

Modélisation de bâtiment paramétrique : à la base du système BIM

Ce livre blanc contient une brève présentation de la modélisation de bâtiment paramétrique et vous propose plusieurs tests qui vous permettront de déterminer si votre solution BIM (modélisation des données du bâtiment) utilise un véritable logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique (voir ci-dessous). Il examine également l'importance de la modélisation de bâtiment paramétrique dans une approche BIM.

Qu'entend-on par modélisation paramétrique ?

Les premiers moteurs CAO utilisaient une géométrie explicite à base de coordonnées pour créer des entités graphiques. La modification de ces graphiques « primaires » était peu pratique et favorisait les erreurs. La documentation était obtenue à partir de l'extraction des coordonnées du modèle et la génération de dessins 2D autonomes. Avec l'évolution des moteurs de graphiques, ces entités graphiques ont peu à peu été combinées pour représenter un élément de conception (un mur, un trou, etc.). Selon les logiciels utilisés, ces modèles ont progressivement gagné en « intelligence » et sont devenus légèrement plus faciles à modifier. L'avènement des logiciels de modélisation de surface et de solide a davantage affiné ces éléments et permis la création de formes toujours plus complexes.

Mais le résultat n'était toujours qu'un modèle géométrique explicite (à base de coordonnées), intrinsèquement difficile à modifier et qui ne présentait qu'une relation ténue avec les dessins extraits, doublée d'un manque de synchronisation flagrant avec le modèle.

C'est alors que sont apparus les moteurs de modélisation paramétrique : ces derniers s'appuyaient sur des paramètres (des chiffres ou des caractéristiques) afin de déterminer le comportement d'une entité graphique et définir les relations entre les composants du modèle. Par exemple : « le diamètre de ce trou est de 2,54 cm » ou « le centre de ce trou est à équidistance de ces bords ». Il était donc désormais possible de capturer le critère ou l'intention de conception au cours du processus de modélisation. La modification du modèle était d'autant plus facile qu'elle préservait les intentions originales du concepteur.

L'avènement de cette technologie a crédibilisé le concept de modèle de conception numérique. Pour les professionnels de la conception mécanique (à l'avant-garde de la modélisation paramétrique), la modélisation paramétrique MCAD s'est rapidement imposée comme l'outil de choix.

Quid de l'architecture ?

Les logiciels de modélisation paramétrique MCAD ne permettent malheureusement pas la mise à l'échelle d'un projet de construction et s'appuient généralement sur deux technologies de base pour propager les modifications : une approche historique (qui revient sur les étapes de conception antérieures du modèle à chaque fois qu'une modification est apportée) ou à base de variations (qui s'efforce de modifier simultanément toutes les conditions à chaque changement). L'utilisation de ces moteurs de modification pour modifier un édifice, même de taille modeste, s'avère extrêmement lente.

Par ailleurs, les logiciels de modélisation MCAD obligent généralement l'utilisateur à intégrer tout un ensemble de contraintes (c.-à-d. de relations) afin de permettre aux technologies de modification décrites plus haut de recalculer le résultat.

Si ces modèles « entièrement contraints » conviennent aux applications de conception mécanique, dans la mesure où le produit (fabriqué à partir de matériaux bruts) doit être défini avec précision, il n'en va pas de même pour un bâtiment, qui se compose généralement d'un ensemble de composants préfabriqués présentant un nombre relativement limité de contraintes réelles pour le concepteur.

La plate-forme Revit® de modélisation des données du bâtiment fait appel à un moteur de modification contextuelle qui adapte la modélisation paramétrique à la conception de bâtiment.

Un logiciel spécialement adapté à la conception de bâtiment

Revit s'appuie sur un moteur de modification contextuelle pour mettre à jour le modèle partiellement contraint et créer un réseau de relations entre les éléments du bâtiment (définis par le logiciel et/ou l'utilisateur). Le logiciel utilise ensuite ce réseau pour procéder ultérieurement aux modifications. Lorsque l'architecte esquisse ou place les composants, Revit conserve les relations entre les éléments, mais sans leur attribuer un ordre particulier. Au fur et à mesure que l'utilisateur modifie les éléments, le moteur de modifications paramétriques identifie les autres composants qui doivent être mis à jour ainsi que les modalités de modification.

