

MODÉLISATION 3D DE LA COLLÉGIALE SAINT-OURS

UN TRAVAIL COLLÉGIAL

ENSG / Département Imagerie Aérienne et Spatiale :

Jean-François HANGOUËT

Jean-Pierre PAPELARD

Patricia PELLARDI

Marc PIERROT-DESEILLIGNY

Antoine PINTE

Marc POUPÉE

*Co-auteurs : ENSG / Département Positionnement Terrestre et Spatial
et les étudiants 2016-2017 des cycles*

*Mastère Spécialisé® Photogrammétrie, Positionnement et Mesure de Déformation
et Licence Professionnelle Géomatique et Environnement (parcours Imagerie)*

PLAN DE LA PRÉSENTATION

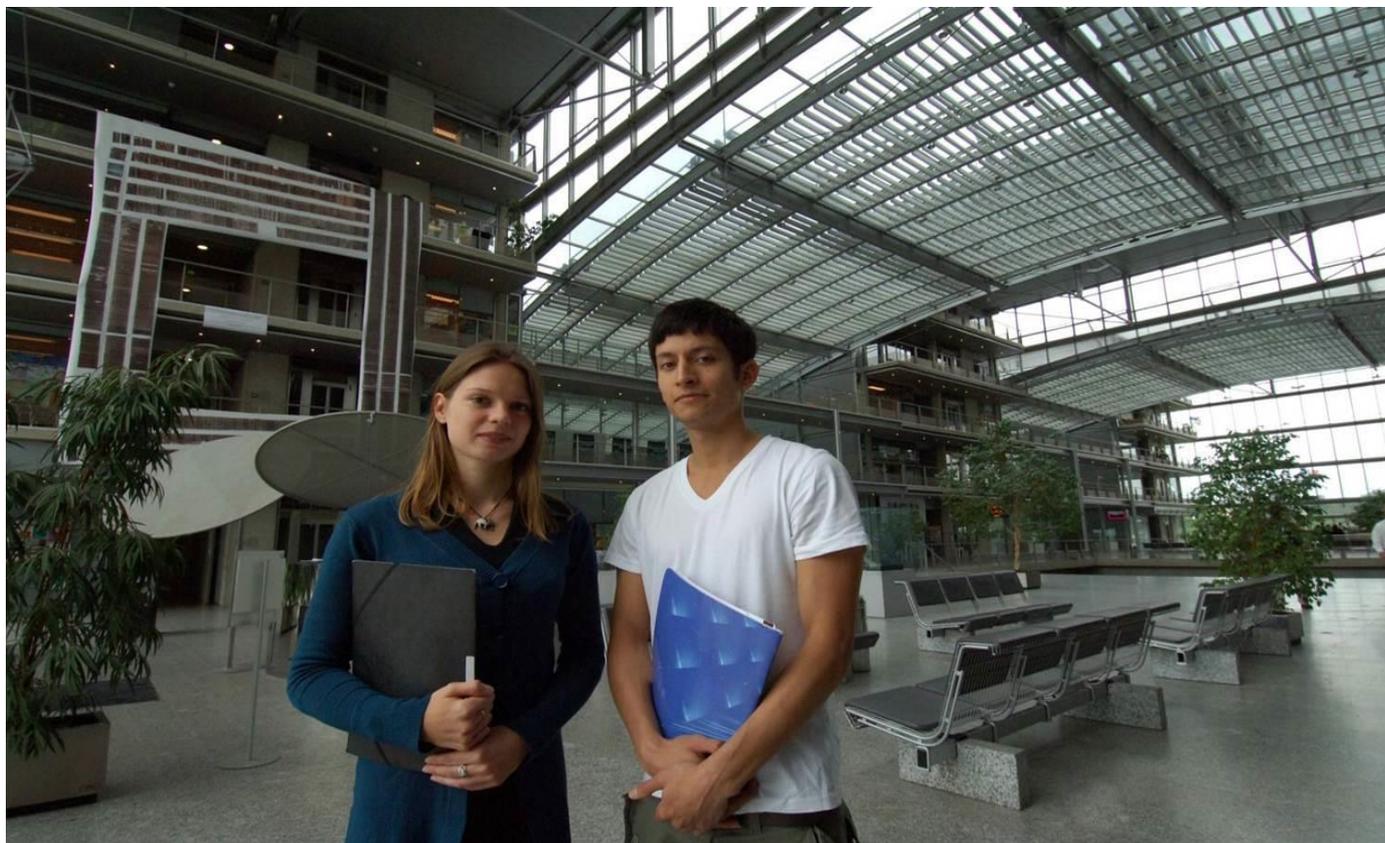
- 1. Qui sommes-nous, que faisons-nous ?
- 2. Les acquisitions sur la collégiale
- 3. Les traitements
- 4. Les données
- 5. Mise en perspectives

1. QUI SOMMES-NOUS, QUE FAISONS-NOUS ?

■ L'École Nationale des Sciences Géographiques

- Forme les futurs professionnels des technologies de l'information géographique
- 12 cycles de formation : techniciens, ingénieurs, licence professionnelle, masters, mastères spécialisés®
- Est opérée par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN)
- A été fondée en 1941
- Est localisée sur le campus de la cité Descartes (Marne-La-Vallée)

