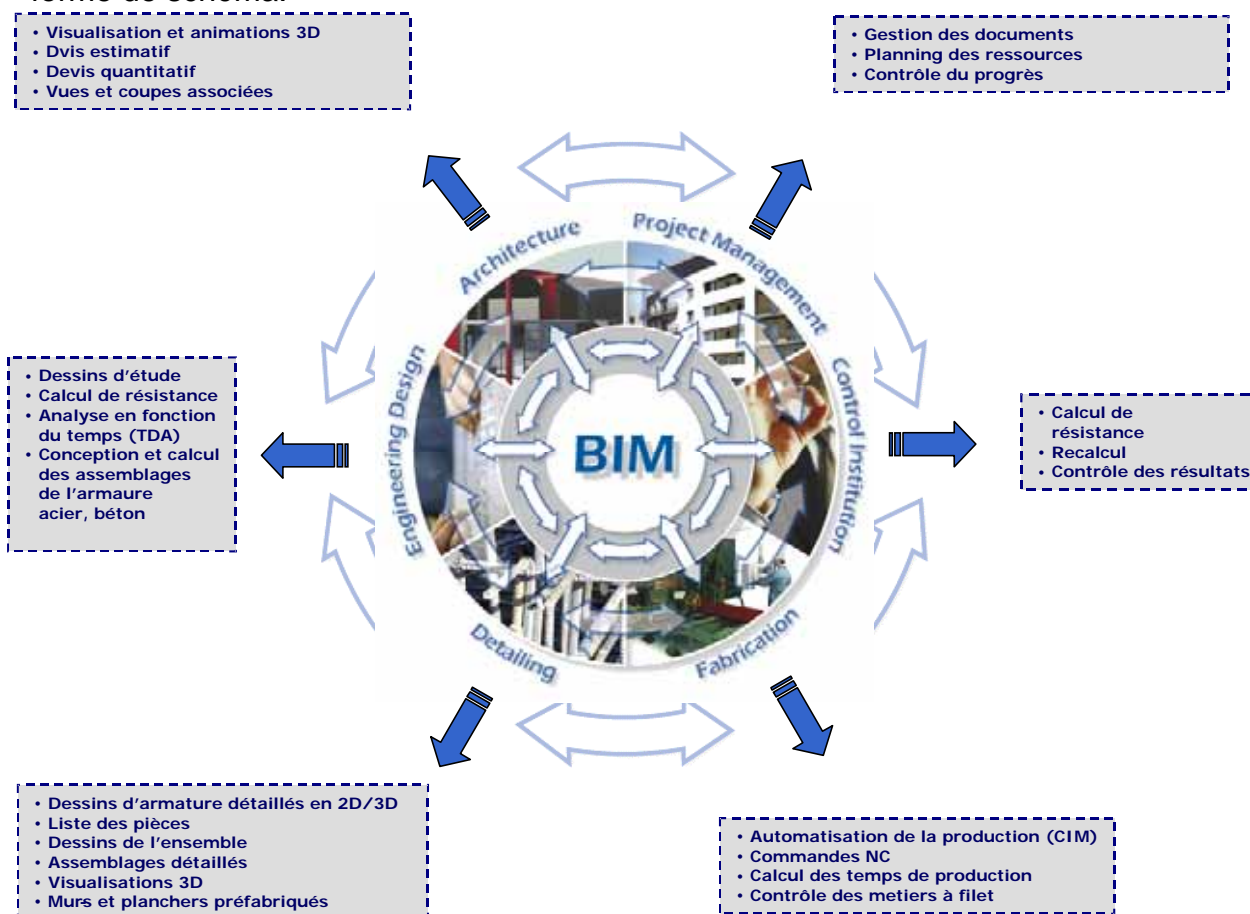


Ce document explique la technologie de “Roundtrip Engineering”, qui est développée par les entreprises SCIA et Nemetschek en rapport avec d’autres techniques de collaboration (telles que IFC) adaptées dans la B.I.M. (Building Information Modelling, *Modélisation de l’information de construction*) actuelle. L’efficacité du roundtrip engineering pour les applications industrielles dans les constructions est prouvée au moyen d’exemples pratiques.

## 1. Interopérabilité

Un tournant important est réalisé dans le bâtiment par une coordination améliorée des différentes disciplines; l’information relative à la construction est partagée pendant tout le cycle de construction grâce à B.I.M. (Building Information Modelling, *Modelage de l’information de construction*). L’utilisation de modèles 3D aboutira à l’amélioration de la documentation (dessins, rapports, quantités...) et de la collaboration, puisque les modèles sont transmis d’un partenaire à l’autre. La collaboration BIM est représentée ci-après sous forme de schéma.



