

Modèles et méthodologies de saisie pour maquettes numériques 3D

■ **Mathieu KOEHL**

La production de maquettes de quartier de ville pour la gestion en trois dimensions des zones urbaines se développe de manière remarquable depuis quelques années. Ces maquettes graphiques sont plus ou moins fines et précises selon leur mode de génération et le mode d'acquisition des données géométriques initiales. Cet article présente des méthodes de saisie, qui se fondent sur la photogrammétrie numérique, puis des méthodes de construction de telles maquettes. Les exemples traités sont les bâtiments pour lesquels les données saisies initialement sont les parties constitutives des toits, mesurées à partir de photographies aériennes. Les maquettes sont construites selon plusieurs modèles exposés dans ce qui suit.

Depuis de nombreuses années, les techniques d'acquisition et les processus de traitement informatiques évoluent et les limites d'utilisation pratique de processus et d'informations 3D sont constamment repoussées. Dans la plupart des cas et spécialement dans les cas de contextes urbains, l'utilisation d'objets géolocalisés tridimensionnels évoluent cependant relativement lentement. Ceci pourrait s'expliquer par l'habitude prise par certains gestionnaires de travailler avec des méthodes de réflexion surtout fondées sur une vision 2D. Les réflexes premiers consistent alors à développer des modèles 2D en leur offrant des extensions 3D. Même si les résultats semblent satisfaisants, l'approche est incomplète et réductrice. L'opportunité de travailler avec des données 3D permet de faire évoluer considérablement les objets traités et de ce fait, l'utilisation d'un modèle 3D se justifie, voire s'impose.

Les objets gérés dans un Système d'Information Géographique (SIG) sont par définition des objets géographiques, c'est-à-dire des objets localisés qui possèdent des caractéristiques géométriques et thématiques. De ce fait, le milieu urbain qui peut être géré par l'intermédiaire d'un SIG-3D comporte des objets dont la géométrie sera représentée en 3 dimensions. La littérature abondante sur les modèles urbains 3D définit les objets réels tridimensionnels importants pour la gestion, à

savoir, les bâtiments et le terrain sous forme de Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ils peuvent être complétés par *la végétation, les voiries et réseaux de transport, les aménagements publics et les réseaux de télécommunication.*

Quelles sont alors les applications ayant un réel besoin en données 3D ?

Parmi la diversité des applications se retrouvent notamment :

- la planification urbaine dans laquelle les aménageurs peuvent faire des simulations et des animations en utilisant des modèles 3D montrant clairement l'impact de leurs projets,
- la téléphonie mobile pour laquelle les ingénieurs peuvent déterminer les zones de couverture du réseau avec des modèles de propagation et visualiser les résultats en les drapant sur le terrain pour identifier les obstacles aux performances du réseau,
- l'archéologie, la conservation des monuments historiques pour la reconstitution de monuments, la cartographie de sites en 3D,
- le génie civil pour la production de scènes réalistes lors de la conception de grands projets de construction,
- la stratégie militaire,
- les gestionnaires de ressources naturelles,
- les gestionnaires de collectivités territoriales, etc.

Dans ces différents contextes, la définition et la confection de modèles de maquettes 3D élaborés constituent la

base géométrique 3D fondamentale. Dans ce qui suit sont présentés les différentes approches et concepts mis en œuvre au sein de l'équipe PAGE-MAP à l'INSA de Strasbourg et utilisés pour la réalisation de telles maquettes.

Le passage de la 2D à la 3D couplé à la transformation de données statiques en données dynamiques se traduira dans l'évolution de la génération de cartes par des scènes, des animations, des mondes virtuels, de la réalité augmentée.

Les maquettes 3D, données géométriques pour les SIG 3D urbains

■ **Objectifs**

La simulation, la visualisation de représentations 3D de modèles urbains peut être réalisée avec de nombreux moyens mis à la disposition des différents acteurs du monde de la géomatique. Ces représentations 3D peuvent être obtenues en utilisant des moteurs de DAO, des modeleurs 3D, des applications ou extensions particulières de systèmes cartographiques ou SIG, des exportations dans des "visualiseurs" 3D de type VRML ou autres.

Mais ces simulateurs utilisent le plus souvent des extensions 3D construites à partir de paramètres complétant des données 2D ou à partir de données thématiques associées aux données 2D. Ainsi peut-on obtenir à partir des modules

■ **mots clés**

Maquette 3D, acquisition de données, modèles géométriques, reconstruction automatique

■ ■ ■ de base inclus dans de nombreux logiciels des élévations 3D par extrusion de polygones 2D selon une hauteur prédéfinie. Ces représentations sont très utiles dans le cas d'analyses et de visualisations pour lesquelles la précision ou la fidélité des objets 3D réels modélisés n'est pas un facteur prépondérant. Ils peuvent être générés par l'intermédiaire d'outils rapides et performants (document obtenu en export, modes de visualisation particuliers, résultats d'un traitement), la troisième dimension pouvant représenter un phénomène (attribut) quelconque et notamment la hauteur des différents bâtiments.