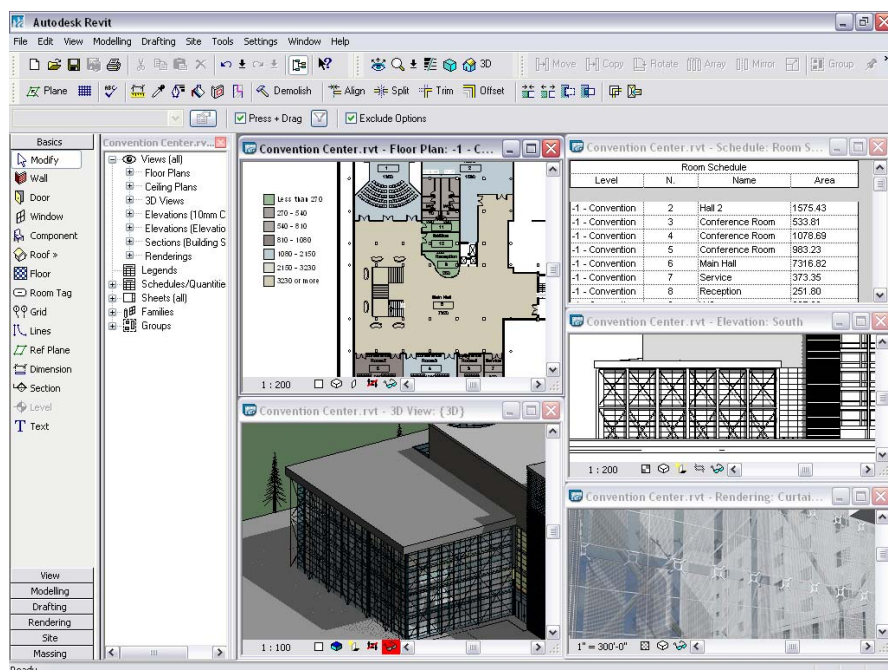


Figure 1

La modélisation de bâtiment paramétrique de pointe permet au logiciel BIM de coordonner toutes les modifications, quel que soit leur emplacement, y compris sur les feuilles prêtes à être tracées : les vues 3D, les feuilles de dessin, les nomenclatures, les élévations, les coupes et les plans.

Cette approche convient d'autant plus aux applications architecturales qu'elle ne démarre jamais à partir du modèle d'édifice complet, mais à partir de quelques éléments explicitement retouchés par l'utilisateur, et effectue une propagation choisie des modifications, minimisant ainsi le nombre des éléments qui nécessitent une mise à jour.

S'agit-il réellement d'un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique ?

L'essence même de la conception architecturale d'un bâtiment réside dans les relations que l'architecte peut intégrer dans le modèle d'édifice. La création et la manipulation de ces relations représentent littéralement l'acte de conception même. Le recours à une solution paramétrique permet aux concepteurs d'accéder directement à ces relations et constitue un outil de réflexion naturel et intuitif en matière d'architecture assistée par ordinateur, tout comme un tableur et un logiciel de traitement de texte permettent respectivement de travailler sur les chiffres et les mots.

Toutes les solutions BIM ne sont cependant pas des logiciels de modélisation de bâtiment paramétrique, tels que nous les avons décrits plus haut. La section suivante compare les performances d'une solution BIM à base de logiciel de modélisation paramétrique à celles d'autres technologies. Ces tests vous permettront de déterminer si votre solution est réellement un logiciel de modélisation paramétrique.

1) *Votre logiciel vous demande-t-il de coordonner et de gérer les modifications ?*

Dans un produit à base de géométrie, l'utilisateur doit généralement identifier lui-même l'ensemble des éléments de géométrie qui sont affectés par les modifications en les sélectionnant à l'aide d'une fonction « d'étirement » ou d'une autre commande similaire. Les éléments de géométrie qui ne sont pas visibles ou qui sont désactivés ne peuvent donc être sélectionnés et doivent être identifiés et rectifiés manuellement.

