

LIVRE BLANC sur le *PT MODELEUR DE STRUCTURES*

Logiciels SCIA pour la Modélisation Structurée de l'Information en Bâtiments (Structural Building Information Modeling - S-BIM)

Jean-Pierre Rammant, Président de SCIA International - Juin 2004

Introduction

Ce document a pour objet d'explicitier la stratégie produits de SCIA en rapport avec les besoins et contraintes de l'industrie de la construction. En effet l'industrie de la construction dégage des marges bénéficiaires relativement faibles ce qui accentue les pressions pour concevoir et réaliser rapidement les structures. Cela provoque souvent des dépassements de budgets dus à des erreurs de conceptions ou d'organisation. Le coût de ces erreurs est difficile à calculer mais on estime qu'il dépasse certainement les profits.

Dans ce contexte, les outils software ont depuis longtemps apporté des solutions. Aujourd'hui, tout bureau de conception utilise un outil logiciel de dessin, la plupart du temps en 2D. C'est un premier pas vers la modernisation des méthodes de conception dans un domaine généralement fort conservateur où l'attitude « pourquoi changer si ça marche ? » semble générale. Cependant, les logiciels, depuis plus de 20 ans ont évolué à un rythme bien plus important que celui de leur adoption par les bureaux d'étude. A noter que le rythme d'adoption d'outils 3D basés sur des technologies orientées objet est beaucoup plus grand dans le domaine de l'industrie mécanique (automobile, aéronautique) qui confirme sa satisfaction. Pourtant l'industrie de la construction partage un grand nombre de points communs avec celle de la mécanique. Par exemple la pression concurrentielle, le grand nombre de partenaires impliqués dans un projet, les modifications des cahiers de charges en cours de projet et le raccourcissement des délais.

Actif sur ce marché depuis 30 ans, SCIA a perçu et analysé les évolutions et les opportunités offertes par l'évolution du hardware et des systèmes d'exploitation. Ses produits évoluent donc vers une plus grande prise en compte des besoins et contraintes de tous les acteurs afin de leur permettre d'aller plus vite tout en conservant ou en augmentant la qualité de la conception et de l'exécution.

Que signifie un Modeleur de Structures ?

Le modeleur de structure est le noyau des outils SCIA. Un modeleur de structures est une base de données centrale pour des structures en 3D. On le décrit par l'acronyme S-BIM, issu de l'anglais Structural Building Information Modeling (*Modélisation Structurée de l'Information en Bâtiments*). D'autres auteurs – plutôt actif en architecture – le décrivent : Modélisation de Données Architecturales, MDA (voir Autodesk Revit).

Il permet un gain de temps et réduit le nombre d'erreurs par l'intégration et la coordination de **toutes** les données structurelles du projet, tout en procurant une plate-forme pour la conception, le dimensionnement et la construction. L'information disponible comprend les données géométriques, physiques, celles concernant la solidité et la résistance et les liens logiques d'une construction générale. Sa structure ouverte permet une intégration directe avec d'autres logiciels destinés à la conception et au calcul de structures, tels que la CAO, la fabrication, la visualisation, l'analyse, etc.

Les fonctionnalités de modelage actuelles

Le modeleur structurel de *SCIA.ESA PT* (Professional Technology) est basé sur un système d'axes 3D intelligent intégrant la structure. Le modèle est créé à l'aide d'objets de construction de toutes sortes de matériaux (acier, béton armé, béton précontraint, bois, aluminium...). Des éléments structurels tels que poutres, poteaux, appuis, fondations, sols, murs, plaques, boulons, ancrages, tôles, poutres à treillis, escaliers, rampes forment les structures. Si des modifications sont apportées à la géométrie du projet, **le modèle et l'information liée sont immédiatement mis à jour**. Afin de faciliter la modélisation, les fonctions 'défaire' et 'refaire' sont également

