

Novembre 2011 # 8

Le magazine

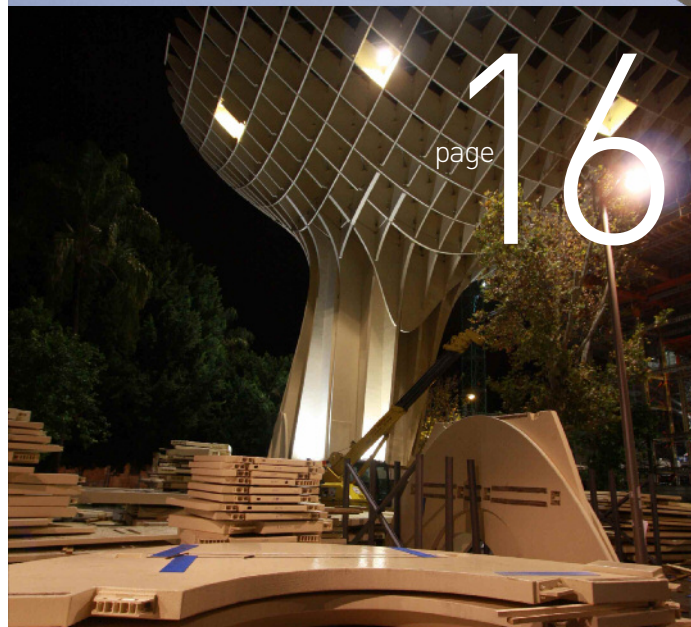
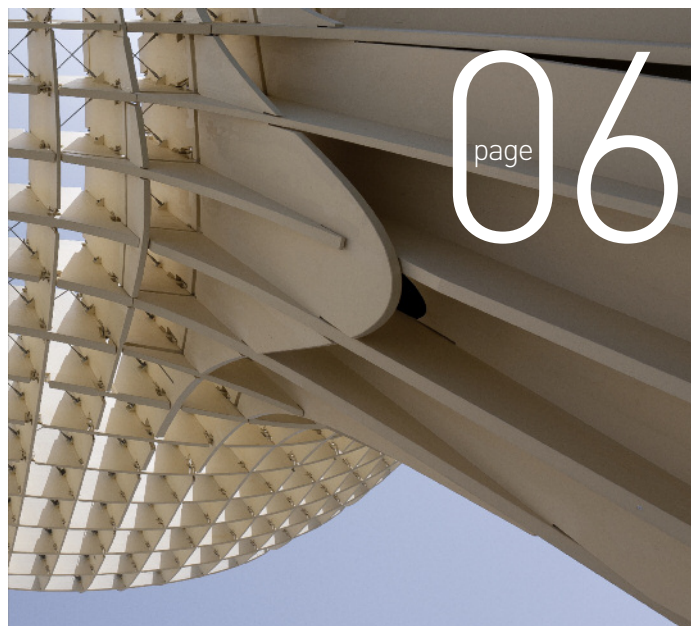
WOOD

Spécial Metropol Parasol de Séville

finnforest

Sommaire

Le concept	04
Les choix techniques	06
Focus sur le matériau Kerto	14
La production	16
Le montage	18
Les parasols dans la ville	20
Quelques images	22
Quelques chiffres	23



Wood 8 - Avant-propos

Prouesse et poésie du bois

Bienvenue dans ce magazine wOOD exceptionnel, entièrement consacré à une réalisation architecturale et technique extraordinaire : le Metropol Parasol de Séville, l'une des plus grandes constructions en bois au monde.

Initié en 2004, ce projet s'élève aujourd'hui au cœur historique de Séville, capitale de la communauté autonome d'Andalousie, en lieu et place d'un parking sous lequel sommeillaient à la surprise générale d'étonnants vestiges romains. Leur présence fut une première contrainte de taille qui poussa l'architecte berlinois Jürgen Mayer, en charge du projet, à développer des trésors de créativité.

C'est ainsi qu'émergea le concept de Parasol, sous la forme d'une résille, suffisamment légère compte tenu des descentes de charge reprises par les seuls six pieds du futur édifice.

Le bois fut donc pressenti comme la réponse naturelle à la faisabilité du projet, mais seul le lamibois Kerto-Q de Finnforest, par ses caractéristiques mécaniques exceptionnelles, permit de répondre aux attentes du designer et aux contraintes exercées sur cette structure de plus de 150 mètres de long et atteignant 28 mètres à son point culminant.

Ce projet fut aussi une formidable aventure humaine entre un architecte, des ingénieurs, un industriel et des bâtisseurs qui pendant sept années mirent tout leur savoir-faire et leur enthousiasme à concevoir, fabriquer et assembler ce fantastique puzzle de 3400 pièces différentes.

Protégé par une peau respirante de polyuréthane, le Metropol Parasol s'inscrit pour les décennies à venir comme le symbole architectural pérenne de la ville de Séville. Et, si vous passez en Andalousie, ne manquez sous aucun prétexte une promenade à l'ombre de ce majestueux parasol.

Rédigé en collaboration avec les ingénieurs et les architectes de Finnforest, ce magazine entend "rentrer" dans la technique afin de vous restituer toute la créativité et l'expertise technique qui furent déployées afin d'élever cet édifice majeur.

Excellente lecture.

Le concept



Prendre racine dans un lieu complexe au passé chargé pour déployer à 28 m de hauteur une architecture puissante et raffinée : telle est la force du nouvel emblème de Séville, le Metropol Parasol.