Les nombreuses activités des différents partenaires impliqués dans le processus de construction sont recueillies via l’échange de données sur base d’un modèle 3D. Le concept BIM offre l’avantage que les solutions partielles (p.ex. un lien entre l’élaboration de dessins

détaillés et la fabrication ou un lien entre les modèles de l'architecte et l'ingénieur technique) aboutissent à des résultats immédiats.

## **2. Lien IFC entre IAO et CAO**

Compte tenu de la diversité des nombreux logiciels utilisés par les ingénieurs et les architectes, une méthodologie est en cours de développement au niveau international en vue d'un échange d'information maximal. L'International Alliance for Interoperability (*l'Alliance Internationale pour l'interopérabilité*, établie en 1995) a lancé une initiative importante à ce sujet, c'est-à-dire I.F.C., Industry Foundation Classes (*Classes de Fondation Industrielles*). Les IFC décrivent le modèle de construction et ses composants ainsi que les rapports entre eux dans un modèle simple, qui est partagé par différentes applications. La version IFC actuelle, 2<sup>e</sup> édition 3 est supportée par de nombreux bureaux de logiciel, tels que Autodesk, Graphisoft, Nemetschek, Robobat, Tekla, Bentley et SCIA. Une bonne compréhension des implémentations pour l'importation/l'exportation IFC des différentes sociétés de logiciel est essentielle:

- Le format d'échange IFC comprend plusieurs "domaines" ; au niveau de la construction, il y a le domaine architectural, le domaine structurel, le domaine de l'analyse et le domaine des dessins détaillés.  
La plupart des bureaux de logiciel utilisent seulement un ou deux domaine(s) pour la représentation des données.
- La fonctionnalité des classes de fondation et des objets est améliorée en permanence; on ajoute par exemple des objets structurels supplémentaires pour les fondations. La description complète d'un modèle structurel lisible par tous les bureaux de logiciel demandera toutefois plus de temps. Les données de modelage plus avancées ne sont pas encore décrites: ainsi, les modèles de l'armature métallique sont toujours limités dans le modèle structurel, etc.
- IFC permet d'importer et d'exporter les données du modèle, mais ne possède pas de mécanisme de mise à jour automatique. Il est toutefois possible d'avoir recours à des outils d'actualisation propres pour la mise à jour des objets utilisés dans deux applications différentes par l'accès à l'UUID (Universal Unique Identifier, *Identifiant Universel Unique*). L'outil est développé de façon à entreprendre les démarches correctes pour la mise à jour, l'enlèvement, l'ajout etc. d'un (nouvel) objet.
- Les modèles sont importés et exportés du même domaine: ainsi, un modèle architectural sera exporté vers une application qui, elle aussi, est capable de traiter des modèles architecturaux.

Nous sommes convaincus que chaque auteur sérieux, qui crée un logiciel pour le bâtiment, doit supporter IFC au maximum. Nemetschek et SCIA sont des affiliées actives des groupes de travail IFC. Les différents domaines IFC sont graduellement implémentés dans plusieurs modules des logiciels de ces deux sociétés (vues architecturales, vues de la structure, vues pour l'analyse, dessins de détail).

Nemetschek supporte les vues architecturales IFC 2x3 (sortie Allplan 2006)

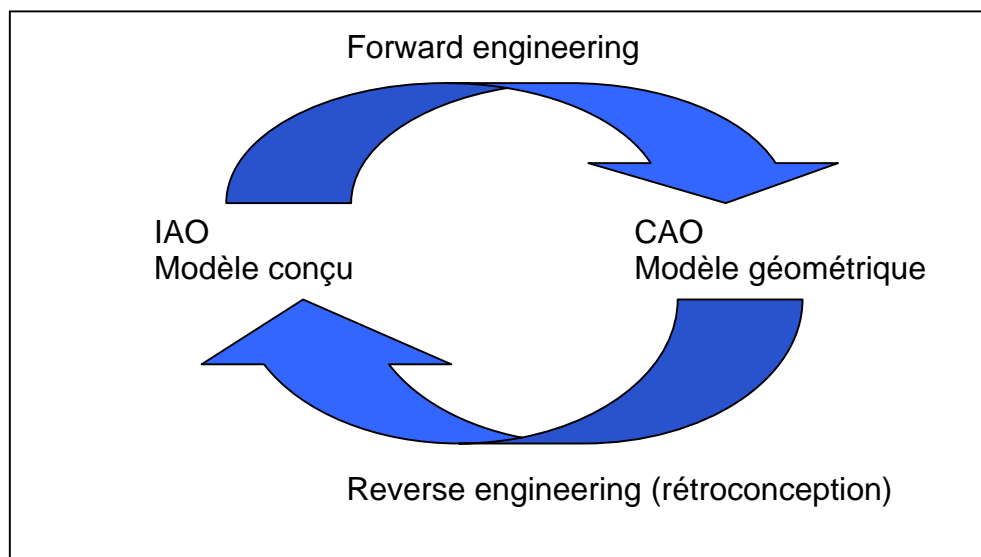
SCIA supporte la vue de la structure IFC 2x3 (sortie SCIA • ESA PT 2006.1); dans SCIA • ESA PT, le modèle structurel génère automatiquement un modèle d'analyse.