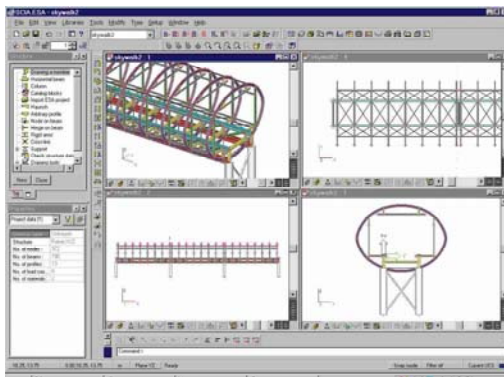
disponibles. Une nouvelle interface graphique intuitive et originale, entièrement basée sur Windows, permet un emploi cohérent des propriétés de l'objet. L'utilisateur peut se servir d'un menu d'aide interactif ainsi que de nombreuses options de configuration et de paramétrage qui guident **les utilisateurs de tous niveaux**. Une visualisation 3D réelle de toute l'information géométrique et structurelle est disponible avec des options illimitées pour les vues (OpenGL) et la représentation, y compris "fly through".

Les opérations sur les objets constituent la base pour l'assemblage de structures plus complexes.

Le modeleur de structures comprend des bibliothèques ouvertes pour acier, béton, matériaux multiples et éléments de construction généraux. **Les gabarits** facilitent la saisie de géométries paramétrées, d'éléments de construction, d'assemblages.

La galerie d'images contient des dessins et coupes du modèle automatiquement générés: des plans d'aperçu ainsi que des plans de détail sont sortis et générés ; ils peuvent être édités et assemblés dans une grande feuille à dessin. Pour le rapportage (par exemple des propriétés de la section, des quantités), **un document actif** est disponible ; des gabarits prédéfinis de documents permettent un rapportage facile de manière individuelle.

Inversement, **les modifications apportées aux valeurs saisies dans le document entraîneront une mise à jour du modeleur de structures ainsi qu'une nouvelle génération du dessin et du document.**



Exemple de structure métallique
(passerelle à la foire de Hanovre)

Nom	Type	Long	Poids	Vol	Surtout	Type	Type
101	101	1.700	100	100	100	100	100
102	102	1.700	100	100	100	100	100
103	103	1.700	100	100	100	100	100
104	104	1.700	100	100	100	100	100
105	105	1.700	100	100	100	100	100
106	106	1.700	100	100	100	100	100
107	107	1.700	100	100	100	100	100
108	108	1.700	100	100	100	100	100
109	109	1.700	100	100	100	100	100
110	110	1.700	100	100	100	100	100
111	111	1.700	100	100	100	100	100
112	112	1.700	100	100	100	100	100
113	113	1.700	100	100	100	100	100
114	114	1.700	100	100	100	100	100
115	115	1.700	100	100	100	100	100
116	116	1.700	100	100	100	100	100
117	117	1.700	100	100	100	100	100
118	118	1.700	100	100	100	100	100
119	119	1.700	100	100	100	100	100
120	120	1.700	100	100	100	100	100

Document actif d'un modèle

Modélisation paramétrique

L'utilisateur a le loisir de remplacer les attributs de l'objet (dimensions, propriétés, offsets, inclinaisons...) par des variables ou par des formules comprenant des variables, **sans programmation** quelle que ce soit. Il peut développer ou adapter le logiciel jusqu'à ce qu'il réponde entièrement à ses propres besoins. Ce développement offre de nombreux avantages sur le plan de la flexibilité et de la productivité. **A l'aide des gabarits prédéfinis, des modèles entiers peuvent être générés en quelques secondes.** Il est possible de créer des bibliothèques d'éléments de construction. Les variables sont reprises dans les tableaux des propriétés avec leurs valeurs standards. Les relations et règles sont définies par des formules, qui permettent d'intégrer les intentions de l'utilisateur dans le processus de conception : par exemple, une panne qui doit rester au-dessus des poutres à treillis, quelles que ce soient les dimensions des deux, ou encore, pour une travée L, n portiques sont requises.