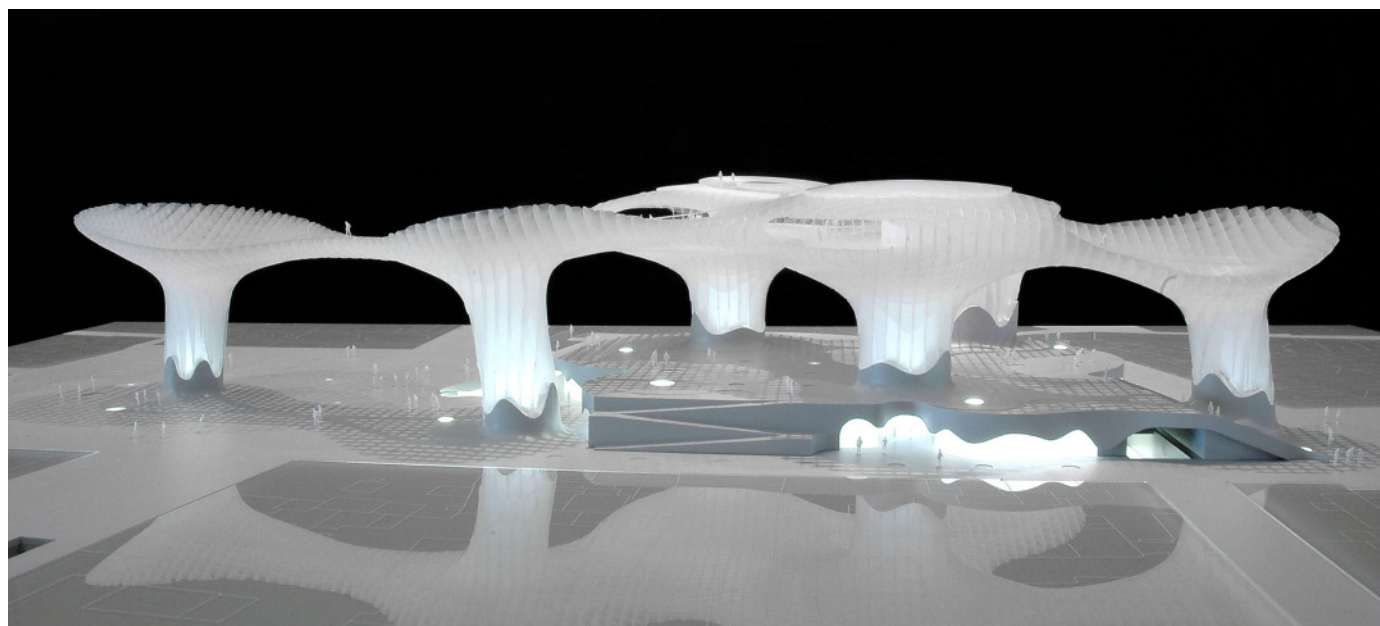
Le concours remporté en 2004 par l'équipe de Jürgen Mayer transforme la Plaza de la Encarnacion autrefois délaissée en un geste urbain à visée internationale.

L'architecture ici devient monument. L'humour avec lequel le maître d'œuvre berlinois Jürgen Mayer décrit ces "champignons géants", ces "chanterelles" ne fait pas oublier les très fortes contraintes de départ dont les concepteurs ont su faire des atouts pour développer les potentialités du projet.

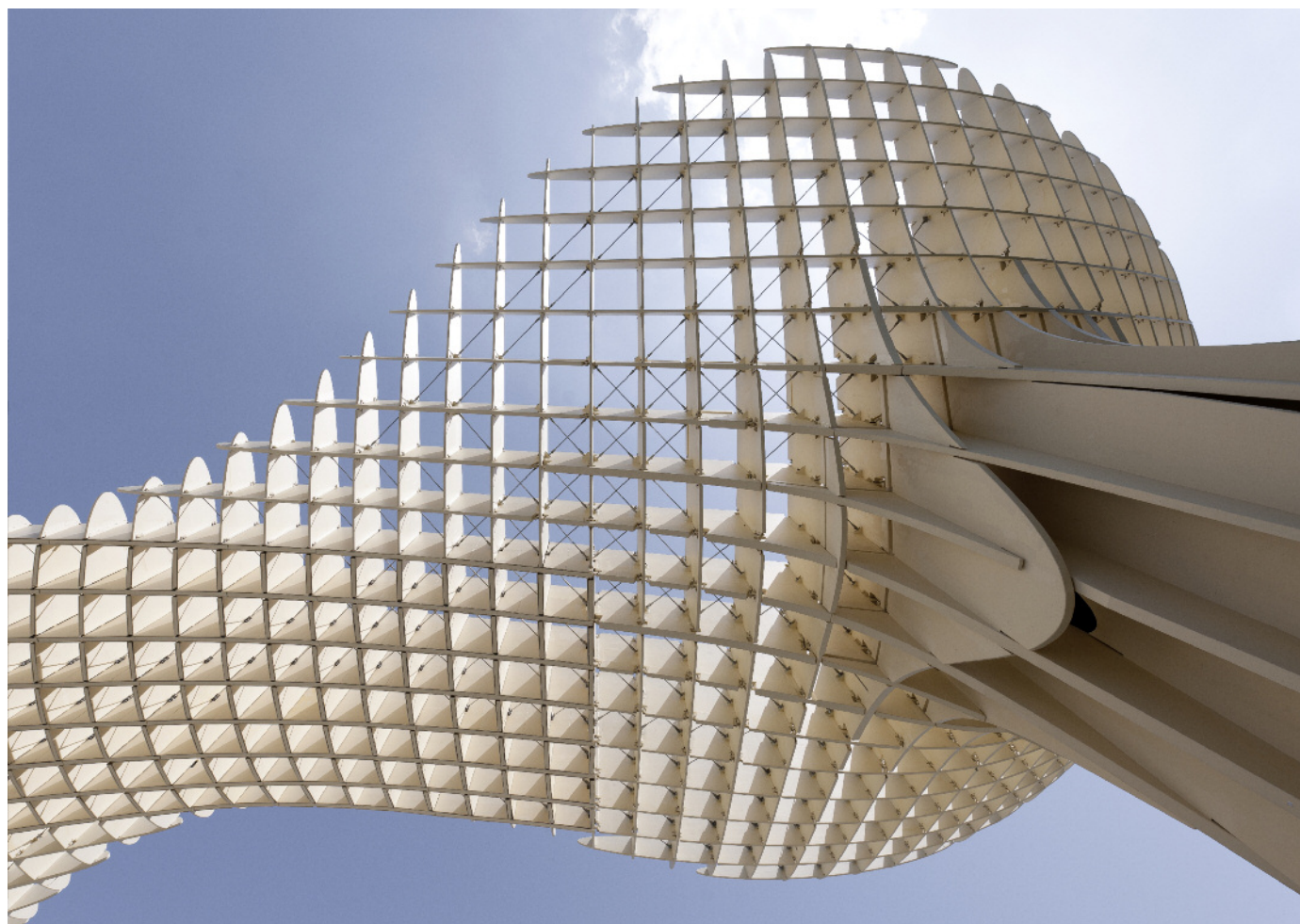
Les six "troncs" prennent appui aux rares points libres dans un sous-sol presque entièrement occupé par des vestiges d'époque romaine. Au-dessus de ce sous-sol transformé en musée archéologique, le rez-de-chaussée abrite un marché couvert, des boutiques et des restaurants de plain-pied avec la Plaza de la Encarnacion. La dernière strate accueille une vaste esplanade sur le toit du marché couvert qui prolonge l'espace public.

