

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 139 (2013)  
**Heft:** 13-14: Construire l'image du campus

**Artikel:** Swiss Tech Convention Center  
**Autor:** Ferret, Jacques / Pirazzi, Claudio / Bussard, Lionel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-327712>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# SWISS TECH CONVENTION CENTER

Grâce à sa grande modularité, le nouveau centre de congrès de l'EPFL ne tardera pas à répondre aux attentes de la haute école lausannoise. Sa construction aura aussi été l'occasion pour les ingénieurs d'utiliser de nombreuses facettes de leur profession : aperçu de quelques-uns des défis relevés.

*Jacques Perret, Claudio Pirazzi, Lionel Bussard,  
Marco Bosso, Gabriele Guscetti et Michel Thomann*

Devenues un outil incontournable de la promotion architecturale, les images de synthèse publiées avant la construction du centre de congrès et des logements pour étudiants donnaient une vision particulière de la volumétrie des bâtiments et des distances qui les séparent (fig. 6, p. 9). Si la concrétisation du volume du centre de congrès à l'intérieur de la courbe du métro a d'abord donné un sentiment d'énormité, celui-ci est aujourd'hui bien atténué par le volume tout aussi imposant des logements pour étudiants qui le côtoient de près (fig. 1, p. 7). Ce que certains n'hésitaient pas à qualifier de monstre s'intègre finalement avec une certaine réussite au site, et parviendra probablement à faire oublier la zone arborisée qu'il a remplacée.

Le début de la métamorphose de notre perception du centre de congrès remonte à la visite que nous en avons faite au début du printemps, alors que le gros œuvre des bâtiments pour étudiants venait d'être achevé. Si l'extérieur du bâtiment restait imposant, les visions de l'intérieur en direction du sud, depuis ses différents niveaux, nous sont en revanche apparues bien plus convaincantes. En effet, selon notre position au sous-sol, au niveau d'accès ou au sommet des escaliers roulants, l'horizon méridional est diversement limité par les bâtiments existants de l'EPFL, proposant une répartition très variable entre l'espace bâti existant du campus et son arrière-plan. Bloqué par une sorte de mur depuis les sous-sols au-dessus duquel n'apparaît qu'une fine bande de ciel, le regard passe progressivement au-dessus du campus lorsqu'on monte dans le bâtiment, pour finalement voir les Alpes situées au-delà du lac. Un processus étonnant qui doit beaucoup au choix de privilégier une façade sud presque entièrement vitrée, ce qui ne devrait pas manquer de charmer les futurs utilisateurs du centre (fig. 1).

Cette visite fut aussi l'occasion de prendre conscience des possibilités immenses que ce nouveau bâtiment va apporter à l'EPFL. Vantées lors de l'attribution du mandat, sa taille et sa modularité s'annoncent très prometteuses. Les sous-sols, avantageusement rythmés par des colonnes