Bibliothèques et gabarits

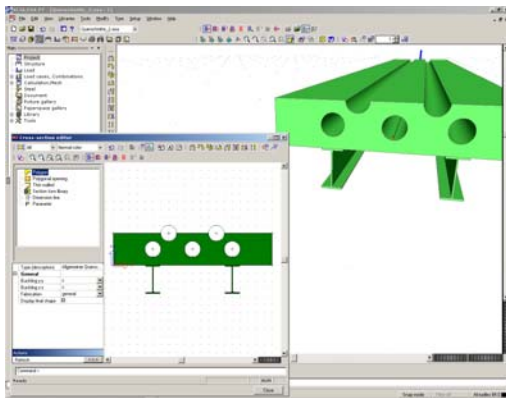
Les sections standards sont courantes dans la construction actuelle, bien que leur géométrie et leurs propriétés puissent varier en fonction du pays où elles sont utilisées. Certains matériaux, tels que le béton, permettent une définition libre de la section avec des formes arbitraires. Les sections varient également le long de l'axe de la barre (par exemple demi-arcs, hauteur variable, épaisseur variable). Tout ceci, y compris la forme, les variables,

les dimensions, l'assemblage des différentes parties, etc., peut être configuré dans l'environnement PT. Les bibliothèques ouvertes sont disponibles pour:

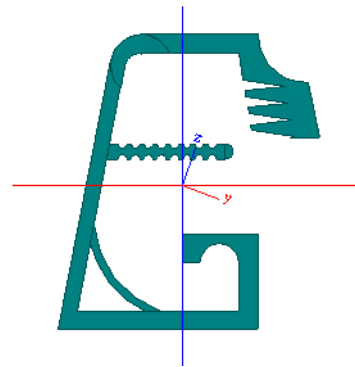
- ACIER: poutres en acier (normales & mixtes, droites ou courbées), assemblages métalliques (plaques d'extrémité, angles de collier...), portiques en acier, toitures en acier, plaques d'appui en acier, contreventements, escaliers et rampes, main-courante, poutres 2D / 3D, portiques 2D / 3D...
- BETON: poutres en béton, fondations, poteaux préfabriqués, murs préfabriqués, dalles préfabriquées.... La géométrie du béton et l'acier d'armatures sont sauvegardés
- Matériaux MIXTES: poteaux & poutres, planchers ... toute combinaison de matériaux figurant dans les sections transversales est archivée.

Les propriétés, les dimensions, les descriptions, les paramètres ... sont sauvegardés en même temps que les données relatives à la résistance et la solidité de la structure: zone, surface, inertie, distribution des contraintes ...

Toutes les bibliothèques des sections et les gabarits géométriques sont complètement ouverts aux utilisateurs. Les données sont utilisées dans le modeleur pour générer les métrés ou pour la conception. Il est possible de gérer et de maintenir plusieurs bibliothèques en parallèle (par exemple la bibliothèque standard propre à une société à côté de la bibliothèque industrielle standard, bibliothèques régionales...), tant bien pour les sections transversales que pour les gabarits.



Section: dalle sur poutre en acier



Section en aluminium

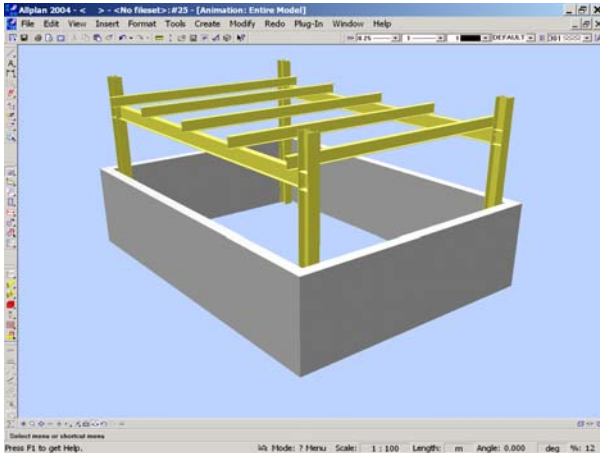
Implémentation

Comment le Modeleur de Structures SCIA.ESA PT s'intègre-t-il dans le parc informatique existant ? Il peut être utilisé sur une station individuelle, intégré dans un réseau ou encore dans un système CAO. Le Modeleur de Structures PT a été intégré, par exemple, dans Allplan (Nemetschek) au moyen d'un lien objet XML direct, pour former ainsi la base pour Allplan Steel Design, une application pour la modélisation CAO de structures en acier; en liaison avec Allplan Architecture, Allplan Engineering Concrete, Allplan Engineering Steel Design et Allplan Precast. L'architecture orientée objet de Allplan produit ainsi une solution CAO très intéressante pour les architectes et ingénieurs.

