



Rapport technique : Acquisition 3D par photogrammétrie. Butte de Moncoué, Taizé (79). Tranche 1 et 2

Antoine Laurent

► To cite this version:

Antoine Laurent. Rapport technique : Acquisition 3D par photogrammétrie. Butte de Moncoué, Taizé (79). Tranche 1 et 2. TRACES UMR 5608. 2020. hal-04269955

HAL Id: hal-04269955

<https://hal.science/hal-04269955>

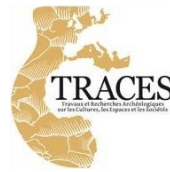
Submitted on 3 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PLATEAUTIG3D - PLATEFORME ARCHEOSCIENCE

TRACES UMR 5608



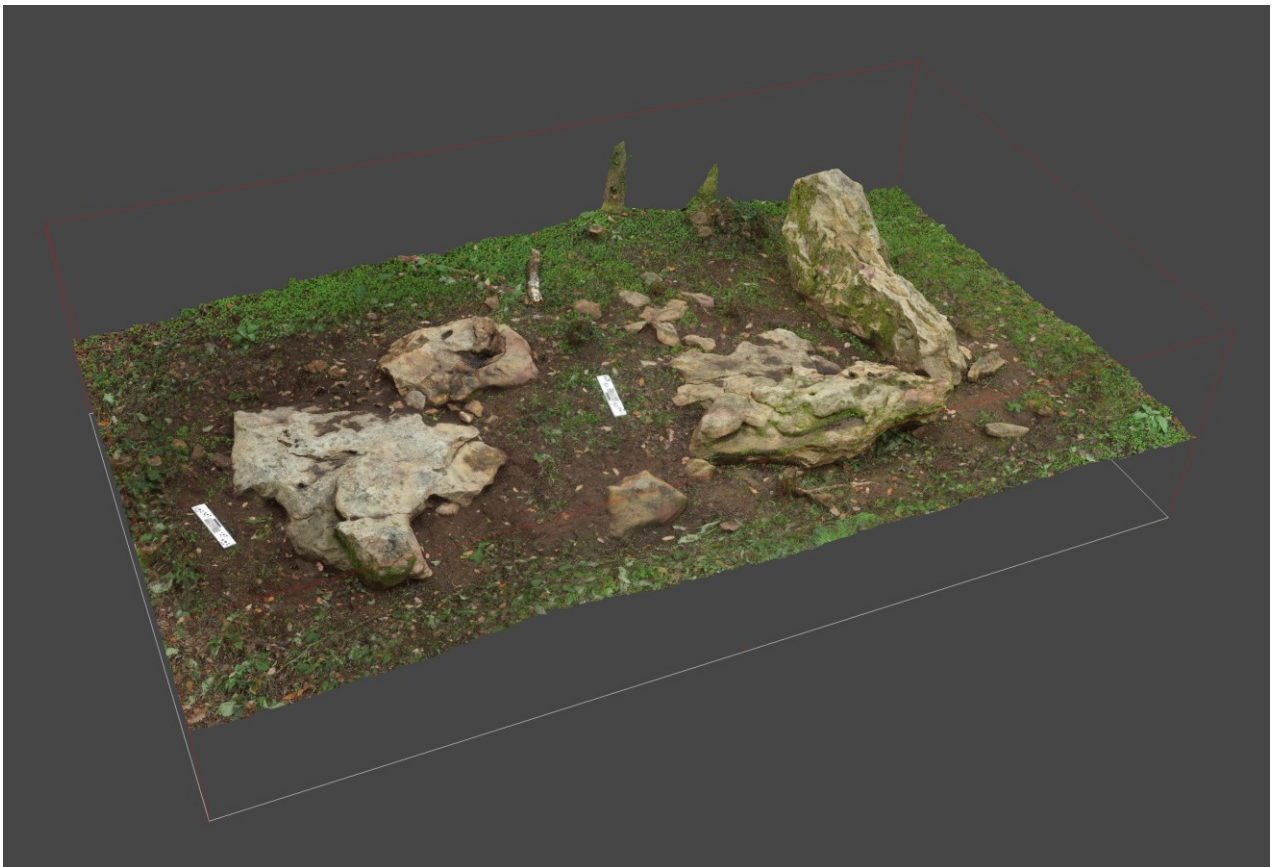
Rapport technique

Acquisition 3D par photogrammétrie

Butte de Moncoué, Taizé (79)
Tranche 1 et 2

A. Laurent

9-13/11/2020



Sommaire

1. Objectifs et contexte	3
2. Acquisition des images	8
3. Traitement photogrammétrique	9
3.1 Alignement des caméras	10
3.2 Génération du nuage dense	12
3.3 Création du maillage.....	13
3.4 Application des textures.....	14
3.5 Génération du MNS et de l'orthophotographie.....	15
4. Résultats.....	16
5. Délivrables	16
6. Planches des zones	17
7. Listing des points	46
8. Description des acquisitions par zone	50
Table des illustrations	51

Figure 1 : Modèle 3D texturé de la zone 9.

Levé numérique par Photogrammétrie des alignements de la butte de Moncoué, Taizé (79)

Acquisition et restitution, rapport technique.

Antoine LAURENT, CNRS - UMR 5608 - TRACES, plateau TIG-3D.

1. Objectifs et contexte

Dans le cadre d'une prestation assurée par le plateau TIG-3D du laboratoire TRACES, nous avons procédé à un levé topographique tridimensionnel des alignements de menhirs de la butte de Moncoué par photogrammétrie par corrélation dense d'images. Cette mission a été réalisée sur 5 jours du 9 au 13 novembre 2020 par une personne (dont un jour de trajet).

Ce rapport technique rend compte des acquisitions et des traitements photogrammétriques réalisés. La butte de Moncoué se situe sur la commune de Taizé-Maulais dans les Deux-Sèvres (figure page 4). Les alignements s'étendent sur 360 mètres sur le plateau sommital de la butte. Actuellement ils sont en forêt, le terrain a été dégagé par la communauté de communes du Thouarsais avant notre intervention (figures en page 5 et 6).

Les objectifs sont d'obtenir un plan du site et des modèles 3D permettant une étude de surface des blocs. Afin de rationaliser l'acquisition photogrammétrique, il a été décidé en accord avec le client de diviser les alignements en 28 différentes zones. Ces unités d'enregistrement ne correspondent pas à des cohérences archéologiques mais à des ensembles continus de blocs.

