dorothy Duan (Luxcarta)

Emmanuel Maggiori (Inria)

Jean-Dominique Favreau (MESR)

Jean-Philippe Beauchet (Luxcarta)

Hao Fang (CSTB)

Oussama Ennafii (IGN)

Interns

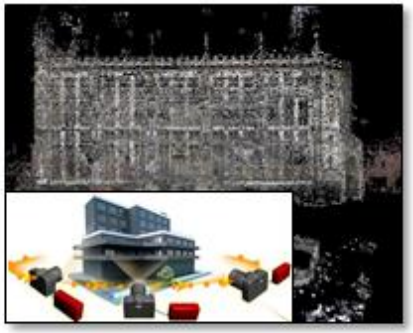
Leman Feng (Ecole des Ponts ParisTech)

Hamza Kabbaj (Ecole des Ponts ParisTech)

Overall Objective

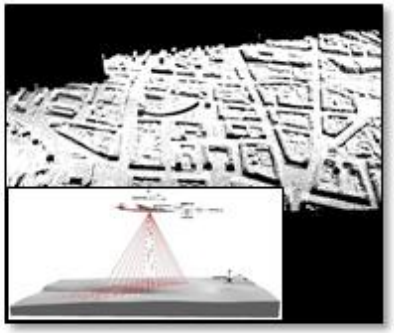
Computerized geometric modeling of 3D scenes from measurement data

Laser



Multi-View Stereo

Satellite imagery



Airborne LIDAR

Mobile LIDAR

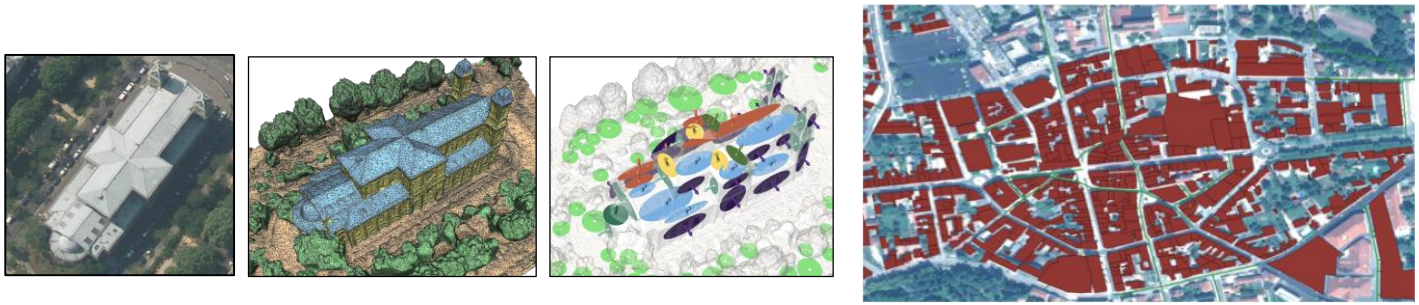
Depth camera

Photo tourism

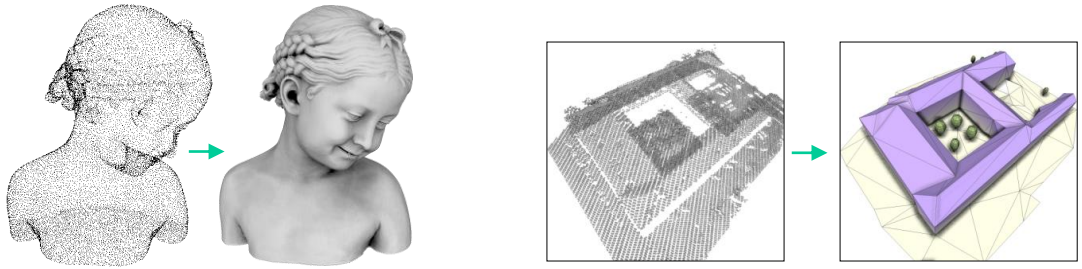
...

Objectives

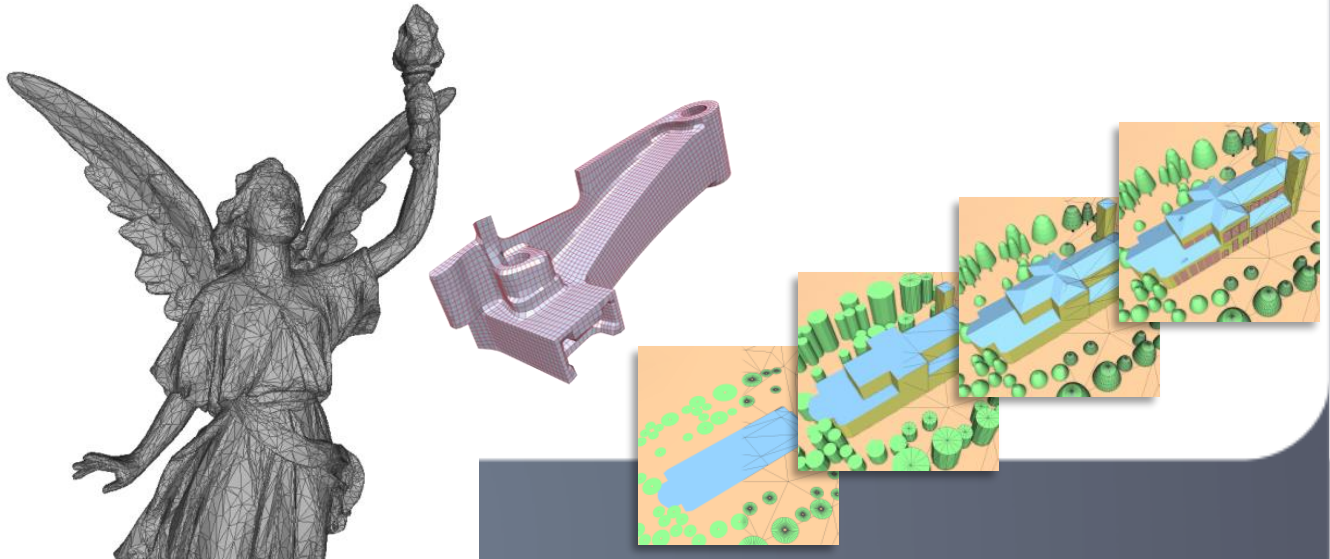
Analysis



Reconstruction



Approximation



Focus

Robustness

- Defect-laden data

Guarantees

- Topology & geometry

Consolidator grant “IRON”
Proof of concept “TITANIUM”
Robust Geometry Processing

Structure

- Discovery
- Utilization
- Consolidation

Semantic

- Urban modeling
- Domain-specific

RECENT PROJECT

C3DC

Culture 3D Cloud

A cloud computing platform for 3D scanning, documentation, preservation and dissemination of cultural heritage.