A plus de 20 m au-dessus de la place, la gigantesque structure ajourée de 1 100 m² joue le rôle d'ombrière, mais aussi de promenade, de belvédère et de lieu de détente, avec un café-restaurant panoramique de 300 m², niché au creux de la résille. L'accès se fait par des ascenseurs et des escaliers ménagés à l'intérieur des "troncs". La

hauteur des Parasols a été déterminée par celle de l'existant : assez haute pour offrir de belles vues sur Séville et pour laisser respirer l'espace public en dessous, mais sans dominer ou perturber le quartier alentour. Tous les niveaux sont ouverts au public, faisant de la Plaza de la Encarnacion un nouveau quartier pour les habitants et un centre de vie touristique et culturelle.



Les choix techniques



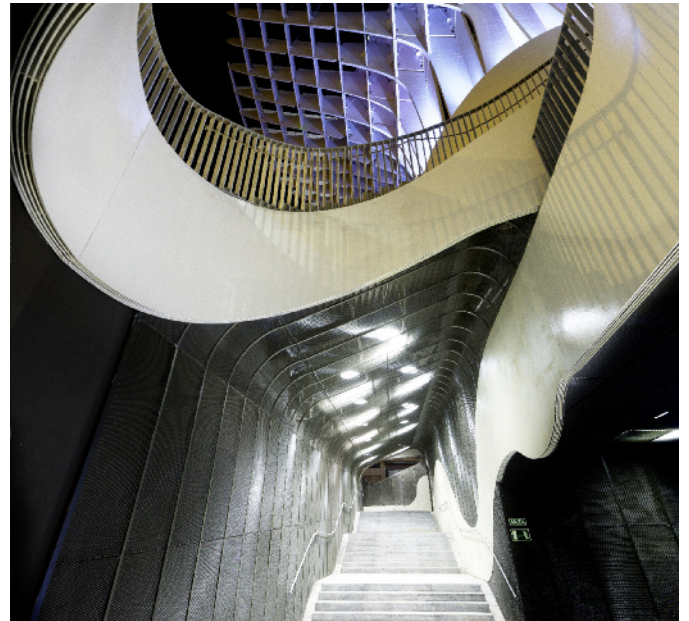
Même si le bois et plus particulièrement le Kerto-Q de Finnforest se révéla être le matériau idéal pour réaliser le Metropol Parasol, les défis techniques restaient nombreux à relever. La forme ondulée de la structure imposait tout d'abord d'orienter chaque pièce dans le sens optimal de résistance du Kerto, ce qui compliquait la découpe des pièces dans les panneaux.

Par ailleurs, le design de la résille fit que chacune des 3400 pièces de la structure était différente. La phase technique du projet fut à elle seule une aventure passionnante où le bureau d'études Arup et Finnforest mirent tout en œuvre pour concilier le respect de l'épure de l'architecte et les contraintes techniques.

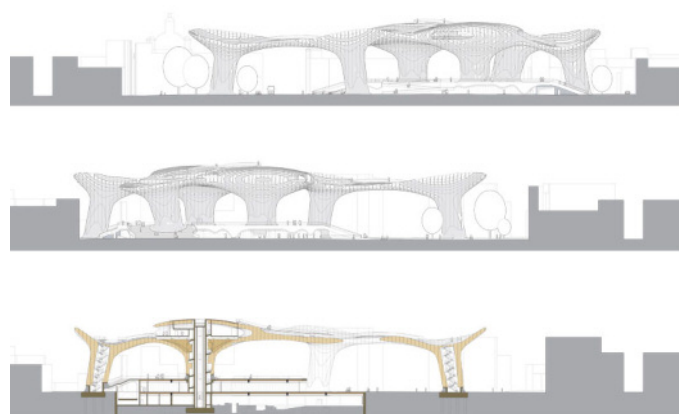
Le concours prévoyait un projet dont la structure et l'enveloppe étaient, de manière classique, deux éléments distincts. Par la suite, l'équipe de Jürgen Mayer et Arup travaillèrent à éliminer cette dichotomie, jusqu'à parvenir à un concept de résille porteuse faite de fins panneaux verticaux.

Une vaste structure mixte

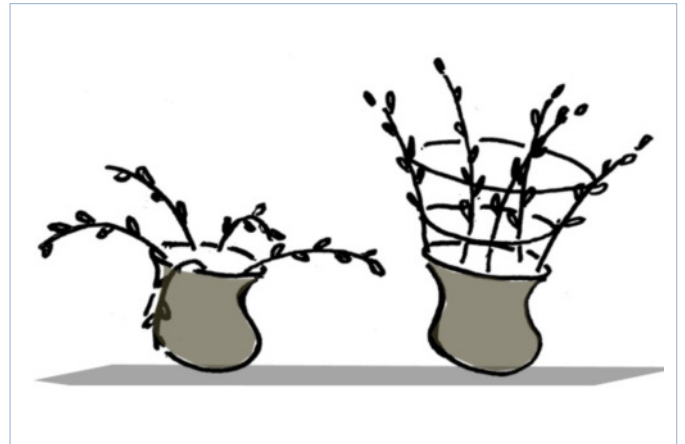
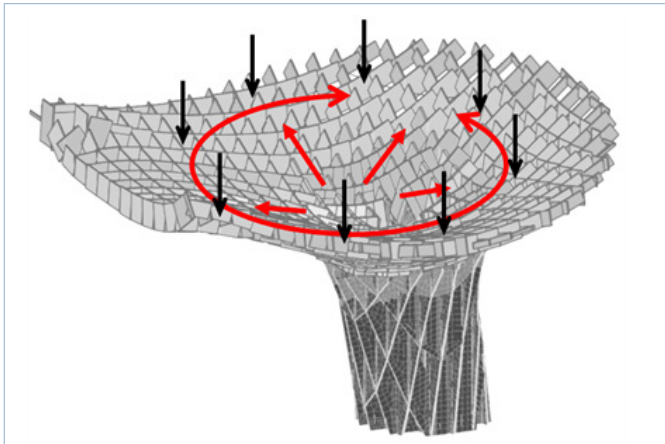
Tout matériau, bois, métal, béton ou verre, a ses points forts et ses points faibles. Le système structurel fait donc appel à chacun de ces matériaux en fonction des nécessités architecturales et techniques. Les fondations et les gaines d'ascenseurs sont en béton. Le musée archéologique en sous-sol nécessite de recréer au-dessus de lui un "sol" reposant sur le moins d'appui possible, mais reprenant les énormes charges du marché et de l'esplanade. Les portées gigantesques sont franchies par des poutres treillis métalliques de plus de 5 m de haut. Les tirants de ces poutres restent visibles entre les ruines romaines, lors de la promenade. Une poutraison secondaire entre ces grandes poutres treillis supporte un plancher collaborant béton-métal, qui constitue la dalle de sol pour le marché couvert.



