

Solutions Autodesk pour le secteur de la construction

autodesk®

Rapport

Modélisation des données du bâtiment

Introduction

La modélisation des données du bâtiment (BIM) est la stratégie d'Autodesk pour l'application des technologies de l'information au secteur de la construction. Les solutions BIM se caractérisent par les trois points suivants :

- (1) Elles créent et exploitent des *bases de données numériques* pour optimiser le travail en équipe.
- (2) Elles *gèrent les modifications* apportées à ces bases de données pour garantir que toute modification effectuée à un emplacement dans une base de données est coordonnée sur l'ensemble de la base.
- (3) Elles capturent et conservent les *informations pour en permettre la réutilisation* par d'autres applications métier.

L'utilisation de solutions BIM permet d'*optimiser la qualité* des travaux, d'*accroître la vitesse* de travail et la productivité, ainsi que de *diminuer les coûts* de conception, de construction et d'exploitation des bâtiments pour les professionnels du secteur de la construction.

Le présent rapport explique comment l'utilisation des technologies de l'information dans ce secteur a donné naissance à l'idée de modélisation des données du bâtiment, puis a permis de développer les caractéristiques et les avantages des solutions BIM.

Vers la modélisation des données du bâtiment

Au début des années 80, les architectes ont commencé à utiliser des applications de conception assistée par ordinateur (CAO) sur leur PC. La métaphore classique des calques superposés et scotchés sur une table à dessin a été facilement transposée dans les outils de CAO utilisant un principe de calque numérique, de sorte qu'en quelques années, bon nombre des documents de construction et des dessins d'exécution étaient finalement tracés depuis un ordinateur et non plus dessinés manuellement sur une planche à dessin.

Lentement, la technologie a commencé à influencer sur le processus. Des fichiers DWG étaient échangés avec les consultants, en lieu et place des anciens dessins de calques sous-jacents physiques. En plus de simples graphiques, ces fichiers communiquaient des informations relatives à un bâtiment via leur structure de calque ; alors qu'un rectangle sur un calque représentait une colonne en béton, il pouvait également représenter un motif de mosaïque au sol sur un autre calque. Les formats de fichier électroniques initialement conçus pour n'enregistrer que des graphiques et piloter des traceurs transmettaient désormais directement des informations relatives au bâtiment qui n'apparaissaient pas dans la

version tracée du fichier. L'utilisation des fichiers CAO évoluait ainsi peu à peu vers la communication des informations relatives à un bâtiment, ce qu'aucun dessin tracé n'était en mesure de faire.

Cette évolution s'est poursuivie avec l'introduction de la CAO orientée objet au début des années 90. Dans ces systèmes, les « objets » de données que sont les portes, les murs, les fenêtres ou les toits, stockaient des données non graphiques relatives à un bâtiment dans une structure logique avec les graphiques de la construction. Ces systèmes prenaient souvent en charge une modélisation géométrique du bâtiment en trois dimensions, automatisant ainsi de nombreuses tâches de dessin fastidieuses comme la présentation des dessins de coupe du bâtiment et la génération des nomenclatures. Les sociétés de conception les plus progressistes ont adopté ces outils, réalisant que si elles étaient structurées et gérées avec soin, les données contenues dans les fichiers de CAO orientée objet pouvaient permettre d'automatiser certaines tâches de documentation comme les nomenclatures et la numérotation des pièces.

Au cours des années 90, un développement parallèle s'est produit avec l'utilisation croissante de l'Internet pour le partage électronique des données. Tout à coup, les informations ne pouvaient plus être communiquées efficacement à moins d'être présentées sous forme numérique. Les fichiers CAO qui, jusqu'à présent, étaient échangés sur disquettes entre les membres de l'équipe de conception apparaissaient désormais sur des sites FTP Internet, sur des pages Web et en tant que pièces jointes à des courriers électroniques. Les mêmes sociétés de conception progressistes qui avaient adopté la CAO orientée objet dans leurs processus commencèrent alors à partager et à livrer leurs documents numériquement aux clients, de même qu'à explorer les possibilités de services en matière de gestion de projet et de travail d'équipe sur le Web.