L'ENSG



12

cycles de formation

300

étudiants

23

professeurs permanents

248

professeurs vacataires

9

masters et mastères spécialisés®

5

laboratoires associés

70

Chercheurs et enseignants-chercheurs

L'ACCUEIL À LOCHES

- Tous nos remerciements vont à :
 - M. Denis Godignon, archéologue à l'INRAP
 - M. Stéphane Blond, Adjoint au Maire en charge du Patrimoine
 - Mme Véronique Lourme, Conseillère et Responsable Patrimoine
 - M. Pierre Papin, Archéologue du Conseil Départemental
 - M. Nicolas Durand, responsable du Centre Aquilon

2. LES ACQUISITIONS SUR LA COLLÉGIALE

LES OBJECTIFS

- **Modèle 3D du bâtiment**
- **Géométrie précise**
 - (exactitude de quelques millimètres dans le système de positionnement légal)
- **Information utilisable par tous**

L'ÉQUIPE TERRAIN

- Cycles de l'année 2016-2017 impliqués dans les acquisitions et les calculs fondamentaux :
 - Mastère Spécialisé® **PPMD** (ENSG)
 - Cycle **Ingénieur**, 3^{ème} année spécialité **Imagerie et Positionnement** (ENSG)
 - Master **Systemes spatiaux de navigation et géolocalisation**
(Institut de physique du globe de Paris, Université Paris Diderot et École normale supérieure)
- Une vingtaine d'étudiants
- Une dizaine d'encadrants ENSG en alternance
- Du 7 au 18 novembre 2016



L'ÉQUIPE TERRAIN

- Exemples de travaux par des promotions précédentes :
 - Cathédrale d'Amiens
 - Château de Chambord
 - Remparts d'Aigues-Mortes
 - Grotte de Tautavel
 - ...

TOPOMÉTRIE

LES TECHNOLOGIES MOBILISÉES

■ Topométrie

- L'établissement de **points de repère exacts** par des méthodes topographiques et géodésiques
- *Principes :*
Mesures très précises de **distances**, d'**angles**, de **positions**



Station GPS permanente
(sur la Porte Royale)













PHOTOGRAMMÉTRIE

LES TECHNOLOGIES MOBILISÉES

■ Photogrammétrie

- L'acquisition et l'exploitation de **photos**
pour mesurer d'une part la *position* et la *forme* des choses,
d'autre part leurs *couleurs*
- *Principe :*
Croiser les points de vue