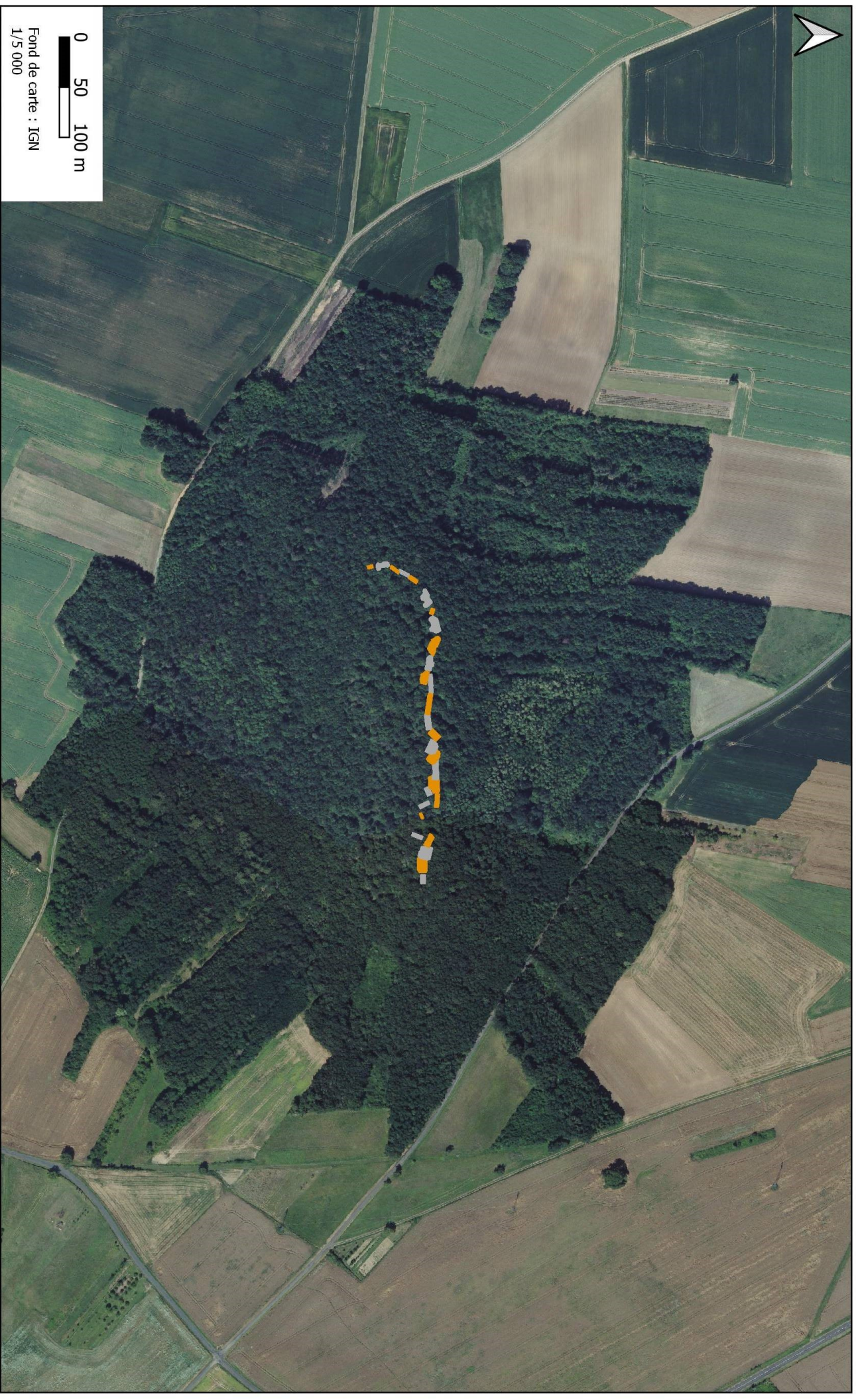
Initialement l'intervention devait couvrir la tranche 1 (zones 1 à 18) en 2020 puis la deuxième tranche (zones 19 à 28) en 2021. La deuxième tranche étant accessible il a été décidé de procéder à la numérisation de celle-ci la même semaine (figure en page 7).

Remarque :

- Afin de présenter la méthodologie de travail, identique pour toutes les zones, seule la zone 9 est développée en exemple dans ce rapport,
- La météo était adaptée pour la prise de vue avec un temps nuageux en général, cependant le mois de novembre avec sa luminosité réduite ne permet une acquisition qu'entre 9h - 9h30 et 16h - 16h30,
- Une dizaine de minutes ont été prises par zone pour le nettoyage des feuilles, soit près de cinq heures de travail non incluses dans l'estimation initiale.



Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



Localisation des zones d'acquisition 3D Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



Localisation des zones d'acquisition 3D Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 15 30 m

Fond de carte : OSM
1/1200



Localisation des zones d'acquisition 3D Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93

2. Acquisition des images

L'acquisition photogrammétrique est réalisée avec un APN RICOH GRII. Son capteur CMOS de 16.2 Mpx couplé à un objectif grand angle de 18mm permet d'obtenir des images avec une excellente qualité. Nous nous sommes servis d'une perche pour les prises de vue hautes. Le format d'image utilisé pour la photogrammétrie est du JPEG sans compression pour éviter la dégradation de l'image.

La photogrammétrie, par *Structure-From-Motion* (SFM) et stéréoscopie, permet de reconstituer une scène en 3D à partir de photographies prises sous différents points de vue. Les deux principes de base sont le recouvrement entre les clichés et le déplacement de l'opérateur.

Ce sont 367 photographies prises en une demi-heure qui ont servi à la reconstruction photogrammétrique (Fig. 2).