Pourtant, les systèmes de CAO orientée objet restent enracinés dans les graphiques de construction, continuent à reposer sur les principes d'une CAO basée sur les graphiques et, au final, ne sont pas parfaitement optimisés pour la création et la gestion des informations relatives à un bâtiment. D'autres secteurs, comme celui de la fabrication, ont su tirer parti des outils basés sur les technologies de l'information paramétriques et non graphiques. Une autre génération de solutions logicielles, spécialisées et qui incorporent des technologies modernes, est nécessaire pour tirer pleinement profit des avantages que peuvent offrir les technologies de l'information au secteur de la construction. Cette prochaine génération de logiciels centrés sur les informations remplace la modélisation graphique du bâtiment par la *modélisation des données du bâtiment*.

En stockant et en gérant les informations relatives à un bâtiment sous la forme de bases de données, les solutions BIM sont à même de capturer, de gérer et de présenter des données de manières adaptées aux besoins des membres de l'équipe de construction qui utilisent ces données. Les informations étant enregistrées dans une base de données, les modifications apportées à ces données, si nombreuses pendant la conception, peuvent dès lors être propagées et gérées logiquement par le logiciel sur l'ensemble du cycle de vie du projet.

Les solutions BIM ajoutent la gestion des relations entre les composants de construction au-delà des seules informations de niveau objet des solutions de CAO orientée objet. Elles permettent ainsi de capturer dans le processus de conception les informations relatives à l'intention architecturale. Le modèle des données du bâtiment contient non seulement une liste des composants de construction et des emplacements, mais aussi les relations voulues entre ces objets : par exemple, qu'une porte soit située à 3 pieds d'une fenêtre, que les avant-toits du toit débordent de 550 mm du mur extérieur, que trois poutres soient placées à intervalle régulier sur une baie, ou encore que la pente d'une excavation conserve un

certain angle. Implicitement comprises par le concepteur, ces relations deviennent parfaitement explicites lorsque le bâtiment est décrit dans un programme BIM.

Par ailleurs, le programme BIM peut déduire ces relations pendant le travail de l'utilisateur, ou l'utilisateur lui-même peut saisir explicitement ces relations à mesure de la progression du projet. Ces relations permettent ensuite de gérer les modifications apportées au modèle des données du bâtiment par le logiciel, en parfaite cohérence avec les principes de conception et l'intention du projet. La richesse des relations incorporées dans les composants de construction eux-mêmes et dans le modèle global rend la réutilisation des données dans d'autres applications encore plus facile et le processus de conception encore plus efficace.

Caractéristiques de la modélisation des données du bâtiment

Les solutions BIM créent et exploitent des *bases de données numériques* pour optimiser le travail en équipe, *gèrent les modifications* apportées à ces bases de données pour garantir que toute modification effectuée à un emplacement dans une base de données est coordonnée sur l'ensemble de la base, de même qu'elles capturent et conservent les *informations pour en permettre la réutilisation* par d'autres applications métier.

Bases de données numériques

Les solutions BIM créent et exploitent des bases de données numériques pour optimiser le travail en équipe. Traditionnellement, le secteur de la construction illustre les projets de construction à l'aide de dessins, auxquels sont ajoutées des informations sous forme de remarques et de spécifications. La technologie de la CAO a permis d'automatiser ce processus et la CAO orientée objet a développé l'idée d'ajouter des informations aux illustrations et aux graphiques dans les logiciels. Le résultat obtenu avec les dessins manuels d'origine, les systèmes de CAO graphiques et les systèmes de CAO orientée objet était en fait le même : la création d'abstractions graphiques de la conception du bâtiment voulue.

Les principes de la modélisation des données du bâtiment inversent cette relation. En effet, les applications BIM *commencent* avec l'idée de capturer et de gérer les informations relatives au bâtiment, puis présentent ces informations sous forme d'illustrations conventionnelles ou de toute autre manière appropriée. Un modèle des données du bâtiment capture les informations de construction au moment de leur création, stocke et gère ces informations dans une base de données et les rend disponibles pour en permettre l'utilisation et la réutilisation à n'importe quel autre stade du projet. Les dessins deviennent ainsi une vue dans la base de données, qui décrit le bâtiment lui-même.

