

NUMÉRISATION du patrimoine bâti

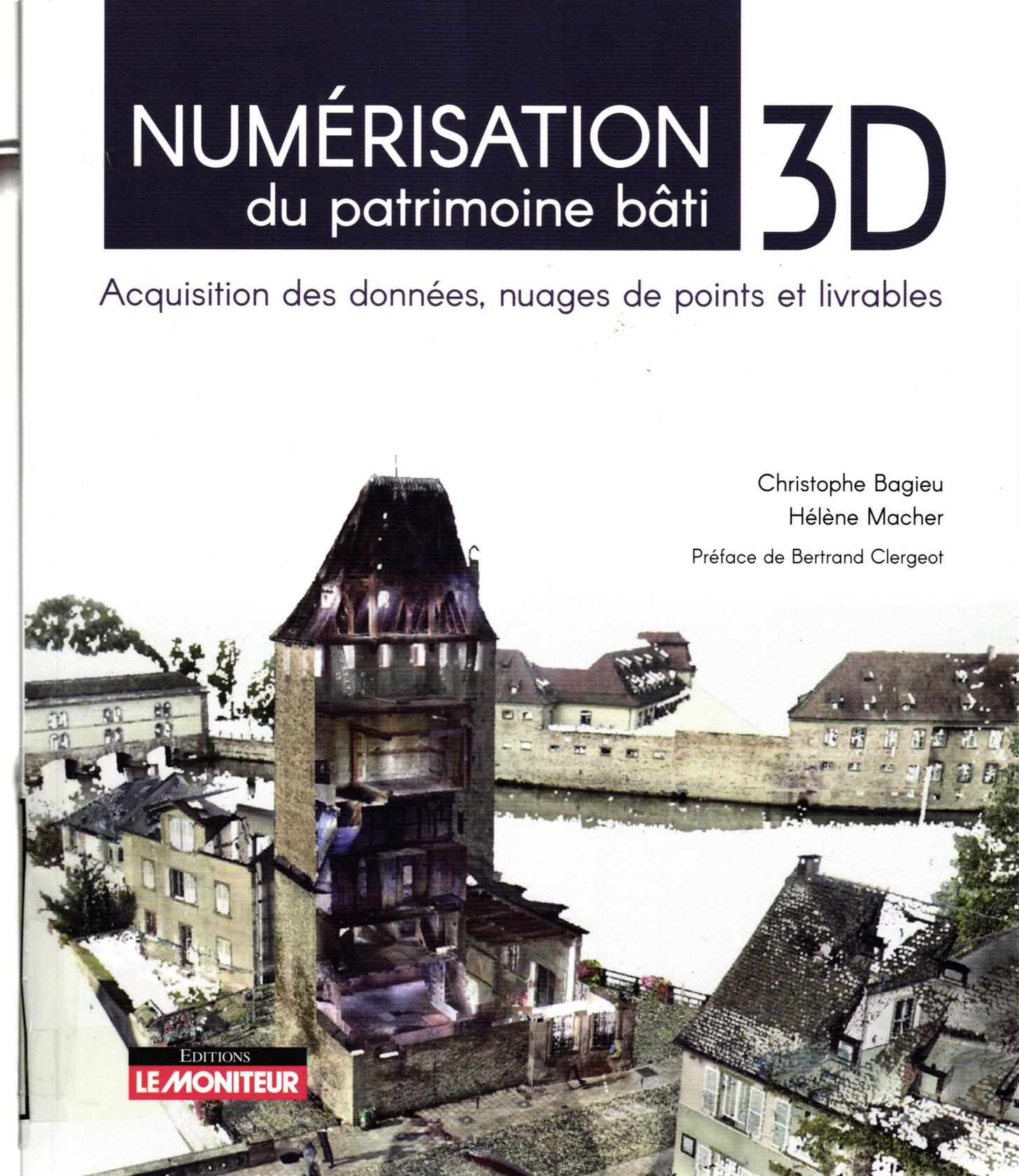
3D

Acquisition des données, nuages de points et livrables

Christophe Bagieu

Hélène Macher

Préface de Bertrand Clergeot



EDITIONS
LE MONITEUR

© Groupe Moniteur (Éditions du Moniteur), Antony, 2023

ISBN papier : 978-2-281-14635-6

ISBN numérique : 978-2-281-14636-3



Nous alertons nos lecteurs sur la menace que représente, pour l'avenir de l'écrit, le développement massif du « photocopillage ». Le Code de la propriété intellectuelle interdit expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit.

Or, cette pratique s'est développée dans de nombreux cabinets, entreprises, administrations, organisations professionnelles et établissements d'enseignement, provoquant une baisse des achats de livres, de revues et de magazines.

En tant qu'éditeur, nous vous mettons en garde pour que cessent de telles pratiques.

Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Toutefois, l'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie peut être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, tél. : 01 44 07 47 70, fax : 01 46 34 67 19.