En utilisant ce mode de génération pour la constitution d'une maquette géométrique 3D, le résultat obtenu reste pauvre et possède des qualités géométriques parfois très insuffisantes.

Les objectifs fixés pour l'étude consistent à réaliser des maquettes 3D géométriques et topologiques dont les qualités intrinsèques sont en rapport avec les utilisations futures qui en seront faites, à savoir, leurs utilisations dans le cadre de la gestion topographique du milieu urbain et leur intégration dans des Systèmes d'Information Topographique 3D (SIT 3D).

Remarques sur les Systèmes d'Information Topographique 3D

L'utilisation d'un SIT pour la gestion du milieu urbain peut être très avantageuse dans le cas d'une échelle moyenne et en utilisant les capacités tridimensionnelles du système. Les objets du milieu urbain choisis ont tous des caractéristiques

particulières qui font que leur 3^e dimension est aussi, voire plus importante que les deux premières dimensions planimétriques. En effet, ils sont caractérisés par des hauteurs importantes (comparables aux dimensions planimétriques), des parties en surplomb, etc. Il s'agit également de constructions artificielles nécessitant une modélisation plus complexes.

Mais le principe fondamental sur lequel repose la redéfinition d'un SIT particulier est l'échelle de travail en relation directe avec la précision recherchée. Cette dernière correspond à la précision de mesure que l'on peut obtenir en mettant en œuvre les principes de la photogrammétrie aérienne.

La nature des objets, tridimensionnelle et topographique, la précision de forme obtenue par les moyens de mesures photogrammétriques efficaces permettent ainsi de définir des SIT 3D.

Concernant la définition des maquettes 3D, l'accent est donc mis sur les caractéristiques, et notamment la précision, géométriques ainsi que sur sa structuration permettant son intégration ultérieure dans un SIT 3D.

Le système de génération de maquette n'est à l'origine pas destiné à la conception, mais certaines fonctionnalités de conception le complètent très efficacement.

Le but de la mise en place d'un tel système est de fournir des outils d'aide à la modélisation, d'aide à l'acquisition des données puis d'aide à l'intégration des données.

■ Caractéristiques de la maquette 3D

Pour suivre et atteindre les objectifs fixés pour la réalisation des maquettes 3D, et notamment en terme de qualité géométrique, il est nécessaire de partir de données géométriques mesurées à l'aide d'outils de restitution élaborés. Les méthodes d'acquisition et de mesure de données géométriques mises en œuvre se composent d'outils et d'une instrumentation de photogrammétrie numérique très performants.

En premier lieu, nous utilisons la photogrammétrie sous sa forme aérienne en utilisant des images aériennes des différentes zones du milieu urbain restitué. Les propriétés et caractéristiques des images utilisées sont en adéquation avec la précision de positionnement géométrique souhaitée et le degré de détail restitué ou reconstruit dans la maquette finale.

En second lieu, il est à noter que la phase de restitution reste manuelle, servie par un opérateur qualifié et formé aux différentes caractéristiques et prescriptions de la structure du modèle 3D recherché. Le cahier des charges précis comportant notamment une description des modes de restitutions détaillés des cas généraux et particuliers relève d'une importance particulière pour les traitements futurs du processus d'élaboration de la maquette.

La troisième caractéristique importante se retrouve au niveau de la modélisation fidèle des toits en utilisant une classification des éléments constitutifs.



Figure 1 : Extrait de restitution d'un quartier de Strasbourg (Krutenuau) pour la constitution d'un modèle de rugosité.

Une quatrième caractéristique de la maquette consiste dans le fait qu'elle sera générée automatiquement à partir de la structuration particulière évoquée précédemment. Cette reconstruction se fera selon plusieurs modèles disponibles mais se fondant sur les mêmes règles de restitution initiale.

Ainsi cette maquette sera-t-elle disponible sous la forme d'un modèle de surfaces (chaque surface indépendante) ou de solides (plusieurs surfaces formant l'enveloppe externe d'une même entité appelée solide) au sens des modèles de DAO. La dernière caractéristique importante à noter est que la maquette "repose" sur une surface de référence qui est constituée par un MNT ou à défaut une surface de niveau qualifiée de niveau origine. Pour permettre une intégration facilitée dans un SIT3D, la maquette peut être exportée en version topologique pour éviter la redondance de données géométriques. Elle est également disponible dans les versions DGN, DWG, DXF, standards de faits, compatibles avec la majorité des systèmes. Enfin, pour des parties moins standards de la maquette, dont la modélisation ne suit pas une règle prédéfinie, les outils de DAO complètent les méthodes de reconstruction et permettent d'obtenir la représentation des formes les plus complexes.

