

22 mai 2012 à Lyon
Le musée des Confluences



Le 23 mai 2012, la délégation AFGC Rhône Alpes, en collaboration avec Construiracier et avec la participation du Maître d'Ouvrage, le département du Rhône, a organisé une journée consacrée au Musée des Confluences à Lyon.

Rappel du programme

- 9h00 : Accueil des participants et présentation de la journée
Jacques MARTIN, EGIS JMI/Président de la délégation Rhône-Alpes de l'AFGC, Michel ROYER-MULLER, Construiracier
- 9h15 : Présentation générale du projet du Musée des Confluences
Patrick DIENY, Directeur Général Adjoint du département «Pôle aménagement durable et mobilité», Département du Rhône,
- 9h30 : Le concept architectural « le nuage »
Markus PROSSNIGG, Architecte du projet, cabinet COOP HIMMEL B(L)AU
- 9h45 : Le respect du concept architectural
Alexandre LACROIX, Architecte du cabinet CHABANNE
- 10h00 : Le modèle tridimensionnel, la modélisation des études techniques
Sohrab BAGHERY et Gabriel DAUM, BE COYNE ET BELIER
- 10h15 : Pause
- 10h30 : La synthèse : tous corps d'état
Stéphane RIGAL, BE Excelliance

- 10h45 : Le modèle global d'exécution du Génie Civil
Jean-Noël ROQUES, BE JAILLET-ROUBY
- 11h00 : La synthèse architecturale 3D, côté entreprise
Jacques FABBI, BE NODAL
- 11h15 : La construction du génie-civil « BAP et voiles contrevoies inclinés »
Gaël LALLEMAND et Xavier HEUDE, GTM bâtiment et GC Lyon
- 11h45 : La charpente métallique: fabrication, montage, assemblage boulonné, levage
Jean-Luc FOSSE, GTM bâtiment et GC Lyon
- 12h15 : Questions, débat, échanges
- 12h45 : Déjeuner
- 14h15 : Transfert au chantier, à pied, en parcourant le quartier «Confluence», à l'architecture contemporaine
- 14h30 : Visites du chantier
- 16h45 : Fin de la journée



Lyon a lancé son plus vaste projet urbain depuis les années 1990 : LYON CONFLUENCE avec la reconquête du quartier Perrache. Au sud du centre-ville, cette zone accueillait des équipements liés à l'activité industrielle, et les infrastructures ferroviaires de la gare Perrache.

La Confluence est une extension contemporaine du centre-ville, située sur la presqu'île entre le Rhône et la Saône.

C'est la société mixte d'aménagement Lyon Confluence qui a pour rôle de redynamiser la presqu'île pour agrandir le centre de la deuxième ville de France.

L'objectif est de donner les moyens à une ville dynamique de se faire sa place au niveau national et international, grâce à un quartier contemporain offrant des logements, des bureaux, des espaces verts et de loisirs ainsi que de nombreux commerces.



En 2001, le plan général de l'architecte François Grether et du paysagiste Michel Desvigne est retenu pour l'aménagement de la presqu'île. Il prévoit, sur le long terme, la création d'un quartier mixte de bureaux, de logements, de loisirs et d'activités

Les manifestations régionales

culturelles accueillant 25000 habitants et 22000 emplois, « un deuxième centre-ville » pour Lyon.

En 2003, une première phase est lancée. Elle concerne la réhabilitation de 340 000 m² au sud de la presqu'île à l'horizon 2015.

La deuxième phase, qui aménagera la partie sud-est du territoire est définie ici.

L'architecte urbaniste François Grether travaille depuis 2000 à la conception de ce grand projet urbain et à sa mise en oeuvre. Son rôle est de définir les grandes lignes du futur quartier, puis de choisir des projets plus précis pour ses différents éléments en veillant à la cohérence générale du site.

Il a choisi avec le paysagiste Michel Desvigne de soigner particulièrement le rapport du site avec l'eau, comme le montre le choix des équipements qui y prendront place.