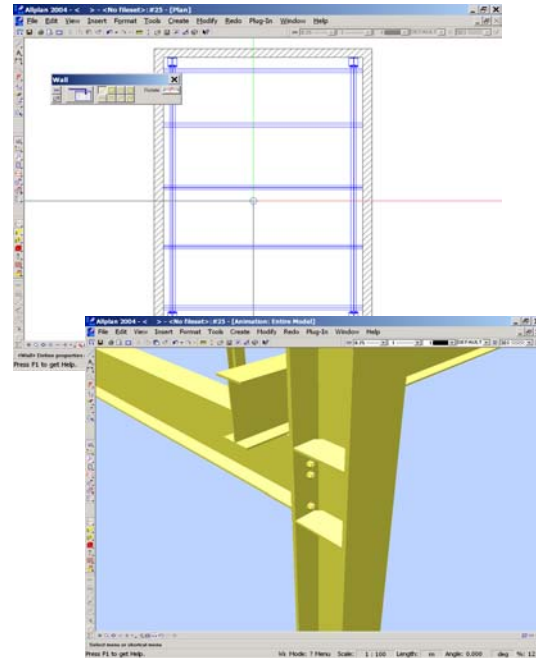
Le Modeleur de Structures PT est également à la base de SCIA • ESA (Engineering Structural Analysis), un logiciel intégré pour l'analyse/la conception/le détail. Ici, le modeleur comprend des options pour la conception industrielle.

Le Modeleur de Structures SCIA.ESA PT fait partie intégrante de la plate-forme PT qui inclut l'interface objet (Open Database Connectivity), les gabarits, le paramétrage, la bibliothèque des gabarits, l'interface graphique, etc.

Le Modeleur comprend un nombre de liens, facilitant l'échange de données avec les autres systèmes (échange de dessins AutoCAD DWG, PSS Produkt Schnittstelle Stahlbau & DSTv Stahl pour l'échange de données relatives à l'acier).



Allplan: Modelage et dessin d'une structure métallique



Projets actuels & futurs

Les fonctions de base sont disponibles pour la modélisation de structures en acier et en béton armé. Grâce aux composants « objet », la fonctionnalité est très étendue. Pensons par exemple à l'interactivité des assemblages; l'utilisateur **déplace une poutre et tous les assemblages et dessins affectés sont automatiquement mis à jour. Un autre exemple : l'acier d'armatures interactif dans béton: l'utilisateur change le coffrage du béton et le lay-out de l'armature s'adapte.**

Pour la modélisation paramétrique, des formules plus complexes (avec des opérandes logiques telles que IF ... THEN ...) seront implémentées afin de pouvoir réaliser des « relations » plus étendues telles qu'une associativité bi-directionnelle, calage, encastremements, objectifs de conception...

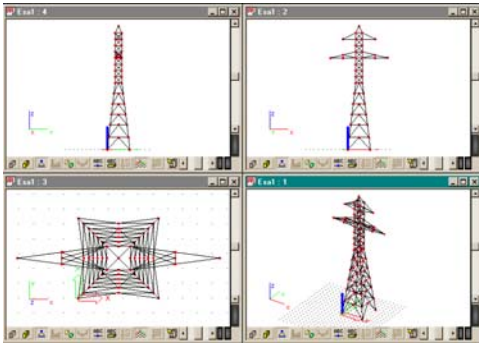
D'autres extensions sont prévues, entre autre pour visualiser les modifications apportées au modèle (révision), pour faciliter le travail simultané de plusieurs utilisateurs sur un même modèle, pour l'extension des rapports générés à partir du modèle et pour améliorer les opérations sur les objets en béton, tels que la coupe, l'ébarbage, l'assemblage. La préparation d'une visualisation virtuelle – avec une Réalité Supérieure – est en cours. L'accès et la visualisation au moyen d'un navigateur Internet sont déjà implémentés.