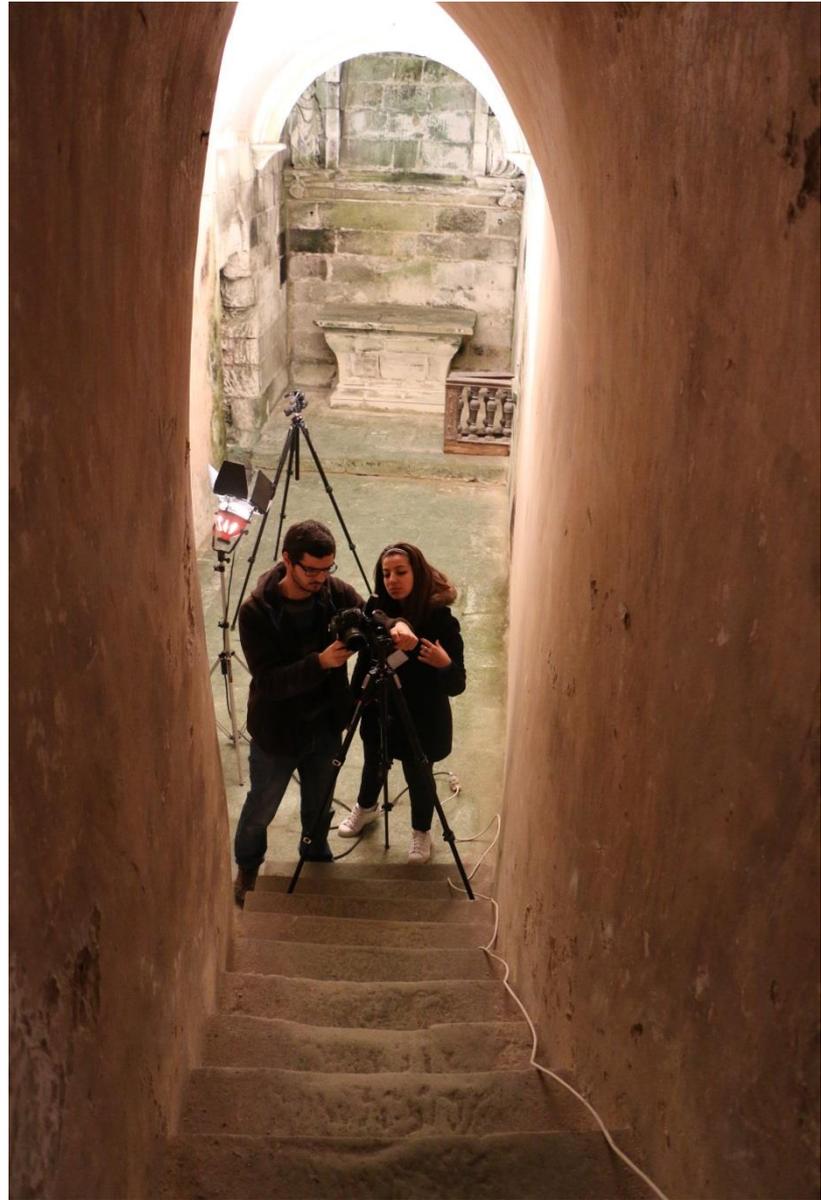


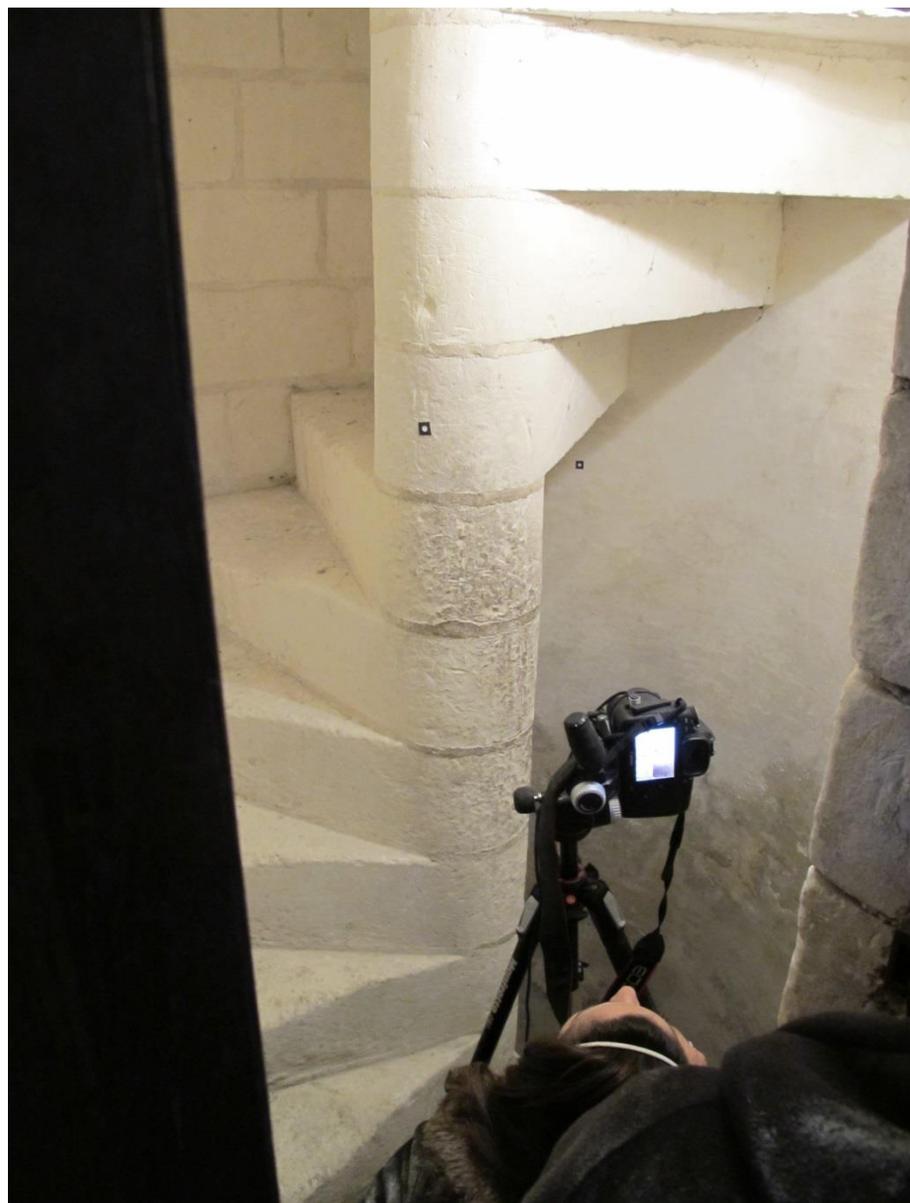
















LASERGRAMMÉTRIE

LES TECHNOLOGIES MOBILISÉES

■ Lasergrammétrie

- L'utilisation d'un **rayon laser**

pour mesurer la position et la forme des choses

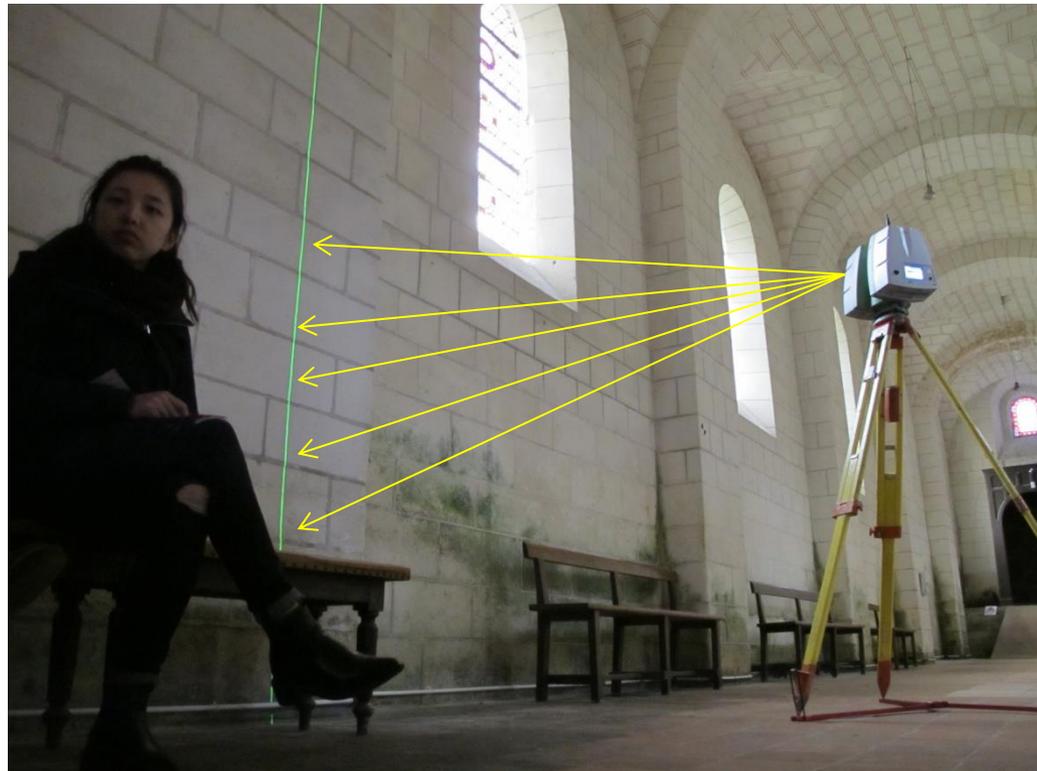
- *Principe :*

un rayon laser est envoyé depuis un point connu dans une direction connue ;