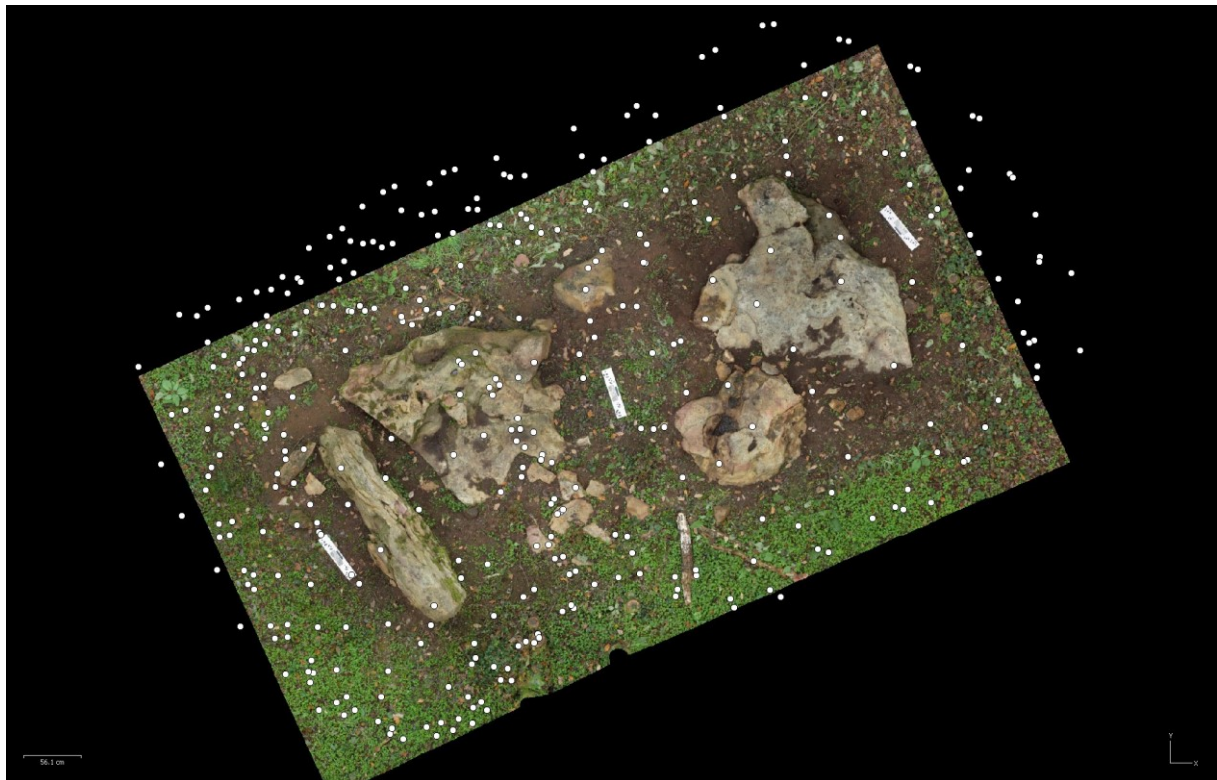


Figure 2 : Emplacement des clichés sur l'orthophotographie.

3. Traitement photogrammétrique

Tous les traitements seront effectués avec la dernière version d'Agisoft Metashape (1.6.5). La configuration de l'ordinateur de calcul est :

- CPU : Intel Core I9-9900K
- GPU : 2 x Nvidia GeForce RTX 2080 Super 8Go
- RAM : 128 Go

Les cinq étapes de ce projet photogrammétrique sont :

- 1) Alignement des caméras,
- 2) Génération du nuage dense,
- 3) Création du maillage,
- 4) Application des textures,
- 5) Génération du MNS et de l'orthophotographie.

3.1 Alignement des caméras

La qualité des images est évaluée avant le lancement de la chaîne opératoire. Celle-ci est égale ou supérieure à 0,8 (sur 1) pour 98% des images.

Le géoréférencement du modèle est assuré par 5 points topographique dont les coordonnées sont décrites dans le système légal RGF93 Lambert 93 (epsg 2154). Les données topographiques sont acquises à l'aide de DGPS Trimble R2. Cependant le couvert forestier (notamment pour la tranche 2) nécessitait de compléter l'acquisition GPS effectuée avec une prise des repères par une station totale ou un GPS RTK.

Les données et les exports ont une erreur de positionnement et / ou d'orientation qui pourront être corrigés ultérieurement. Afin de compenser cette erreur potentielle des règles photogrammétriques complètent la mise à l'échelle du modèle (Fig. 3).



Figure 3 : Localisation des repères et des règles.

Les paramètres de l'alignement des caméras sont :

- Qualité : haute
- Points de liaison : 70000
- Points de référence : 6000

Temps de calcul : 17 minutes

Le principe de l'alignement est de calculer les positions et les orientations des images, c'est la mise en place ou l'aérotriangulation des images. Le logiciel utilise une méthode (SIFT ou autre) pour trouver et mettre en correspondance des points remarquables. Ce sont ces points remarquables qui vont permettre, par mise en correspondance, de calculer les positions et les orientations des images.

Le résultat de l'alignement donne un nuage de points de liaison comportant 264 422 points après calibration. La précision de l'alignement sur les repères est de 9 cm et la mise à l'échelle par les règles est de 4 mm (Fig. 4).

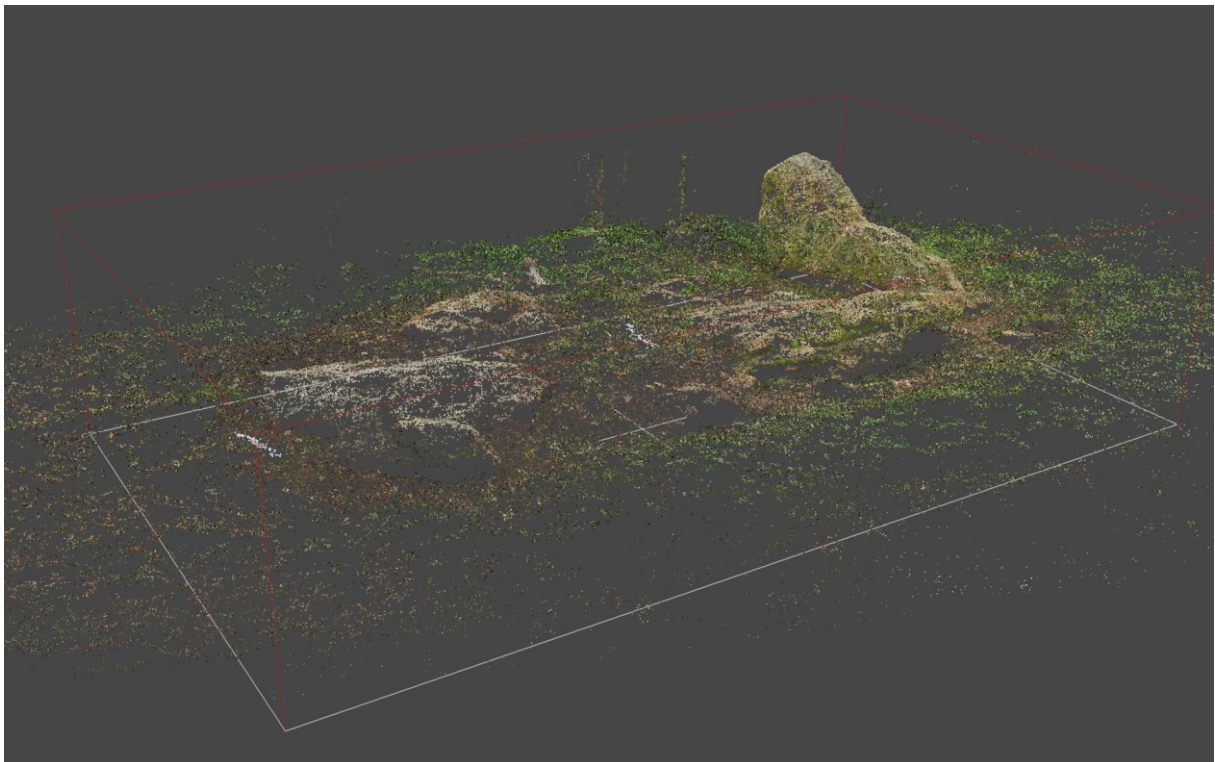


Figure 4 : Nuage de points de liaison.

