

Table des matières

Avant-propos	1
Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI	
Remerciements	3
Introduction	5
Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI	
Chapitre 1. Le BIM : un nouveau paradigme.	15
Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI	
1.1. Introduction	15
1.2. Historique du BIM	16
1.3. Le BIM : un métaconcept	17
1.4. Le BIM : entre technologie et processus	19
1.5. Le BIM dans le cycle de vie d'un bâtiment	20
1.5.1. De la conception à la préconstruction	21
1.5.2. De la construction à l'opération	21
1.6. Quelques usages transversaux du BIM	22
1.6.1. Visualisation	22
1.6.2. Coordination et collaboration	23
1.6.3. Planning de la construction-simulation 4D	24
1.6.4. Estimation des coûts-simulation 5D	24
1.6.5. Gestion et maintenance des bâtiments	25

1.7. Dimensions et niveaux de détail du BIM	25
1.7.1. Les « xD » du BIM	25
1.7.2. Niveaux de détail	27
1.7.2.1. LoD ou Level of Detail	27
1.7.2.2. LoD ou Level of Development	29
1.7.2.3. LoI, LoA et Level of Information Needed	30
1.8. Maturité et capacité BIM	31
1.8.1. Niveau 0 : pré-BIM.	31
1.8.2. Niveau 1 : modélisation orientée objet.	32
1.8.3. Niveau 2 : collaboration basée sur des modèles orientés objets fédérés.	32
1.8.4. Niveau 3 : collaboration autour d'un modèle orienté objet intégré	32
1.9. Conclusion	34
1.10. Bibliographie	34

Chapitre 2. Quelles sources de données pour la maquette urbaine ? 37

Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI

2.1. Introduction	37
2.2. Des sources multiples pour la numérisation 3D de l'espace urbain	38
2.2.1. Techniques de mesures 3D	39
2.2.1.1. Photogrammétrie	40
2.2.1.2. Lasergrammétrie	40
2.2.1.3. Caméras RGB-D	41
2.2.1.4. Tachéométrie et GNSS	42
2.2.2. Critères de choix	43
2.3. Approches de production des données 3D.	45
2.3.1. Approches basées nuage de points	45
2.3.1.1. Nuages de points à partir d'images (<i>image-derived point cloud</i>).	46
2.3.1.2. Nuages de points Lidar	48
2.3.1.3. Nuages de points RGB-D.	48
2.3.2. Approches basées image	49
2.3.3. Approches hybrides	50
2.4. Intégration des données multisources.	51

2.5. Discussion	52
2.6. Conclusion	53
2.7. Bibliographie	54

Chapitre 3. Modélisation de la maquette numérique 59

Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI

3.1. Introduction	59
3.2. Enjeux autour des maquettes urbaines	60
3.3. Sémantique des maquettes urbaines	61
3.4. Du nuage de points à la maquette numérique	62
3.4.1. Chaîne de traitement des nuages de points	62
3.4.1.1. Consolidation et géoréférencement	62
3.4.1.2. Prétraitement	64
3.4.1.3. Segmentation	65
3.4.2. Modélisation de la maquette BIM.	71
3.4.2.1. Méthodes de modélisation géométrique	71
3.4.2.2. Critères de choix	75
3.5. Reconstruction 3D de la maquette BIM	76
3.5.1. Processus Scan-to-BIM	76
3.5.1.1. Reconstruction 3D des espaces	78
3.5.1.2. Segmentation des éléments	79
3.5.2. Processus Scan-vs-BIM	80
3.6. Conclusion	80
3.7. Bibliographie	80

Chapitre 4. Les standards Open BIM 85

Hassane JARAR OULIDI et Rafika HAJJI

4.1. Organismes de normalisation	85
4.1.1. Open Geospatial Consortium (OGC).	85
4.1.2. ISO TC211	86
4.1.3. BuildingSMART	87
4.2. Modèles de données relatifs à la modélisation BIM multi-échelle.	87
4.2.1. Open BIM	87
4.2.1.1. Industry Foundation Classes (IFC).	87
4.2.1.2. Information Delivery Manual (IDM)	90
4.2.1.3. Model View Definition (MVD).	90
4.2.1.4. BIM Collaboration Format (BCF)	91