A plus de 21 m du sol, les charges du restaurant panoramique sont reprises par une structure mixte béton-métal. Le plancher collaborant de la plateforme est soutenu par des profilés métalliques creux de section carrée, qui viennent s'ancrer aux fûts béton tout en suivant la courbe des escaliers qui s'enroulent autour de ces "troncs". Ces deux fûts béton reçoivent également les ascenseurs. Le projet comptant six "arbres" en tout, les quatre autres "troncs" du Metropol Parasol sont en charpente bois.



Les choix techniques (suite)



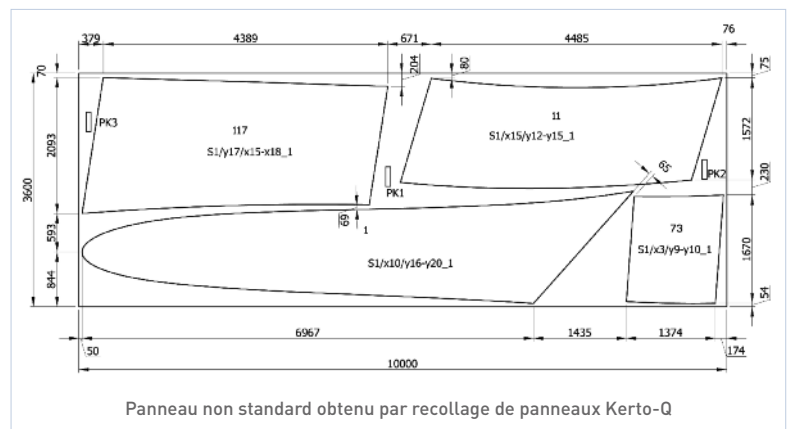
Un nouveau type de charpente pour les Parasols

La géométrie de la structure est librement inspirée de la silhouette que projetterait l'ombre d'un arbre. Les panneaux de Kerto sont calepinés sur une trame orthogonale de 1,50 m x 1,50 m et génèrent une vaste nappe structurelle.

Puisque cette ombrière ne constitue pas une toiture fermée et continue pouvant former contreventement, mais une surface "perméable" ouverte aux vents et aux intempéries, des triangulations métalliques supplémentaires sont nécessaires pour rigidifier la structure et qu'elle puisse reprendre les efforts latéraux. Une disposition ingénieuse des diagonales permet d'assurer la stabilité dans les deux directions horizontales à l'intérieur de la grille bois. C'est un effet similaire à celui des tiges qui penchent dans un vase : si les tiges (ici les panneaux Kerto) sont retenues par des bandes (ici les diagonales), alors elles tiennent droites dans le vase. Comme les triangulations métal sont très visibles dans le dessin des Parasols, il fut décidé avec l'architecte de les dissimuler le plus possible, notamment sous les chemins de la promenade panoramique. Cette image du bouquet illustre bien la disposition en anneau qui a guidé le travail des ingénieurs.

Comment les arbres sont devenus Parasols

Dans la suite de la conception, le gabarit de chaque panneau structural en Kerto dut être défini. Il fut nécessaire de vérifier que la direction des sollicitations dans le bois suivait le sens des fibres. Pour cela, les ingénieurs d'Arup et de l'entreprise Finnforest décidèrent d'optimiser les dimensions de chaque panneau pour que la découpe ne provoque pas de décalage supérieur à 7° entre l'axe



structurel de l'élément et le sens des fibres.

Les longueurs varient entre 1,50 et 16,50 m, les épaisseurs entre 68 et 311 mm. Les éléments servant aux Parasols ont des hauteurs de 3 m maximum, alors que dans les "troncs", la plus grande plaque structurelle Kerto du projet mesure 16,5 m x 3,5 m, pour une épaisseur de 140 mm.

La structure compte environ 3 400 éléments, pour un volume total mis en œuvre de 2 500 m³ de Kerto.

Membrane polyuréthane

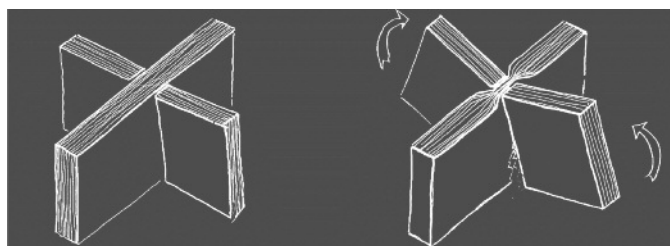
L'un des enjeux majeurs pour les structures bois à l'extérieur est leur durabilité, donc la protection à la pluie, au vent, au soleil. Un procédé innovant fut choisi, déjà expérimenté avec succès par l'architecte Jürgen Mayer pour la cafétéria de l'Université de Karlsruhe, en Allemagne.



Les panneaux Kerto reçoivent un revêtement polyuréthane bi-composants de 2 à 3 mm d'épaisseur. Grâce aux remarquables qualités de souplesse et d'adhérence du matériau sur les surfaces bois, cette membrane sert à prévenir les fissures dans le bois. De plus, cette "peau" est imperméable à l'humidité mais perméable à la vapeur d'eau : la structure respire mais reste au sec. Enfin, la couche finale de protection UV, teintée ivoire clair, confère à l'ensemble une qualité de surface inédite. Cette association réussie entre structure bois et membrane polyuréthane ouvre de nouveaux horizons à l'ingénierie bois : la qualité de cette protection permet de conserver durablement les valeurs mécaniques et la stabilité dimensionnelle du matériau.

Détails d'assemblage

La taille d'une structure bois est fréquemment conditionnée par la dimension des assemblages nécessaires pour transférer les efforts. Dans le cas des Parasols, on rencontre une difficulté supplémentaire : les charges doivent passer entre éléments perpendiculaires au niveau de chaque nœud d'assemblage. Pour rappel, mentionnons que dans le bois la résistance en compression dans la direction transversale n'est que 1/8 de la valeur de compression dans le sens parallèle.