Dans un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique tel que Revit, il suffit à l'utilisateur de sélectionner et de déplacer un mur dans le premier plan d'étage pour modifier automatiquement l'ensemble des éléments connexes. Le toit se déplace avec le mur, conservant ainsi la relation de saillie, tandis que les autres murs extérieurs s'étendent pour rester connectés au mur déplacé, et ainsi de suite. Cette associativité est l'une des caractéristiques clés d'un véritable logiciel de modélisation des données du bâtiment.

2) *Les termes « extraits » ou « générés » sont-ils utilisés pour décrire le processus de création des dessins ?*

Si tel est le cas, il s'agit sans aucun doute d'un logiciel de modélisation géométrique. Certains logiciels intègrent des bibliothèques de commandes ou de programmes utilitaires qui régénèrent ou mettent à jour les plans et les nomenclatures en fonction des modifications apportées au modèle d'édifice. Ce processus est cependant à sens unique et attend des opérateurs CAO qu'ils vérifient la bonne exécution des mises à jour. Cette approche revient à exécuter un jeu de rapports sur une base de données après que les données ont été actualisées : les rapports ne sont alors plus que des objets inanimés, qui reflètent simplement l'état des données lors de l'exécution des rapports.

Un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique sophistiqué se reconnaît à sa capacité à coordonner les modifications et à préserver en permanence la cohérence du modèle. Cette approche est similaire à celle d'un tableur : il suffit de mettre à jour le modèle en un endroit pour que l'ensemble des vues, dessins et nomenclatures soit instantanément synchronisé.

3) *Lorsque vous faites glisser une légende de section à travers une vue en plan, la section est-elle immédiatement mise à jour ?*

Les logiciels à base de géométrie conventionnels n'intègrent généralement pas les annotations graphiques dans le modèle d'édifice. L'intégration complète des annotations de dessin dans le modèle d'édifice même est cependant un élément essentiel pour maintenir le lien entre les livrables graphiques et le modèle. Dans un logiciel à base de géométrie, une chaîne de cote apparaîtra simplement sous forme de texte ou sera tout au plus mise à jour si vous modifiez la géométrie sous-jacente. Avec un moteur de modification, le simple fait d'altérer le texte de cote modifie en conséquence la géométrie sous-jacente.

Dans un logiciel à base de géométrie, la vue en coupe et la ligne de légende de section sont généralement séparées et distinctes. La ligne de légende de section est alors une simple annotation passive. Dans un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique, la légende de section sert souvent à définir la coupe même. Il suffit alors de déplacer ou d'inverser la ligne de légende de section et la vue en coupe sera immédiatement mise à jour.

4) La solution BIM repose-t-elle sur des objets « intelligents » ?

Les logiciels de modélisation à base d'objets sont aujourd'hui très répandus. Ils intègrent – au niveau le plus simple – des aides au dessin symboliques, telles que des gabarits de plomberie ou de mobilier, qui servent alors de guides de traçage pour le dessin manuel. Lorsque l'industrie a commencé à associer des données - sous forme de nombres ou de noms - à ce type de symboles, ceux-ci ont été qualifiés d'« intelligents ». Dans certains cas, ces données, telles que la cote de hauteur, pouvaient affecter la géométrie du symbole : on a alors parlé de « paramètres » associés à des symboles « paramétriques ». D'autres relations de base, telles que l'« hébergement », ont été introduites entre les symboles. Elles permettaient, par exemple, à une fenêtre de rester attachée à un mur lorsqu'on le déplaçait.

Ces logiciels étaient cependant dépourvus de tout réseau de relations entre *l'ensemble* des composants du bâtiment. C'est là que réside tout l'intérêt d'un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique, conçu pour enregistrer, présenter et gérer toutes les relations, quel que soit l'endroit où elles se produisent dans le bâtiment.

Un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique efficace gère les données d'objets au niveau du composant et, mieux encore, permet d'intégrer dans le modèle l'ensemble des données concernant les relations entre les composants, les vues et les annotations. Une porte donnant sur une cage d'escalier pourra ainsi être verrouillée en place à une distance donnée de la contremarche afin d'assurer un espace de sortie suffisant ; une porte pourra être verrouillée à une distance donnée du mur afin de prévoir suffisamment de jeu pour les meubles ou pour permettre l'accès. Le modèle tout entier contient des données, pas uniquement les objets qui s'y trouvent.