3.2 Génération du nuage dense

Les paramètres de la génération du nuage dense sont :

- Qualité : haute
- Filtrage des profondeurs : agressif

Temps de calcul : 2h 20

Le nuage de points dense comporte 35 387 959 points (Fig.5).

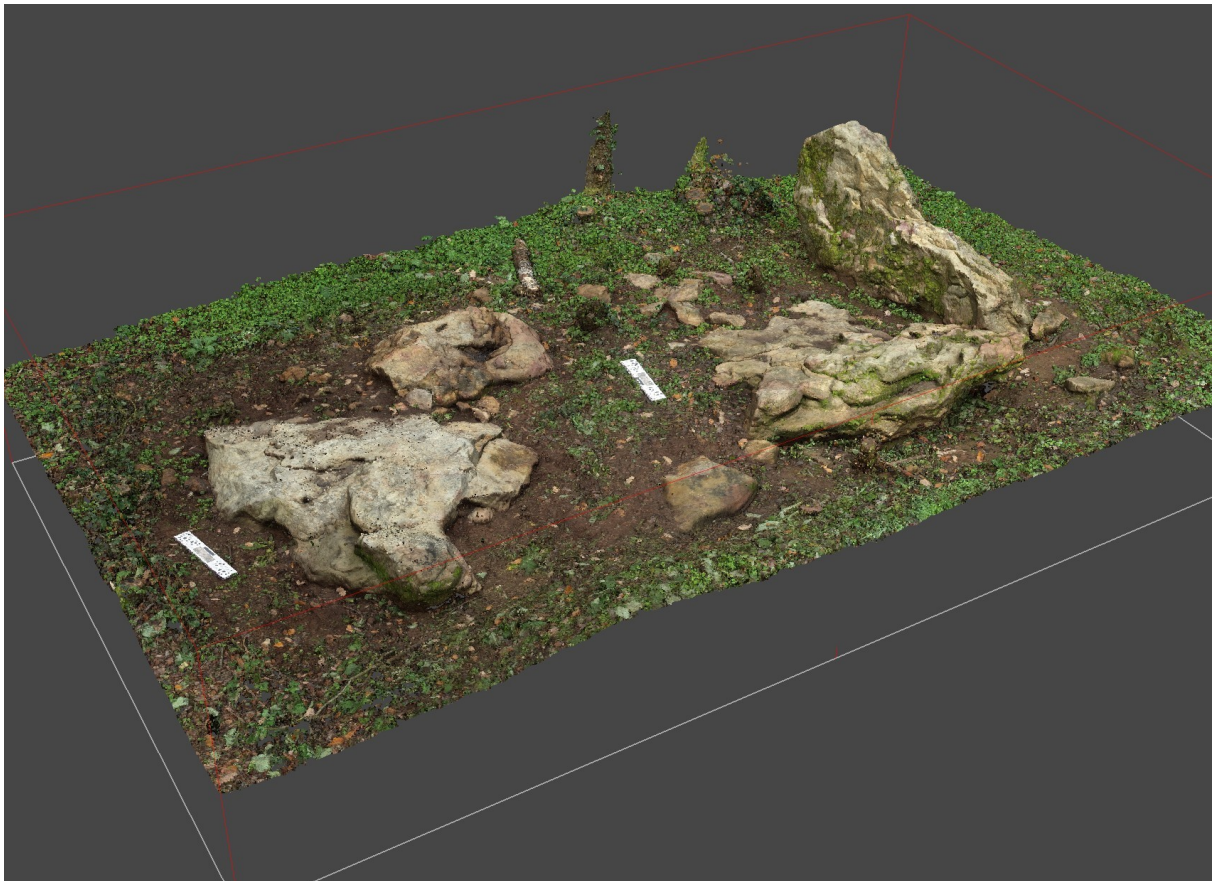


Figure 5 : Nuage de points dense.

3.3 Création du maillage

Le maillage du site est généré à partir du nuage de points dense.

Les paramètres de création du maillage sont :

- Qualité : haute
- Type de surface : arbitraire
- Interpolation : activé

Temps de calcul : 1h02

Le résultat est un maillage de 7 millions de faces (Fig. 6). Un maillage décimé à 150 000 faces est généré à partir de celui-ci afin de le rendre facilement visualisable.