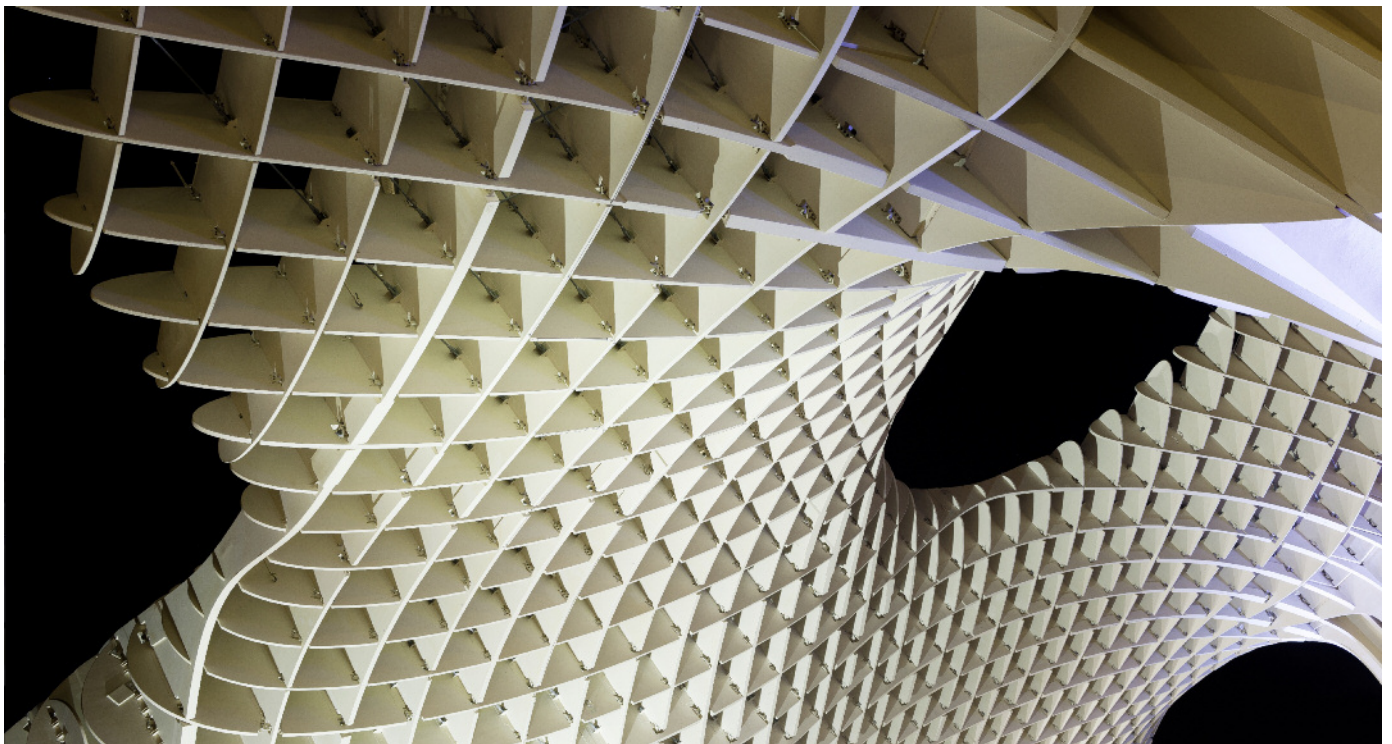
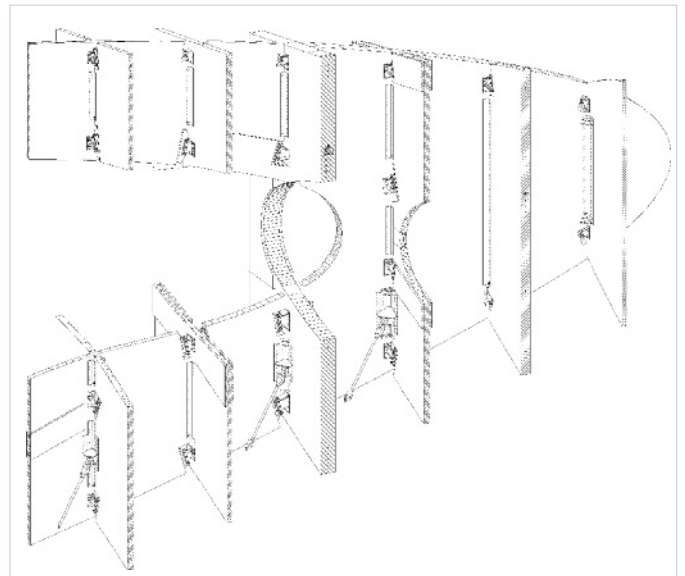
Les choix techniques (suite)

En traction transversale, la résistance est de 1/50 de la valeur de compression dans le sens parallèle. Par conséquent, une liaison directe par continuité des quatre pièces de bois serait impossible.

En plus de ces considérations générales, le projet de Metropol Parasol présente les contraintes suivantes :

- Les assemblages supportent des efforts de plus de 1,3 MN, soit 130 tonnes.
- Les points d'appuis laissés libres par les ruines romaines étant très limités, cela restreint les capacités de reprises de charges, donc les assemblages sont les plus légers possibles.
- Chacun des 2 700 détails d'assemblage étant unique par sa géométrie, car reprenant des charges différentes à chaque fois, un système souple et modulable s'impose.

- Le système d'assemblage doit être facilement réalisable et adapté aux contraintes du chantier.
- Tous les assemblages étant visibles, leur aspect doit être le plus fin possible.

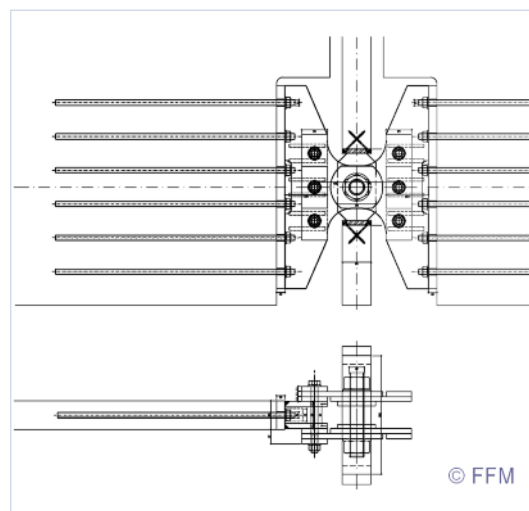
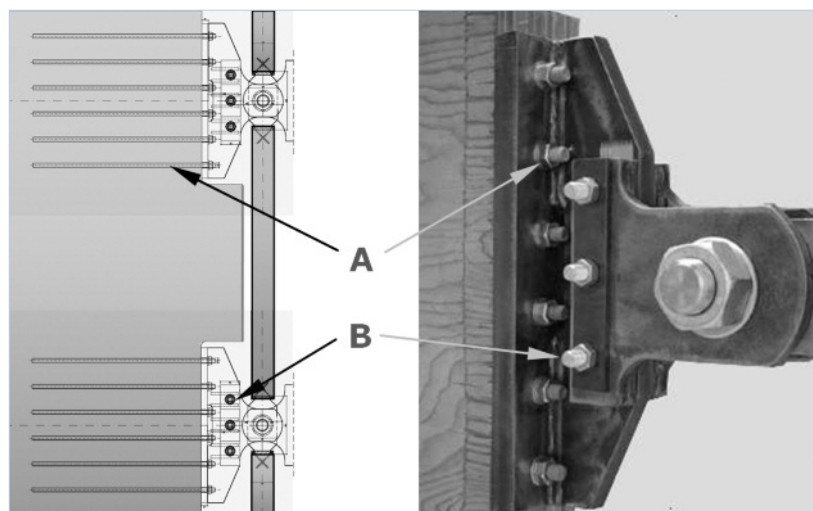