Avantages de la modélisation de bâtiment paramétrique

Pourquoi la modélisation de bâtiment paramétrique est-elle aussi essentielle pour la BIM ? La BIM constitue une approche de la conception des bâtiments qui se caractérise par la création et l'utilisation de données calculables, coordonnées et intrinsèquement cohérentes. La fiabilité de ces données du bâtiment est la caractéristique essentielle de la BIM et des processus de conception numérique. Les solutions BIM à base de logiciels de modélisation de bâtiment paramétrique fournissent des données plus coordonnées, plus

fiables, plus cohérentes et de meilleure qualité que les logiciels CAO à base d'objets, qui ont été modifiés dans une optique BIM.

Des applications spécialisées

Les applications BIM qui utilisent des logiciels de modélisation de bâtiment paramétrique tels que Revit sont conçues pour fournir automatiquement ce type de données. La présentation graphique des données (dessins ou rendus) d'une solution BIM CAO, avec ou sans objets, peut certes ressembler à celle d'un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique, mais est-elle aussi coordonnée, intrinsèquement cohérente et fiable ?

La technologie CAO est rarement utilisée pour les applications BIM, en raison de la somme considérable d'efforts nécessaires pour inclure et coordonner les données du bâtiment, telles que la nomenclature, le coût, la portée de l'étude, les performances du bâtiment, etc.

Les systèmes CAO à base d'objets plus sophistiqués conservent certaines des données (non graphiques) du bâtiment dans une structure logique aux côtés des graphiques 3D de l'édifice. Les utilisateurs peuvent alors extraire ces données pour obtenir des informations sur les quantités et les attributs, tout comme ils extraient des dessins 2D de graphiques 3D. Les systèmes CAO à base d'objets restent cependant « ancrés » sur les graphiques. Des outils (et des efforts) supplémentaires sont donc nécessaires pour assurer la synchronisation des données graphiques et non graphiques et préserver l'intégrité et la coordination des modèles CAO, tout en offrant les avantages de l'approche BIM. Citons à ce titre l'outil Solibri Model Checker, conçu pour identifier les incohérences et les erreurs dans les données produites à partir de modèles CAO à base d'objets, avant que ces données soient réutilisées ailleurs. Plus le projet est important et plus il faut d'efforts pour assurer la coordination des données : le risque d'incohérences s'en trouve alors accru.

Un modèle de bâtiment paramétrique associe un modèle de conception (géométrie et données) à un modèle comportemental (gestion des modifications). Le modèle d'édifice tout entier et le jeu complet des documents de conception figurent dans une base de données intégrée, où chaque élément est paramétrique et interconnecté.

La modélisation de bâtiment paramétrique est souvent comparée à un tableur, où toute modification apportée entraîne automatiquement la mise à jour de ce dernier. Il en va de même pour un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique : ce dernier assure la coordination automatique en temps réel des données sur toutes les vues du modèle. Personne ne songerait à mettre manuellement à jour un tableur. De la même manière, il n'est pas nécessaire de réviser manuellement un document ou une nomenclature provenant d'un logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique.

Cette associativité à double sens et cette propagation immédiate et exhaustive des modifications se traduisent par un modèle fiable, cohérent et de haute qualité, qui est au cœur du système BIM et qui facilite les processus de conception, d'analyse et de documentation numériques.

L'essence même de la conception

La modélisation de bâtiment paramétrique capture la véritable essence de la conception : l'intention du concepteur. Outre qu'elle simplifie la création logicielle du bâtiment, l'approche paramétrique permet un examen beaucoup plus approfondi du modèle et par là même une meilleure conception de l'édifice.

Le logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique Revit favorise en outre l'optimisation de la conception et permet aux architectes de développer et d'étudier simultanément plusieurs solutions à partir d'un même modèle. Les variantes de conception peuvent être activées et désactivées sur le modèle à des fins de visualisation, de quantification et d'analyse de scénarios. Le système effectue le suivi de toutes les relations au sein des différentes versions de conception, et les modifications sont propagées sans effort à tous les niveaux et toutes les versions du modèle.



Figure 2

La modélisation de bâtiment paramétrique permet aux entreprises d'intégrer des décisions de conception détaillée dans un modèle d'édifice numérique, tel que celui-ci réalisé par le cabinet d'architecture australien Architectus (www.architectus.com.au). La vision du concepteur est ainsi directement transposée dans les documents de construction.