Un lien direct (avec Roundtrip Engineering, voir ci-après) est implémenté entre Allplan (vue architecturale) et SCIA • ESA PT (vue de structure).

La plupart des fournisseurs de logiciel IAO supportent exclusivement le modèle d'analyse IFC 2x3, qui permet la transmission de données à d'autres logiciels IAO. Contrairement au malentendu persistant, un lien entre les modèles du même domaine n'est pas synonyme de lien entre CAO et IAO.

### 3. Roundtrip Engineering

Une technologie de collaboration plus intégrée et plus avancée est celle dite "roundtrip engineering". Elle peut être schématisée comme suit:



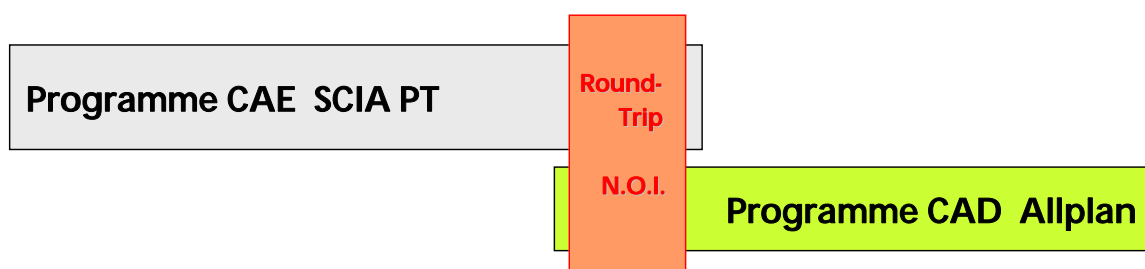
Pratiquement chaque conception d'une construction est un processus itératif de perfectionnement, révision et modification des détails architecturaux, d'ingénierie ou de construction (fabrication). Une solution roundtrip, dans laquelle le concepteur ou le dessinateur peut commencer ou éditer le modèle dans une phase arbitraire, correspond au mieux à la réalité et aboutira à l'intervalle le plus court entre la conception et la fabrication ou la réalisation.

Reverse engineering ('rétro-conception') reconstruit le modèle de conception à partir du modèle CAO géométrique, un avantage supplémentaire.

SCIA réalise le roundtrip engineering en développant avec Nemetschek une interface commune entre deux plates-formes, une pour IAO et une autre pour CAO.

Les calculs IAO compliqués peuvent être effectués tout en restant dissimulés pour l'utilisateur CAO normal. SCIA réalise le roundtrip engineering en développant avec Nemetschek une interface commune entre deux plates-formes, une pour IAO et une autre pour CAO.

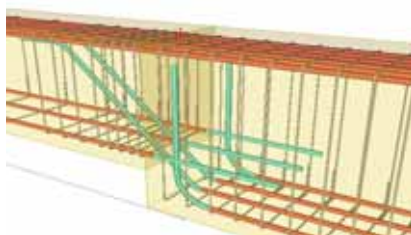
Les calculs IAO compliqués peuvent être calculés tout en restant dissimulés pour l'utilisateur CAO normal.



Le programme SCIA PT (Professional Technology, *Technologie Professionnelle*) sert de base pour le modelage IAO, avec un modèle structural et d'analyse cohérent pour les éléments de construction et les structures en acier et béton. Les objets structuraux sont directement liés aux parties correspondantes dans le programme Allplan à l'aide de l'Interface Objet Nemetschek. Les profils en acier et les éléments de construction en béton sont mutuellement compatibles.