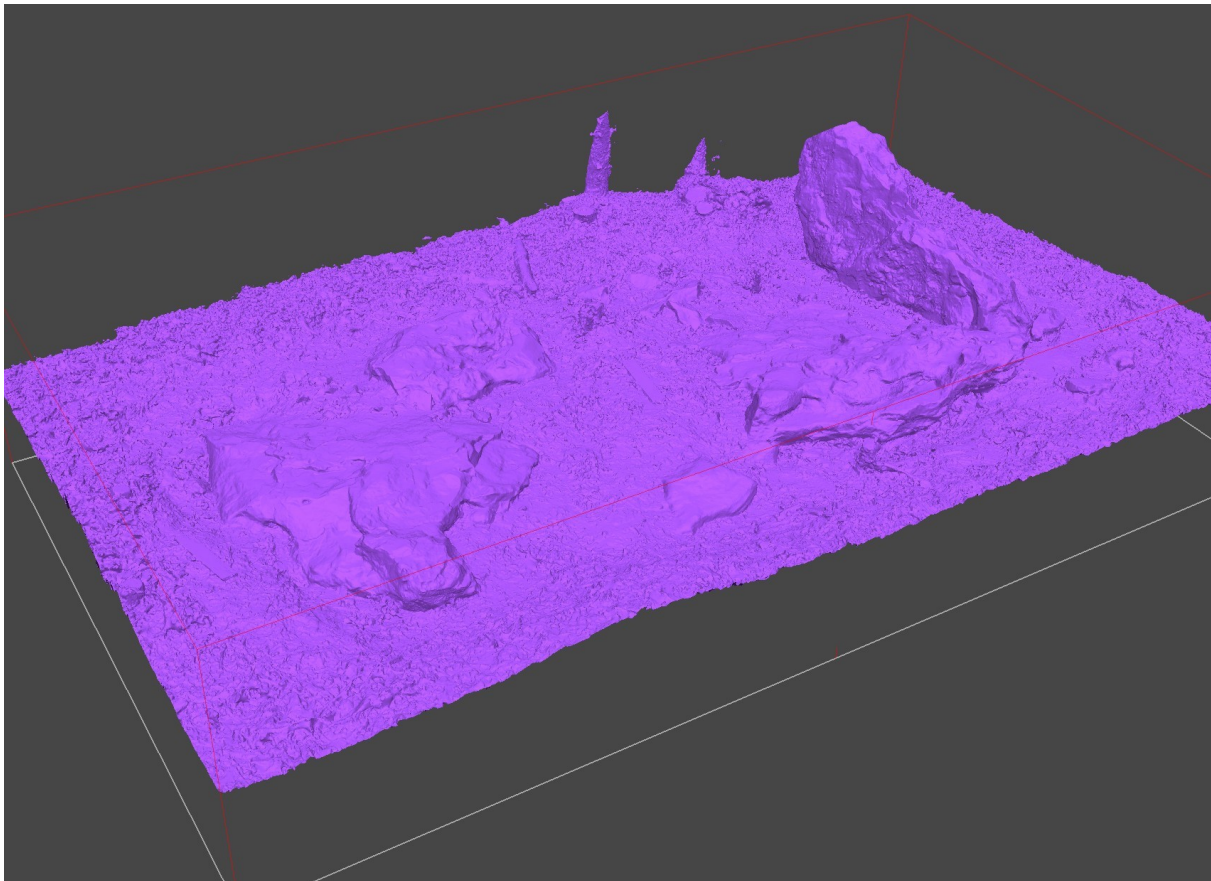


Figure 6 : Maillage du modèle général.

3.4 Application des textures

Cette étape consiste à sélectionner et appliquer sur les maillages les photographies. Elle n'est réalisée que sur le maillage décimé.

Les paramètres de la construction des textures sont :

- Modemappage : générique
- Mode de fusion : mosaïque
- Résolution : 8192 pixels (8K)

Le résultat est un modèle 3D maillé sur lequel est drapé la texture. (Fig. 7)

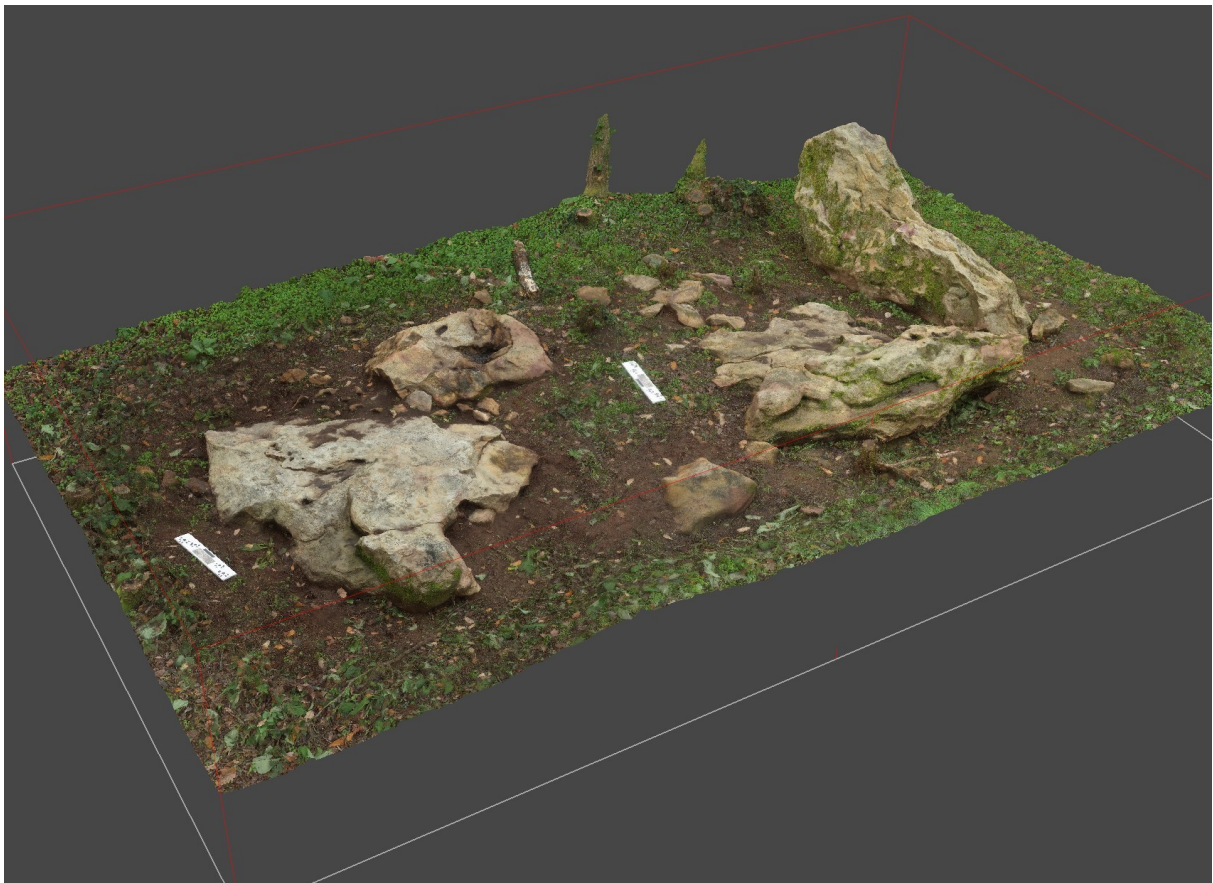


Figure 7 : Aperçu du modèle 3D texturé.

3.5 Génération du MNS et de l'orthophotographie

Le maillage non décimé est préalablement nettoyé des arbres et ne garde que les bases de tronc. Un Modèle Numérique de Surface est généré à partir du maillage en qualité haute. Il conserve les informations du relief du terrain et des aménagements (menhirs, blocs). Une orthophotographie est produite en s'appuyant sur ce MNS.