www.c3dc.fr

Modèles et simulations pour
l'*Architecture* et le Patrimoine

Partners


IGN
INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE


mars
cnrs


MINES
TELECOM
INSTITUT
Mines-Télécom


Inria
INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE


CENTRE DES
MONUMENTS NATIONAUX


cea
list


reciproque


Val'EISTI


EISTI


beingenious

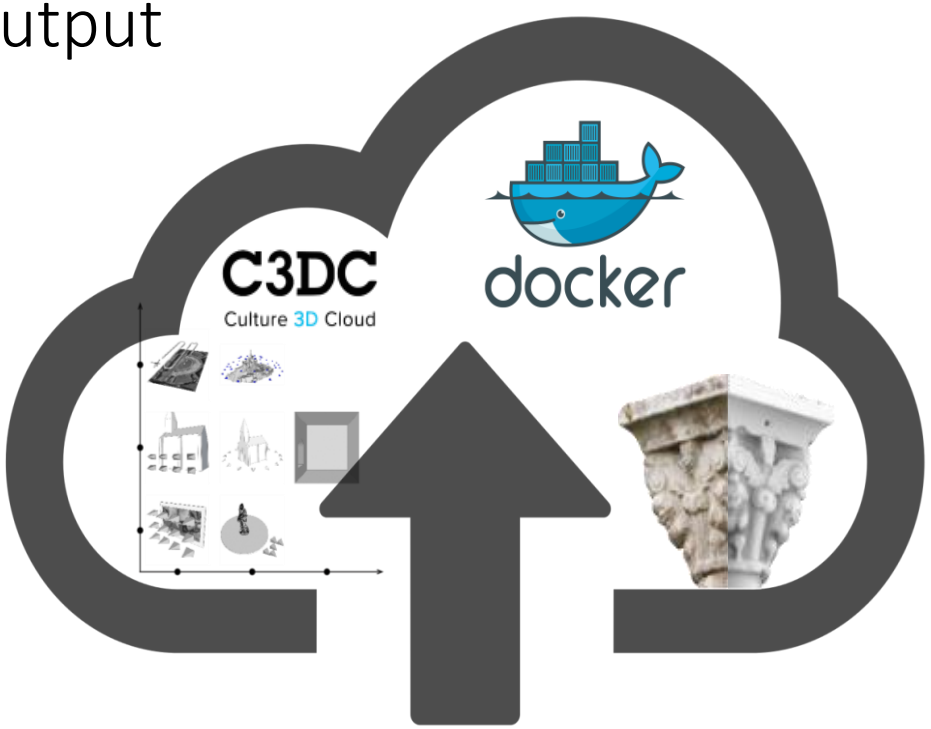

ETIS


SILKAN

Culture 3D Cloud

Image-based modeling web service :

- Dedicated to CH community
- Versatile (scale, objects/scenes)
- High-density and accurate output
- Open-source software



Objectives

Digitization:

- Large use of digital cameras
- Widespread expert knowledge in photography

  -> image-based modeling
- Enabling non-expert end-users

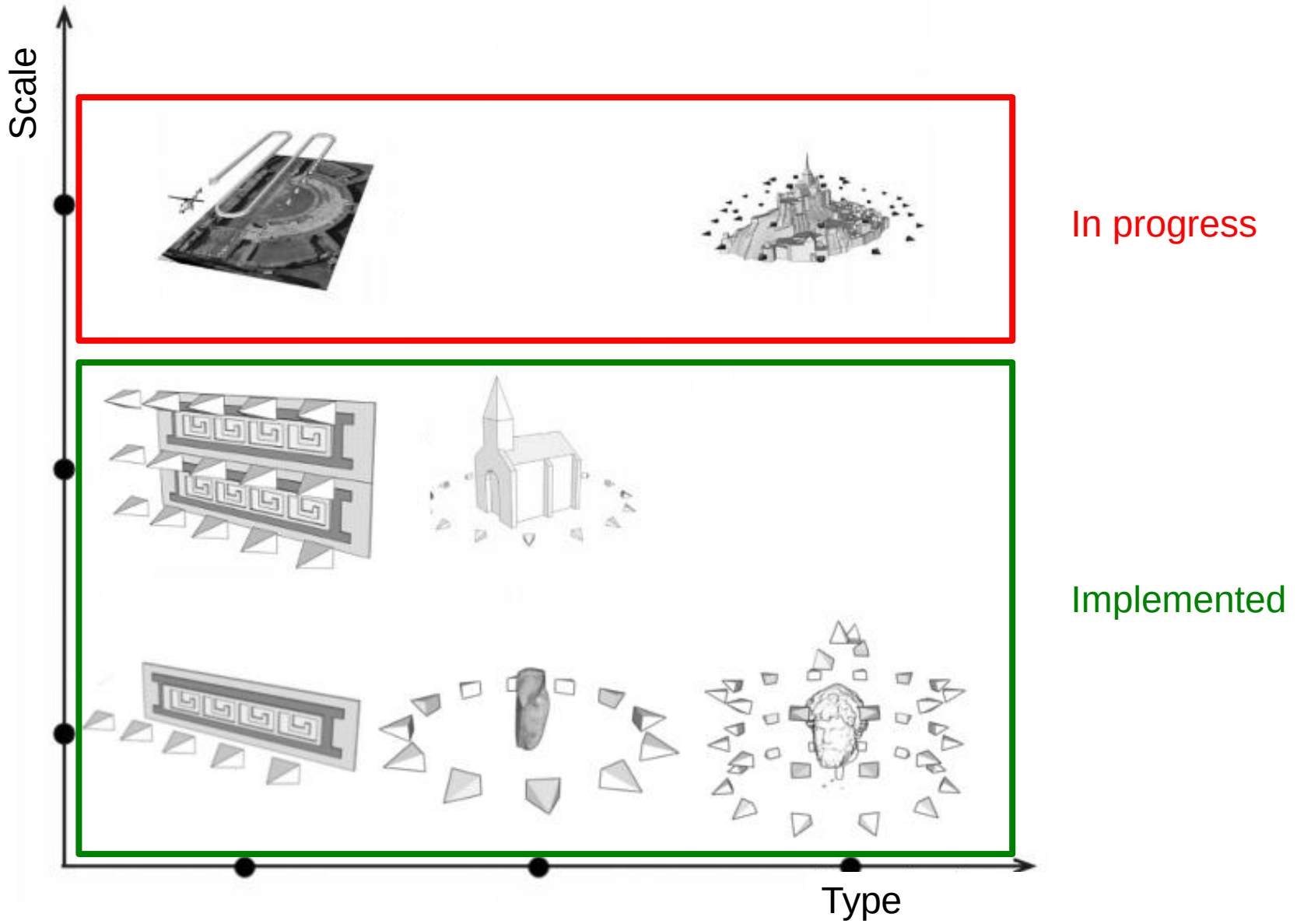
1. Acquisition settings and protocols

2. Automatic remote computing

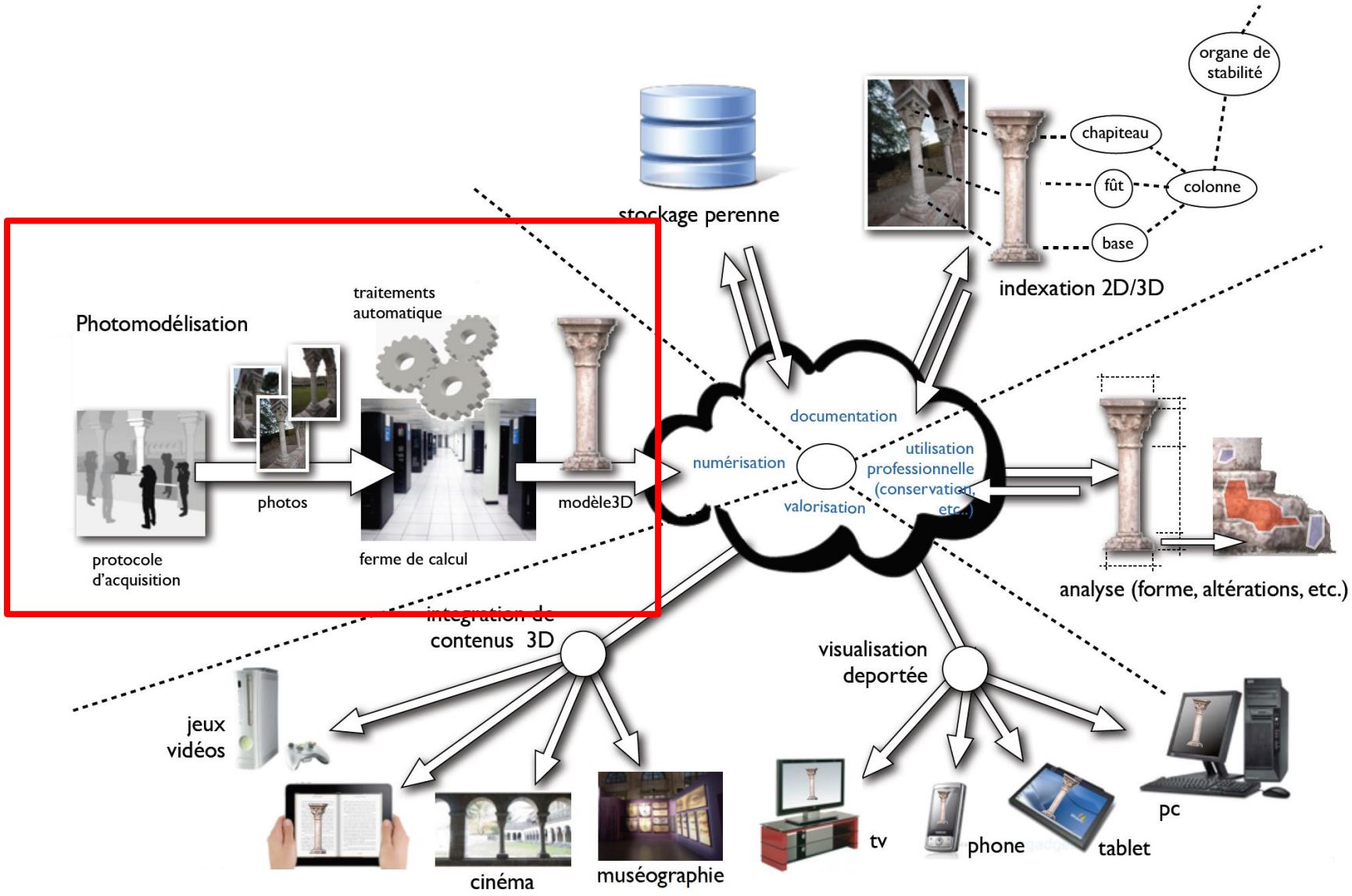
3. Storage and sharing

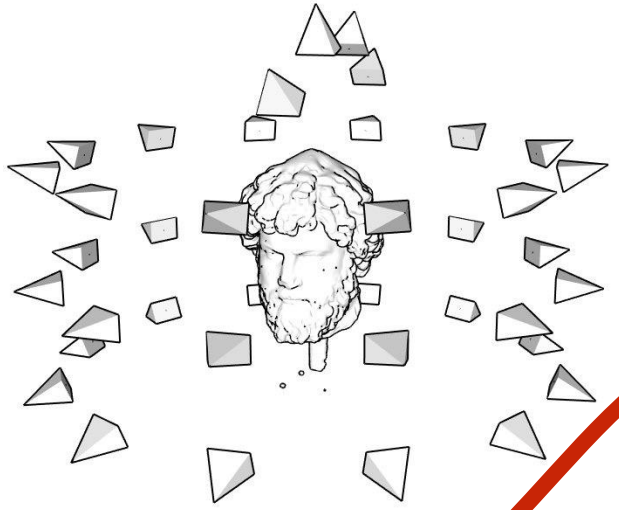
4. Online visualization

Scope



3D Digitization (WP leader: Livio de Luca)