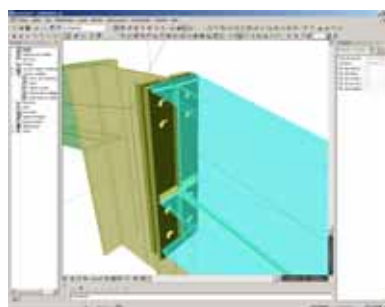
Dans ce cas-ci, un transfert (dans les deux directions) est réalisé entre le modèle IAO et CAO, par opposition au lien entre les modèles du même domaine, basé sur IFC. Le roundtrip n'est cependant pas limité à l'importation/l'exportation. Quelques avantages supplémentaires sont implémentés:

- Le mécanisme d'actualisation maintient la compatibilité du modèle IAO et CAO; les données extérieures (p.ex. données de conception) sont sauvegardées comme des propriétés 'Blob' (Binary Large Objects, *Grands Objets Binaires*)
- La position des labels est maintenue dans les vues associées après modification
- Les perfectionnements et les modifications peuvent être apportés aux parties sélectionnées d'une construction; ils seront transférés à l'autre application.  
p.ex. la modification des crochets RC en acier ou des diamètres de l'armature aboutira à un remodelage (ou nouvelle analyse) rapide



Modèle RC d'une poutre (Allplan) remodelée en SCIA • ESA PT

p.ex. la modification des types d'assemblage en acier aboutira à un remodelage



Assemblage boulonné en acier adapté dans Allplan Steel Design et recalculé avec SCIA • ESA PT

- Les techniques de modelage rapide d'un programme se reflètent dans l'autre  
p.ex. le modelage paramétrique des éléments de construction (option dans SCIA PT)  
gabarits définis par l'utilisateur (dans SCIA PT)  
copier, déplacer, miroiter (fonctions CAO) pour modèles techniques dans Allplan)

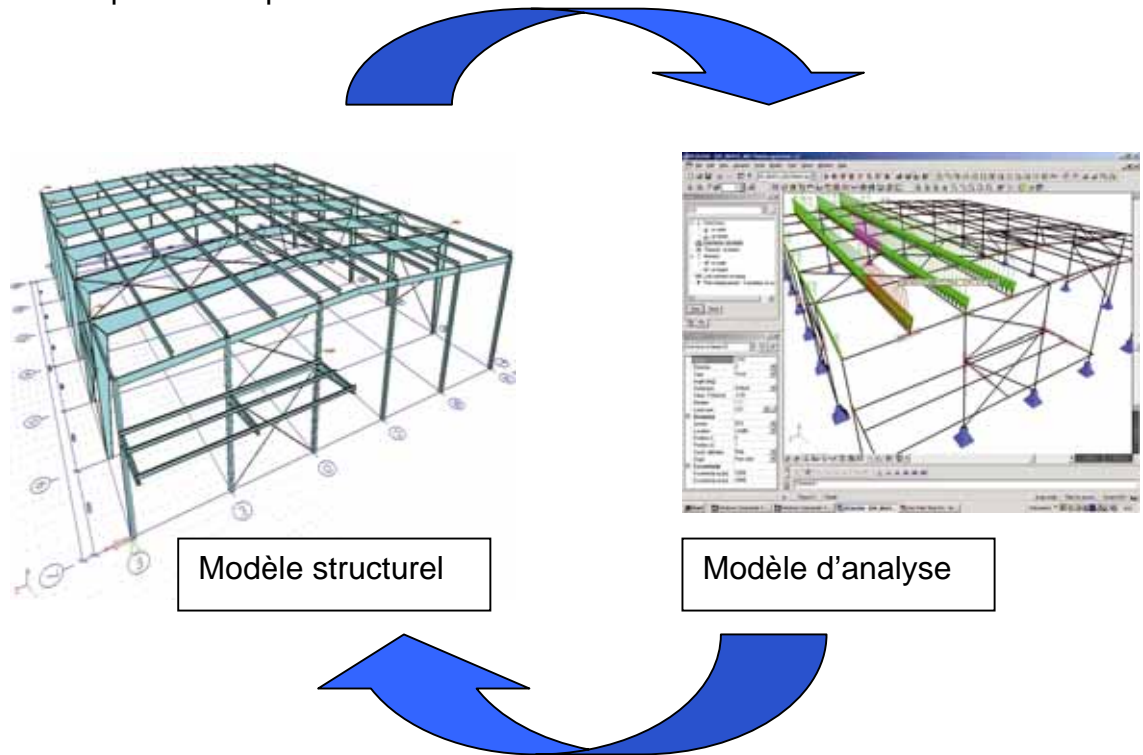
SCIA utilise la fonctionnalité du programme Allplan relative au modelage de l'armature métallique.