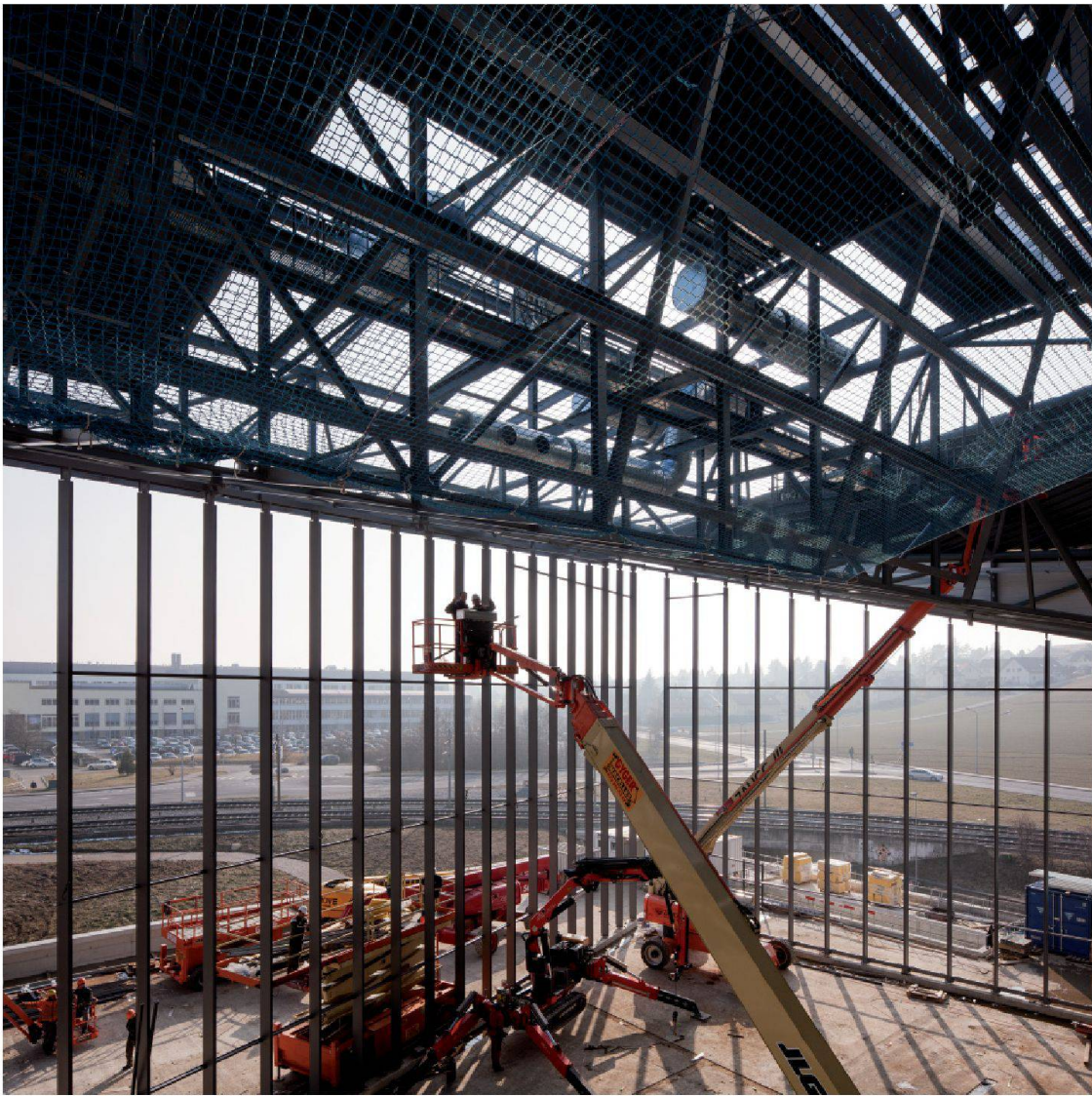
élancées et généreusement espacées, offriront la possibilité de définir des espaces de réunion de grandeur variable, pouvant recevoir un total de 1400 personnes qui seront réparties dans des salles de 50 à 1000 personnes selon la configuration retenue. Même principe pour l'auditoire principal qui accueillera 3000 personnes au maximum, mais pourra aussi être divisé en trois entités restreintes pour respectivement 1757, 458 et 357 personnes (fig. 2). Grâce à un dispositif particulièrement astucieux permettant de régler la hauteur des sols (voir encadré p. 14), cet espace pourra aussi se transformer en une vaste salle de banquet où 1200 convives pourront se restaurer.

## Une gigantesque structure triangulée

À l'origine de ces quelques impressions subjectives<sup>1</sup>, la visite effectuée au début du printemps avait d'abord pour objectif de découvrir, en compagnie de deux des ingénieurs responsables, les principaux défis structuraux que leur équipe avait eu à relever. De ce point de vue, la structure métallique qui soutient la toiture du centre de congrès constitue un de ses éléments les plus impressionnants. D'une largeur de 67 mètres sur une longueur de 116 mètres, elle présente un porte-à-faux de quelque 40 mètres vers le sud, au-dessus du foyer.

Pour cette impressionnante structure métallique, le travail de conception des ingénieurs a commencé très tôt, en collaboration avec les architectes, sur la base d'un croquis (fig. 3) qui fixait les principaux volumes du bâtiment, notamment celui de la toiture. Ces réflexions, destinées à trouver une bonne cohérence entre exigences architecturales et structurales, ont duré plus de six mois et ont abouti à la définition d'un système porteur principal qui se compose de deux poutres spatiales triangulées, appelées méga-poutres, situées sur les côtés ouest et est de la toiture. Ces poutres, composées de sections tubu-