Description des concepts utilisés

En prenant l'exemple de la modélisation d'un bâtiment, plusieurs approches différentes et solutions sont pro-

posées et utilisées pour la génération des maquettes 3D conformément aux caractéristiques définies plus haut.

■ Modèle et structuration de base d'un bâtiment

Dans la maquette considérée, un bâtiment sera constitué de 3 parties fondamentales, chacune étant mesurée ou reconstruite et structurée de manière particulière :

- le toit, décomposé en éléments constitutifs de base, mesuré ou reconstruit et modélisé,
- les faces de façades verticales, reconstruites par projection et modélisées,
- les intersections avec le MNT et les extensions des façades sous le MNT. Le bâtiment repose sur une surface de référence : le modèle numérique de terrain (MNT).

■ Éléments de structuration et de constitution du modèle de la maquette

Les éléments restitués

Vu le mode de saisie utilisé qui s'appuie sur la photogrammétrie aérienne, les éléments restitués sont uniquement des éléments constitutifs des toits. Ils sont mesurés fidèlement dans les trois dimensions avec une précision liée au système et aux caractéristiques des prises de vues utilisées.

Le toit du modèle de la maquette se compose ainsi de :

- Contour de toit "multipan"
- Arête faîtière (qui peut se réduire à un point, dans le cas d'un sommet de prisme, par exemple)

- Contour de chiens-assis
- Contour de toit terrasse - plat
- Trou dans toit terrasse - plat
- Contour élément sur toit

Ces éléments restitués et structurés selon les principes décrits dans ce qui suit permettent, pour la constitution de la maquette, soit de construire des éléments caractéristiques (notamment les toits), soit de reconstruire automatiquement les façades verticales.

Les éléments construits

Les éléments reconstruits le sont par des procédés manuels qui, même s'ils peuvent être considérés comme longs, permettent de contrôler la saisie des éléments constitutifs des toits et de vérifier si l'interprétation qui en a été faite correspond à une réalité géométrique.

En effet, dans le cas d'un bâti urbain très dense, comportant un enchevêtrement et une juxtaposition de bâtiments et donc de toits, il est souvent difficile pour un opérateur de faire la part des choses. La phase de reconstruction manuelle complémentaire permet d'affiner la restitution et demande une lecture et une interprétation plus fine des images qui permet d'assurer une reconstruction des toits au moins cohérente géométriquement. Les éléments de toit ainsi reconstruits sont :

- Facette de toit
- Toit terrasse - plat

Les éléments reconstruits automatiquement

A partir des éléments restitués ou reconstruits précédemment, la maquette sera définitivement générée en utilisant des processus de projection

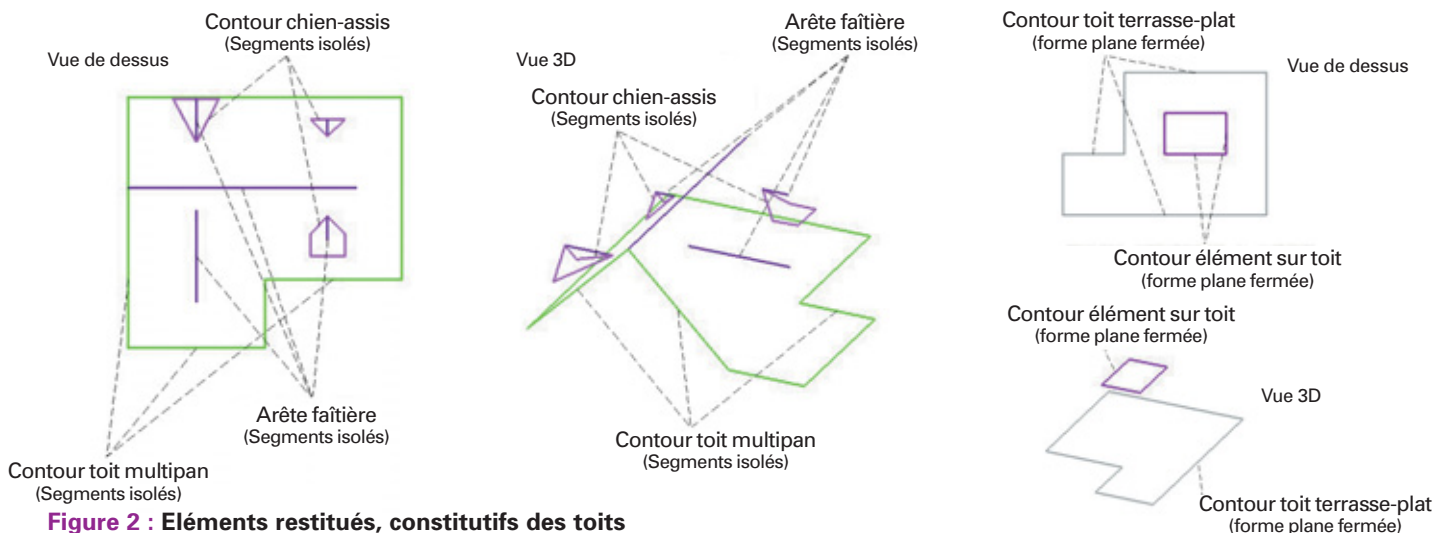


Figure 2 : Éléments restitués, constitutifs des toits

■ ■ ■ verticale faisant intervenir certains types d'éléments comme éléments à projeter et d'autres types d'éléments comme surfaces de référence. De ces processus résulte la reconstruction des façades verticales.