Batch

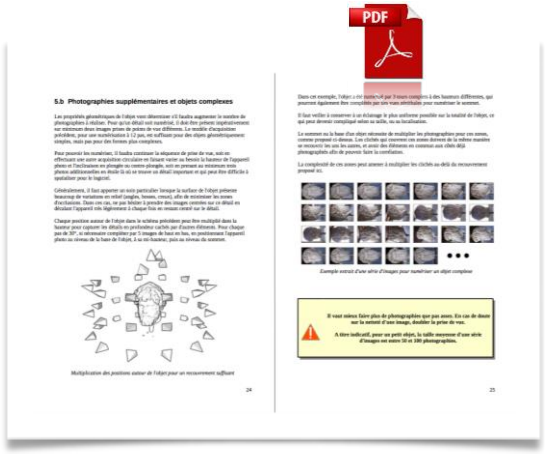
Résidus

	Full	High	Mid	Low	Full	High
AGR-Head	0,650115	0,706557	0,890161	1,32128	191494	307886
ATF	0,818285	0,876276	1,06437	1,35151	102436	113943
CHA_01	0,632785	0,72001	0,927663	1,34047	130802	145097
CHA_02	0,75986	0,837075	0,981873	1,29417	74414	85996
CLN_3TOR	0,713339	0,861304	1,02456	1,43068	182792	311990
CLN-03	1,39211	1,40194	1,47883	1,60292	58976	89033
CLN_AD01	0,561058	0,650622	0,858728	1,29526	362790	436255
CLN_AD02	0,611241	0,698675	0,881994	1,29976	189260	206725
CLN_VER	0,867039	0,995618	1,17683	1,52721	143477	162705
CPT_01	0,610343	0,724611	0,934718	1,37275	235926	309976
CPT_02	0,734462	0,875766	1,07146	1,44806	411981	523637
CPT_03	0,637448	0,753019	0,936403	ERREUR		
CPT_04	0,776343	0,892368	1,07756	1,48172	510091	595536
		1,21868	1,27335	1,73465	207665	247343
			1,11443	1,34764	222656	274992
SBS_Kult	ERREUR			1,31964	1,54578	
ST	0,418473	0,51997	0,79207	1,08607		
STA	0,61972	0,760504		1,49636	70268	102347
STL	0,775999	0,961443		1,53882	658784	801354
					2366067	

PC FIXE

	Résidus					
	Full	High	Mid	Low	Full	High
CLN_ARC01	0,658592	0,759423	0,928215	1,29245	379	210872
CLN_ARC02	0,904902	1,04314	1,34424	ERREUR		
CLN_HOR	0,913697	ERREUR	ERREUR	ERREUR		
CLN-JUM_01	0,987872	1,06139	1,18352	1,45335	7	119116
CLN-JUM_02	1,00467	1,0758	1,17124	1,40238	57	95408
CLN_PKS	0,65802	0,802416	0,971264	1,36472	1293	158816
CLN_PRA	1,03087	1,2805	1,2424	1,48175		
CLN-TOR	0,617023	0,718056	0,928535	1,33144	261400	277
CMV_BSR	0,801886	0,869565	1,04434	1,38102		
FRT_BSR	ERREUR	0,839894	1,03401	1,48104		
TL_PRP	0,92115	1,03879	1,24995	1,54525		
T2full	0,32952	0,392608	0,568158	1,1482		
T5full	0,282423	0,347984	0,480342	0,703948		

PORTABLE



5.b Photographies supplémentaires et objets complexes

Les propriétés géométriques de l'objet vues déterminent s'il faudra augmenter le nombre de photographies à réaliser. Pour qu'un détail soit numérisé, il doit être présent (représenté) sur minimum deux images prises de postes de vue différents. Le modèle d'acquisition précédent, pour une numérisation à 12 pas, est suffisant pour des objets géométriquement simples, mais pas pour des formes plus complexes.

Pour pouvoir les numériser, il faudra continuer la séquence de prise de vue, soit en effectuant une autre acquisition circulaire en faisant varier au besoin la hauteur de l'appareil photo et l'inclinaison en plongée ou contre-plongée, soit en prenant au minimum trois photos supplémentaires en étoile (à ou se trouve un détail important et qui peut être difficile à numériser pour le logiciel).

Généralement, il faut apporter un soin particulier lorsque la surface de l'objet présente beaucoup de variations en relief (angles, bosses, creux), afin de minimiser les zones d'occlusions. Dans ces cas, ne pas hésiter à prendre des images centrées sur ce détail en déviant l'appareil très légèrement à chaque fois en restant centré sur le détail.

Chaque position autour de l'objet dans le schéma précédent peut être multiplié dans la hauteur pour capturer les détails en profondeur cachés par d'autres éléments. Pour chaque pas de 30°, si nécessaire compléter par 5 images de haut en bas, en positionnant l'appareil photo au niveau de la base de l'objet, à sa mi-hauteur, puis au niveau du sommet.

Multiplication des positions autour de l'objet pour un recouvrement suffisant

24

Dans cet exemple, l'objet a été numéroté par 3 tours complets à des hauteurs différentes, qui pourront également être complétés par des vues intermédiaires pour numériser le sommet.

Il faut veiller à conserver à un éclairage le plus uniforme possible sur la totalité de l'objet, ce qui peut devenir compliqué selon sa taille, ou sa localisation.