SCIA implémente également des liens avec une fonctionnalité supérieure avec d'autres systèmes de modelage CAO tels que Revit (Autodesk) ; Revit offre une API (*Interface de programmation*), permettant une application en partie du roundtrip engineering. Avec Revit

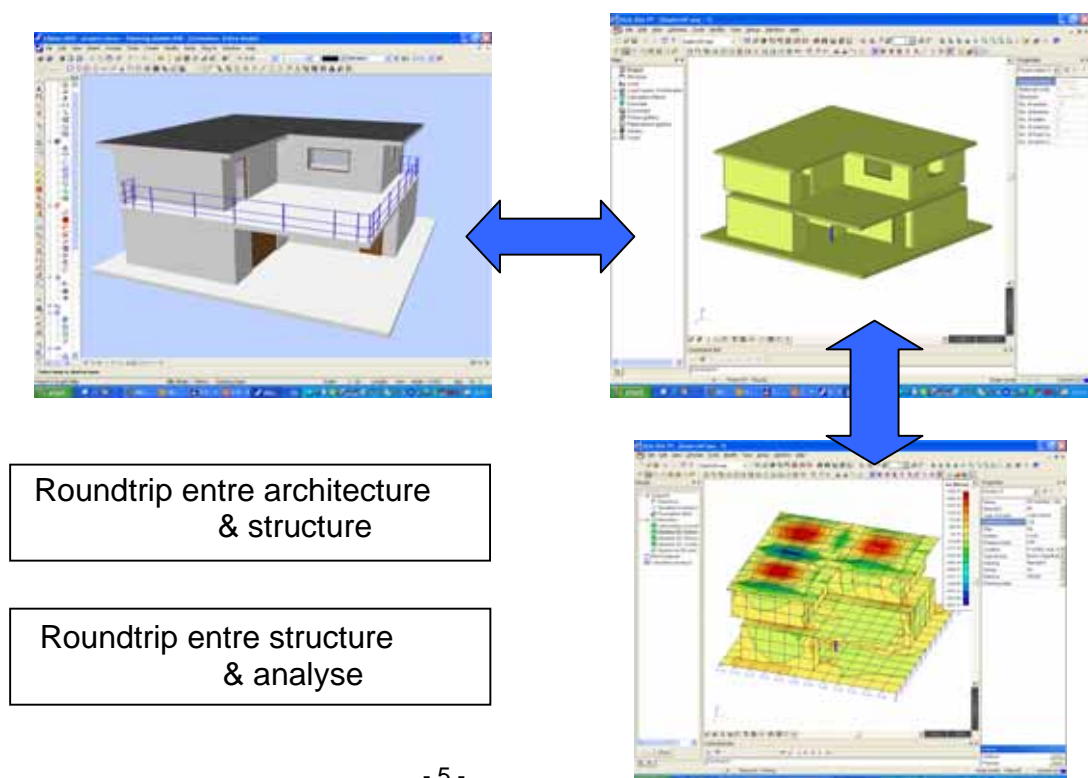
Structures, SCIA possèdera un lien avec le modèle d'analyse de SCIA PT, c'est-à-dire que la saisie de la géométrie et des charges sera directement importée de Revit Structures dans SCIA • ESA PT. Les modifications apportées au modèle structurel pourront être importées dans le modèle structurel de Revit.

Le processus roundtrip de SCIA – Nemetschek est illustré à l'aide de 2 petits exemples:

- Portique métallique



- Structure RC en béton

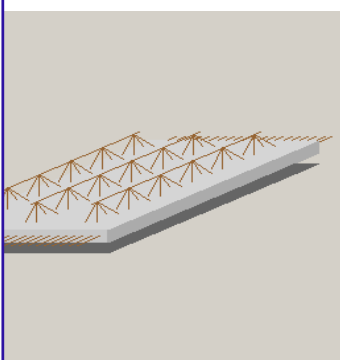
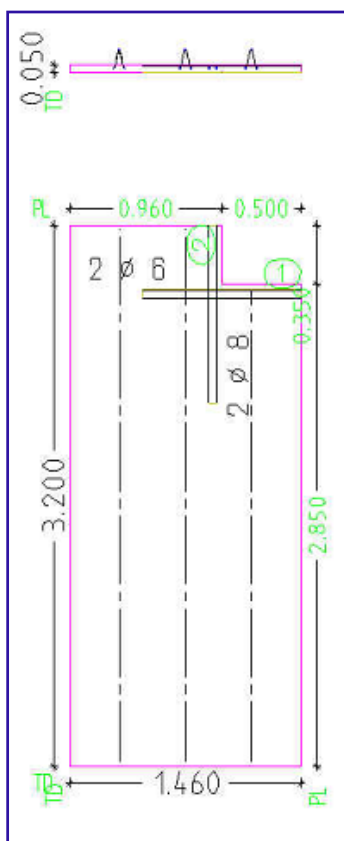


#### 4. De la Conception aux Coûts, à la Construction et à la Fabrication

Roundtrip entre l'analyse/la conception et le modelage géométrique raccourcit le processus de conception tout en offrant une efficacité élevée. Lors de la création d'un modèle complet de la construction, un autre avantage vient s'y ajouter par l'automatisation des activités aval en vue de la réalisation effective du projet. Le point fort d'un modèle BIM intelligent, construit au moyen d'un logiciel tel qu'Allplan, est l'intégration d'un grand nombre de fonctionnalités supplémentaires dans le même programme. Un petit aperçu:

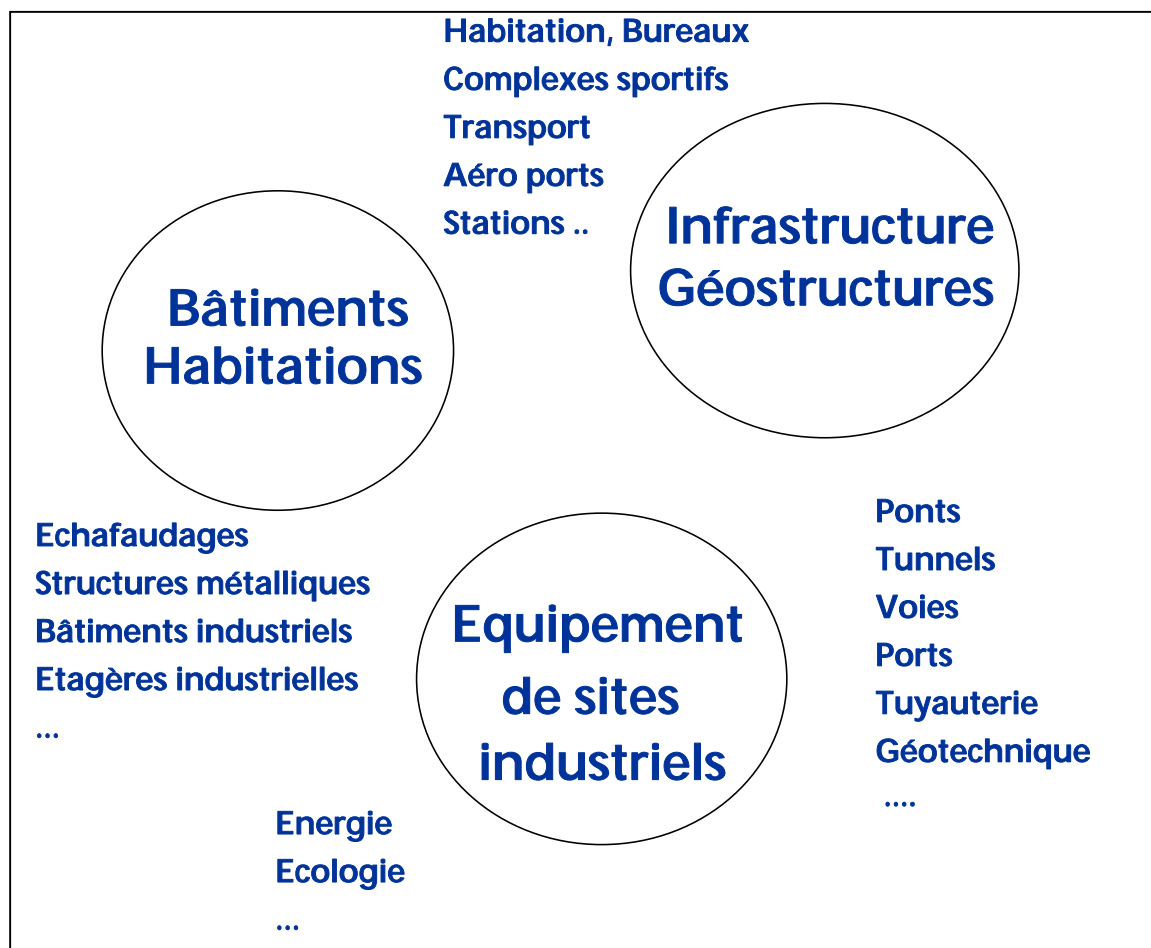
- Quantités achetées
- Liste des activités de construction
- Préfabrication: dessins de fabrication & planning de production entièrement automatisés
- Construction métallique: dessins d'ensemble et listes de pièces automatisés
- Planning de construction: planning lié au modèle 3D
- Gestion des facilités: documentation d'exécution, gestion des modifications,
- Maintenance, etc.

Les exemples ci-après expliquent la fonctionnalité de la préfabrication, intégrée dans Allplan. L'interopérabilité est montrée comme suit: un plancher architectural est divisé en éléments préfabriqués; les éléments de la dalle sont calculés et l'armature est générée; le dessin d'exécution des éléments de la dalle est généré; les robots de soudage pour les treillis d'armature sont commandés. Il est évident que la combinaison de roundtrip engineering avec un logiciel pour la production automatisée offre un potentiel inégalé pour la simulation virtuelle de la "conception jusqu'à la fabrication".