son **écho** sur une chose matérielle est analysé

pour en déduire la distance du point connu à la chose matérielle

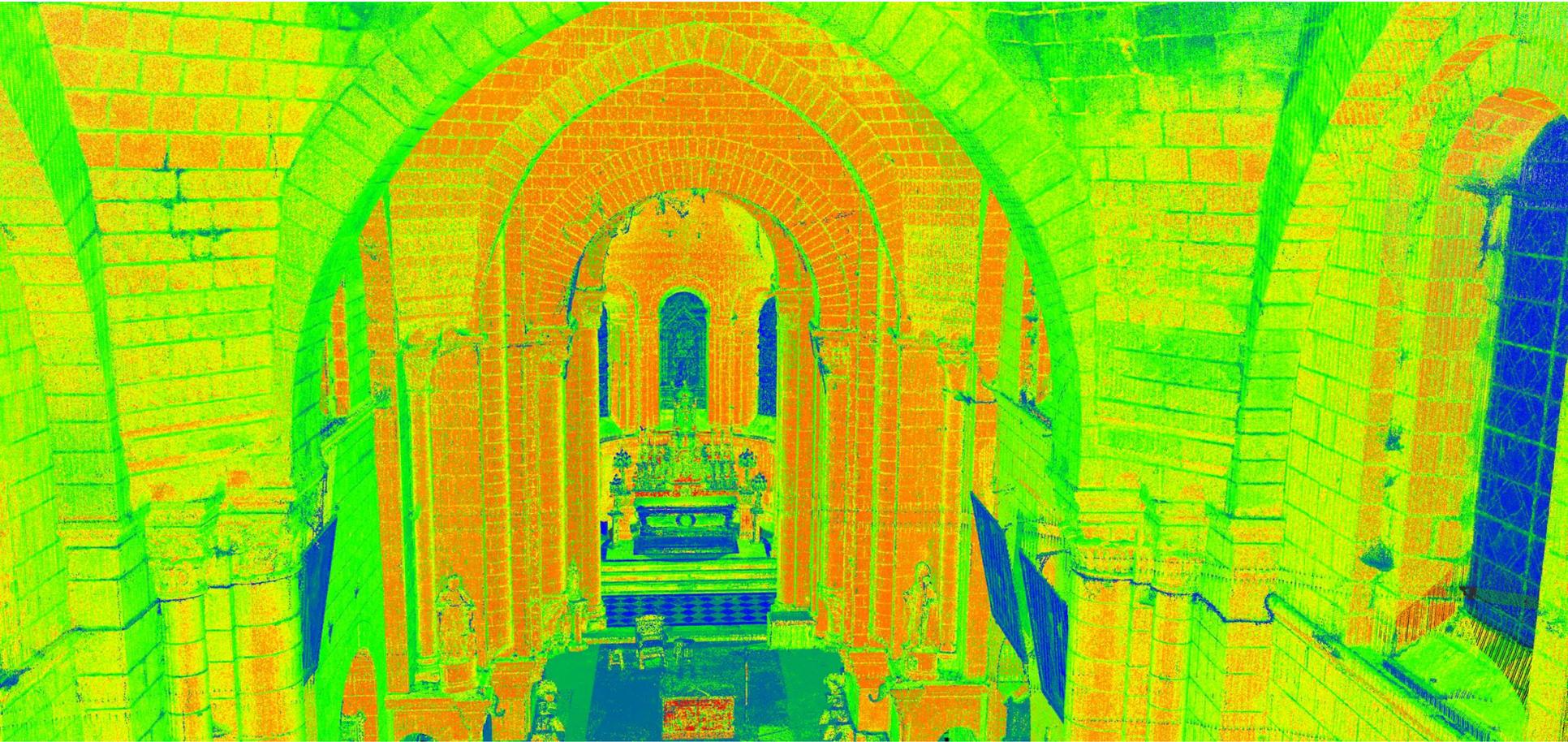
LASERGRAMMÉTRIE







NUAGES LASER





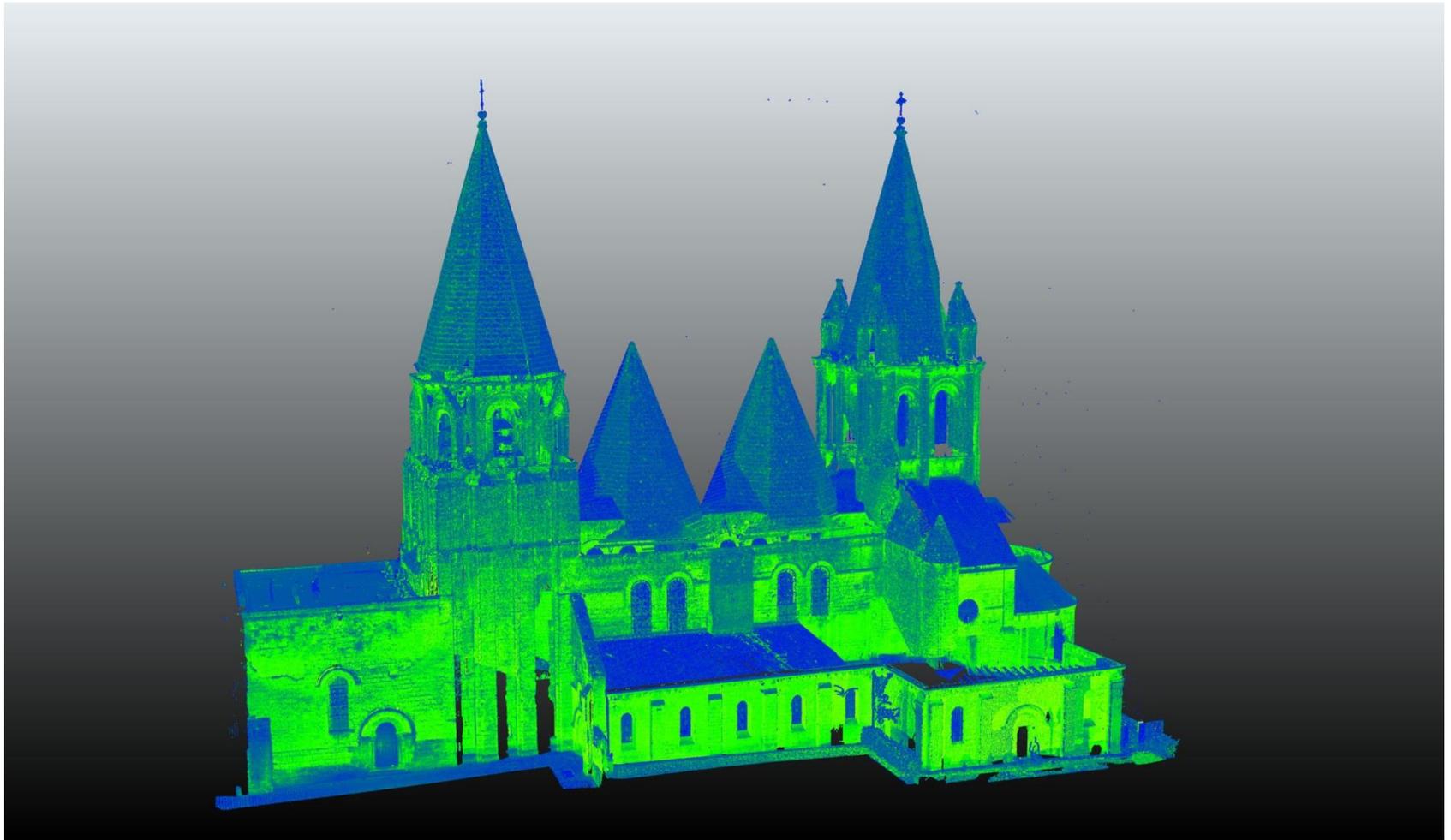








NUAGES LASER



PHOTOGRAPHIE 360°

LES TECHNOLOGIES MOBILISÉES

- Photographie panoramique 360°
 - L'image du **monde autour d'un point de vue** unique à partir de photos.
 - *Principe :*
 - Chaque **ligne** de l'image est **un tour d'horizon**.