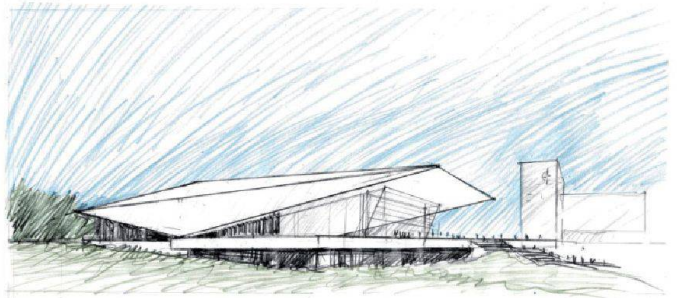
<sup>1</sup> Ces impressions ne reflètent pas l'opinion de l'ensemble des auteurs, mais uniquement celui de Jacques Perret. Le reste de l'article a été écrit conjointement.



1



2



3

- 1 Vue vers le sud (Photo Yves André)
- 2 Trois des configurations possibles
- 3 Croquis initial

lares, reposent sur des noyaux en béton situés au nord (un appui) et au centre du bâtiment (deux appuis) (fig. 8). Ces noyaux servent aussi de tours d'accès vers la partie supérieure du centre et ses équipements techniques. Les méga-poutres fonctionnent ainsi comme des structures continues sur trois appuis avec un large porte-à-faux vers le sud. Devant suivre la forme trapézoïdale de la toiture, elles ont une géométrie spatiale particulièrement complexe qui compte dix facettes pour chacune d'entre elles.

Aux extrémités nord et sud, ces deux structures principales sont reliées par deux « casquettes » qui permettent de rigidifier la structure dans le plan. De plus, des poutres à treillis traditionnelles ayant des portées allant jusqu'à 40 mètres reposent sur les méga-poutres latérales. Les façades s'appuient horizontalement contre la toiture, mais elles sont désolidarisées verticalement de cette dernière afin de lui permettre de se déformer librement (fig. 7).

### Déformation de la toiture

En dépit de la grande rigidité des méga-poutres latérales, les calculs statiques montrent que, entre l'abaissement sous les charges de neige (-101 mm) et le risque de soulèvement dû au vent (+105 mm), l'amplitude totale des déformations au bout du porte-à-faux sud atteint une valeur d'environ 20 cm. Afin de limiter cette dernière, il a été décidé de mettre en tension de façon permanente la toiture en abaissant le porte-à-faux à l'aide de deux câbles dissimulés à l'intérieur de deux des poteaux de façade. Ces câbles sont fixés aux méga-poutres latérales et ancrés sous la dalle en béton du niveau 2. La mise en place des câbles modifie le système statique en créant deux appuis élastiques: en cas de charge de neige, la tension dans le câble diminue, alors qu'elle augmente si la toiture est exposée à de fortes rafales de vent (fig. 4).

Selon les calculs, la mise en tension permet de réduire de moitié les déplacements attendus. La mesure permanente de la tension dans les câbles à l'état de service devrait confirmer ces calculs.

La toiture ne devant pas induire de charges verticales dans les façades, un dispositif d'appui spécial a été mis au point (fig. 5). Une quarantaine de ces dispositifs, qui permettent un mouvement vertical libre à l'aide d'un piston tout en garantissant la transmission des efforts horizontaux, ont été installés au point de contact entre la toiture et les façades.

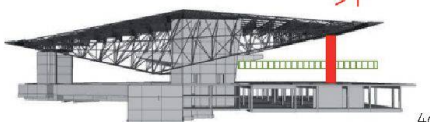
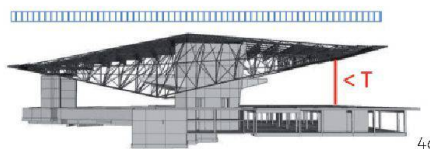
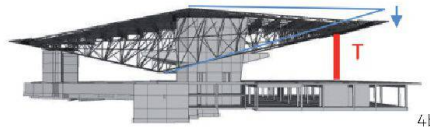
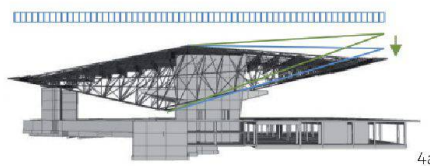
### Assemblage et montage

La géométrie des méga-poutres a exigé de concevoir une structure spatiale complexe. Afin de faciliter la réalisation d'assemblages ayant une géométrie souvent compliquée, il a été décidé d'utiliser des profils creux à section tubulaire pour les méga-poutres. Cela n'a pas empêché la conception particulièrement délicate de certains joints. A titre d'exemple, le nœud faitier situé sur le noyau central en béton réunit pas moins de 10 barres avec des efforts pouvant atteindre 7200 KN. A l'exception du point de support, toutes les barres y sont en tension (fig. 9).