Dans un programme BIM, les informations de construction sont stockées dans une base de données et non dans un format (comme un fichier de dessin ou une feuille de calcul) fondé sur un format de présentation. Le programme BIM présente alors les informations de la base de données pour en permettre la modification et la révision dans des formats de présentation adaptés et habituels pour l'utilisateur. Les architectes, par exemple, travaillent sur ces informations en appliquant les conventions du langage graphique symbolique hautement stylisé de la conception de construction (comme les plans, les coupes et les élévations), en saisissant et en révisant les informations dans un format qui ressemble fortement aux dessins d'architecture avec lesquels ils travaillent depuis des années. Ils travaillent donc sur les informations de construction *via* un dessin plutôt que directement dans un dessin sur l'ordinateur. De même, les ingénieurs calcul de structures travaillent avec les données présentées graphiquement dans des diagrammes de structure qui leur

sont familiers, plutôt différents de l'interface des architectes aux données. Les constructeurs travaillent quant à eux avec certaines de ces mêmes présentations, avec des vues isométriques de la géométrie du bâtiment pour étudier la mise en phase et les problèmes de coordination, de même qu'avec des bases de données ou des feuilles de calcul contenant les données de quantité fournies par le modèle des données du bâtiment.

Bien que chaque professionnel impliqué dans le projet de construction visualise les informations de construction d'une manière adaptée à ses besoins, ces présentations des informations (dessins, nomenclatures, estimations des coûts, autres présentations conventionnelles des informations de construction) sont toutes des vues du même modèle de données. Alors que chaque discipline interagit avec des vues familières et habituelles des informations, le programme BIM garantit que toute modification apportée dans l'une ou l'autre de ces vues est répercutée dans toutes les autres présentations.

Les modèles des données du bâtiment organisent le travail en équipe au sein de l'équipe de construction via des bases de données numériques. Le modèle des données du bâtiment peut être distribué auprès de chaque membre de l'équipe travaillant sur un réseau ou partageant des fichiers à l'aide d'outils de projet collaboratifs comme le service Autodesk® Buzzsaw™. Les membres de l'équipe travaillent indépendamment les uns des autres sur des jeux de données locaux, alors que la solution BIM gère les modifications apportées au modèle à partir de chacune de ces bases de données locales dans un emplacement partagé central. Les membres de l'équipe peuvent ainsi comparer leurs travaux entre eux, de même que réserver et libérer dynamiquement des parties de la base de données pour les utiliser sur le réseau. Un enregistrement de ces interactions (qui a modifié quoi et quand) peut être consulté et un historique de toutes les modifications apportées par tous les membres de l'équipe peut être conservé dans le modèle des données du bâtiment aussi longtemps que ces informations sont utiles. Il est également possible de restaurer les modifications de manière sélective pour appuyer des études d'alternatives ou de nouvelles orientations de conception.

Gestion des modifications

Les solutions BIM gèrent les modifications itératives sur l'ensemble de la conception, de la construction et de l'exploitation d'un bâtiment. Ainsi, toute modification apportée à un emplacement dans la base de données est coordonnée sur l'ensemble de la base.

Le processus de conception et de documentation de la construction est itératif. La compréhension d'un problème de conception se développe pendant le processus de conception. En plus des affinages propres à tout processus de conception, une nouvelle compréhension du problème de conception peut permettre à l'équipe de conception de découvrir que la solution pourrait en fait être passablement différente, voire bien meilleure. A ce stade, une autre itération intervient, susceptible de remettre en question les hypothèses initiales. La gestion de cette modification itérative est inhérente au processus de conception. Les outils technologiques et les processus professionnels qui ne permettent pas d'affiner la conception et de la reconsidérer de manière itérative à mesure du développement du projet découragent toute possibilité de trouver de meilleures solutions possibles au problème de conception. Parce qu'elles intègrent la gestion des relations à l'intérieur des données et les modifications apportées à ces données, les solutions BIM sont idéales pour cette approche. De même, l'utilisation d'outils BIM optimise la qualité des projets pour le propriétaire et les travaux de l'équipe.

Conserver une représentation du bâtiment cohérente en interne sous la forme d'une base de données améliore la coordination des dessins et réduit le risque d'erreurs dans les

documents, au profit de tous les membres de l'équipe de construction. Le temps qui aurait été consacré à la vérification et à la coordination manuelles des documents peut désormais être investi profitablement dans l'amélioration du projet de construction. Les documents ainsi obtenus sont de meilleure qualité et, en conséquence, les coûts liés aux modifications et à la coordination sont réduits. Les outils BIM facilitent et fluidifient la conception, la construction et l'affectation du bâtiment par rapport aux outils classiques.