Analyse de conception

Dans la pratique, un grand nombre de modèles d'édifices numériques ne contiennent cependant pas de données suffisantes pour permettre l'analyse et l'évaluation des performances du bâtiment. Comme pour les modèles physiques et les dessins traditionnels, l'évaluation des performances d'un bâtiment à partir de représentations graphiques de solutions CAO, avec ou sans objets, exige un degré important d'intervention et d'interprétation de la part de l'utilisateur, ce qui rend toute analyse trop onéreuse et/ou trop longue.

Dans un modèle de bâtiment paramétrique, la plupart des données nécessaires à l'analyse de conception sont automatiquement saisies au fur et à mesure de l'évolution du projet. Le modèle contient le niveau de détail et de fiabilité nécessaire pour effectuer ces analyses à un stade précoce du cycle de conception et permet aux concepteurs d'effectuer eux-mêmes une analyse de routine, par exemple en termes d'énergie, tout en fournissant un retour d'information immédiat sur les autres solutions de conception très tôt dans le processus de conception.

Documentation

Autodesk est convaincu que seule une architecture de données spécialisée, articulée autour d'un modèle de bâtiment paramétrique, peut offrir l'ensemble des documents conventionnels, immédiatement et de manière fiable, précise et coordonnée. Une solution BIM capable de coordonner les modifications et de maintenir en permanence la cohérence du modèle permet aux utilisateurs de consacrer plus de temps à la conception et moins à la gestion des modifications. Cette fonction de gestion des modifications intégrée revêt une importance cruciale pour le processus de construction discontinu - qui dépend encore largement de la documentation de construction - et permet de produire en toute confiance les livrables.

Une fiabilité à toute épreuve

Bien que la notion de modèle d'édifice numérique ne date pas d'aujourd'hui, la technologie BIM suscite un regain d'intérêt certain par rapport à l'utilisation des données de bâtiments numériques pour améliorer l'efficacité des processus métier. Le fait qu'un outil auteur puisse produire un modèle numérique ne signifie cependant pas nécessairement qu'il convienne à une application BIM. Une solution BIM à base de logiciel de modélisation de bâtiment paramétrique est l'assurance de données de construction numériques fiables pour l'ensemble des processus métier.

À propos de Revit

La technologie Autodesk Revit® est une plate-forme d'Autodesk spécialisée dans la modélisation des données du bâtiment (BIM). Reposant sur la plate-forme Revit, les logiciels Revit Architecture, Revit® Structure et Revit® MEP sont des systèmes complets de conception et de documentation dédiés au secteur du bâtiment, qui prennent en charge toutes les phases de la conception et de la documentation de construction. Des études conceptuelles aux nomenclatures et aux dessins de construction les plus détaillés, les applications Revit vous aident à être plus compétitif, grâce à un niveau supérieur de coordination et de qualité, et peuvent contribuer à augmenter la rentabilité des architectes et de l'ensemble de l'équipe du projet de construction.

Le moteur de modifications paramétriques de la plate-forme Revit coordonne automatiquement toutes les modifications, qu'elles aient été effectuées dans des vues de modèles, des feuilles de dessin, des nomenclatures, des coupes, des plans ou autre.

Pour plus d'informations sur la technologie de modélisation des données du bâtiment, visitez <http://www.autodesk.fr/bim>. Pour en savoir plus sur la plate-forme Revit et ses applications de domaines spécifiques, visitez <http://www.autodesk.fr/revit>.

Autodesk®

Autodesk et Revit sont des marques déposées d'Autodesk, Inc., aux États-Unis et dans d'autres pays. Tous les autres noms de marques, de produits ou marques commerciales appartiennent à leurs propriétaires respectifs. Autodesk se réserve le droit de modifier les offres et les spécifications de produits à tout moment sans préavis et ne saurait être tenu responsable des erreurs typographiques ou graphiques susceptibles d'apparaître dans ce document. Les logiciels de conception assistée par ordinateur et les autres logiciels techniques sont des outils destinés à être utilisés uniquement par des professionnels dûment formés et ne sauraient remplacer votre jugement professionnel.

©2007 Autodesk, Inc. Tous droits réservés.