Après moult études, calculs, argumentations et expérimentations, les ingénieurs d'Arup et Finnforest mirent finalement au point un système d'assemblage par tiges filetées collées, qui permet des reprises de charges importantes tout en restant léger. Les dimensions exceptionnelles du projet nécessitèrent des vérifications multiples en amont, par le calcul puis par l'expérimentation de nombreux tests.

Chaque connecteur a été pré-dimensionné au fur et à mesure de la préfabrication par Finnforest, puis classé en fonction des valeurs mécaniques. Au regard de la géométrie verticale de la résille, toutes les liaisons sont dans le plan vertical. Pour les assemblages de moment en partie haute et basse de chaque élément, un système de connecteur spécial de type rotule fut créé. Ils peuvent être manipulés et boulonnés facilement sur le chantier. Les deux platines sont liaisonnées par un connecteur en "dent de scie" et assemblées par tiges pré-contraintes. Les efforts élevés passent de l'acier au bois par les tiges tendues collées dans le bois.

Assemblages chauffés

Séville connaît des températures de 40°C à l'ombre en été. La surface d'un objet exposé directement au soleil peut atteindre les 70°C. Se pose alors la question de la résine epoxy utilisée dans les assemblages pré-contraints, dont les propriétés sont certifiées par le fabricant jusqu'à 60°C seulement. Diverses simulations thermiques menées par Arup et le Fraunhofer Institute for Wood Technology Research (WKL) confirmèrent l'élévation de la température à l'intérieur du bois à plus de 60°C. Pour parer à ces configurations extrêmes, la solution de principe est de chauffer la résine epoxy lors de l'assemblage afin de rendre la molécule plus résistante aux variations de température. Un procédé novateur de pré-contrainte dans le bois par élévation de température fut ainsi développé et testé par Finnforest avec l'aide de WEVO Chemicals et l'expert Borimir Radovic. Il s'agit de pré-chauffer les éléments de charpente, y compris les tiges d'assemblage, à environ 55°C, afin que la température de transition vitreuse de la colle dépasse en toute sécurité le seuil des 80°C.







Focus sur le matériau Kerto



Le Kerto fabriqué dans les usines de Finnforest en Finlande est utilisé avec succès dans le domaine de la construction bois depuis des décennies. Sa variante en plis croisés appelée Kerto-Q est la seule et unique réponse possible en bois. Le Kerto-Q satisfait à deux exigences essentielles du Metropol Parasol que sont la stabilité dimensionnelle des éléments et la forte résistance aux contraintes structurelles du projet. L'application d'un revêtement polyuréthane et l'utilisation de la technique des tiges collées puis chauffées représentent un nouveau savoir-faire qui trouvera certainement sa place dans la future liste des techniques courantes de la construction bois.

Le Kerto est le produit d'ingénierie bois le plus performant mécaniquement pour la structure. C'est un panneau formé de placages de 3 mm obtenus par déroulage de billons d'épicéa (épaisseur finale de 21 à 75 mm).

La fabrication se fait dans deux usines situées en Finlande, au plus près de la ressource forestière. L'analyse du cycle de vie du Kerto indique une faible émission de carbone due à l'autosuffisance en énergie des usines.

Le Kerto est produit selon la norme NF EN 14374. Il est manufacturé en panneaux de très grandes dimensions (1,80 m ou 2,50 m de large et jusqu'à 24,50 m de long). Il peut être retaillé sur mesure en fonction des demandes de l'artisan ou du distributeur.

De structure homogène, le Kerto est un matériau extrêmement résistant. Il ne gauchit pas et présente un bon comportement au feu. Les propriétés de résistance à la flexion, à la traction et à la compression sont très élevées et largement supérieures au bois massif. Cette homogénéité permet un dimensionnement optimal.



Sa robustesse et sa précision dimensionnelle ainsi que le large éventail des sections disponibles ouvrent des perspectives créatives aux concepteurs (architectes, BE, etc.).

L'optimisation de la ressource est optimale pour le Kerto face à d'autres produits concurrents :

- avec 2 m³ de grume, on fabrique 1 m³ de Kerto (50% de rendement matière)
- avec 3,2 m³ de grume, on fabrique 1 m³ de Lamellé-collé (31 % de rendement matière)

Metropol Parasol de Séville

La production



C'est dans l'usine Finforest de Aichach en Allemagne qui produit également les panneaux Leno que la production des 3400 pièces fut réalisée à base de panneaux de Kerto Q. Le premier enjeu fut d'optimiser la découpe de chaque panneau pour minimiser les chutes tout en respectant une orientation idéale pour obtenir la résistance recherchée. De manière générale, la complexité du projet nécessita un travail pointu de recherche et développement tout au long de la préfabrication. L'étape de pré-contrainte par traitement thermique des assemblages imposa notamment de définir de nouveaux process pour garantir leur résistance dans les conditions climatiques de Séville.

La phase de production fut grandement optimisée grâce aux équipements de calcul et de découpe de dernière génération habituellement utilisés pour la découpe des panneaux en bois massif Leno.

Calcul des efforts et dimensionnement de la structure

Une fois tous les choix techniques en place, le calcul de la structure porteuse put commencer. Les ingénieurs de Finnforest et Harrer créèrent une modélisation définissant un type d'assemblage (y compris son poids) pour chaque angle de chaque élément, chaque épaisseur, chaque sens de fibre, chaque variation d'efforts. Puis l'équipe Arup utilisa ces valeurs, taille des éléments de charpente et poids des assemblages, pour alimenter son propre schéma 3D. Les nombreux ajustements nécessaires entre les équipes menèrent à l'utilisation de protocoles partiellement automatisés pour pouvoir mener à bien les calculs.