La conception de ce nœud a été effectuée en étroite collaboration entre l'ingénieur, l'entreprise et un expert en construction tubulaire. La solution qui en a découlé prend en considération la géométrie et le niveau de charge de chaque barre. La priorité structurale est donnée aux barres les plus chargées, soit deux des membrures supérieures, une diagonale et la barre comprimée d'appui sur le béton. Elles sont coupées à l'aide d'une commande numérique pour s'accorder parfaitement les unes aux autres et raboutées en pleine pénétration. Les autres barres, moins sollicitées, viennent se raccorder au moyen de goussets de 80 mm d'épaisseur.

#### Un système particulièrement ingénieux

La modularité exigée du centre de congrès a notamment été rendue possible par l'utilisation d'un système particulièrement ingénieux pour le déplacement vertical des gradins ([www.galainfo.com](http://www.galainfo.com)). En effet, pour passer de sa configuration maximale (salle unique pouvant accueillir 3000 personnes) à ses diverses variantes de divisions (fig. 2), le niveau des gradins du centre des congrès doit pouvoir être adapté verticalement sur une hauteur pouvant atteindre jusqu'à six mètres à l'aide de « poteaux ». Afin d'éviter d'avoir à recourir à des barres d'une telle longueur, le nouveau bâtiment utilise un système qui consiste à créer lesdits poteaux en enroulant en spirale un ruban de tôle métallique qui peut être rangé dans un disque de faible hauteur. Un dispositif qui permet ainsi d'économiser un précieux espace tout en offrant un maximum de flexibilité.



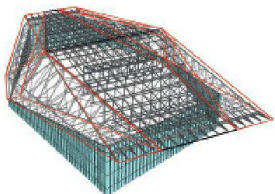
- 4 Mise en tension de la toiture: a) charge permanente, b) précontrainte charpente, c) charge neige, d) charge vent
- 5 Fixation du haut des façades
- 6 Charpente métallique et caisson en béton du balcon (Photo Yves André)
- 7 a) Les méga-poutres et les « casquettes », b) les poutres treillis et les façades
- 8 Appuis de la toiture sur les noyaux
- 9 Nœud faitier: a) efforts, b) fabrication en atelier



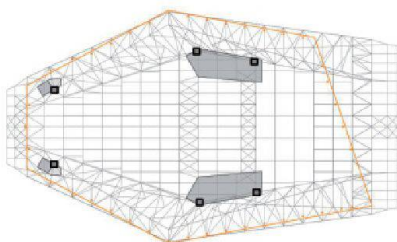
6



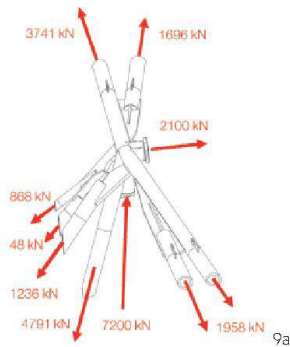
7a



7b



8



9a



9b

**Maître d'ouvrage**

Deux fonds immobiliers du Credit Suisse SA, le Credit Suisse Real Estate Fund Hospitality (CS REF Hospitality) et le Credit Suisse Real Estate Fund LivingPlus (CS REF LivingPlus) + EPFL, entreprise générale HRS.