Confluence c'est : 128000 m² de logements et bureaux, répartis en îlots mixtes au nord de la Place nautique. Les îlots dits « mixtes » accueilleront également services et commerces.

Le quartier comprendra le Pôle des loisirs (architecte Jean-Paul Viguier) consacré aux activités sportives et commerciales, la voie ferrée traverse le Pôle de loisirs sur un viaduc avant de franchir la Place nautique.

Sur les berges de la Saône, le Port Rambaud, dont les activités ont cessé en 1995, sera entièrement rénové pour accueillir de nouvelles activités dès 2009. Ses anciens pavillons (« Sucrière », « Douanes » ou « Salins ») sont peu à peu transformés, et trois nouveaux pavillons seront construits.

Pour le pavillon 8, au sud du Port Rambaud, L'agence Odile Decq & Benoît Cornette a proposé un bâtiment qui « réinterprète l'architecture industrielle » et s'intègre au paysage urbain grâce au travail, sur la façade, de l'artiste Felice Varini.



Le long des berges, placettes, jardins d'eau et promenades intérieures formeront un parc de 14 ha conçu par le paysagiste Michel Desvigne et réalisé par l'agence ADR Architectes

Musée de la Confluence

Le Musée des Confluences, sur la pointe de la presqu'île, sera consacré au thème «science et société».

Cet important ouvrage emblématique du nouveau quartier Lyonnais des Confluences est conçu par le cabinet d'architecture autrichien Coop Himmelb(l)au et réalisé par le Groupement Vinci Construction France et sa filiale GTM Bâtiment et Génie Civil Lyon, Permasteelisa France sas et Smac, sous la MOA du département du Rhône et de la SERL.

Le Musée des Confluences est entré dans une phase active de montage des éléments métalliques de charpente qui s'élèvent peu à peu dans le ciel.

Le Socle, principalement composé de bétons architectoniques, ainsi que ses trois piles et poteaux monumentaux sont sortis de terre fin de l'été 2011.

Le Nuage, qui abritera les salles d'expositions, prend vie et s'élève déjà à 25 mètres de hauteur. La charpente actuelle laisse entrevoir deux étages et une passerelle. Lorsque la totalité des 6000 t constituant la charpente sera en place, le Nuage s'élèvera à 45 mètres de hauteur. L'entrée principale, le Cristal, est orienté vers la ville de Lyon, et vient compléter le Socle et le Nuage. Il est considéré comme le cœur du projet, le lieu d'échange et de circulation du Musée. La pose de son ossature métallique, sur laquelle seront ensuite montés les versants de la façade vitrée a débuté fin janvier 2012. L'appui central, revisité sous l'appellation « Puits de Gravité », a été assemblé en mars 2012. Ses tronçons viennent peu à peu compléter la charpente primaire pour donner la forme creuse du puits.



Le Cristal

Le Musée des Confluences à Lyon est un édifice de plus de 25000m² de surface utile qui symbolise une chrysalide futuriste baptisé « Cristal-Nuage » par ses concepteurs. C'est le projet ambitieux du cabinet autrichien Coop Himmelb(l)au qui a été retenu. Ce bâtiment, au budget prévisionnel de plus de 150 millions d'euros, est campé sur un socle : le «Nuage» drapé d'une peau métallique et le «Cristal», un savant complexe verrier à la morphologie arachnéenne

Le Nuage une structure métallique de 100000 noeuds et de 600 000 barres, d'environ 160m de long, 80m de large et de 25m de haut.

Quelques quantités : 21 000m³ de béton, plus de 5 500t de charpente métallique...

Le projet

Pilote du projet, le département du Rhône a imaginé le concept du musée des Confluences, décidé de ses orientations, conçu sa programmation et en assure son financement. Fidèle à ses valeurs d'ouverture sur le monde, d'innovation et de solidarité, le département entre dans le XXI siècle en se dotant d'un lieu unique, qui symbolise son engagement en faveur d'une véritable cohésion sociale sur tout le territoire et d'un meilleur accès à la culture pour tous.