## 5. Solutions pour la construction industrielle avec le roundtrip engineering

Un autre champ d'activités du bâtiment, en plus de la construction d'immeubles et d'habitations, est la construction et la rénovation d'infrastructures (ponts, routes, ports). Pour les équipements industriels, on doit également faire appel à l'ingénierie technique. Dans tous les segments du marché et plus particulièrement dans le secteur industriel, les solutions roundtrip peuvent offrir des avantages considérables.



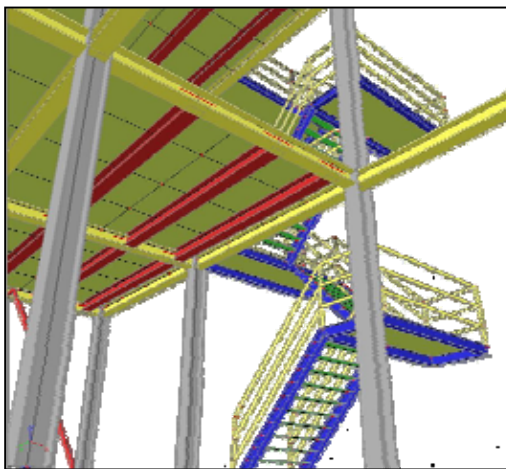
Le succès de roundtrip engineering est dû à une combinaison de facteurs:

- L'intervalle de temps entre la demande du client et l'offre et ensuite la fourniture, est très court
- Des dessins ainsi que des rapports techniques sont demandés
- Auparavant, la standardisation (p.ex. tableaux) était suffisante; maintenant, les projets sont 'sur mesure', c'est-à-dire adaptés aux spécifications du client
- Dans la plupart des cas, des structures (ou parties) répétitives sont utilisées
- La préparation de la construction est beaucoup plus exigeante (dessins de détail, liste des pièces...)
- Un lien entre la logistique et le logiciel ERP est exigé
- La sécurité de la structure est une question prioritaire

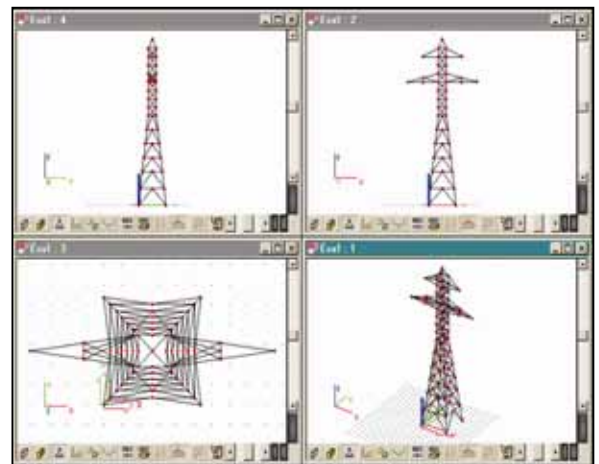
Nous avons récemment participé à plusieurs projets d'automatisation industrielle, dans lesquels le roundtrip engineering était un facteur déterminant. Un aperçu:

- Etagères industrielles (en acier et aluminium)
- Bâtiments standards clé sur porte en acier (exemple [www.astron.biz](http://www.astron.biz)) ou béton
- Echafaudage
- Conception de systèmes industriels
- Mâts et pylônes
- Tribunes, podiums temporaires (concerts, sports)
- Systèmes d'isolation de toiture
- Tentes
- ...