 - Chaque **colonne** de l'image va **du nadir au zénith**.





Stage de mise en oeuvre de techniques géomatiques - PPMD 2016 Ecole Nationale des Sciences Géographiques - Collégiale St-Ours - Loches -

TÉLÉDÉTECTION

LES TECHNOLOGIES MOBILISÉES

■ Télédétection

■ L'analyse des phénomènes

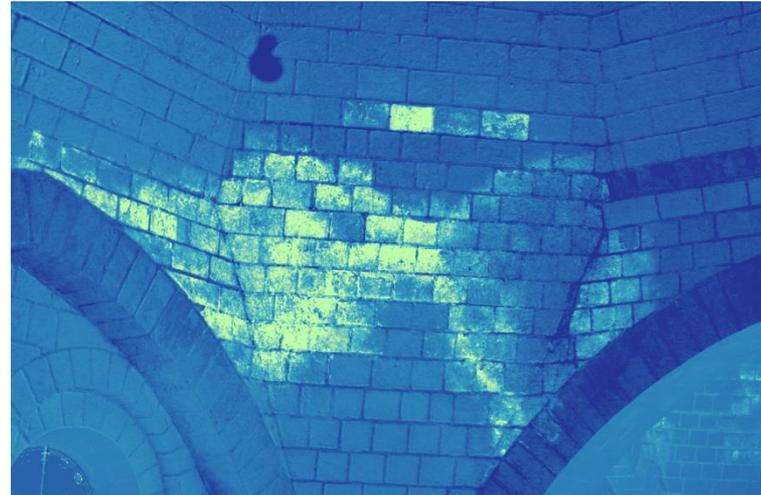
via les couleurs (visibles, invisibles) enregistrées sur les photos

■ *Principe :*

des **combinaisons similaires de couleurs** dans une photo signalent des phénomènes de même nature