Conçu par l'agence autrichienne COOP HIMMELB(L)AU, le bâtiment situé à la confluence du Rhône et de la Saône s'articule entre cristal et nuage, entre minéral et légèreté. Par ses formes, le musée des Confluences suggère l'infinie diversité des connaissances et la pluralité des vocations d'un espace mixte, dédié à l'accueil de tous les publics.

Les principaux acteurs

Maîtrise d'ouvrage : Conseil général du Rhône
Maîtrise d'ouvrage déléguée : SERL, Société d'équipement du Rhône et de Lyon.

Maîtrise d'œuvre : Agence d'architecture COOP HIMMELB(L)AU (mandataire), Chabanne et Partenaires (direction opérationnelle), Mesa Workshop (direction architecturale et technique), Bollinger Grohmann (BET structure), Coyne et Bellier (BET structure), Van Santen et associés (BET enveloppe)

Entreprises :

Groupement gros-œuvre-enveloppe-abords (GEA) : Vinci Construction France (mandataire), GTM Bâtiment GC Lyon, Permasteelisa France, Smac.

Partenaires du GEA : - Cabinet Jaillet-Rouby (BE Charpente nuage et modélisation) - Exeliance (synthèse TCE) - Groupement SMB - Renaudat Centre Constructions (charpente métallique)

Le partage avec les publics est au cœur du musée des Confluences. Des temps d'échange et de découverte sont organisés à l'espace d'informations. Des temps de programmation sont imaginés avec certains partenaires culturels du département.

Les espaces permanents d'exposition sont divisés en quatre espaces regroupant près de 1600 objets à l'exposition. Une première salle aborde la question des origines de l'Univers et de l'Homme. Une seconde envisage Homo sapiens comme une espèce animale évoluant dans la maille complexe de la biodiversité. Un troisième espace propose des histoires sur les thèmes : organiser, échanger, innover. Enfin, le dernier espace problématise la question de la mort dans les sociétés et ses limites.

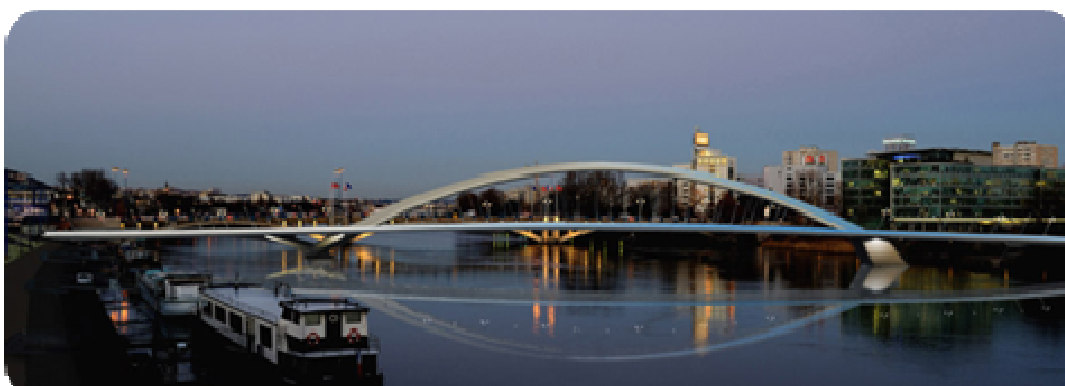
Les espaces temporaires de programmation constituent un axe majeur du musée. Elle repose sur une logique thématique de productions et coproductions originales.

Les manifestations régionales

Accès au musée

Relier aujourd'hui en transports en commun les deux quartiers en plein développement de Gerland et plus encore du Confluent tient du parcours du combattant. Cette faille dans le maillage du réseau TCL sera gommée avec le prolongement de la ligne de tramway T1 depuis son actuel terminus cul-de-sac de Montrochet jusqu'à la station Debourg dans le quartier de Gerland où une correspondance pourra être réalisée avec la ligne B du métro.