SOMMAIRE

Préface	V
Avant-propos	XIII
Chapitre 1 • Le nuage de points	1
1. Une capture de la réalité en 3D	2
2. Les techniques d'acquisition	5
La photogrammétrie	5
La lasergrammétrie	7
Des techniques complémentaires	9
3. Les spécificités d'un nuage de points	10
La densité	10
L'incertitude des mesures	12
Les occlusions	12
L'absence d'informations sémantiques... ..	13
... mais des données complémentaires	14
Les formats de fichiers	18
4. Le géoréférencement	19
Les géoréférencements direct et indirect	20
La détermination des coordonnées de points caractéristiques	21
Les systèmes de coordonnées	24
5. Les points spécifiques pour le traitement des données	26
Les points homologues pour l'assemblage	27
Les points d'appui pour le géoréférencement	27
Les points de contrôle pour la validation du résultat	29
6. Les étapes clés d'une campagne de numérisation 3D	29
La reconnaissance du terrain	29
Le choix du système d'acquisition	29
Le paramétrage de l'appareil et la configuration du levé	29
Le contrôle du nuage de points	29

7. La modélisation à partir de nuages de points	30
Les types de modèles	30
Les préalables à la modélisation	30
La modélisation par maillage et par primitives géométriques	31
La modélisation d'objets paramétriques	33
8. En résumé	34
Chapitre 2 • La photogrammétrie	35
1. Un cas d'usage : la digue de l'Artha à Saint-Jean-de-Luz	36
2. Notions essentielles	42
La stéréoscopie	42
L'image numérique	43
L'appareil photographique numérique (APN)	49
Les paramètres géométriques internes de l'APN	50
La calibration de l'APN	53
Les réglages de l'APN : les aspects radiométriques	55
La précision du levé et la taille du pixel objet	58
3. L'acquisition des données et le protocole de contrôle	59
Préparer le relevé	59
Établir le protocole de contrôle	59
Paramétrer le recouvrement des images	62
4. Des images au nuage de points	64
Le process	65
Les contrôles et les vérifications	68
5. Typologie et exemples	69
Photogrammétrie aérienne par drone (UAV)	69
Photogrammétrie terrestre	78
Chapitre 3 • La lasergrammétrie	85
1. Un cas d'usage : la tour Heinrich des Ponts Couverts de Strasbourg	86
2. Notions essentielles	91
La mesure par balayage laser	91
Les principales caractéristiques	93
3. L'acquisition, le traitement des données et le protocole de contrôle	99
Le repérage	99
Le paramétrage de l'appareil et la configuration du levé	99
La consolidation	100

Le géoréférencement des nuages de points	103
Les contrôles	104
4. Typologie et exemples	105
Lasergrammétrie terrestre statique	106
Lasergrammétrie terrestre dynamique	114
Lasergrammétrie aérienne	119
Chapitre 4 • Du nuage de points aux livrables en 2D et 3D	127
1. Le contrôle du nuage de points	128
2. Nettoyage et rééchantillonnage	129
Suppression des points parasites	129
Réduction du nombre de points	131
3. Segmentation et classification	132
Définitions	132
Étude de cas	133
Algorithmes de segmentation et de classification	134
4. Extraction de vues en plan et de coupes, création d'orthoimages	137
L'extraction de vues en plan et de coupes	138
Les orthoimages	141
5. Création de modèles surfaciques	142
La modélisation par maillage	142
La modélisation par primitives géométriques	150
La modélisation hybride	151
6. Création de maquettes numériques 3D	152
À l'échelle du bâtiment	152
À l'échelle de la ville	153
Modélisation manuelle	155
Modélisation semi-automatique	156
7. Outils de visualisation	158
Visionneuses 3D	159
Exploitation de moteurs de rendu 3D	159
Exploitation de moteurs de jeux vidéo	160
Immersion en réalité virtuelle	162
Utilisation de la réalité augmentée	163
8. Stockage et exploitation des nuages de points	165
9. La synthèse	166

Le géoréférencement des nuages de points	103
Les contrôles	104
4. Typologie et exemples	105
Lasergrammétrie terrestre statique	106
Lasergrammétrie terrestre dynamique	114
Lasergrammétrie aérienne	119
 Chapitre 4 • Du nuage de points aux livrables en 2D et 3D	 127
1. Le contrôle du nuage de points	128
2. Nettoyage et rééchantillonnage	129
Suppression des points parasites	129
Réduction du nombre de points	131
3. Segmentation et classification	132
Définitions	132
Étude de cas	133
Algorithmes de segmentation et de classification	134
4. Extraction de vues en plan et de coupes, création d'orthoimages	137
L'extraction de vues en plan et de coupes	138
Les orthoimages	141
5. Création de modèles surfaciques	142
La modélisation par maillage	142
La modélisation par primitives géométriques	150
La modélisation hybride	151
6. Création de maquettes numériques 3D	152
À l'échelle du bâtiment	152
À l'échelle de la ville	153
Modélisation manuelle	155
Modélisation semi-automatique	156
7. Outils de visualisation	158
Visionneuses 3D	159
Exploitation de moteurs de rendu 3D	159
Exploitation de moteurs de jeux vidéo	160
Immersion en réalité virtuelle	162
Utilisation de la réalité augmentée	163
8. Stockage et exploitation des nuages de points	165
9. La synthèse	166

Chapitre 5 • Définir le besoin et établir le cahier des charges	169
1. Définir l'usage du client et les besoins du projet	170
L'usage du client	170
Les besoins du projet	171
2. Déterminer le niveau de détail et le niveau de précision	172
3. Maîtriser la réglementation française sur les « drones »	174
4. Comprendre les spécificités juridiques de la mission	181
Les intervenants	181
La propriété des données	181
La fiabilité de la modélisation 3D	182
5. Établir le cahier des charges	183
Les systèmes d'acquisitions	187
Les traitements des nuages de points	187
Perspectives	187
Références	191
Index	195