Dans le cas d'une projection du toit vers le MNT, cas généralement utilisé, la maquette peut comporter des variantes paramétrables, notamment pour la définition de la limite inférieure de chaque façade pour laquelle il peut s'agir de l'intersection avec le MNT, d'une arête horizontale dont le niveau est inférieur ou égal au niveau le plus bas de l'intersection de la façade avec le MNT, d'une surface horizontale dont le niveau est inférieur ou égal au niveau le plus bas de l'intersection du bâtiment avec le MNT, etc.

■ MNT, surface de référence

Dans le cas général, dans lequel la maquette est obtenue "de haut en bas", le concept de référence est constitué par un MNT. Mais le système reste ouvert et est paramétrable, ce qui lui confère la souplesse de pouvoir utiliser n'importe quelle surface en tant que surface de référence. On pourrait alors facilement imaginer que pour des traitements par-

ticuliers ou des simulations la maquette peut reposer sur des plates-formes artificielles, etc.

Le paramétrage permet également de définir très simplement n'importe quelle nouvelle surface comme surface de référence de projection ce qui offre la possibilité d'étendre le modèle à volonté et notamment de prédéfinir de nouveaux concepts bien identifiés dans le processus de reconstruction automatique.

■ Processus de génération des bâtiments de la maquette

En utilisant les concepts de base décrits précédemment, la génération des bâtiments de la maquette se résume alors en une succession de processus utilisant une hiérarchie verticale fondée sur le principe de la projection d'un élément caractéristique sur la surface de référence dont le niveau est directement inférieur. La structuration initiale permet le traitement d'un lot entier de données. Le traitement étape par étape permet de vérifier la bonne structuration des données et d'analyser la fidélité de la maquette immédiatement après sa génération.

Les variantes en terme de modèle

La génération du modèle final du bâtiment étant un processus automatisé, le type de modèle géométrique produit peut être multiple. Nous pouvons ainsi générer des modèles de solides et plusieurs modèles de surfaces. La phase de restitution et la structuration des éléments restitués reste quasiment la même quel que soit le modèle final

sélectionné. Le modèle dont il est question dans ce qui suit concerne uniquement la partie sous les toits, c'est-à-dire les façades et les parties sous le terrain (surface) de référence de la maquette, les toits étant eux-mêmes reconstruits entièrement.

■ Modèle de solides

Le modèle de solides définit chaque bâtiment (partie sous le toit générée automatiquement) comme une entité unique. Dans le monde du DAO ce type d'entité unique est désigné par le concept de solide. Il s'agit en fait d'un regroupement de plusieurs entités simples (surfaces) sous une même enveloppe composant un "groupe graphique" qui peut encore être appelé "cellule" ou "bloc". Certains solides peuvent même être définis comme un regroupement de surfaces (formes) et d'arêtes de liaison (entre surfaces et définissant ainsi de nouvelles surfaces par leur contour uniquement) ce qui permet de réduire la redondance.

Méthodologie de saisie

Lors de la saisie des éléments constitutifs des toits, il est nécessaire de regrouper les différents éléments appartenant à un même bâtiment. Ceci est réalisé en n'utilisant uniquement qu'une seule "polyligne" pour la définition du contour du bâtiment. Cette "polyligne" est une "polyligne 3D" qui suivra les changements d'altitude du contour de toit, définissant ainsi le contour supérieur de chaque façade verticale.

Ce mode de saisie est assez contraignant puisqu'il oblige l'opérateur de saisie à mesurer en un seul contour chaque toit,