Ainsi, le nouveau terminus de la ligne T1 se fera à hauteur de la station de métro Debourg. La ligne aura également des arrêts près du futur musée des Confluences et de la halle Tony-Garnier. La mise en service de cette extension dont le Sytral vient de lancer la procédure est prévue pour avril 2014. Si les deux projets arrivent à terme suivant le planning établi, l'arrivée du tram T1 à Debourg sera donc pratiquement simultanée à celle de la ligne B du métro à Oullins.



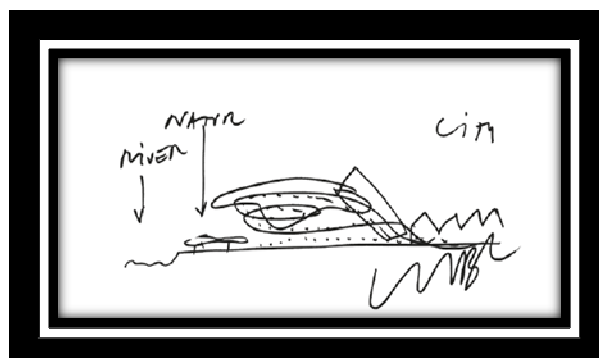
*Le pont Raymond BARRE reliant le musée de la Confluence avec le quartier de Gerland
(Prolongation de la ligne T1) (Source : site internet du Sytral)*

Le nouveau quartier du Confluent sera alors desservi non seulement depuis la partie historique de la Presqu'île mais aussi depuis la rive gauche du Rhône.

La réponse architecturale

A la fois fonctionnelle et aérienne, l'architecture fusionne la typologie d'un musée avec celle d'un pôle de loisirs urbain, donnant corps à un espace ouvert à la pédagogie et à la détente, point de connexion entre la ville et la culture.

Le projet de l'agence COOP HIMMELB(L)AU répond parfaitement au projet culturel et scientifique : la composition du Musée combine le cristal et le nuage, symboles respectifs du connu et de l'inconnu, clarté de l'environnement familier d'aujourd'hui et flou incertain de demain.



*Première esquisse du musée de la Confluence
(source : département du Rhône)*

L'ensemble repose sur un socle, le nuage semblant flotter au-dessus du jardin du Confluent à 8 mètres de

hauteur. Il est revêtu d'une enveloppe métallique où se reflètent couleurs et lumière, et qui capte les multiples échos du ciel et de la ville, de l'eau et de la verdure.

En contraste, la transparence du cristal marque l'entrée du Musée au Nord. Sa forme est volontairement simple, évoquant un signal d'appel envoyé vers la ville.

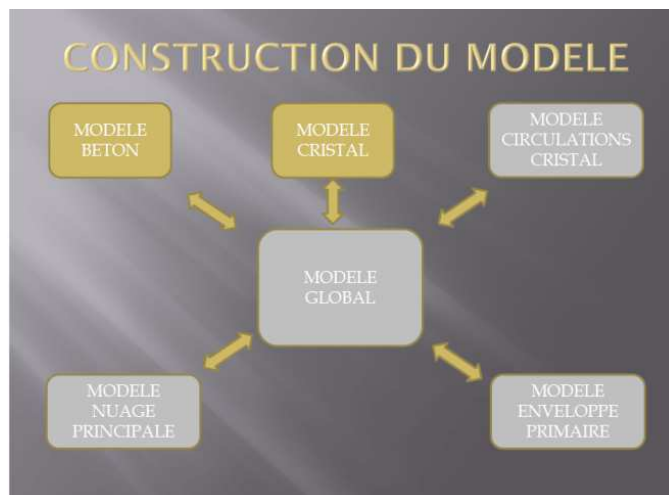
Tout en mouvement, le musée de la Confluence illustre par ses formes la complexité des thèmes présentés. Il suggère aussi l'infinie diversité des connaissances et la pluralité des vocations d'un espace mixte, dédié à

Les manifestations régionales

l'accueil de tous ses publics auquel il propose connaissance, culture et plaisir.