Finnforest a pris ensuite en charge les dessins d'exécution, y compris la définition de tous les assemblages. De nouvelles séries de tests furent alors menées à bien pour les ultimes vérifications.



Déroulement de la production

Les grands panneaux de Kerto-Q autoclavé furent collés structurellement entre eux avant de procéder aux découpes des éléments de charpente. Les épaisseurs finales après collage structural sous vide vont de 68 à 311 mm. La mise au point des informations de découpe numérique a nécessité un travail de programmation poussé afin de pouvoir mener à bien la fabrication des quelques 3 400 pièces de bois et assemblages. Le calepinage fut particulièrement soigné lors de la découpe des éléments dans les grands panneaux Kerto, afin d'optimiser la matière. Grâce à des équipements de découpe à commande numérique particulièrement performants, chaque pièce de la résille fut taillée, usinée et reçut les découpes spéciales en une seule fois. Par contre, les 35 000 perçages pour les tiges des assemblages pré-contraints, dans l'axe longitudinal de la pièce et d'une profondeur de 65 à 70 cm, durent être faits à la main.

La pré-contrainte par chauffage des tiges filetées collées fut faite chez Finnforest. A partir de la mise à température du système à 55°C dans le four, il faut deux heures pour mener à bien le "trempage". Suivent deux à trois jours de diverses étapes de stabilisation et refroidissement, puis les connecteurs peuvent être vissés aux tiges.



Le montage



La réalisation du projet se fait dans le cadre d'un partenariat public-privé entre la Ville de Séville et l'entreprise générale Sacyr qui est concessionnaire de l'ouvrage via sa filiale Testa pendant une période de quarante ans. Finnforest est le sous-traitant bois de l'entreprise Sacyr. Après la première phase du chantier sur le sous sol et la partie basse, l'élévation des 6 pieds de l'édifice terminée, les charpentiers commencèrent le montage de la résille en bois. Un échafaudage complexe épousant au plus près la forme de l'édifice fut érigé. Chaque pièce numérotée fut approchée et associée à la précédente laissant petit à petit deviner aux habitants du quartier la forme définitive du Metropol Parasol. Cette étape du projet mobilisa une équipe de 50 charpentiers qui travaillèrent par des températures pouvant atteindre 45°C.



Montage

L'idée qui sous-tend toute la conception des Parasols est la faisabilité de la mise en œuvre finale sur chantier. Le montage doit être le plus souple possible et ne nécessiter que des techniques courantes, efficaces et compatibles avec les tolérances dimensionnelles inhérentes à un projet de ce type.

L'assemblage a nécessité la construction d'un échafaudage complexe, suivant au plus près la géométrie des Parasols. Un système de cabines individuelles suspendues a même été créé pour que les équipes puissent se glisser dans la trame d'1,50m de la structure.

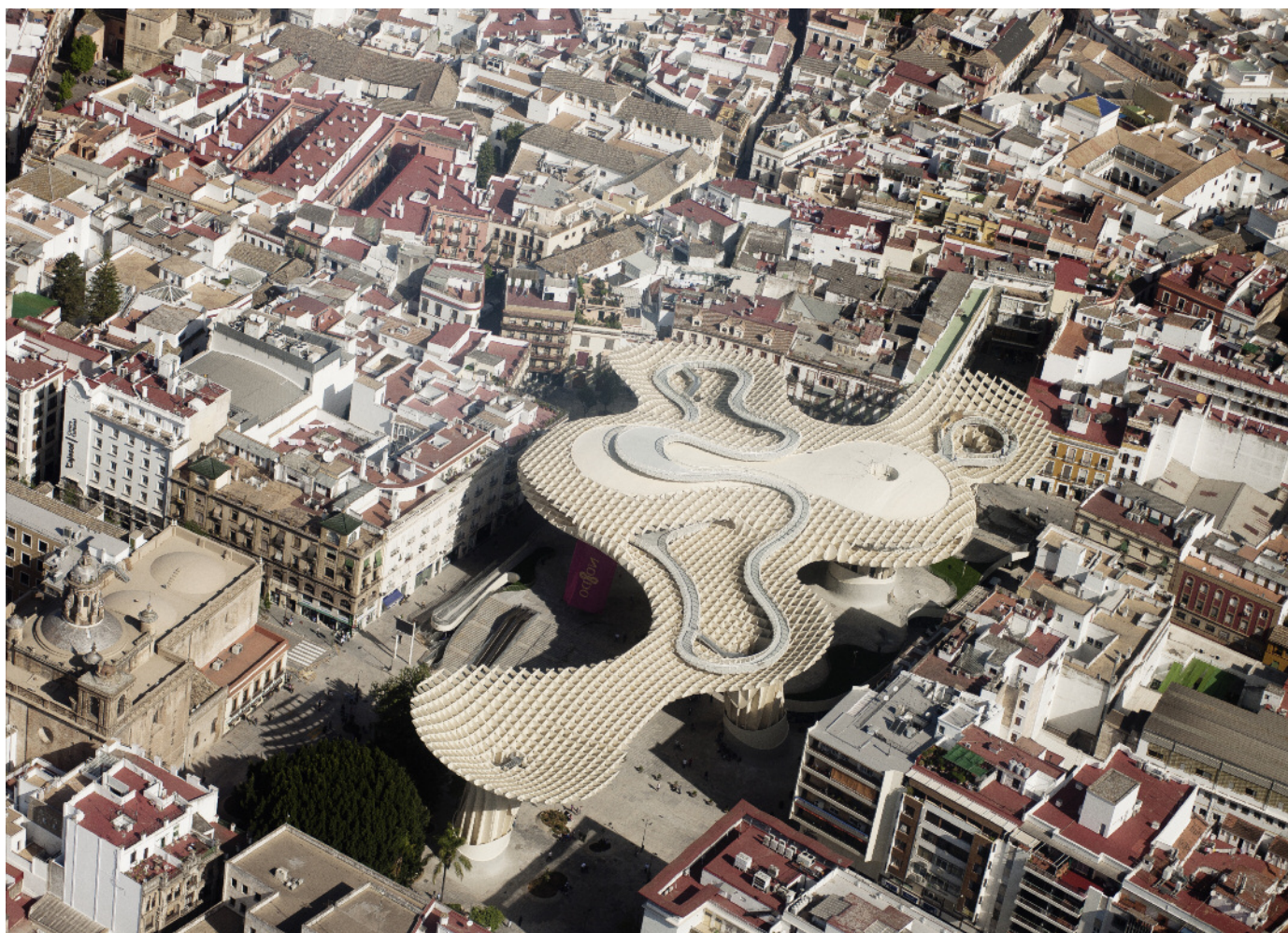
Le repérage dans l'espace afin de positionner les éléments des "troncs" et de la résille était particulièrement ardu

à partir du sol, où se faisait la mise en œuvre du musée archéologique et de l'énorme infrastructure.

