

La Cité des Civilisations du Vin à Bordeaux, France

Das Weinmuseum in Bordeaux, Frankreich

The wine museum in Bordeaux, France

Michel Chapron
Arbonis
FR-Chemillé-Melay



La Cité des Civilisations du Vin à Bordeaux, France



1. Le concept architectural

La forme du bâtiment évoque le mouvement du vin qui tourne dans le verre et révèle un ensemble d'atomes, de particules, d'acquis culturels, visuels, parfumés odorants. Ce liquide qui tourne, rituellement, universellement : c'est le concept du projet, une promesse... Et cela doit se vivre, physiquement, dans le corps même du visiteur. Cela doit se ressentir dans l'organisation du plan, dans le modelage du volume, dans la torsion imprimée à la forme de la Cité des civilisations du vin.

2. Lot clos couvert obtenu en dialogue compétitif

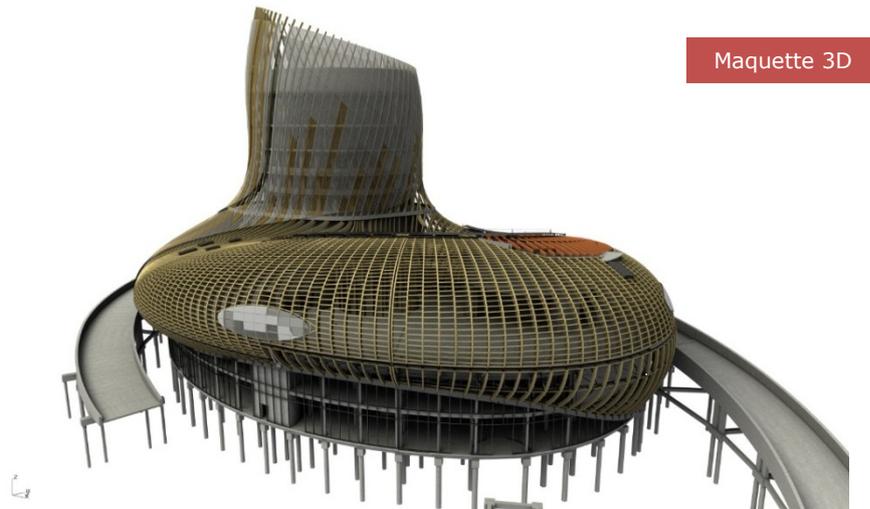
2.1 Des synergies métiers

À la suite d'une année de dialogue compétitif, le groupement mené par GTM Bâtiment Aquitaine remporte, en octobre 2013, le marché de gros œuvre et clos couvert pour un montant de 28.2 millions d'euros.

Dès l'origine, ce groupement s'appuie sur des entreprises intégrant toutes les compétences techniques nécessaires : Soletanche Bachy pour les fondations, Arbonis pour la charpente bois, et les entreprises Smac, leader français de l'enveloppe de bâtiment en charge de l'étanchéité et de la vêtue aluminium, et Coveris (associé à Garrigues), spécialiste des vitrages à haute valeur ajoutée. Chaque composante du projet exige un savoir-faire spécifique et un réel esprit d'équipe, du fait des très fortes interactions entre les différents métiers.

Le dialogue compétitif a permis d'optimiser les solutions pour respecter l'enveloppe financière et de faire en sorte que les entreprises soient prêtes. Le marché comprenait également les études de projet (phase pro) habituellement dévolues à la maîtrise d'œuvre, décrivant en détail les missions de chaque entreprise. Il fallait analyser le bâtiment et imaginer sa construction avec un phasage particulièrement complexe.

Sa géométrie très originale et les interactions entre le béton, la charpente bois et la vêtue nous ont conduits à faire modéliser l'ouvrage en maquette 3D dès le début de la phase dialogue.



Parmi les variantes retenues, il faut citer l'optimisation du pas des arcs en lamellé collé (économie de 10% des arcs), la réduction du plénum (espace) entre la charpente et la vêture, la simplification de la peau extérieure, qui ne comporte plus que 20% de panneaux en verre bombé au lieu de 80% ; ou encore le renforcement des dalles en béton, afin de supporter la charge des nacelles utilisées lors du montage de la charpente dans les zones où les deux grues à tour étaient inopérantes.

3. Composition du lot bois

Le bâtiment se compose en deux parties.