Les études d'exécution des structures métalliques

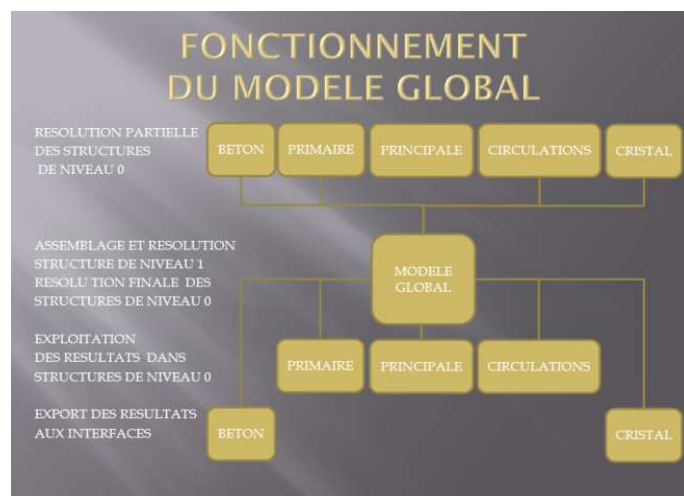
L'ampleur du musée des Confluences a exigé des études préalables très poussées. Il a fallu mettre en place des modèles de calculs permettant de gérer les différentes parties de l'ouvrage et permettre les échanges entre les différents intervenants dans la phase étude. La modélisation 3D permet d'anticiper les interférences entre les différents lots (charpente/réseau aéraulique).



*Prise en compte des différentes interfaces pour la construction du modèle global
(Source Jaillet Rouby)*

Jean-Noël Roques, directeur de projet du cabinet Jaillet-Rouby, nous a exposé le modèle adopté pour ce projet. Il s'agit de gérer les différentes parties de l'ouvrage et de leurs interactions en mettant en place un modèle global. Celui-ci permettrait de prendre en compte une modélisation des ouvrages béton, qui simplifiée est impossible et aussi de permettre une simplification des chargements.

La difficulté a aussi été de faire correspondre les différents modèles de calculs de chaque intervenant à la phase étude. Des phases de tests et une mise au point d'un format d'échange de fichiers ont été adoptés afin de faciliter le travail.



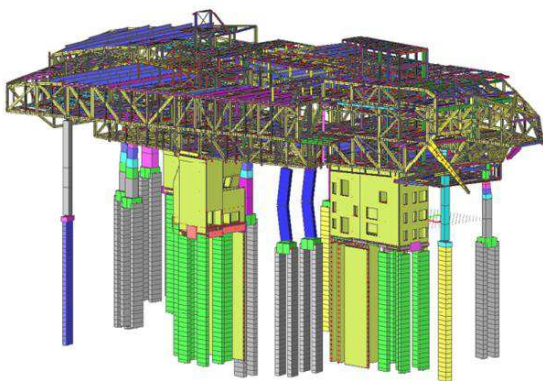
Fonctionnement du modèle global (source Jaillet Rouby)

Comme on peut le voir sur la précédente, les différents modèles de calculs de chaque partie ont été intégrés dans le modèle global. La résolution de ce modèle a permis de gérer les interactions entre les différents modèles sous-jacents au niveau des nœuds d'interfaces.

Pour modéliser la structure et permettre les calculs, il a fallu créer près de :

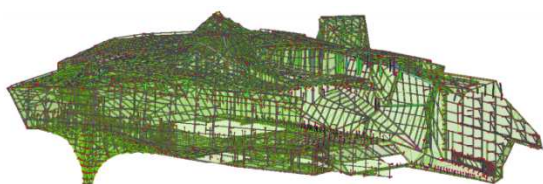
- 126 150 nœuds.
- 88 200 barres.
- 94 300 coques.