**Quelques chiffres**

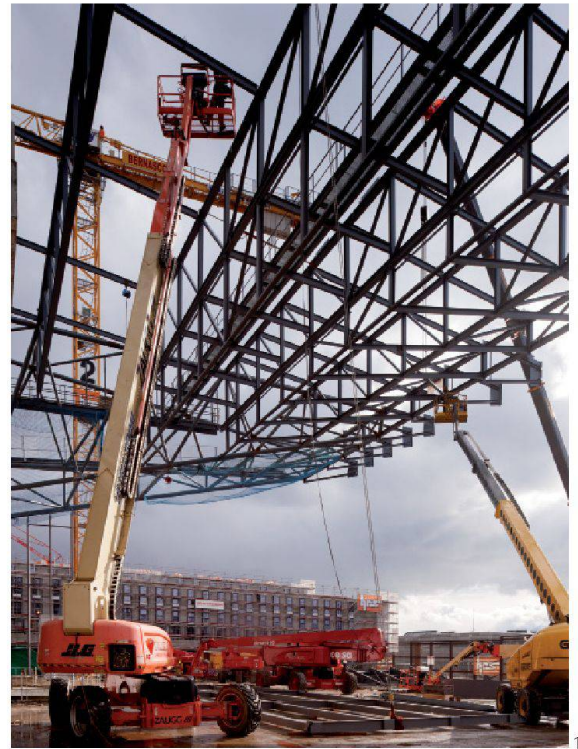
- Volume : ~ 166 000 m<sup>3</sup>
- Surface intérieure couverte : ~ 4750 m<sup>2</sup>
- Dimensions ouvrage : ~100 x 116 m
- Pieux diamètre 60 à 100 cm : ~ 300 pces (R<sup>max</sup> = 9MN)
- Béton : ~ 12 000 m<sup>3</sup> >> 750 camions 40 to (cube d'arête ~ 23 m)
- Acier d'armature : ~ 1400 to
- Précontrainte : ~ 1300 m de câble
- Charpente métallique : ~ 850 to (~ 1/10 Tour Eiffel)
- Façade métallique : ~150 to
- Porte-à-faux : ~ 40 m

Compte tenu des dimensions hors norme des mégapoutres, les éléments qui les composent ont pour la plupart été livrés individuellement pour être assemblés par soudage in situ. Certains ont néanmoins pu être soudés en atelier puis livrés sur le site pour être mis en place d'un seul tenant, tout en respectant les limites imposées par les conditions de transport, soit une longueur maximale de 34 mètres pour 5.5 mètres de largeur.

La mise en place de la toiture a bien sûr nécessité un important système d'échafaudage, des supports provisoires ainsi que des moyens de levage conséquents. Après un contrôle soigneux des soudures, les supports provisoires ont été démontés selon une procédure mise au point avec le constructeur métallique de façon à éviter toute surcharge de la structure définitive.

### Un caisson de pont

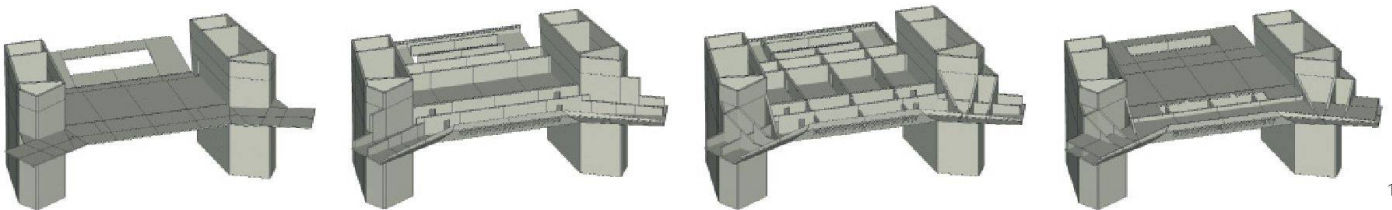
Contrairement à ce que peuvent laisser supposer son apparence extérieure et la structure de sa toiture, le centre de congrès n'est pas exclusivement un objet métallique. Il fait aussi la part belle à l'un des matériaux de prédilection des constructeurs modernes, le béton. En plus d'être le constituant des quelques 300 pieux sur lesquels repose le nouveau bâtiment, l'essentiel de ses structures intérieures est en béton. La dalle de plateforme (située au-dessus des salles de sous-commission, au sud des noyaux centraux) est une dalle à sommiers précontraints d'une portée de 14.4 mètres, orientés d'est en ouest. Ces portées importantes sont nécessaires pour garantir la flexibilité indispensable à la mise en place des