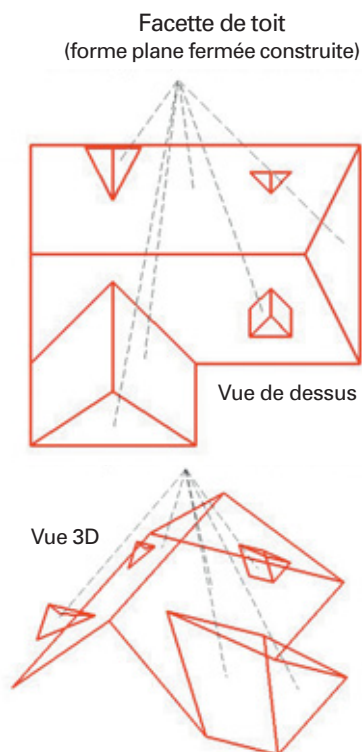


Figure 3 : Éléments reconstruits, constitutifs des toits

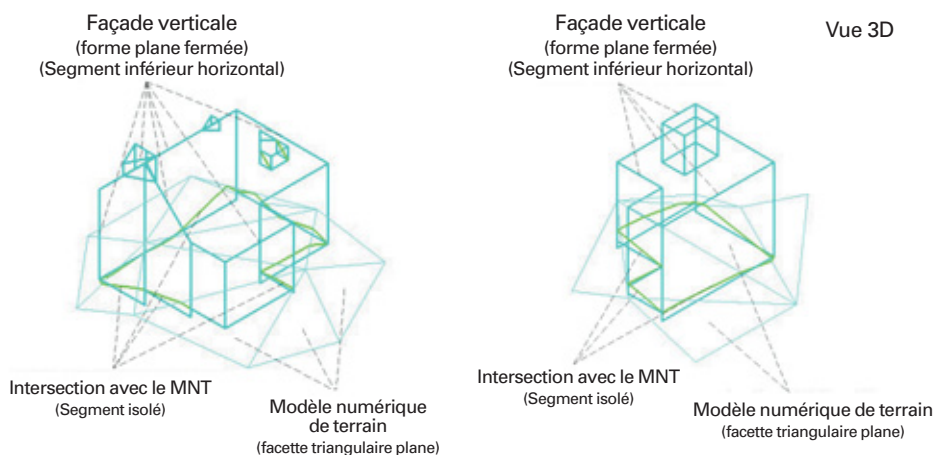
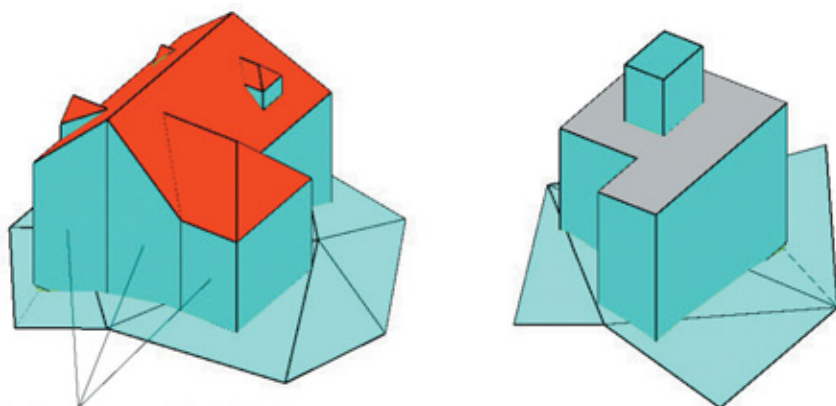


Figure 4 : Éléments reconstruits automatiquement, constitutifs du bâtiment

Visualisation avec "Faces visibles remplies"



(Façade décomposée en 3 parties)

Figure 5 : Les bâtiments générés sur le MNT

ce qui, par le fait de problèmes liés à la visibilité et l'interprétation des images n'est pas toujours très aisé. Dans le cas d'une interprétation qui ne pose pas de problème particulier, cette méthode permet à l'opérateur de disposer pour chaque bâtiment d'une entité à part et de décomposer simplement son travail de restitution en différents lots.

Génération automatique du solide

De haut en bas.

Le processus de génération du bâtiment utilise la projection de la "polyligne" du contour du toit sur la surface de référence qui peut être le MNT. Le regroupement de tous les éléments générés ainsi est réalisé en fin de processus, chaque façade créée l'étant sous forme de surface indépendante.

De bas en haut.

Dans cette même phase de génération automatique des façades, il est également possible, et selon le même principe, de générer des solides à partir d'une trace au sol (par exemple un contour de bâtiment type cadastre). Lors du processus de génération automatique, il faut alors modifier le paramétrage en indiquant notamment que les surfaces de référence sur lesquelles les projections sont réalisées consistent cette fois en des facettes de toits (voir structuration précédente), que les contours à projeter sont les traces au sol (sous forme de "polylignes") et que le sens de projection est inversé (de bas en haut ou selon les Z croissants). Pour traiter des solides, sont utilisés conjointement un processus de projection et un processus d'extrusion. La projection

permettant de définir le paramètre "distance d'extrusion" ainsi que l'intersection avec le MNT.

Ce mode de génération est cependant dépendant d'une géométrie correcte des facettes de toit. En effet, toute projection nécessitant une surface de référence, celle-ci doit être localisée correctement "au-dessus" de la trace au sol. La précision de la restitution et la précision de positionnement au sol des traces n'étant pas toujours du même ordre, un certain nombre de problèmes liés à ce non-chevauchement ou cette non-correspondance planimétrique empêchent souvent un traitement tout automatique. Un traitement topologique initial permettant de vérifier l'inclusion des différentes "polylignes" dans les facettes permettraient de s'affranchir de ces problèmes.