Les efforts seront doublés pour conformer le modeleur aux normes IAI (International Alliance for Interoperability) –IFC (Industry Foundation Classes).

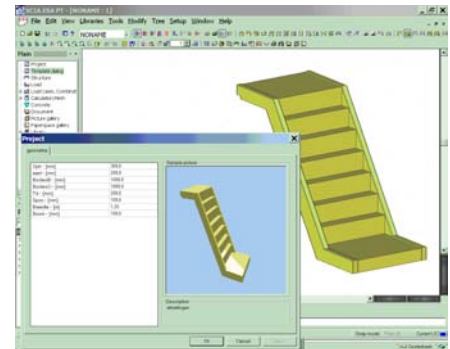
En dernier lieu, des applications sont prévues pour augmenter la fonctionnalité des calculs des coûts, des spécifications du projet et du planning de la construction.

Applications typiques pour la modélisation de structures

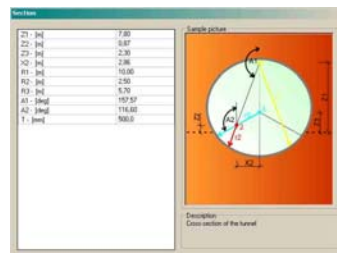
Il est clair que le modeleur est prévu pour les structures classiques, c'est-à-dire des structures en acier avec leur lay-out (plan des formes) et détails (généralement des assemblages), des structures en béton et leur lay-out. Les matériaux mixtes (acier et béton) sont modélés de façon tridimensionnelle, pour répondre au maximum à la réalité et à la pratique. Le détail de béton préfabriqué est un autre atout de la fonctionnalité paramétrique. Le Modeleur de Structures PT est fort populaire dans différents domaines spécifiques: l'échafaudage, les rayonnages industriels, les pylônes. Une application a été créée spécialement pour la modélisation d'escaliers en béton ; une autre pour la modélisation des sections transversales de tunnels. Les utilisateurs peuvent eux-mêmes modéliser toute forme structurale, qui donne accès à un nombre illimité d'applications. De plus, le modeleur permet de réutiliser les éléments structurels créés.