TÉLÉDÉTECTION



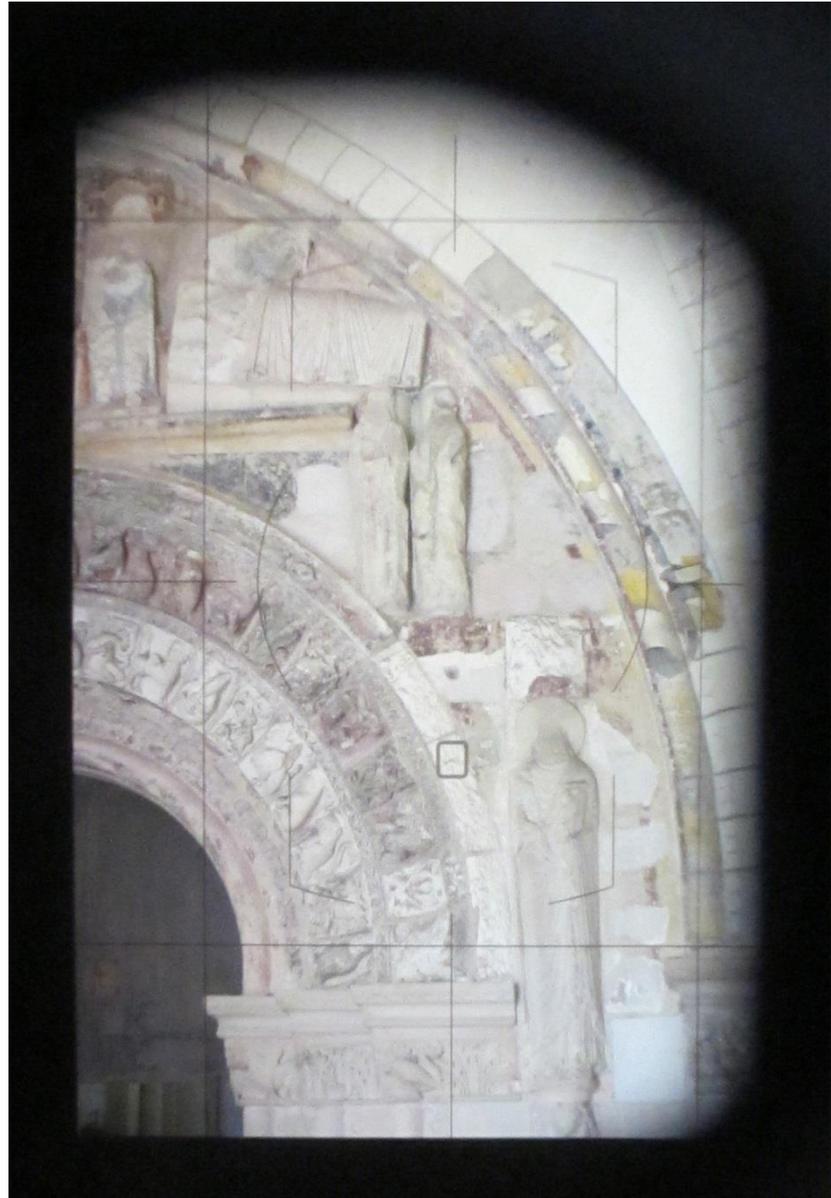


Détection des mousses
sous le dôme ouest

Enhanced Vegetation Index

- 0.51
- 0.358
- 0.206
- 0.0536
- 0.0985







LE GROUPE



Centre Maurice Aquilon















3. LES TRAITEMENTS

LES TRAITEMENTS

- Sur place :
 - Étudiants **PPMD – Ingénieurs – Master SSNG**

- De retour de mission = à l'ENSG :
 - Étudiants **PPMD – Ingénieurs**
 - **Remerciements particuliers à Farah Battikh, Béatrice Ulvoas, Jean-François Villeforceix, Arnaud Bailly-Maître-Grand**
 - Étudiants **Licence Professionnelle Géomatique et Environnement**
 - **Remerciements particuliers à Raphaël Fisné et Jonathan Boiné**

LES TRAITEMENTS

- Des jeux de données brutes à trier et ranger
- Des centaines de Giga Octets de données à manipuler