Exploitation de la maquette

Une maquette dans laquelle chaque bâtiment est une entité à part entière est très intéressante pour l'analyse et le traitement 3D. L'intégration du bâtiment sous forme d'une seule entité, décomposable par la suite, est grandement facilitée par cette forme de structuration. L'inverse, c'est-à-dire le regroupement de plusieurs façades indépendantes appartenant à un même bâtiment en une seule entité, est plus compliqué à obtenir automatiquement.

Enfin, chaque bâtiment étant considéré comme une seule entité, nous pouvons traiter le sous-sol d'une manière unique pour chaque bâtiment entier. Nous définissons ainsi une surface de sous-sol fermant le bâtiment par le dessous et

dont l'altitude (paramétrable) est par défaut égale à l'altitude de la projection des différentes façades sur le MNT la plus basse.

Modèles de surfaces

Des modèles de surfaces peuvent également être générés à partir des toits des bâtiments pour obtenir uniquement des surfaces indépendantes les unes des autres. Parmi les concepts des systèmes de DAO de telles surfaces entraînent un certain nombre de redondances, notamment au niveau des arêtes communes reprises pour chaque surface indépendante.

Méthodologie de saisie

La méthodologie de saisie des éléments constitutifs d'un toit sous la forme d'une seule "polyligne" peut également être mise en œuvre dans ce mode de génération de bâtiment. Il s'avère néanmoins que pour augmenter le confort de l'opérateur de saisie et pour améliorer son rendement, celui-ci préfère mesurer des contours de toit sous le forme de segments indépendants (correctement connectés). Cette méthode de saisie permet de traiter plusieurs toits en même temps et permet notamment de passer d'un toit à un autre sans qu'il n'y ait un ordre précis et contraignant à suivre lors de l'acquisition des données. Cette contrainte effacée, des toits mêmes incomplètement mesurés à partir d'une série d'images pourront être repris ultérieurement.

Génération automatique des surfaces

De haut en bas.

Les façades des bâtiments générées automatiquement sont, dans ce cas, elles-mêmes décomposées en faces. En effet, chaque segment indépendant lancera un processus de projection et de génération de face verticale dont le contour sera formé par la succession des éléments suivants : segment de contour de toit, segment vertical, segment horizontal inférieur, segment vertical. Cette modélisation permet de travailler avec des surfaces simples (quadrilatères) qui sont exportables dans n'importe quel système d'exploitation cartographique. La ligne d'intersection avec le MNT sera également générée. Tout comme pour le cas des solides, le segment inférieur est défini par défaut

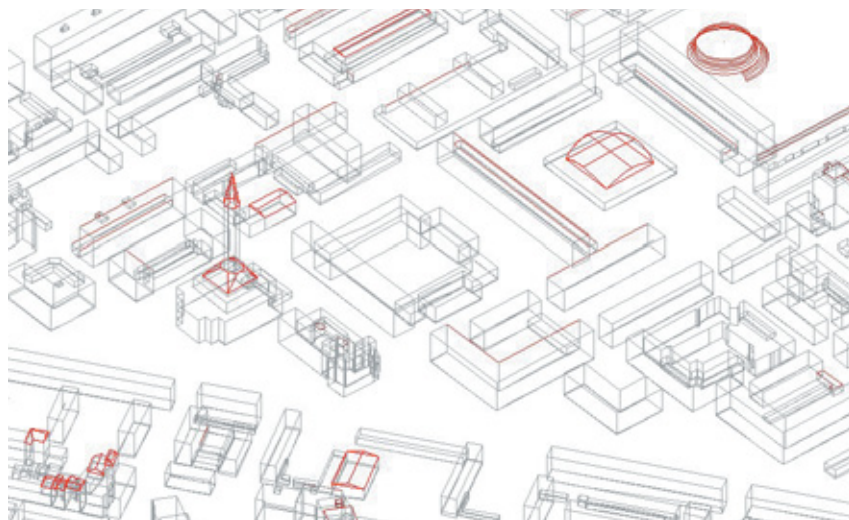
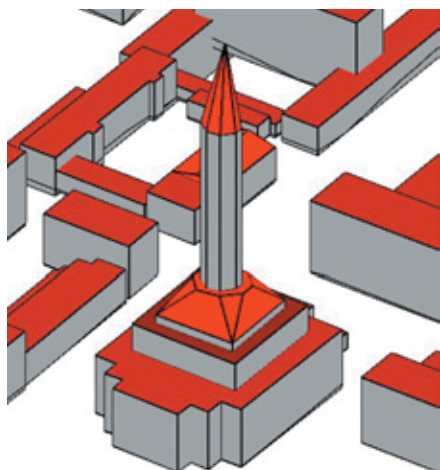


Figure 6 : extrait de restitution d'un quartier du Havre comportant un bâtiment complexe (détail et modèle filaire)

■ ■ ■ à une altitude correspondant à la projection la plus basse sur le MNT. Il s'en suit que chaque face, qui plus est, chaque façade d'un même bâtiment comportent des segments inférieurs horizontaux dont l'altitude est différente (même s'il est envisagé de la paramétrer) mais au moins inférieure à celle du point localement le plus bas sur le MNT.