Modèle paramétrique d'un pylône

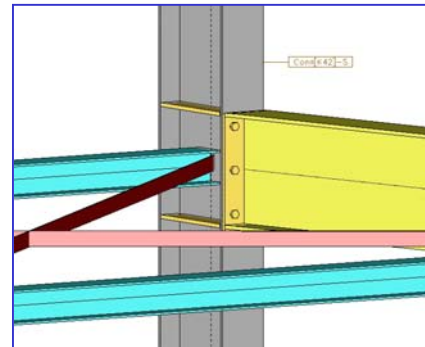
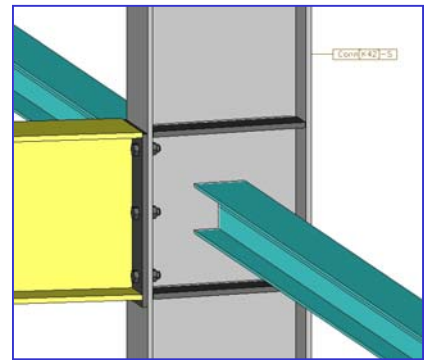
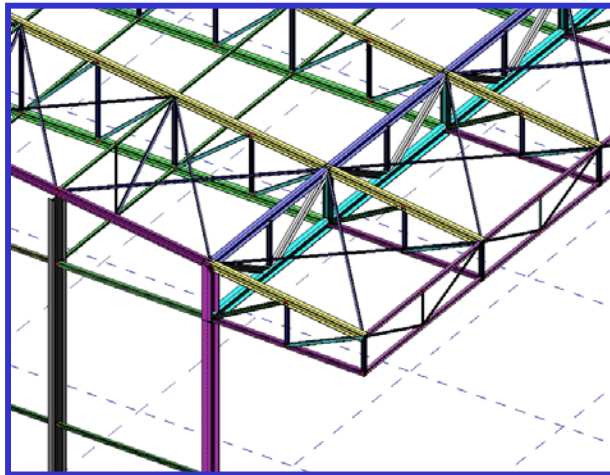
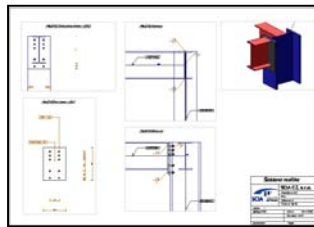
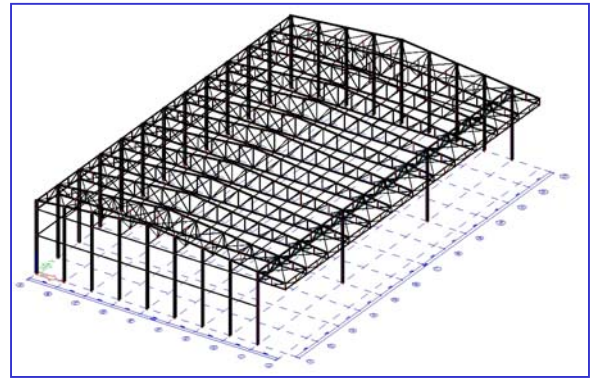
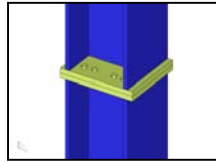
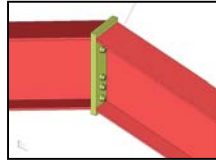
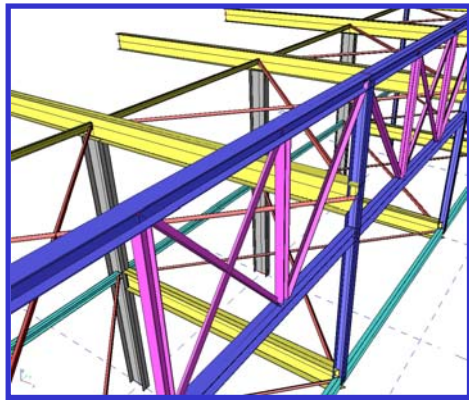


Modèle paramétrique d'un escalier en béton

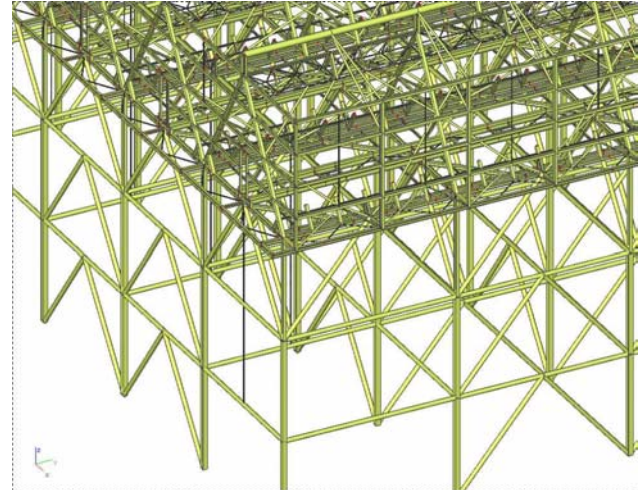
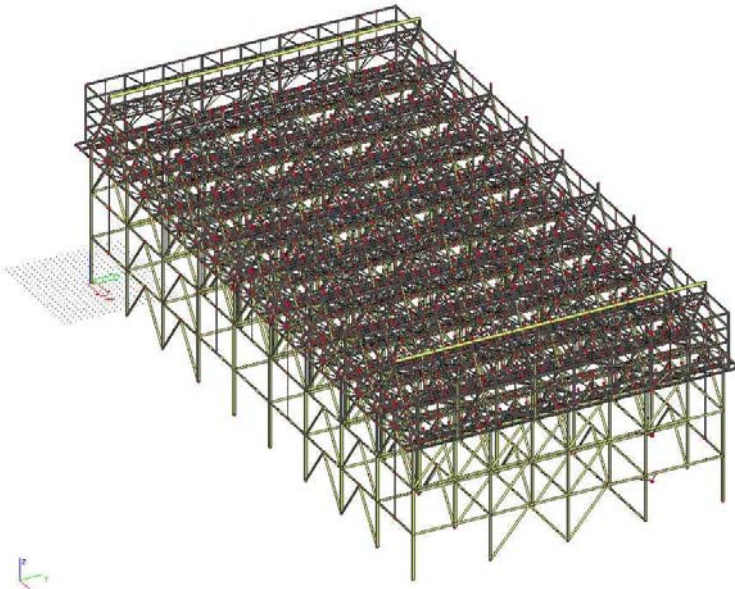