LES TRAITEMENTS

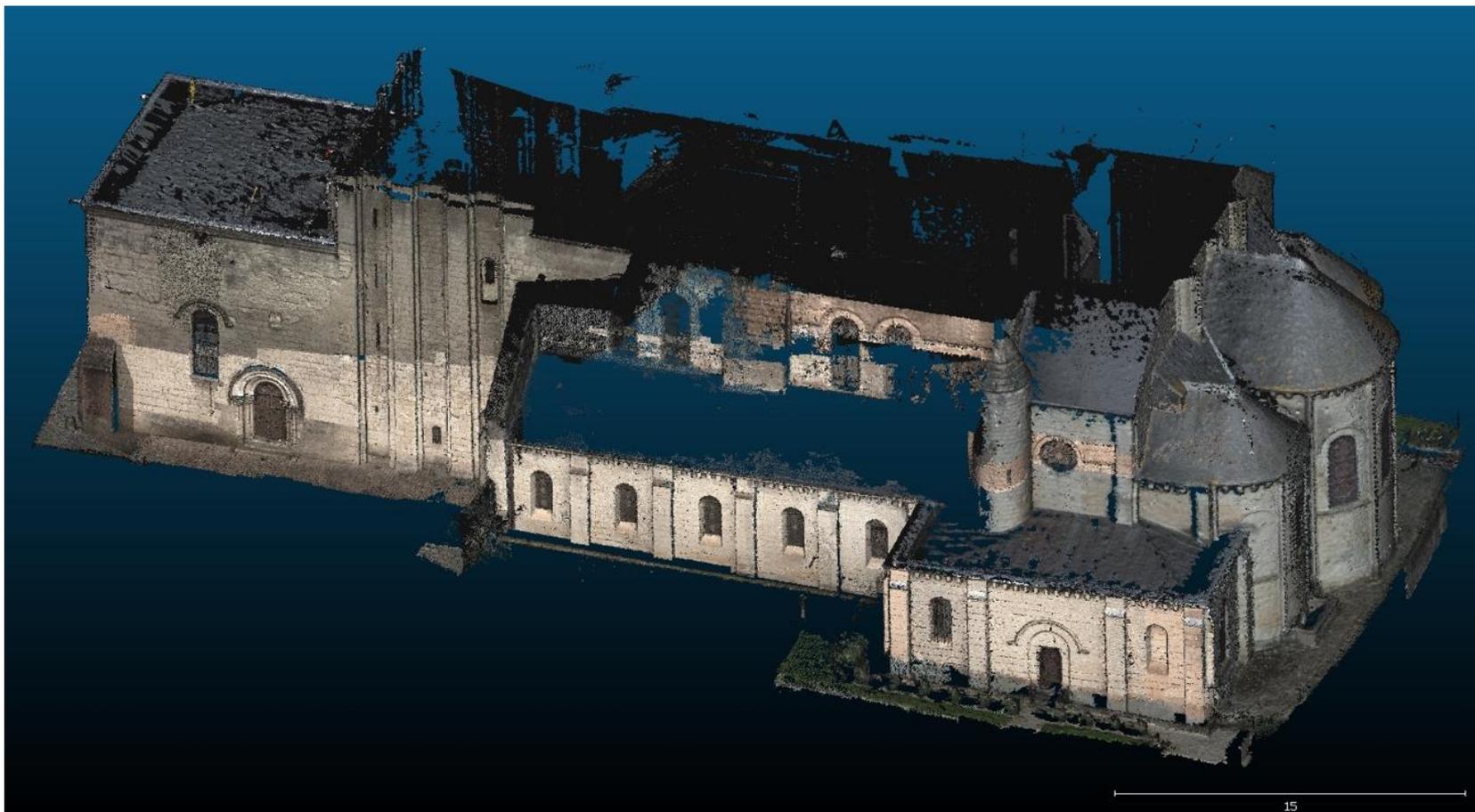
■ Étapes minutieuses

```
Ctrl 101 GCP-Bundle, D=0.0205722 P=[-0.00663782,-0.00321349,0.0192049]
Ctrl 26 GCP-Bundle, D=0.0155472 P=[0.00554677,-0.00233158,-0.0143357]
Ctrl 28 GCP-Bundle, D=0.0114521 P=[-0.00306855,-0.00669444,-0.00877034]
Ctrl 301 GCP-Bundle, D=0.0144967 P=[-0.000216149,0.00196083,0.0143618]
Ctrl 302 GCP-Bundle, D=0.0167159 P=[-0.00146631,0.00463526,0.0159933]
Ctrl 303 GCP-Bundle, D=0.00377653 P=[-0.00115545,-0.00186966,-0.00307108]
Ctrl 304 GCP-Bundle, D=0.0250099 P=[-0.00424213,-0.00505902,-0.0241227]
Ctrl 501 GCP-Bundle, D=0.0134869 P=[0.00340361,0.000703234,0.0130314]
Ctrl 502 GCP-Bundle, D=0.00738951 P=[0.000986197,0.00103883,0.00724935]
Ctrl BW12 GCP-Bundle, D=0.00762689 P=[0.000212005,0.00761654,-0.00033604]
```

```
===== ERROR MAX PTS FL =====
|| Value=7.60255 for Cam=D0014190_vol6.JPG and Pt=501 ; MoyErr=1.81865
=====
```