Le sommet ou la base d'un objet nécessite de multiplier les photographies pour ces zones, comme proposé ci-dessus. Les clichés qui couvrent ces zones doivent de la même manière se recouvrir les uns les autres, et avoir des éléments en commun aux clichés déjà photographiés afin de pouvoir faire la correlation.

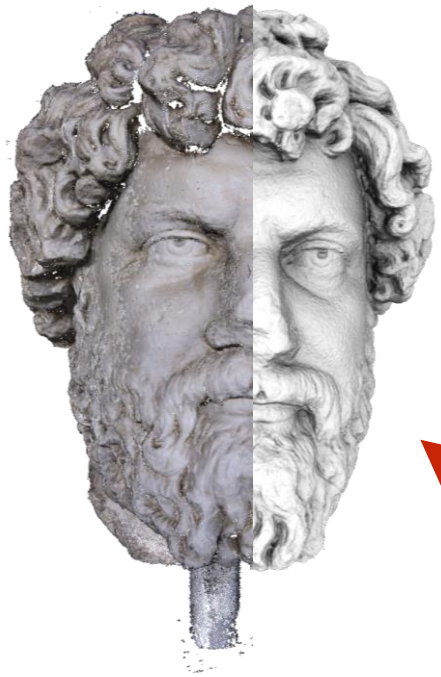
La complexité de ces zones peut amener à multiplier les clichés au-delà du recouvrement proposé ici.

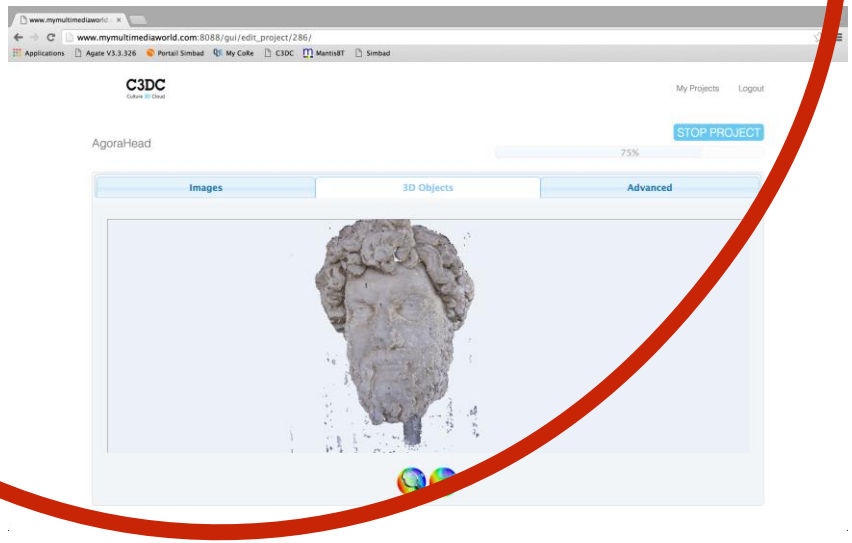
Exemple extrait d'une série d'images pour numériser un objet complexe

Il vaut mieux faire plus de photographies que pas assez. En cas de doute sur la netteté d'une image, doubler la prise de vue.

A titre indicatif, pour un petit objet, la taille moyenne d'une série d'images est entre 50 et 100 photographies.