L'estimation, l'acquisition et la construction sont également des processus itératifs de définition et d'élaboration. Des matériaux et des produits spécifiques sont choisis parmi toutes les possibilités qui satisfont aux spécifications du projet. Des choix, des affinages et des remplacements peuvent engendrer des modifications de certains aspects de la conception. Les ambiguïtés des documents de conception sont corrigées entre les équipes de conception et de construction, avant la construction. Les équipes de construction et de conception considèrent que les modifications améliorent la constructibilité et la valeur proposée au client. Chacune de ces décisions doit être évaluée et de nouvelles informations doivent être capturées pour permettre des évaluations ultérieures, de même que l'exploitation et la gestion du bâtiment. Les solutions BIM capturent et gèrent ces informations et les rendent accessibles pour faciliter le travail d'équipe.

L'exploitation des bâtiments après leur réalisation est également un processus itératif que les solutions BIM prennent bien en charge. La première affectation d'un bâtiment, c'est-à-dire la fin du cycle de conception et de construction conventionnel, est juste le début de la vie et de l'utilisation de la structure. L'évolution de l'affectation du bâtiment, avec les exigences en matière de maintenance des matériaux, des assemblages et des systèmes du bâtiment, engendre des modifications sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Le BIM prend en charge le cycle de vie du bâtiment avec des solutions de conception et de documentation de la maintenance et de la rénovation continues du bâtiment lui-même dans le modèle des données du bâtiment. Ainsi, par exemple, les informations relatives à toutes les rénovations successives d'un bâtiment peuvent être gérées dans le modèle des données du bâtiment, formant un enregistrement de toutes les modifications apportées au bâtiment au cours de son histoire.

Réutilisation des informations

Les solutions BIM capturent et conservent les *informations pour faciliter leur réutilisation* par d'autres applications métier. Les solutions de technologies de l'information les plus réputées utilisées dans d'autres secteurs que celui de la construction reposent sur un principe essentiel : les données sont capturées une fois, aussi proches que possible de leur point d'origine, et stockées de manière à ce qu'elles soient toujours aisément accessibles et puissent être présentées en contexte dès que cela est nécessaire. Imaginez, par exemple, un progiciel de gestion financière personnelle capable de capturer les informations de votre livre de comptes à mesure que vous rédigez des chèques et effectuez des dépôts, d'enregistrer et de gérer ces informations à de multiples fins et de les présenter sous la forme d'une déclaration de revenus dans un cas et d'une déclaration de valeur nette dans un autre. Appliqué au secteur de la construction, le BOM est capable d'exécuter les mêmes tâches.

Au moment où un architecte esquisse le contour d'un bâtiment sur un relevé de terrain, les données sont créées. La taille générale de l'empreinte du bâtiment est désormais connue. Des spécifications de programme et des quotients de planification généraux peuvent être appliqués pour déduire la configuration globale du bâtiment. De même, lorsqu'un architecte met au point le plan du bâtiment, les données créées peuvent être représentées dans des élévations, des coupes et des nomenclatures intérieures. Les outils

conventionnels impliquent que toutes ces données soient réextraites au stade où, dans le projet, les informations relatives à la taille du bâtiment ou aux coupes et aux nomenclatures sont nécessaires. Les outils BIM capturent ces données au moment de leur création, les enregistrent et les rendent disponibles pour en permettre la représentation sous forme d'informations dans d'autres documents et objets utiles.

Autre exemple, un estimateur de coûts de construction exécute des tracés au-dessus d'un dessin sur une tablette graphique afin d'extraire des quantités pour une estimation de coûts ou un appel d'offre, ou pour mesurer manuellement ce dessin. Le responsable du projet de construction de la même société exécute des tracés au-dessus de ce même dessin pour développer des plans en vue de séquencer la construction et d'en définir les phases. En utilisant le BIM au lieu d'exécuter des tracés au-dessus des plans pour définir des quantités, l'estimateur et l'équipe de conception peuvent interagir avec le modèle des données du bâtiment. De même, si l'équipe projet n'est pas prête pour ce niveau de travail en équipe, l'estimateur peut exécuter des tracés au-dessus des plans numériques dans un logiciel et construire ainsi un modèle des données du bâtiment à peu près aussi rapidement que s'il effectuait le tracé manuellement. Désormais, ces données sont capturées dans le modèle des données du bâtiment lui-même et peuvent être représentées sous la forme d'un plan de mise en phase et de séquençement. Une société de conception-construction, dans laquelle le modèle des données du bâtiment peut être aisément partagé entre des professionnels de la conception et de la construction, peut profiter d'avantages encore plus importants.