Etagères



Gabarits pour la conception de bâtiments industriels dans SCIA • ESA PT



Gabarits de pylônes électriques dans SCIA • ESA PT

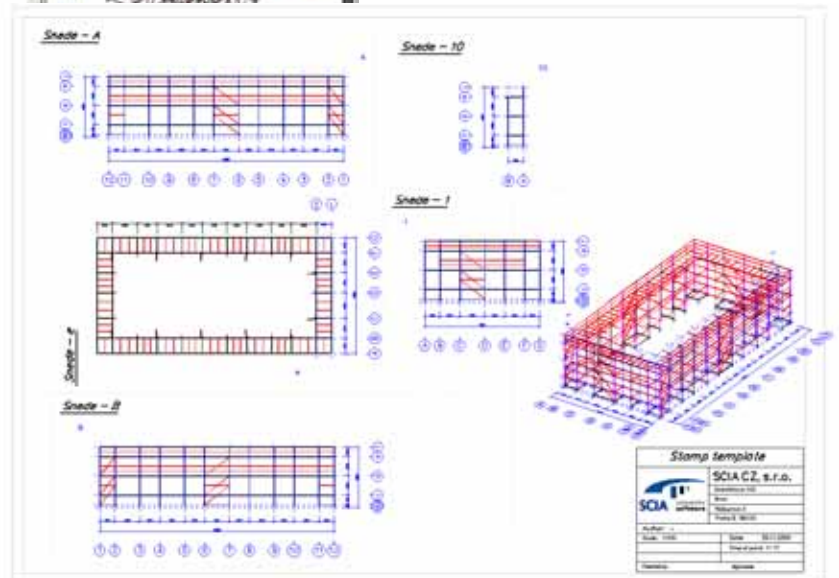
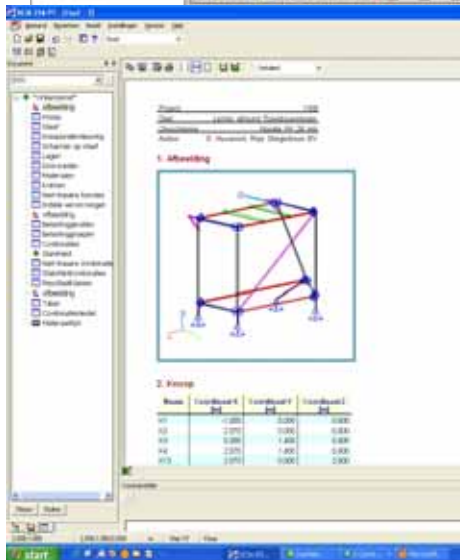
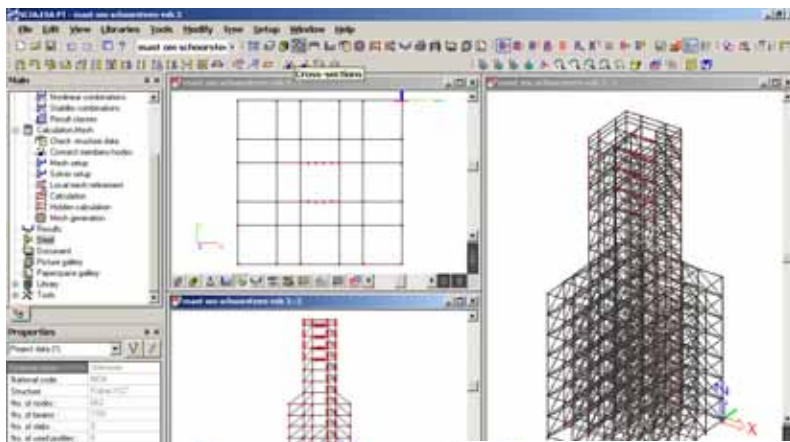
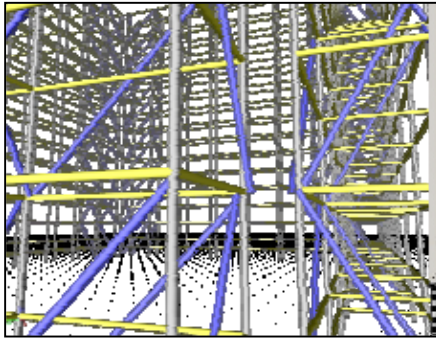


Eléments d'isolation de toiture autoportants



Structures de tentes en aluminium

Une illustration plus détaillée est fournie pour les échafaudages: tous les aspects roundtrip peuvent être identifiés: modelage rapide (éléments de construction paramétrisés), analyse de la sécurité de la structure, dessins et listes (de pièces) générés de manière automatique.



## **6. Conclusion:**

Le Roundtrip engineering améliore considérablement le processus de conception; c'est l'implémentation la plus avancée de la technologie appelée Building Information Modelling. Les programmes IAO-CAO intégrés ouverts offrent des solutions sur mesure sans nécessiter de programmation dédiée. La convivialité et l'automatisation poussée sont les éléments-clés de son succès.

## **A propos de SCIA**

SCIA est l'acronyme de Scientific Applications, une expression accentuant son fond technologique. Etablie en 1974, SCIA est une société de logiciel ayant son siège social en Belgique et développant, commercialisant et supportant des logiciels pour l'étude de projets de construction. Le logiciel de SCIA est généralement utilisé pour la conception et le détail de bâtiments, ponts et autres structures techniques complexes ; il s'adresse à la classe moyenne à haut de gamme du marché. SCIA est le leader du marché au Benelux, en Tchéquie et en Slovaquie. La société a établi un réseau international de subsidiaires et partenaires commerciaux dans 15 pays. Ses produits sont traduits en 8 langues différentes. Elle a vendu plus de 7.000 licences à plus de 4.500 clients dans 20 pays. Depuis février 2006, SCIA est intégrée dans le Groupe Nemetschek.