25





Photomodeling

C3DC
Culture 3D Cloud

My Projects Logout

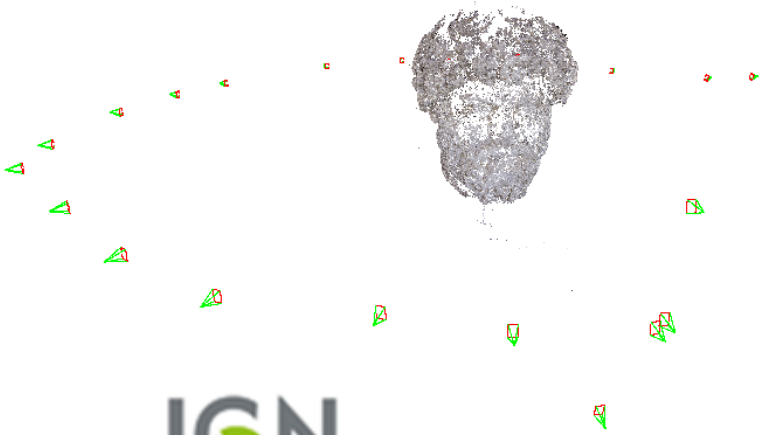
AgoraHead

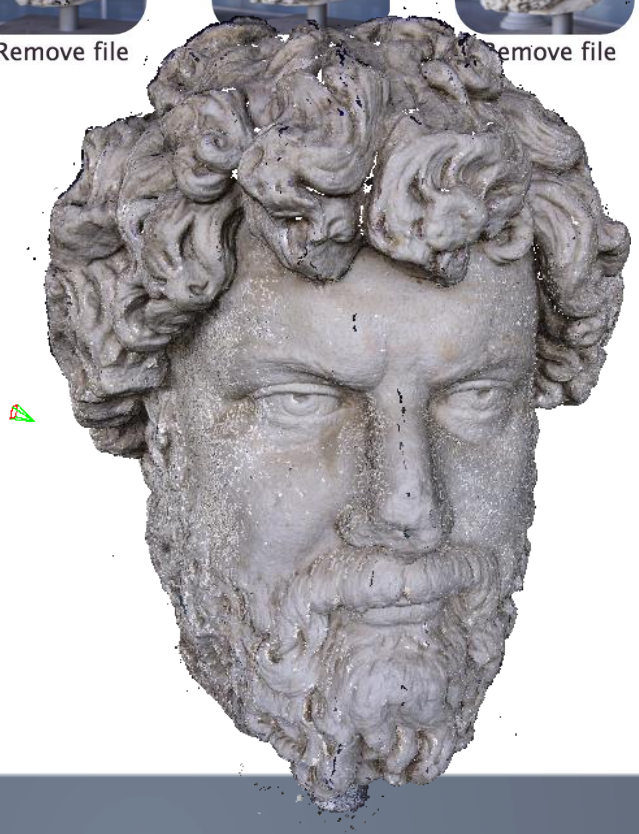
STOP PROJECT

75%

Images | 3D Objects | Advanced

26





IGN
INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE

MICMAC software

Acquisition protocol

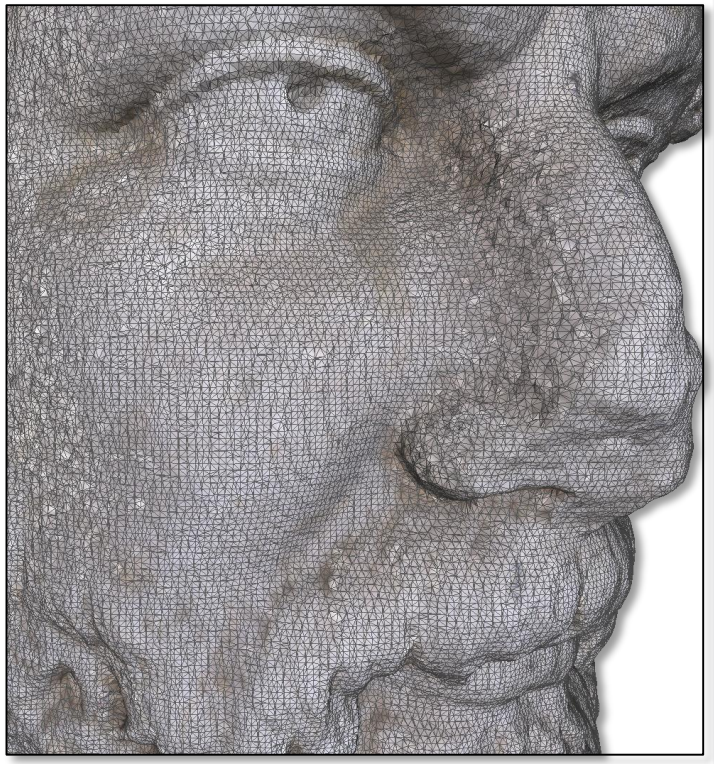
- Complex
- Circular
- Stereo
- Medium

14.2M 3D points

Inria

Culture Communication UMR 3495 MAP CNRS

Surface Reconstruction



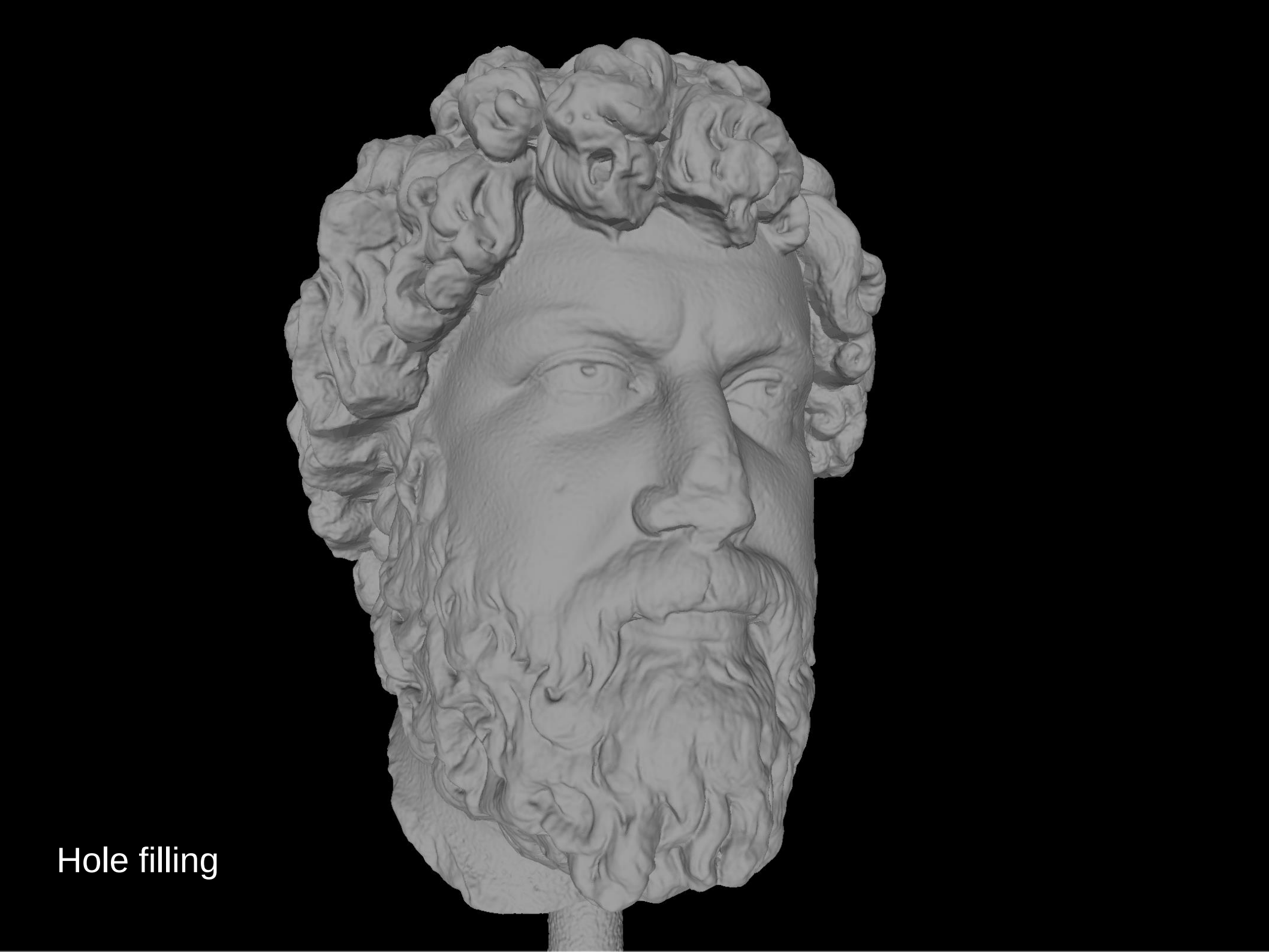
Dense 3D point set
with color attributes