3.1. Le tore (partie basse) composé de :

- Arcs lamellés collés
- Poteaux lamellés collés porteurs et décoratifs
- Poutres croches
- Une structure métallique sans le R+2
- Pannes / entretoises lamellé collé
- Panneaux de contreplaqués

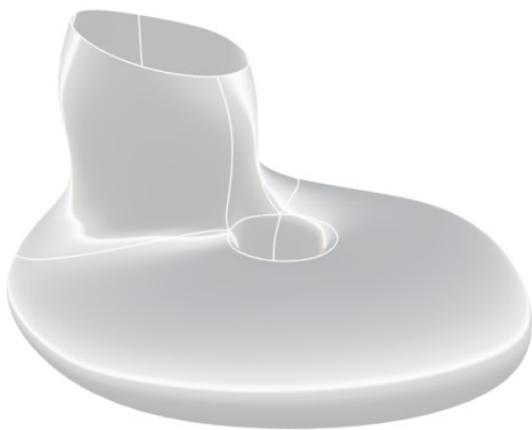


3.2. La tour composée de :

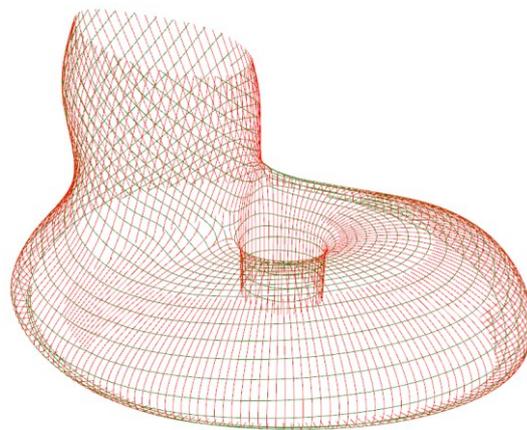
- Épines lamellé collé
- Bâtons métalliques au dernier étage pour reprise porte à faux
- Deux passerelles métalliques avec caillebotis bois

4. Les études

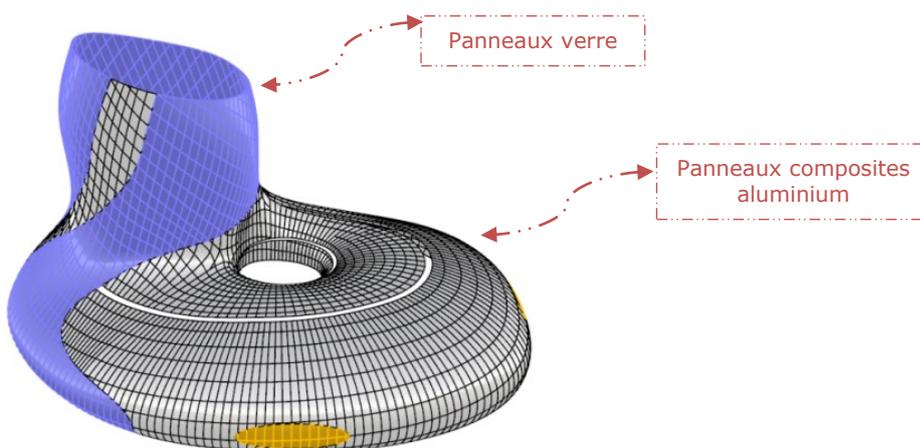
Afin de respecter le budget de la maîtrise d'ouvrage, la maquette numérique s'est imposée dès le dialogue compétitif. Cette étape a duré un an jusqu'en avril 2013. Nous avons comparés nos logiciels respectifs. Finalement Revit d'Autodesk a été utilisé pour le socle en béton du bâtiment, Cadwork pour la charpente, Rhinocéros pour la vêtture. Grâce à la gestion paramétrique des éléments, via le module Grasshopper, il rendait possible la réalisation de la vêtture composée de panneaux de verre et d'acier. La combinaison des logiciels a permis de produire les 574 arcs et 128 épines en lamellé collé de la charpente, ainsi que les 850 panneaux vitrés et leurs 5000 pattes d'accroche.