Autre exemple, l'utilisation de données de nomenclature dans le modèle des données du bâtiment à des fins de gestion d'inventaire dans une opération de vente au détail. La présentation des unités d'affichage étant prévue pour un magasin dans un modèle des données du bâtiment, les configurations et la capacité possibles de chaque unité sont capturées et rapportées ultérieurement dans une nomenclature pour les calculs d'inventaire et les informations de nomenclature d'inventaire peuvent être liées à un système d'approvisionnement afin de coordonner la gestion des inventaires avec la capacité du magasin. Les données du modèle des données du bâtiment peuvent même être utilisées pour l'exploitation du magasin.

La réutilisation des données du bâtiment permet d'établir des connexions entre les solutions actuelles d'Autodesk et d'autres applications pour des tâches d'analyse énergétique, d'analyse structurelle, de génération de rapports sur les coûts, de gestion d'installations, entre autres. La persistance du modèle des données du bâtiment sur l'ensemble de la conception, de l'approvisionnement, de la construction et de l'exploitation du bâtiment prend en charge la gestion du flux de travail et du processus autour de ces informations.

Avantages de la modélisation des données du bâtiment

L'utilisation de solutions BIM permet d'*optimiser la qualité* des travaux, d'*accroître la vitesse* de travail et la productivité, ainsi que de *diminuer les coûts* de conception, de construction et d'exploitation des bâtiments pour les professionnels du secteur de la construction.

Qualité optimisée

Les solutions BIM permettent d'explorer et de modifier le projet à tout moment pendant le processus de conception ou de documentation, sans gêner l'équipe de conception avec des tâches de recoordination fastidieuses. Elles permettent également à l'équipe de conception de consacrer davantage de temps à la conception et à la résolution des vrais problèmes d'architecture en réduisant au minimum les besoins de coordination et de vérification

manuelles. En partageant des outils BIM communs, les membres les plus expérimentés de l'équipe de conception peuvent travailler avec les membres chargés de la production dans l'équipe projet sur l'ensemble des phases du projet, contrôlant précisément les décisions techniques et de détail relatives à l'exécution de la conception. Pour la construction, les conséquences des produits proposés ou obtenus peuvent être facilement étudiées et comprises. Le constructeur peut rapidement et aisément préparer des plans illustrant la mise en phase de l'utilisation ou de la rénovation du site pour le propriétaire, communiquant et réduisant au minimum l'impact des opérations de construction sur les opérations et le personnel du propriétaire. Le propriétaire du bâtiment utilise des modèles des données du bâtiment pour améliorer la gestion du bâtiment. Le modèle des données du bâtiment fournit un enregistrement numérique des rénovations du bâtiment et optimise la planification et la gestion des déménagements.

Vitesse accrue

Avec les solutions BIM, la conception et la documentation du bâtiment peuvent être exécutées conjointement et non plus à la suite l'une de l'autre. La logique de la conception est capturée au moment de la création et incorporée dans la documentation à mesure de la progression des travaux. Tous les livrables de l'équipe de conception, c'est-à-dire les nomenclatures, les diagrammes en couleur et les dessins, sont créés dynamiquement pendant l'exécution du travail de conception. Lorsqu'une modification est apportée, toutes les conséquences de cette modification sont automatiquement coordonnées sur l'ensemble du projet. Tout ceci permet à l'équipe de conception de livrer plus rapidement des travaux de meilleure qualité. La production de livrables projet clés, comme des représentations graphiques et des documents d'autorisations réglementaires, implique moins de temps et d'efforts pour l'équipe de conception, permettant au projet d'être mener plus rapidement à bien. Pour la construction, le constructeur peut utiliser le modèle des données du bâtiment (ou en créer un) afin d'accélérer la quantification du bâtiment à des fins d'estimation et d'ingénierie de la valeur. Ce même modèle est ensuite réutilisé pour les estimations et la planification de construction révisées. Le BIM accélère l'adaptation des prototypes de bâtiments standard aux conditions du site pour les sociétés comme celles de vente au détail, qui ont besoin de disposer de bâtiments identiques dans de nombreux endroits.