De bas en haut.

Le traitement de segments indépendants permet également de travailler avec des traces au sol à projeter vers les facettes des toits. Le processus indépendant génère des faces également indépendantes. Les paramétrages sont les mêmes que pour le traitement des "polygones".

Exploitation de la maquette

De l'avis des utilisateurs de maquettes 3D, le fait de décomposer les bâtiments en façades indépendantes ne complique

en rien la gestion graphique des objets. Au contraire, pour alléger la maquette graphique, la suppression des façades verticales mitoyennes entre deux bâtiments (qui sont d'ailleurs dédoublées) est envisageable dans le cas d'une bande de bâtiments. En revanche, pour les besoins de localisation et de délimitation il ne faudrait conserver, par exemple, que la projection sur le MNT de la limite entre les deux bâtiments.

En revanche, il n'est plus envisagé d'associer les différentes faces et façades d'un même bâtiment sous une même entité. Dans le cas d'analyses 3D effectuées à partir d'une telle maquette, le système cartographique devra offrir une solution de regroupement, ou alors, les traitements ultérieurs d'enrichissement des propriétés de la maquette devront intégrer de telles fonctionnalités.

■ Compléments de modélisation

A l'heure actuelle, les processus de construction de maquettes 3D ont été implantés sur le système de DAO Microstation V7 de Bentley. Ce moteur de DAO bien connu et performant dans des environnements 3D offre toute une gamme d'outils d'édition et de conception 3D. Pour des cas particuliers de bâtiments (ou d'autres édifices) incompatibles avec les principes de base définis dans cette application, la maquette peut être complétée par des surfaces ou solides de révolution, obtenus par extrusion, définis à l'aide de sections, de génératrices, etc.

Il est à noter que ces compléments de modélisation manuels, demandent un temps d'exécution parfois aussi important que la génération automatique d'une maquette classique entière.

Exemples de réalisations

Quelques exemples de réalisations montrent la diversité en terme de densité des

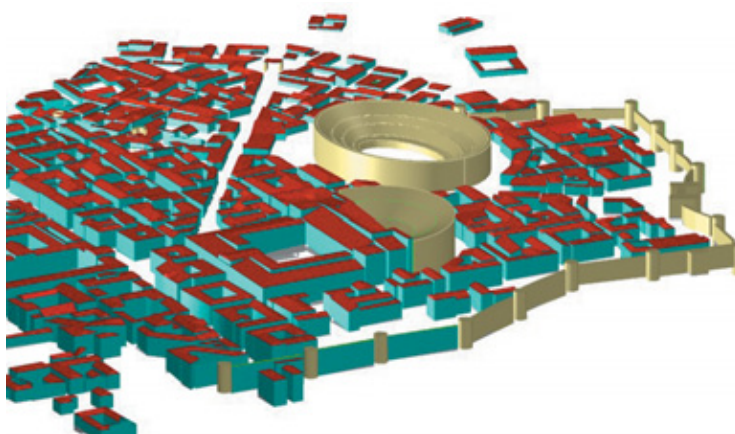
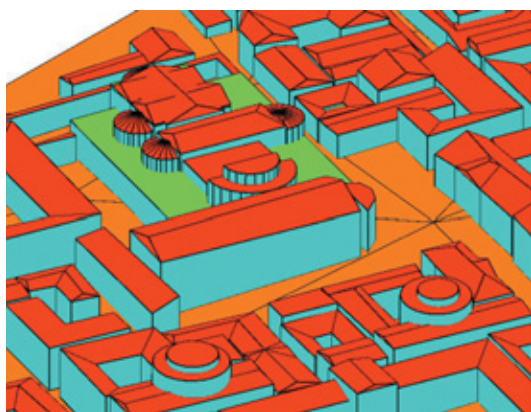