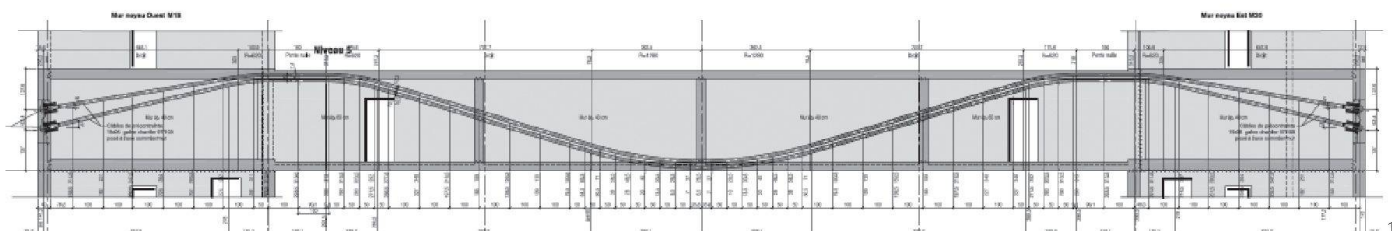
10



11



12



13

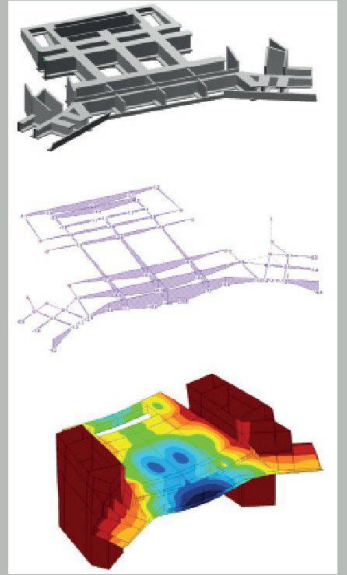
parois amovibles. La précontrainte permet de contrôler les déformations de la dalle, en particulier aux endroits où elle sert d'appui à la façade, élément fragile.

Le concept structural du balcon qui relie les deux noyaux centraux (fig. 14) est par contre moins classique et présente certaines similitudes avec celui d'un pont. Passerelle d'une portée d'environ 28 mètres qui dissimule de nombreux locaux techniques et à laquelle on accède par un escalier roulant, cette structure horizontale en béton armé et précontraint fonctionne comme le caisson d'un pont constitué de deux dalles reliées par des murs-voiles, qui servent aussi de séparation pour le cloisonnement des espaces (fig. 12). Le balcon est en outre utilisé comme point d'appui pour la partie basse du gradin supérieur, la partie haute étant suspendue à la charpente métallique au droit de la régie principale. Le parallélisme avec le caisson se retrouve en partie aussi dans le fait que certains voiles longitudinaux et transversaux sont précontraints et encastrés dans les noyaux. A noter enfin que la définition du tracé des câbles de précontrainte devait tenir compte de nombreuses contraintes géométriques liées aux ouvertures dans les murs (fig. 13).

#### Différents modèles de calcul

Une fois les principes généraux de la structure fixés, l'ingénieur doit définir une méthodologie lui permettant de bien comprendre son comportement réel afin de pouvoir procéder à son dimensionnement. Il dispose pour cela aujourd'hui de nombreux modèles d'analyse qu'il doit savoir utiliser judicieusement : au-delà des résultats strictement chiffrés, son analyse doit surtout lui garantir qu'il a bien cerné et qu'il maîtrise le fonctionnement de sa structure. Le travail effectué pour le centre de congrès offre une excellente opportunité de présenter les différents outils dont un ingénieur dispose pour y parvenir.

Le dimensionnement a été effectué sur la base de modèles en grilles de poutres et de modèles 3D par éléments finis. C'est le croisement des résultats de ces différents modèles qui a permis de comprendre le fonctionnement de la structure et de valider le concept structural. Des calculs manuels ont aussi été effectués en guise de contrôle de plausibilité (validation des modèles informatiques). Finalement, c'est sur la base de modèles bielles-et-tirants qui permettent de détailler le cheminement des efforts de compression et de traction qu'a été déterminé le ferrailage des différents éléments structurels.



*Claudio Pirazzi, Lionel Bussard, Marco Bosso et Gabriele Gusceffi sont ingénieurs civils chez Ingeni SA.*

*Michel Thomann est ingénieur civil chez Zwahlen & Mayr SA.*

- 10 Montage de la charpente au sud
  - 11 Noyaux nord
  - 12 Structure en caisson
  - 13 Précontrainte d'un sommier
  - 14 Balcon entre les noyaux sud (Photos Yves André)
- (Sauf mention, les illustrations ont été fournies par les auteurs.)