Résolution du MNS : 1.26 mm/px

Résolution de l'orthophotographie : 0.63 mm/px

Temps de calcul : 20 minutes

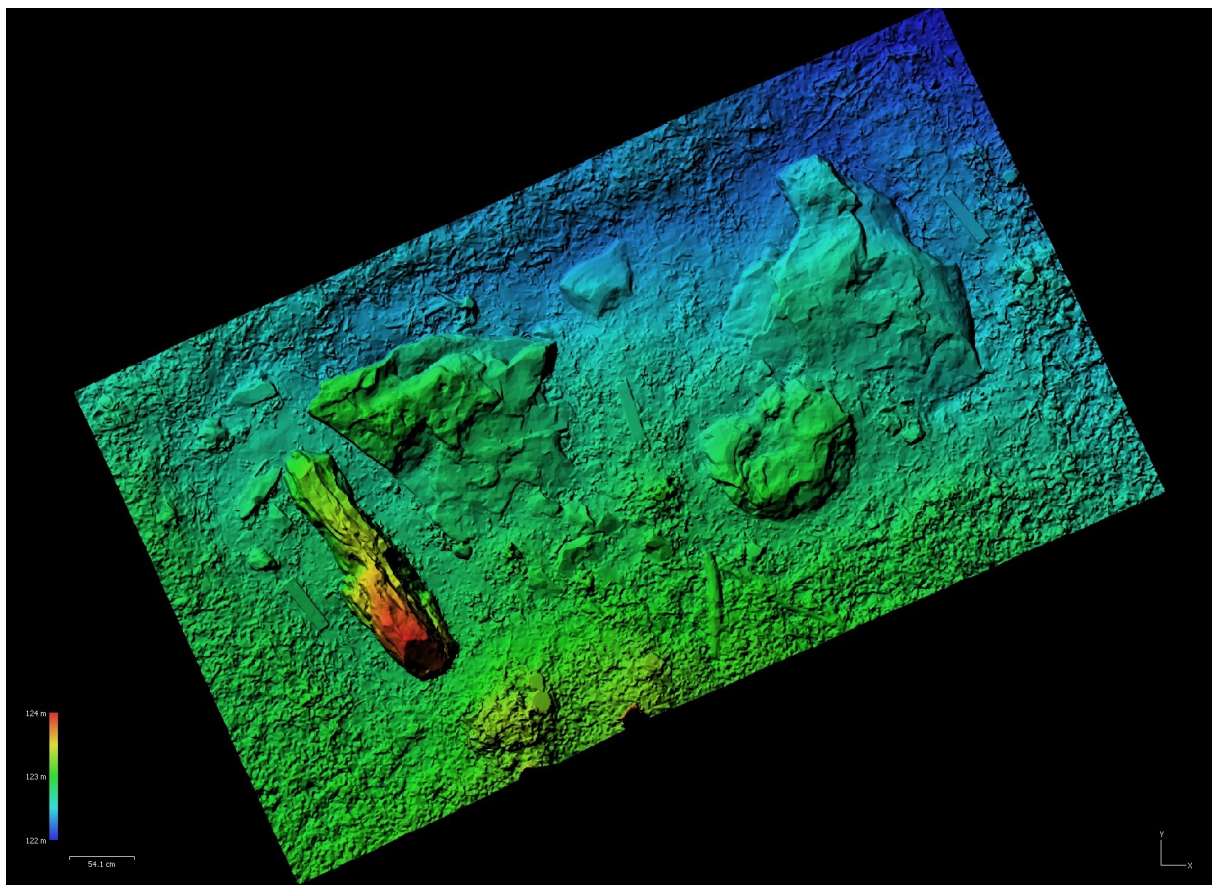


Figure 8 : MNS de la zone 9.

4. Résultats

Au total, ce sont :

- 28 zones,
- 2038 m²,
- 10205 photographies,
- 144 points topographiques,
- 8h de travail pour l'alignement des photographies,
- 2 jours et 26 minutes pour le calcul des nuages de points denses,
- 16h pour la création des maillages,
- De 3 à 18 minutes par orthophotographie.

5. Délivrables

Pour chaque zone :

- Un modèle 3D haute qualité,
- Un modèle 3D décimé texturé,
- Un Modèle Numérique de Surface,
- Une orthophotographie zénithale,
- Un rapport de présentation du travail réalisé.

6. Planches des zones



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 1 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 2 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



Orthophotographie de la zone 3 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 4 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 5 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



Orthophotographie de la zone 6 Taizé, butte de Moncoué

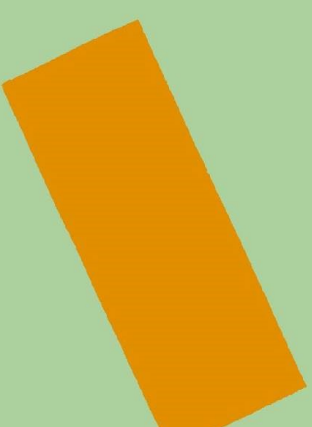
Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93





0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 7 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 8 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



Orthophotographie de la zone 9 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93





0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 10 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



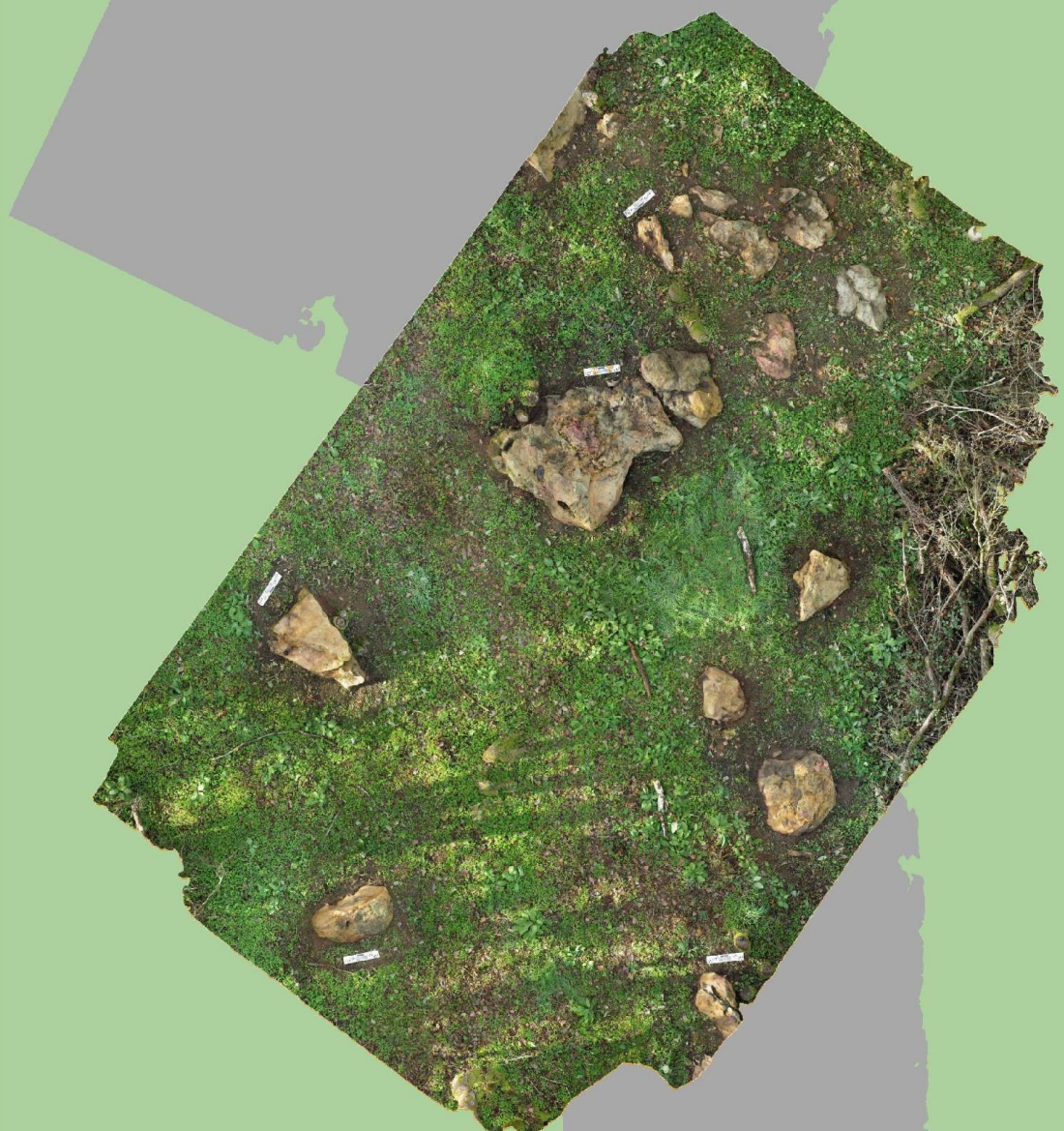
Orthophotographie de la zone 11 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 12 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 13 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 14 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 15 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 16 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