Surface de référence
Enveloppe extérieure

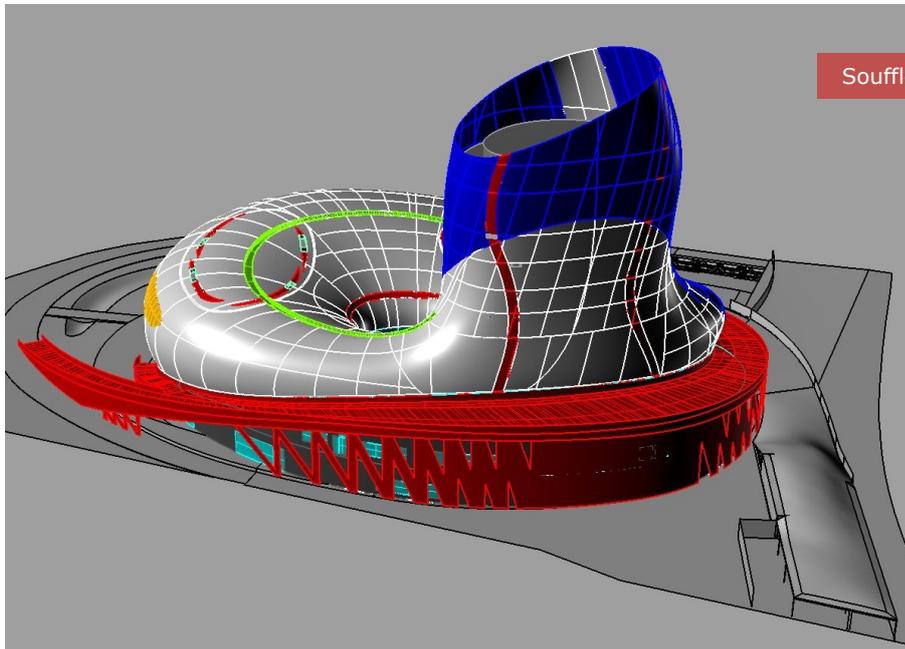


Calepinages primaire et
secondaire charpente bois



Surface de référence
Enveloppe extérieure

Les effets du vent étant difficiles à calculer vu les formes courbes du bâtiment, une maquette en soufflerie numérique a été réalisée en phase de dialogue et pour conforter les résultats, une maquette a été étudiée en soufflerie réelle. Il est intéressant de noter que les écarts entre les modèles numérique et physique ont été particulièrement faibles.

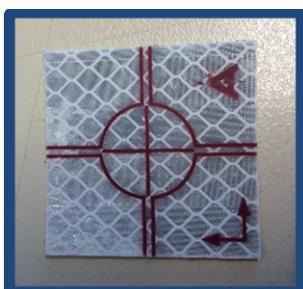


5. Tolérances extrêmes

Partout, la précision est extrême : les pièces d'appui de la charpente ont une latitude de réglage inférieure à 15 mm, qui s'impose donc au béton sur lequel elles sont fixées. Tout dépassement, même minime, de cette cote est interdit.

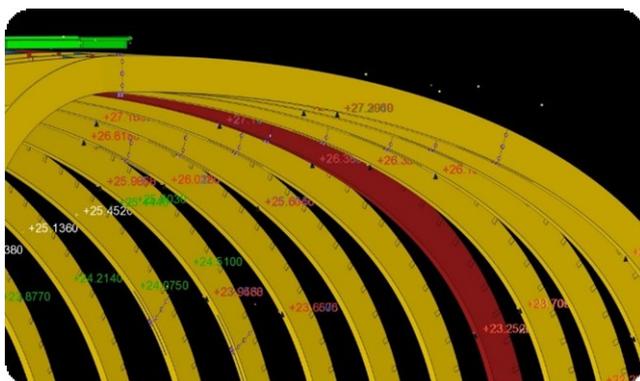
Intercalés par 8000 entretoises, 574 arcs tous différents et 128 épines en lamellé collé composent la charpente du tore et l'enveloppe de la tour. L'utilisation de la 3D est habituelle chez Arbonis, mais la réalisation d'une forme aussi complexe est exceptionnelle. Nous avons conçu l'extrados des arcs en partant de l'enveloppe extérieure dessinée par l'architecte et en retranchant 350 mm correspondant à l'épaisseur de l'isolation de la vêtue. Toutes les pièces étant différentes, il a fallu réaliser plus de 700 moules. Chacune a nécessité une vingtaine d'heures de travail.

La pose également a représenté un véritable défi, notamment au niveau des tolérances qui, pour la charpente, ne devaient pas excéder 15 mm, alors que le déformé en charge acceptable est habituellement de $1/300^e$, soit un fléchissement d'une dizaine de centimètres sur des portées de 30 m, comme c'est le cas ici. La conception 3D a permis de parvenir au résultat recherché en appliquant de la contre-flèche lors de la fabrication.