En ce qui concerne plus particulièrement l'ossature métallique du musée, elle a été divisée en deux : la principale et la primaire. C'est la société SMB qui a été chargée de l'ossature principale avec le logiciel CAO/DAO BOCAD.



Modélisation de l'ossature principale (source SMB)

L'ossature primaire, plus légère mais plus complexe par ses formes a été gérée par RCC (Renaudat Centre Construction) avec le logiciel TEKLA.

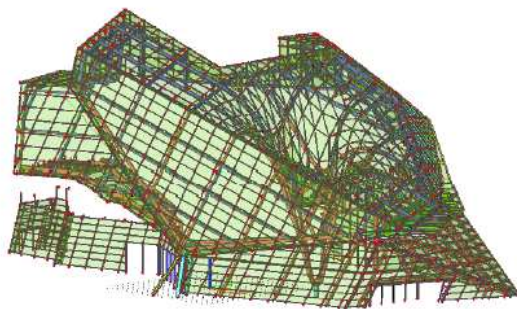


*Modélisation de la structure primaire
(Source Coyne et Bellier)*

Le Cristal, appuyé sur le nuage, est dimensionné sous SCIA Engineer. La difficulté a été de prendre en compte la déformabilité des verrières avec un chargement complexe (vent, gradient de température).

Les dernières études concernent les parties de circulation du Cristal (volées, rampe hélicoïdale). La stabilité de l'ouvrage métallique est assurée :

- Verticalement par 12 poteaux monumentaux et 3 piles bétons.
- Horizontalement par des bielles reprises par des ancrages scellés dans les voiles bétons des piles.



Modélisation du Cristal (source Coyne et Bellier)

Le dimensionnement des profils a été effectué en fonction des résultats des calculs. Différentes nuances d'aciers ont été utilisées en fonction des recommandations de l'Eurocode 3.

Un traitement en parallèle des éléments généraux et des éléments singuliers au niveau des détails permet d'atteindre les objectifs de respect du projet, de production et de mise en œuvre dans le cadre défini du marché.

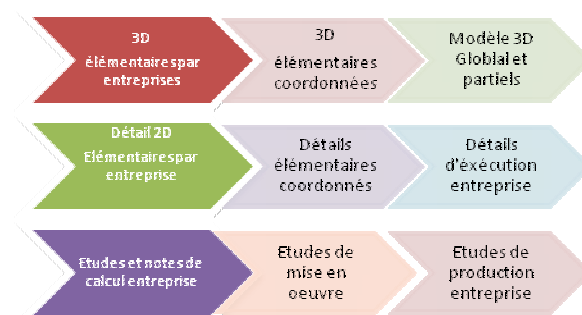


Figure13 : Procédures d'études d'exécution.

Le matériau INOX

Outre ses caractéristiques mécaniques, le matériau acier est aussi utilisé sur le chantier du musée des Confluences pour ses capacités de résistances à la corrosion.

Associé avec du chrome, le fer se révèle être un véritable outil de prédilection pour le domaine du bâtiment. Ainsi l'acier inoxydable, appelé plus communément inox, a été choisi pour recouvrir le nuage du musée.

Selon la teneur en carbone, l'alliage de fer et d'au moins 10, 5% de chrome confère à l'acier d'exceptionnelles résistances à la corrosion. Cette résistance est assurée par la présence d'une fine couche d'oxyde de chrome (environ 0,001 μm).

d'épaisseur) qui empêche l'oxydation provoquant de la rouille et donc des désordres.

C'est la société Aperam, branche INOX du Groupe ArcelorMittal, qui a été retenue pour fournir les 560 tonnes d'inox nécessaires pour recouvrir le nuage du musée.



*Le nuage du musée recouvert d'INOX
(Source APERAM)*

Le choix de ce type de matériau a été aussi fait pour des raisons esthétiques. En effet, il est possible de donner à l'INOX une multitude d'aspect de surface de mat à brillant en passant par des colorés. En ce qui concerne le musée, près de 560 tonnes de panneaux d'aspect microbillé, d'épaisseur 3 mm ont été posés. Ceux-ci permettront de créer un jeu de lumière tout en permettant d'assurer la durabilité de la couverture du nuage.