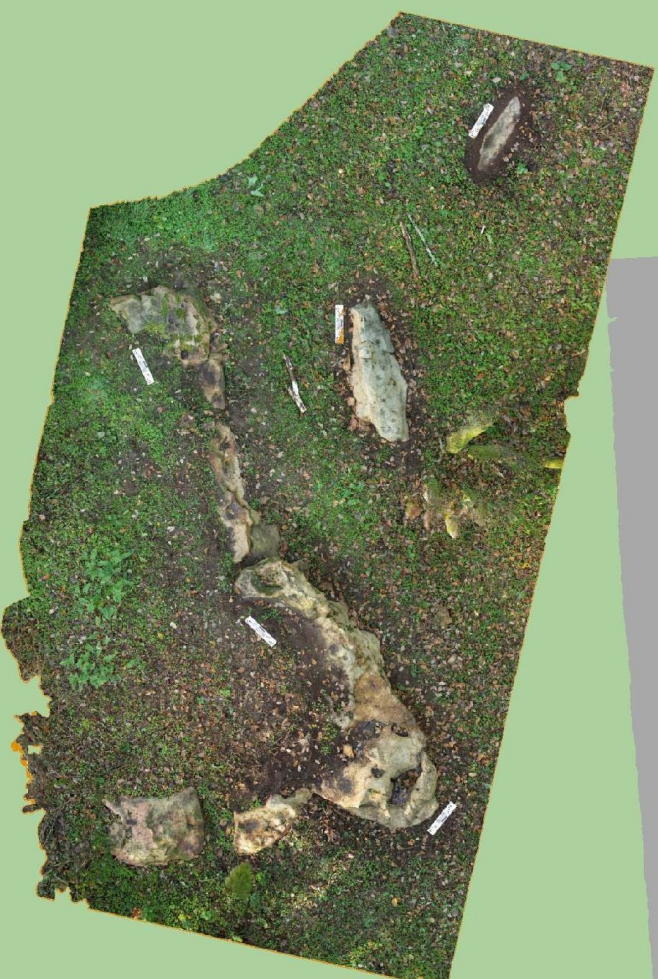
0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 17 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 18 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 19 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 20 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 21 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 22 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 23 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 24 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 25 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 26 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 27 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93



0 1 2 m

Photogrammétrie
1/100



Orthophotographie de la zone 28 Taizé, butte de Moncoué

Antoine LAURENT
QGIS 3
Proj. Lambert 93

7. Listing des points

Name	Northing	Easting	Elevation
1	6652618.04164	461697.09261	119.02442
2	6652618.10621	461697.08471	119.02259
3	6652618.15648	461697.11158	118.92755
4	6652607.8808	461817.7078	116.7643
5	6652609.26449	461820.59392	116.86708
6	6652607.04928	461824.17878	116.52155
7	6652606.56108	461820.50405	117.67811
8	6652609.51251	461809.75907	119.46389
9	6652607.82292	461804.04831	119.81754
10	6652606.13504	461801.73138	119.56399
11	6652604.47652	461805.07258	118.80454
12	6652605.0749	461809.75136	120.24952
13	6652604.32712	461795.72009	121.65369
14	6652606.63165	461797.77855	120.54346
15	6652609.91865	461795.35003	121.37601
16	6652613.8282	461791.63395	121.23687
17	6652608.07844	461792.47194	121.89762
18	6652610.62712	461786.32297	123.07783
19	6652613.13857	461781.27599	124.15218
20	6652615.04966	461782.40903	122.00971
21	6652614.08654	461780.08989	123.29549
22	6652613.77065	461778.38277	122.11229
23	6652604.53411	461779.53535	122.37917
24	6652605.29973	461779.30552	122.70038
25	6652602.07326	461777.52199	122.36973
26	6652599.93611	461776.17778	120.95226
27	6652606.55094	461759.74377	122.74253
28	6652605.47082	461758.86508	122.47027
29	6652604.22753	461756.33067	122.85355
30	6652604.84116	461755.92725	121.92188
31	6652612.77465	461747.04774	118.67508
32	6652611.81877	461746.43427	120.41123
33	6652604.77451	461750.51225	119.84203
34	6652605.36295	461750.38767	120.00235
35	6652620.18793	461746.46578	117.34317
36	6652620.6346	461744.81157	118.09052
37	6652622.08309	461745.53978	118.00143
38	6652613.50242	461731.86108	120.20484
39	6652614.61562	461733.45243	120.41347
40	6652614.63597	461736.71406	119.65303
41	6652615.92824	461735.83938	121.27966