Figure 7 : Extrait de la maquette 3D d'une maquette de l'ancienne Arles

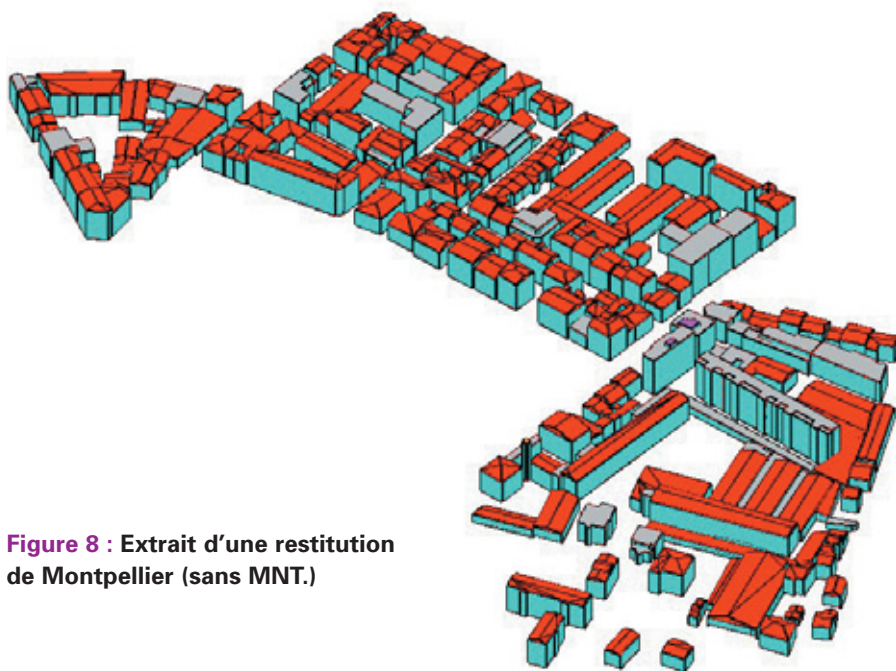


Figure 8 : Extrait d'une restitution de Montpellier (sans MNT.)

différents espaces urbains modélisés.

Conclusions et perspectives

Les outils et méthodes mises en place permettent la restitution et la reconstruction des différents types de bâtiments. Des règles de reconstructions plus complètes et plus complexes permettraient d'apporter encore plus de précision géométrique. Ces règles doivent être bien identifiées et applicables dans des cas très généraux de manière à pouvoir automatiser les processus de reconstruction. Le choix d'un modèle surfacique est délibéré pour des raisons de simplification. Les surfaces sont principalement des surfaces planes. Des outils de maillages permettent de compléter ces surfaces par des surfaces plus complexes. Les techniques de maillages utilisées pour la constitution des MNT de base peuvent ici être réemployées très efficacement.

Enfin, les implantations ont été réalisées dans des logiciels de DAO du marché de manière à utiliser efficacement les possibilités de représentation et les structurations des éléments graphiques existantes. La mise en place d'un format indépendant, l'implantation dans un système indépendant ouvriraient de nouvelles perspectives.

■ Vers l'intégration de données dans un SIT-3D

La structuration des données lors de la

restitution et lors des différentes phases de reconstruction permettent d'intégrer les données en fonction de leur type dans un SIT-3D. Les possibilités offertes par les systèmes d'information permettent d'associer des données complémentaires (attributs) et ainsi d'exploiter au maximum les nouvelles données intégrées dans le SIT-3D.

■ Enrichissement de la maquette

La structuration des données en facettes de toits ou en façades verticales sont très propices à l'association de textures. Cette association sous forme d'éléments de photographie ou de textures artificielles permettent d'augmenter l'aspect réaliste lors de l'utilisation sous forme de visualisation ou d'effectuer des choix et des rendus réalistes lors de simulations.

La phase suivante, actuellement à l'étude, consiste à enrichir les façades par la reconstruction des éléments géométriques qui les constituent et définissent ainsi des reliefs entrants ou sortants de celles-ci. Ainsi les façades des bâtiments peuvent-elles contenir des informations géométriques et thématiques plus détaillées qu'une simple surface verticale comme celle générée actuellement.

Avec un degré de détail croissant, l'échelle de travail augmentera également et la zone de travail sera donc d'autant réduite. Pour des raisons de

lourdeur de mise en œuvre et de quantité de données, les maquettes ainsi détaillées ne pourront alors plus que couvrir certaines zones d'études bien ciblées. ●

Références bibliographiques

"Définition et conception d'outils de modélisation et d'intégration de données dans un SIT-3D urbain", Vincent GAÏOTTI, Mémoire de DEA, INSA septembre 2003, 60 pages.

"Modélisation géométrique et sémantique en milieu urbain", Mathieu KOEHL, Thèse de Doctorat ULP Strasbourg, 1999, 292 pages.

"Modélisation géométrique et sémantique dans un SIT-3D", Mathieu KOEHL, Séminaire MAP, SOUSSE Tunisie 2002, 8 pages.

"Logiciels de SIG pour la gestion, le traitement et la visualisation de données géographiques tridimensionnelles", Marc RIEDO, EPFL, octobre 1999, 30 pages.

Mathieu KOEHL

Maître de Conférences
INSA de Strasbourg Equipe-PAGE
UMR MAP CNRS/MCC 694

Abstract

Key words : 3D City models, data acquisition, geometric modelling, automatic reconstruction

The production of city models for the three dimensional management of urban areas has really increased during the last years. These graphic models are more or less detailed and accurate according to the building methods and the techniques used for the initial geometric data acquisition. This paper describes, in a first time, the photogrammetric data acquisition method, and in a second time, the construction mode of such models. The explained examples are buildings constructed from the constituent element of their rooves. The geometric data are measured from aerial images. The models are defined with different structures discussed in this paper.