Modèle paramétrique d'un tunnel



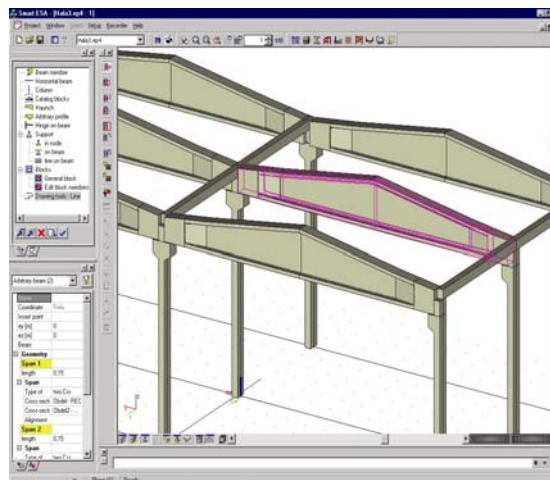


Exemple de structure métallique modélisée avec SCIA.ESA PT



Grande structure métallique (7000 barres) avec le modeler SCIA.ESA PT

Structure en béton préfabriqué avec le modeler SCIA.ESA PT



Avantages pour le client

Le Modeler offre les avantages suivants: l'intégration entraîne **un échange d'information complet et rapide** entre les ingénieurs-concepteurs et les dessinateurs. Les dessins dérivés du modèle sont cohérents (il n'est plus nécessaire d'effectuer des contrôles manuels) et de qualité supérieure. Ceci permet une meilleure compréhension de la structure et de ses détails ; **une efficacité accrue** grâce aux dessins et aux rapports automatiques, temps de préparation réduit pour un projet et automatisation des tâches répétitives. De plus, puisqu'il est facile à apprendre (intégré Windows, plus besoin d'un environnement CAO supplémentaire), les frais d'investissement sont faibles. Selon les témoignages, la valeur réelle de son apport équivaut à **un gain de plus de 10%** en ce qui concerne le temps et le total des frais consacrés au projet.

Conclusions

Structural Building Intelligent Modeling (S-BIM) est certainement une technologie révolutionnaire pour le monde de la construction.

Parmi les fonctions principales, il y a la modélisation du contenu graphique et non-graphique, l'adoption des objets paramétriques, la personnalisation facile (gabarits, bibliothèques) et la sortie automatique de dessins et rapports. BIM est également une base de données digitale de collaboration, qui changera rapidement les processus de conception actuels ; les dessins sont sauvegardés dans la base de données sous forme de vues et non plus comme la représentation d'un format fixe. Le concept offrira de nouvelles applications permettant un meilleur planning et management des structures et deviendra partie intégrante de la gestion « Structure Life Cycle », dans laquelle la maintenance, l'inspection et les adaptations aux structures seront possibles.

SCIA

SCIA est un acronyme de Scientific Applications, une notion indiquant sa base technologique. SCIA est une société éditrice de logiciels, créée en 1974, dont le siège social se trouve en Belgique. Elle développe, commercialise et supporte des logiciels dédiés à la technique de la construction. Les logiciels haut de gamme de SCIA sont généralement utilisés pour concevoir et détailler des bâtiments, des ponts et d'autres structures industrielles complexes. SCIA est le leader des marchés du Benelux, de la république Tchèque et de Slovaquie. Elle a un réseau international de filiales et distributeurs-partenaires dans 15 pays. Ses produits sont traduits en 8 langues; plus de 7.000 licences ont été vendues à plus de 4.500 clients situés dans quelques 20 pays.