42	6652614.88693	461728.40348	121.98133
43	6652616.3083	461726.05919	122.67087
44	6652620.21008	461725.31242	119.97535
45	6652614.33509	461722.03746	122.17188
46	6652619.11663	461720.83214	122.74293
47	6652619.74949	461717.98227	122.02179
48	6652621.37943	461715.33912	121.83546
49	6652620.87611	461709.68475	121.83735
50	6652620.90567	461708.10828	120.23497
51	6652621.3117	461706.8903	120.80517
52	6652620.13171	461704.87786	121.54566
53	6652621.64415	461702.35923	120.26368
54	6652622.38362	461698.96284	120.31122
55	6652617.09318	461694.53649	125.43912
56	6652615.43993	461699.15128	121.6371
57	6652615.89283	461701.16292	124.59123
58	6652616.26841	461688.82947	123.48798
59	6652615.28845	461688.09837	124.32958
60	6652611.69828	461691.84895	124.2042
61	6652615.70666	461686.17635	123.14605
62	6652616.74497	461677.84832	123.40376
63	6652617.27372	461676.31186	124.65311
64	6652615.0183	461673.67428	123.18863
65	6652612.64252	461670.37098	121.67443
66	6652614.53264	461668.39211	122.90545
67	6652613.28782	461665.68426	123.21927
68	6652611.4337	461660.95177	121.16715
69	6652614.73596	461660.4804	122.74354
70	6652612.16042	461655.18019	123.27569
71	6652612.47776	461653.03577	122.86477
72	6652613.52254	461653.33735	122.20588
73	6652612.14233	461649.75879	121.79111
74	6652612.22411	461644.43856	121.90374
75	6652613.94441	461641.75152	121.34185
76	6652616.12639	461636.77305	121.84449
77	6652614.9007	461633.30928	122.43874
78	6652614.61248	461632.01342	125.43341
79	6652614.74005	461629.09385	122.90952
80	6652614.43516	461623.94584	120.22679
81	6652609.51133	461623.34155	120.88866
82	6652608.2089	461620.8885	121.67537
83	6652606.81189	461617.56176	121.19556
84	6652610.04159	461617.90518	120.56145
85	6652611.96378	461614.89705	120.66114
86	6652614.60424	461617.60783	120.33248

87	6652619.51221	461678.51315	121.29023
88	6652621.80263	461679.95331	123.16402
89	6652618.74893	461677.54818	120.41604
90	6652555.25755	461510.39824	123.56274
91	6652555.76371	461511.10546	124.35
92	6652555.35651	461511.04287	123.5519
93	6652557.42245	461509.87815	123.91751
94	6652563.53192	461512.1378	123.99151
95	6652563.19707	461506.90172	124.81944
96	6652564.07592	461507.5081	123.55464
97	6652568.58505	461507.45428	125.55338
98	6652569.99048	461507.26889	125.31329
99	6652578.13471	461510.53961	125.15346
100	6652578.95382	461510.46261	125.16522
101	6652579.56814	461511.45199	125.55337
102	6652579.96757	461512.64258	124.60353
103	6652587.51799	461515.02904	123.54213
104	6652587.79005	461514.70556	125.04249
105	6652589.04731	461516.2548	124.30461
106	6652590.53391	461517.13707	123.54308
107	6652592.10532	461516.77528	121.57871
108	6652594.67947	461520.11108	120.76452
109	6652596.27095	461520.74333	121.92947
110	6652597.24103	461520.20557	121.97046
111	6652600.13075	461523.56711	121.95791
112	6652599.88913	461524.36915	123.5037
113	6652609.99645	461535.71837	121.36741
114	6652611.01349	461535.74672	122.096
115	6652612.0045	461538.25298	121.62118
116	6652612.10332	461537.10585	122.63514
117	6652608.56787	461539.1598	121.87071
118	6652608.16764	461540.47909	123.79361
119	6652610.02756	461541.34036	123.87876
120	6652611.41092	461541.24922	123.2228
121	6652616.40323	461546.32763	122.16338
122	6652615.85387	461545.76214	120.79756
123	6652616.11145	461544.83027	121.47265
124	6652617.23705	461553.69122	124.80157
125	6652617.17964	461553.21769	123.28546
126	6652616.39596	461555.28483	123.65225
127	6652616.0852	461556.67045	122.85961
128	6652615.76859	461556.17511	125.52176
129	6652615.33407	461561.66835	121.90987
130	6652616.13767	461562.5814	121.05621
131	6652618.88823	461564.77244	123.279

132	6652620.63899	461567.24849	123.41648
133	6652615.5596	461571.02248	123.31399
134	6652616.86885	461581.04374	119.64408
135	6652618.40224	461584.18022	126.83548
136	6652618.85829	461586.34374	126.09763
137	6652616.91337	461589.63595	123.68222
138	6652614.54229	461591.74014	123.40277
139	6652616.92906	461595.51317	121.42306
140	6652615.58687	461599.96187	123.99501
141	6652614.76739	461600.62324	122.84945
142	6652613.06873	461603.53027	122.83266
143	6652614.40018	461606.05713	123.60376
144	6652613.19564	461610.9792	122.6134

8. Description des acquisitions par zone

Zone	Surface (m²)	Nbre images	Nbre repères
Zone 1	36,3	189	4
Zone 2	151,3	398	5
Zone 3	145,2	461	5
Zone 4	66,1	317	5
Zone 5	31,4	152	4
Zone 6	10,6	86	4
Zone 7	33	209	6
Zone 8	47,4	370	7
Zone 9	34,6	367	5
Zone 10	165,7	620	8
Zone 11	108,2	363	7
Zone 12	121,8	536	9
Zone 13	119	447	8
Zone 14	69,5	475	7
Zone 15	73,9	310	7
Zone 16	84,5	535	8
Zone 17	61,3	421	6
Zone 18	75,8	456	5
Zone 19	86,3	273	5
Zone 20	120,2	431	6
Zone 21	119,6	546	6
Zone 22	17,5	157	5
Zone 23	104,2	571	13
Zone 24	29,2	341	5
Zone 25	28,6	182	5
Zone 26	23,7	311	5
Zone 27	59,7	474	8
Zone 28	13,5	119	5
Total	2038,1	10117	173

Remarque :

- La surface sera corrigée par la nouvelle acquisition topographique,
- Le nombre d'image correspond aux photographies utilisées dans le projet photogrammétrique,
- Le nombre de repères correspond à ceux installer sur site.

Table des illustrations

Figure 1 : Modèle 3D texturé de la zone 9.	2
Figure 2 : Emplacement des clichés sur l'orthophotographie.	8
Figure 3 : Localisation des repères et des règles.	10
Figure 4 : Nuage de points de liaison.	11
Figure 5 : Nuage de points dense.	12
Figure 6 : Maillage du modèle général.	13
Figure 7 : Aperçu du modèle 3D texturé.	14
Figure 8 : MNS de la zone 9.	15