Visites de chantier

Un chantier d'envergure comme celui du musée des Confluences ne laisse pas indifférent l'œil de l'expert ou même du novice. Pas moins de 100 entreprises interviennent et c'est sans compter sur les compétences des ouvriers, qui, jours après jours, laissent leur trace sur le chantier pour construire ce bâtiment hors du commun.

Quatre ouvrages se distinguent : cristal, nuage, socle et abords. Ils dévoilent peu à peu la silhouette définitive de ce géant, au confluent de la Saône et du Rhône...

- **Les bétons architectoniques**

Le caractère spécifique du projet conduit à l'utilisation de béton architectonique pour atteindre des parements de qualité (micro-bullage éliminé, uniformité des teintes,...).

Pour les voiles droits, les solutions de coulages retenus sont l'utilisation d'une benne Ankrobox ou l'utilisation d'un tuyau pompier. Pour les voiles inclinés, la solution de coulage mise au point est le système RA-TECH permettant l'injection de béton en pied de coffrage.

Les manifestations régionales



Adaptation des coffrages pour les éléments inclinés

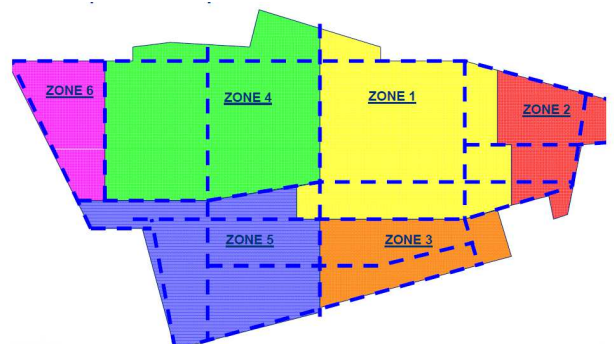


Système RA-TECH

- **La structure métallique**

L'ensemble de la structure métallique est décomposé en 6 zones. Ce découpage est suivi pour la réalisation du projet (de la zone 1 à la zone 6).

Jonction poteaux béton – poutre métallique type pont



Découpage de la structure métallique

Les manifestations régionales



Niveau intermédiaire entre le socle et le nuage



Jonction entre une pile béton et la structure métallique



Future salle d'exposition



Le Cristal et le puits de Lumière

Quelques chiffres :

22 000 m² de surfaces utiles
126 000 nœuds du modèle

LE NUAGE

10 900 m² - 150 m de long
6 500 t d'acier de charpente
14 000 plaques d'inox pour
12 000 m² de vêtue

LE CRISTAL

1900 m² - 61 m de long
600 t d'acier
5250 m² de verre

Conclusion

Cette journée consacrée au musée de la Confluence à Lyon a été très intéressante et enrichissante tant techniquement sur la conception, notamment sur les structures

Les manifestations régionales

retenues, que sur les méthodes originales et innovantes de réalisation compte tenu de la complexité de l'ouvrage.

Au niveau de l'organisation tout a été parfait, que ce soit les présentations ou les visites de chantier. Les différents intervenants ont su nous guider au cœur du projet de la construction de celui-ci.

La visite de chantier a mis en évidence la complexité de l'ossature métallique et la nécessité de travailler avec des plans 3D pour faciliter la réalisation sur chantier.

Encore merci à l'AFGC RA et à Construiracier pour leur accueil et la qualité du montage de cette manifestation.

Compte-rendu rédigé par Pierre FROEMER et Johan TRINQUIE, étudiant en 5^{ème} année Génie Civil à l'INSA de Lyon membre étudiant de la délégation Rhône Alpes de l'AFGC, sous le tutorat de Jacques MARTIN (EGIS/AFGC).