Coûts réduits

Le BIM permet aux équipes de conception de travailler plus rapidement avec moins de ressources. Une équipe de conception moins nombreuse signifie des coûts réduits et un risque moindre de problèmes de communication. Les documents étant coordonnées par l'ordinateur et pouvant par conséquent être plus complets, le coût lié aux modifications et à la coordination de l'administration de la construction est réduit d'autant.

Basées sur l'aire au sol (en mètres carrés), la budgétisation et l'estimation des coûts sont facilitées par l'utilisation d'un modèle des données du bâtiment. De même, les informations de coûts sont disponibles plus rapidement et peuvent être mises à jour plus souvent qu'avec des outils conventionnels. Les modifications apportées tardivement pendant le processus de conception afin de réduire les coûts de construction sont complexes, inefficaces et coûteux pour l'équipe de conception. Grâce aux meilleures informations sur les coûts proposées par le modèle des données du bâtiment, les modifications de ce type sont moins fréquentes.

Pour la construction, moins de temps et d'argent sont consacrés au processus et à l'administration, car les documents sont de meilleure qualité et la construction est mieux planifiée. Une part plus importante des moyens financiers du propriétaire est consacrée à la construction plutôt qu'à l'administration et aux coûts indirects de la conception et de la

construction. Le modèle des données du bâtiment est également utilisé pour accéder aux informations physiques relatives au bâtiment et gérer ces informations, telles que les finitions, les affectations de locataires ou de services, l'inventaire du mobilier et des équipements, de même que les données financières importantes concernant les zones louables et le revenu de location ou les répartitions des coûts par service. L'accès à ces informations améliore à la fois la gestion des revenus et des coûts dans l'exploitation du bâtiment.

Conclusion : des projets de construction optimisés

Les solutions BIM créent et exploitent des *bases de données numériques* pour optimiser le travail en équipe, *gèrent les modifications* sur l'ensemble de ces bases de données de sorte que toute modification apportée à un emplacement dans une base de données est coordonnée sur l'ensemble de la base, de même qu'elles capturent et conservent les *informations pour en permettre la réutilisation* par d'autres applications métier. En appliquant les technologies de l'information au problème de description d'un bâtiment dans un logiciel, elles permettent *d'optimiser la qualité* des travaux, *la vitesse* et la *rentabilité* de la conception, de la construction et de l'exploitation des bâtiments.

Dans le secteur de la construction, tout ce à quoi nous travaillons, c'est le bâtiment ; c'est à la fois notre accomplissement et la valeur que nous livrons. Chaque instant et chaque effort qui, dans le processus, se détourne du bâtiment est une perte d'énergie ; de l'énergie perdue car elle n'est pas utilisée pour améliorer le bâtiment. Le temps passé à coordonner les documents n'apporte rien au vrai travail de l'architecte, ni n'améliore le bâtiment, mais améliore seulement le jeu de dessins ; le temps passé à déplacer un tas de déchets d'un endroit du site à un autre pour le dégager du chemin des bétonneuses n'améliore en rien le bâtiment lui-même. Les solutions BIM permettent à l'équipe de conception d'investir davantage d'énergie dans le résultat et moins dans le processus.

Merci de l'intérêt que vous portez aux solutions Autodesk pour le secteur de la construction. Si vous avez des questions sur le présent rapport ou si vous souhaitez en savoir plus sur les solutions BIM proposées par Autodesk, visitez notre site Web <http://www.autodesk.com/buildinginformation>.

autodesk

Autodesk, Inc.
111 McInnis Parkway
San Rafael, CA 94903
Etats-Unis

Autodesk et Buzzsaw sont des marques déposées ou des marques d'Autodesk, Inc., aux Etats-Unis et dans d'autres pays. Tous les autres noms de produit ou de marque appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

© Copyright 2002 Autodesk, Inc. Tous droits réservés.