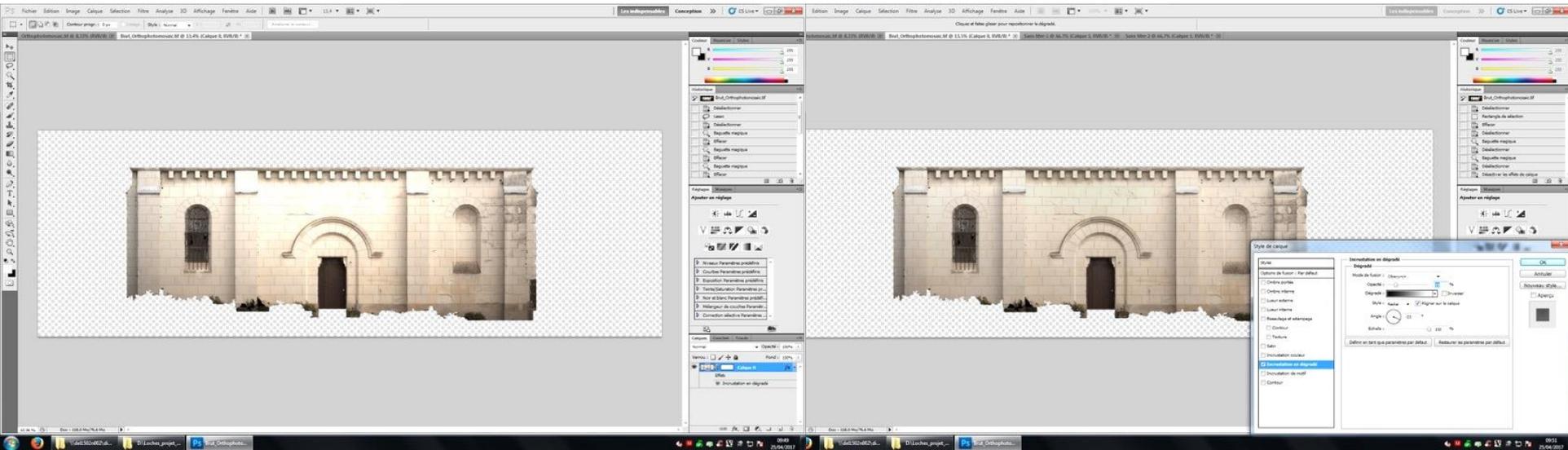
LES TRAITEMENTS

- Étapes minutieuses



LES TRAITEMENTS

■ Étapes minutieuses



4. LES DONNÉES

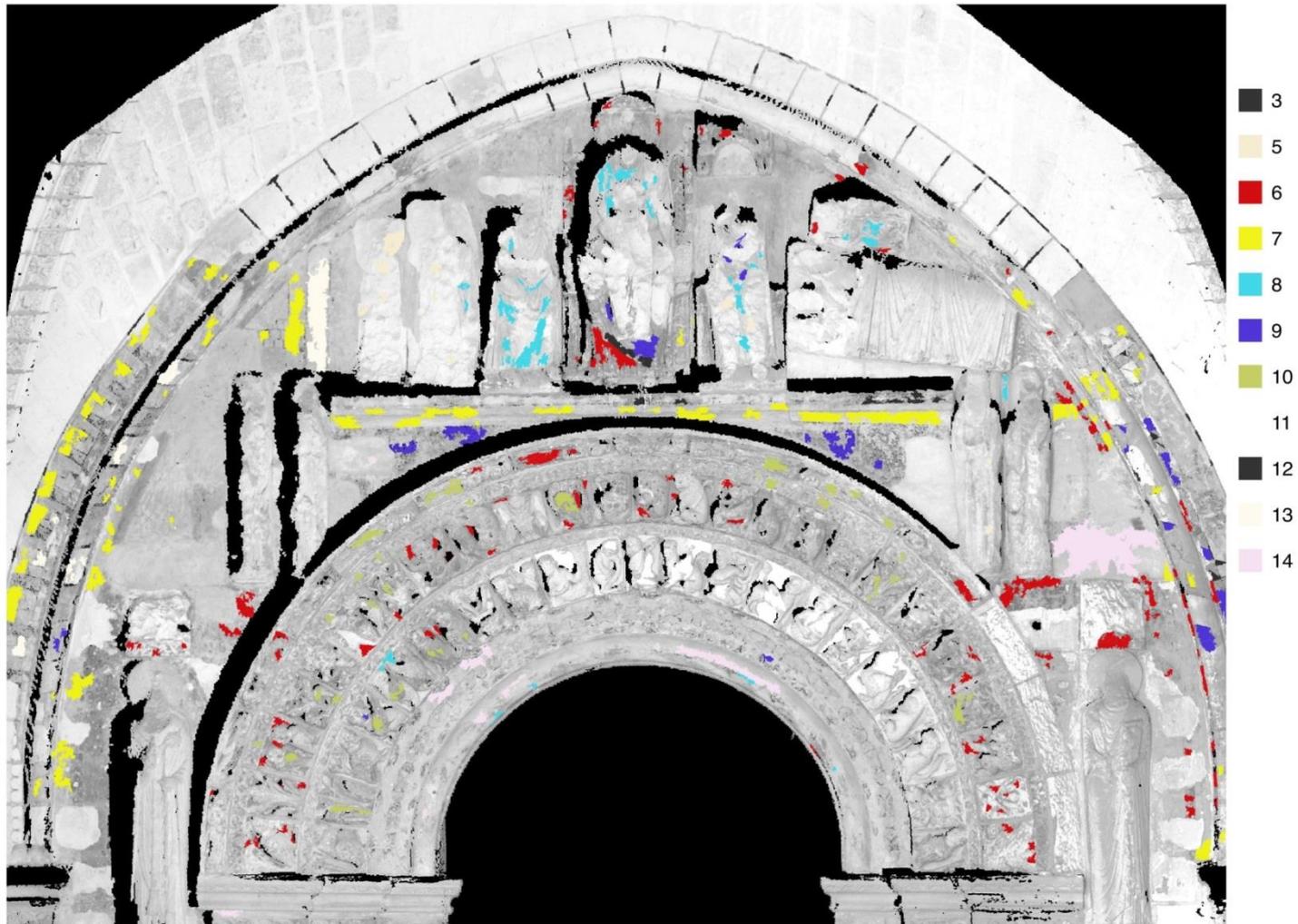
LES DONNÉES FONDAMENTALES

- Points de repère topographiques
- Photos orientées
- Levés laser
 - intérieurs (nef, crypte)
 - extérieurs
- Photos panoramiques

LES DONNÉES DÉRIVÉES

- Nuages 3D photographiques
- Nuages 3D laser rassemblés
- Orthophotographies des façades
- Orthophotographies multi-canaux
- Classification vectorisée des pigments du tympan

LES DONNÉES DÉRIVÉES



5. MISE EN PERSPECTIVES

MISE EN PERSPECTIVES

■ Communication

■ Communication scientifique :

Marc Poupée, « Télédétection architecturale : apport de l'infrarouge dans la classification d'un tympan polychrome », communication donnée lors du colloque SFPT, mars 2017, ENSG

■ Communication technique : *IGN Magazine*

■ Livraisons à la Municipalité

■ Des données...

■ ... fiables pour les analyses des experts

■ ... « parlantes » pour les explications

REGARDONS LES DONNÉES !