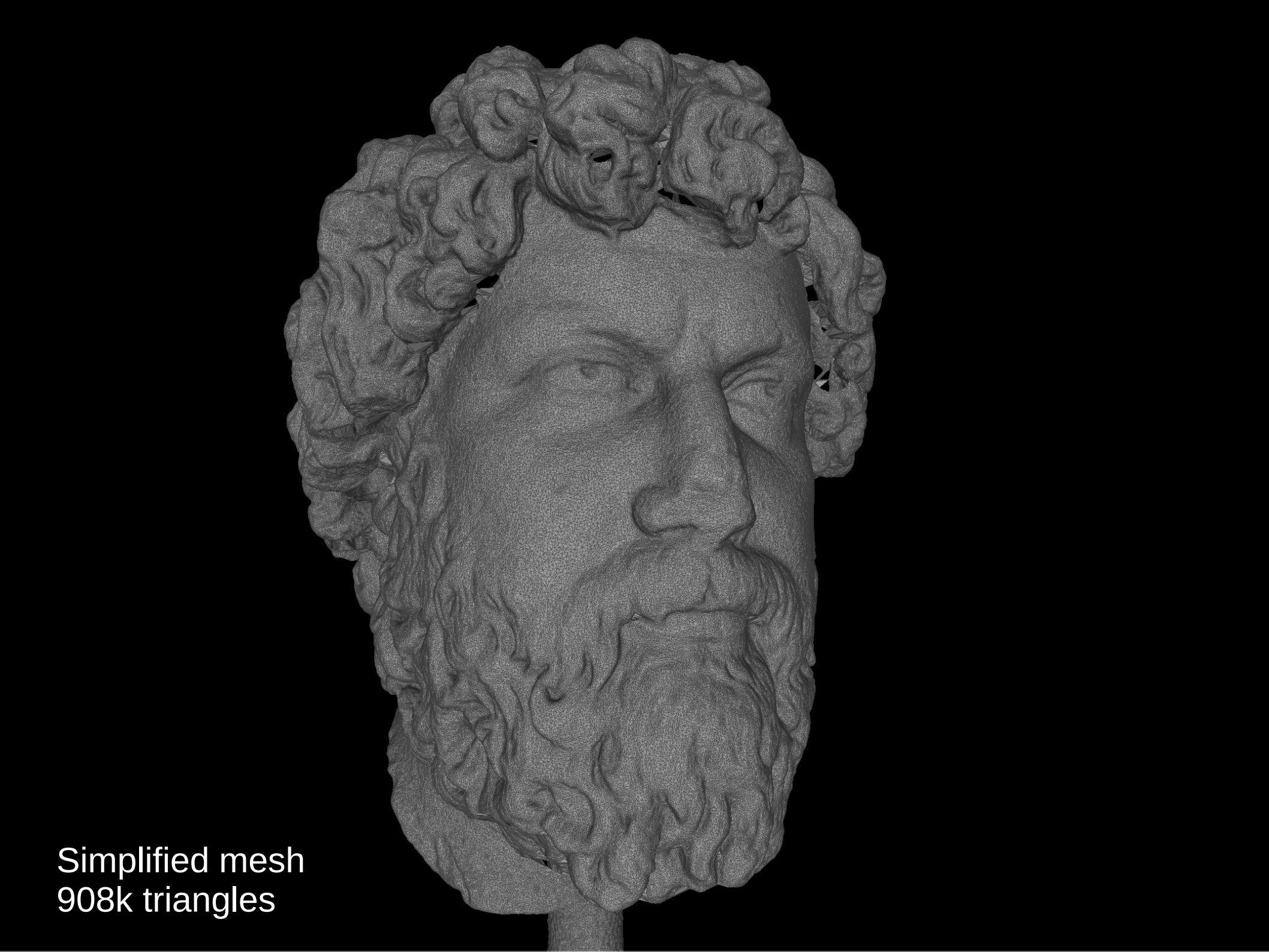
Surface mesh

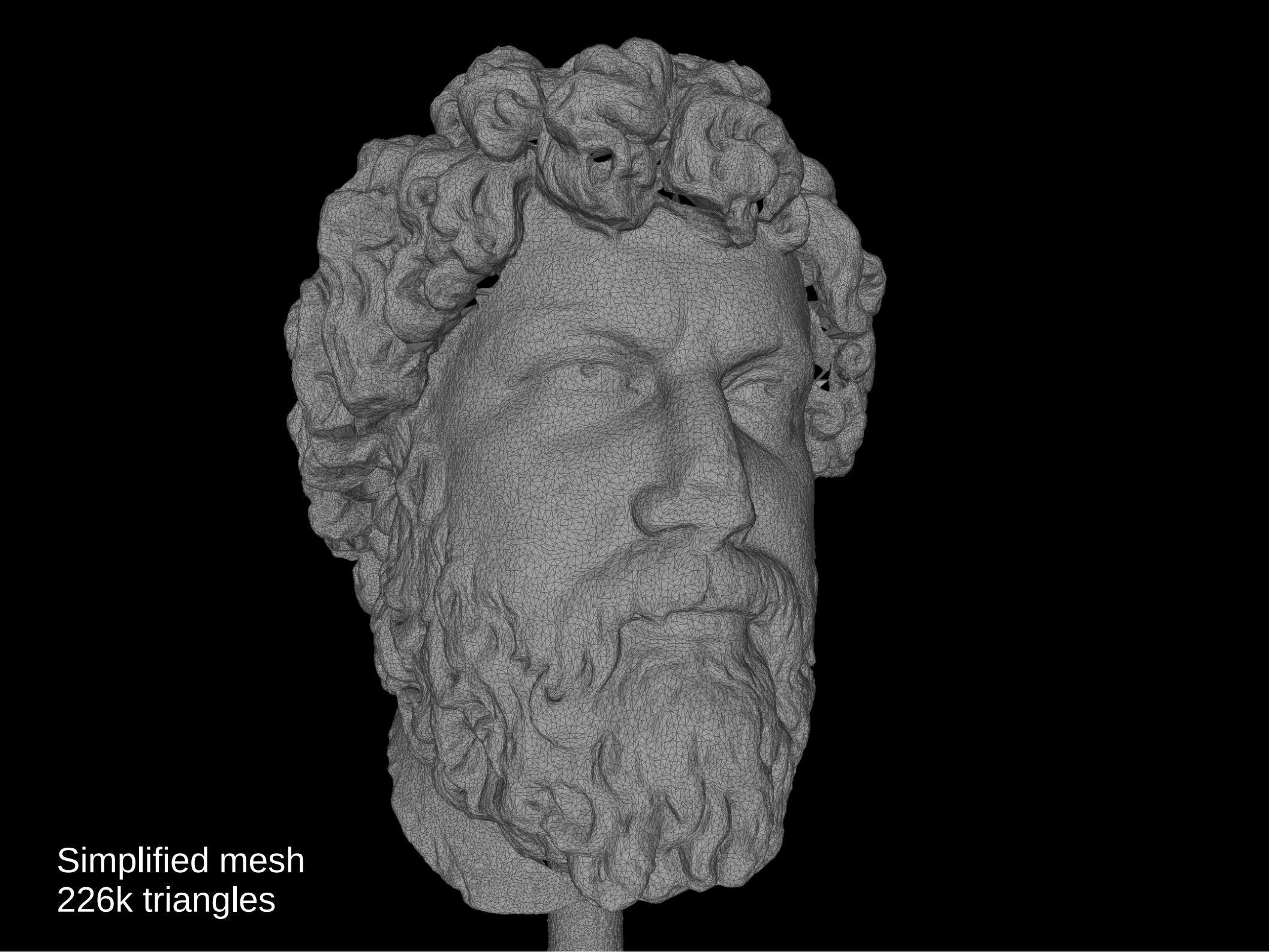

Raw point set

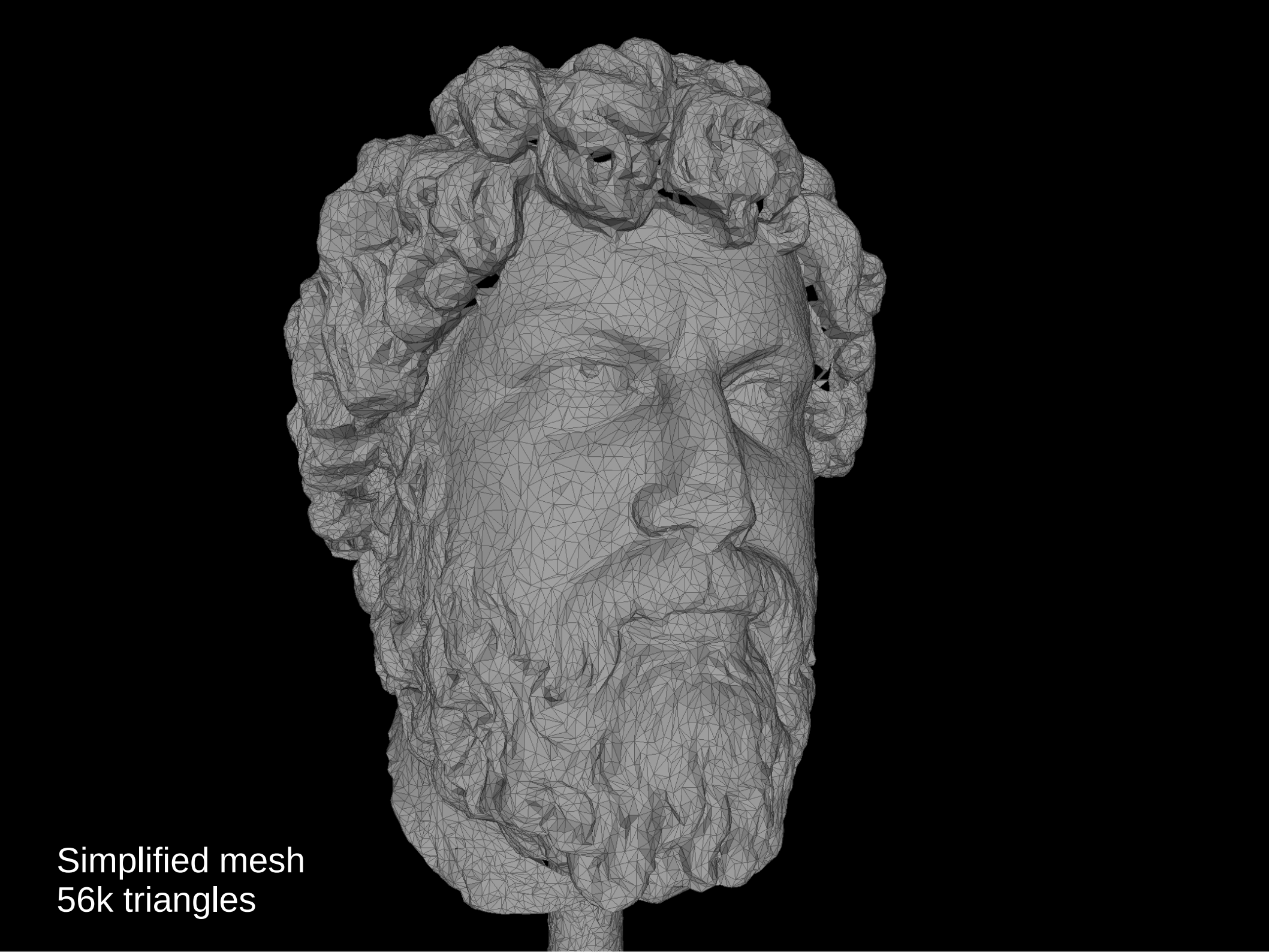

After denoising &
smoothing

Reconstructed
surface
29M triangles


Hole filling


Simplified mesh
908k triangles


Simplified mesh
226k triangles


Simplified mesh
56k triangles


Simplified mesh
7k triangles

Sujets

Modélisation 3D (surfaces, volumes)

Reconstruction & localisation “indoor”

Analyse & sémantisation de scènes