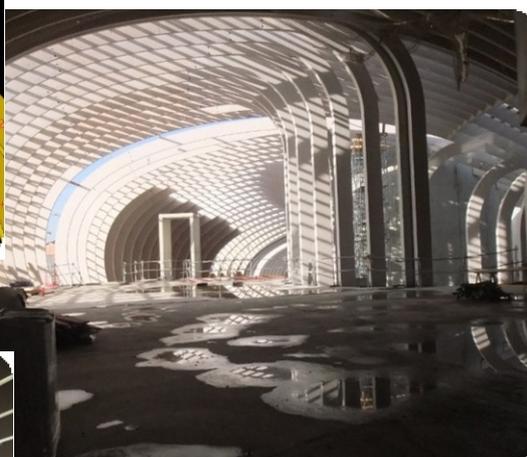


Cible sous les arcs

Le montage sur site est effectué par les équipes d'Arbonis avec une précision parfaite, comme dans un jeu de Meccano : tous les taillages et perçages sont réalisés en usine, et chaque arc ou « épine » est muni de cibles réfléchissantes utilisées par le géomètre accompagnant le chantier. Ajustés sur la charpente, 4000 m² de panneaux de contreplaqué taillés sur mesure ferment le volume sur lequel est posée la vêtue.



Relevé géomètre



Rendu réel

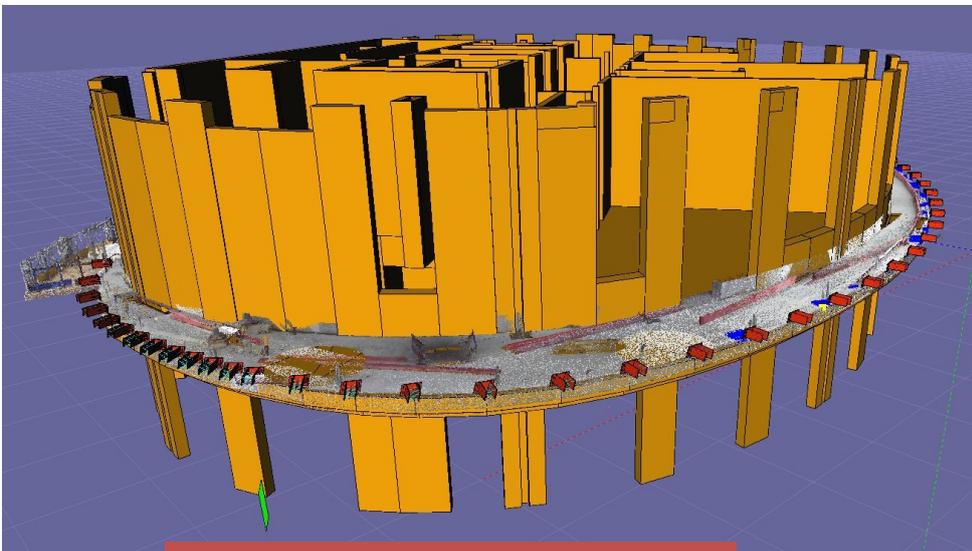


6. Un bâtiment passé au scanner

Fixées à la charpente bois, 7500 chandelles supportent les panneaux en aluminium et verre composant la peau extérieure. L'emplacement de chacune d'elles doit être déterminé exactement, afin de respecter la fluidité voulue par l'architecte.

Le moindre défaut sera immédiatement visible : la précision à atteindre est millimétrique. C'est en mettant en œuvre une technologie unique que l'on parvient à cette perfection sur une forme aussi complexe.

Au-delà du processus industriel, le scanner 3D a aussi été utilisé pour vérifier les tolérances dimensionnelles entre les différents lots. Ainsi, l'espace entre la charpente et vêtture ne devait pas dépasser 35cm. Les relevés 3D permettent de vérifier la position de référence de chaque arc en abscisse (x), ordonnée (y) et cote (z). Deux géomètres employés à temps plein font des relevés réguliers sur le chantier.



7. Chiffres clés

Surface développée 14000 m² – Hauteur de la tour 55 m



7.1 Ossature béton

- 9 000 m³ de béton
- 1 000 tonnes d'aciers
- 80 000 heures de travail

7.2 Ossature bois

- 8000 heures d'études
- 17500 heures de fabrication
- 15000 heures de pose
- 574 arcs lamellé collé tous de formes différentes
- 128 épines lamellé collé toutes de formes différentes
- 950 m³ de bois lamellé collé épicéa (700 m³) et douglas (250 m³)
- 8 000 pannes et contreventements
- 4 000 m² de panneaux contreplaqué taillés sur-mesure

7.3 Vêtire métal

- 2 500 panneaux composite de formes et dimensions différentes

7.4 Vêtire verre

- 2 235 m² de verre