4.2.2. CityGML	91
4.2.3. LandInfra/InfraGML	93
4.2.3.1. Partie 0 : Core	94
4.2.3.2. Partie 1 : LandFeature	94
4.2.3.3. Partie 2 : Facility et Project	94
4.2.3.4. Partie 3 : Aligement	95
4.2.3.5. Partie 4 : Road et RoadCross	95
4.2.3.6. Partie 5 : Railway	96
4.2.3.7. Partie 6 : Survey, Equipment, Observations et Survey Results	96
4.2.3.8. Partie 7 : LandDivision et Condominium.	96
4.3. Conclusion	98
4.4. Bibliographie	99

Chapitre 5. GeoBIM : vers une convergence du BIM et SIG 101

Rafika HAJI et Hassane JARAR OULIDI

5.1. Introduction	101
5.2. Le concept du GeoBIM	102
5.3. Quelques applications du GeoBIM	103
5.4. Le BIM et SIG : similarités et différences	104
5.5. Intégration BIM et SIG.	106
5.5.1. Interopérabilité des modèles	107
5.5.2. Approches d'intégration BIM et SIG.	108
5.5.2.1. Approche par unification/fédération des schémas	108
5.5.2.2. Approche par appariement des schémas	111
5.6. Conversion IFC et CityGML	112
5.7. Géoréférencement du BIM	113
5.8. Conclusion	114
5.9. Bibliographie	115

Chapitre 6. Intégration BIM et SIG 3D pour l'évaluation immobilière 119

Siham EL YAMANI et Rafika HAJI

6.1. Introduction	119
6.2. L'évaluation immobilière : concepts, approches et standards.	120
6.2.1. Le concept d'évaluation immobilière	121

6.2.2. Approches d'évaluation immobilière.	122
6.2.3. Normes et standards de l'évaluation immobilière.	122
6.3. BIM et SIG 3D pour l'évaluation immobilière.	123
6.4. L'intégration BIM-SIG 3D : un nouveau paradigme pour l'évaluation immobilière	126
6.5. Exemples de simulations BIM et SIG 3D pour l'évaluation immobilière	128
6.5.1. Simulation des facteurs internes d'une propriété	128
6.5.2. Identification des unités comparables du bien à évaluer. . .	132
6.5.3. Analyse 3D de visibilité.	133
6.5.4. Évaluation des éléments de la propriété fiscale : cadastre 3D	133
6.6. Conclusion	134
6.7. Bibliographie	135

Chapitre 7. Segmentation sémantique des données Lidar aéroporté pour l'élaboration d'une maquette urbaine

Zouhair BALLOUCH et Rafika HAJJI

7.1. Introduction	139
7.2. De la segmentation sémantique à la modélisation 3D.	140
7.3. Segmentation sémantique des nuages de points 3D par Deep Learning	144
7.3.1. Méthodes de segmentation sémantique par DL	144
7.3.1.1. SPGraph	145
7.3.1.2. PointNet	145
7.3.1.3. PointNet++.	145
7.3.1.4. SnapNet.	145
7.3.1.5. SegCloud.	146
7.3.1.6. RandLA-Net.	146
7.3.2. Discussion	146
7.4. Élaboration d'une maquette urbaine à partir de la segmentation sémantique des données Lidar aéroporté	148
7.4.1. Modélisation géométrique à partir du nuage de points 3D	149
7.4.2. Modélisation sémantique	150
7.4.3. Discussion	153
7.5. Approche de segmentation par fusion	153

7.6. Conclusion	155
7.7. Bibliographie	156
Chapitre 8. Le BIM pour la rénovation des espaces urbains .	159
Oumayma MOUFID	
8.1. Introduction	159
8.2. Rénovation des espaces urbains : problématiques et dysfonctionnements	160
8.2.1. Le cadre bâti	161
8.2.2. L'infrastructure routière	161
8.2.3. Les espaces publics	162
8.2.4. Les équipements et services	162
8.2.5. Les installations et les réseaux divers	162
8.3. Approches de rénovation urbaine	163
8.4. BIM/CIM au service de la rénovation urbaine	164
8.4.1. Cas d'études	164
8.4.2. Vers une approche basée BIM et CIM pour la rénovation urbaine	165
8.4.2.1. Conception du modèle de données spatiales	166
8.4.2.2. Modélisation 3D et implémentation du modèle de données	167
8.5. Résultats escomptés	168
8.5.1. Phase « diagnostic »	168
8.5.2. Phase « planification »	168
8.5.3. Phase « exécution et gestion »	169
8.6. Conclusion	169
8.7. Bibliographie	170
Conclusion	171
Rafika HAJJI et Hassane JARAR OULIDI	
Liste des acronymes	175
Liste des auteurs	179
Index	181