Les charpentiers imaginèrent un système inédit de pointeurs laser à partir des immeubles de la place. La convergence des pointages permit de déterminer des points fixes et de caler l'implantation du chantier bois.



Les parasols dans la ville



Imaginez la surprise des Sévillans devant l'avant-gardisme du projet du Metropol Parasol... Au-delà du scepticisme, le projet devait s'intégrer le plus naturellement possible dans la capitale andalouse qui regorge de lieux historiques uniques. La légèreté visuelle de la résille, les proportions justes de l'édifice lui permirent de se fondre naturellement sur la Plaza de Encarnacion. Ce haut lieu de Séville est intégralement ouvert au public accueillant musée, marché, restaurant et promenade dans les airs avec un point de vue extraordinaire sur la ville. Le Metropol Parasol deviendra, si ce n'est déjà fait, l'emblème de la cité, à l'image de la Tour Eiffel, structure avant-gardiste elle aussi controversée en son temps.



Inauguré en mars 2011, le Metropol Parasol a permis de relever de nombreux défis. Le premier était de revitaliser une place publique mal aimée des sévillans qui accueillait autrefois un marché couvert détruit dans les années 70 pour accueillir finalement un parking peu esthétique. "Notre projet a été de redonner cet espace public à la population pour qu'elle fasse à nouveau vibrer le cœur de la ville" explique Jürgen Mayer, architecte du projet. Le second défi était de créer un espace de rencontre qui fasse l'unanimité entre les touristes et les habitants de la ville, à l'ombre de cet emblématique parasol.

Conçu à la fois comme une place, un parc et un bâtiment, le Metropol Parasol accueille à son sommet un belvédère, véritable invitation à la promenade, qui offre à tous une vue à 360 degrés sur la beauté architecturale de la capitale andalouse. Quelques mois après son ouverture au public, le Metropol Parasol est devenu un lieu emblématique de la ville, aussi bien apprécié par les visiteurs d'un jour que par les habitants qui s'y retrouvent tant pour flâner que pour les événements qui marquent la vie de la cité.



Metropol Parasol de Séville
Quelques images



Quelques chiffres



Production

- 2 500m³ de Kerto mis en œuvre
- 3 400 éléments différents
- 700 tonnes d'acier pour les assemblages soit environ 70 000 pièces
- Plus petit connecteur métallique : Poids : 2,88 kg
Capacité : 13,1 tonnes en compression, 8,54 tonnes en traction
- Plus grand connecteur métallique : Poids : 69,13 kg
Capacité : 136,3 tonnes en compression, 125,1 tonnes en traction.
- 11 000 pièces métalliques environ pour les assemblages de moment
- 12 000 cornières environ pour les reprises de cisaillement
- 2 000 diagonales environ pour le contreventement
- B.E. Généraliste : ARUP Berlin&Madrid
- Ingénierie bois : Finnforest
- Date d'attribution du concours : 2004
- Début des études structurelles par Finnforest : juin 2005

Chantier

- Type de contrat : Partenariat Public Privé entre la Ville de Séville et Sacyr, concessionnaire via sa filiale Testa pendant une période de 40 ans
- Entreprise générale : Sacyr
- Sous-traitant pour le lot "charpente bois" : Finnforest
- 50 charpentiers sur site en période de pointe
- Taille du chantier : 70mx150m environ, soit 11 000m²
- Hauteur du plus haut parasol : 28m
- Pic de température sur le chantier : 45°C
- Début des premières études structurelles par Finnforest : juin 2005
- Signature du contrat, début de la préfabrication (études, tests et réalisation) : août 2007
- Début du chantier et montage des troncs : juillet 2008
- Début du Montage des Parasols : mai 2010
- Fin du montage de la structure bois et inauguration : mars 2011



metropol parasol®

→ Téléchargez le film qui relate l'aventure du Metropol Parasol sur Finnforest.fr/construction

Le magazine

WOOD

Documentation éditée par Finnforest France
Division construction

11, avenue Dubonnet
Immeuble Le Doublon - Bâtiment A
92400 Courbevoie

Tél. 01 41 32 36 36 – Fax 01 41 32 36 45

E-mail : construction.france@finnforest.com

Directeur de la publication :
Sébastien Lévénéz

Directeur de la rédaction :
Mathieu Robert

Rédacteurs :
Anja Thurik, Camille Dupouy, Yann le Quéré

Réalisation : Conseil Créatif

Crédits photos : Couverture, p.2 [sommaire p.06, 10, 22], p.6, p.7, p.10, p.12-13, p.14, p.20-21, p.22 : © David Franck - p.2 [sommaire p.04], p.4, p.5 [photo bas], p.7 [illustration] : © J. Mayer H. p.2 [sommaire p.16], p.5, p.9, p.10 [schéma], p.16-17, p.18, p.23 : © Finnforest - p.8, p.9 [illustration], p.11 : © Arup - p.15 [photo haut] : © Yann Le Quéré - p.15 [photo bas] : © Bernard Rossi p.19 [photo haut] : © Ignacio Ysasi - p.19 [photo bas] : © Andreas Fisher

Respect de l'environnement

Finnforest intègre une démarche reconnue de certification des bois au travers du label PEFC. L'ensemble de la chaîne de production du Kerto, du Kerto-Ripa et du Leno est certifié PEFC, de l'exploitation forestière à la livraison du produit. Par ailleurs, le bilan environnemental est plus que positif puisque les émissions de CO₂ nécessaires à la production du Kerto sont de 153 kg par m³ alors que le volume de CO₂ stocké est de 825 kg par m³.



Finnforest est un leader en matière de fourniture de solutions à base de bois. Ses produits destinés à la construction sont écologiquement efficaces pendant tout leur cycle de vie et contribuent à améliorer le cadre bâti et la qualité de vie. Les produits et la chaîne d'approvisionnement font l'objet d'un développement continu en étroite coopération avec les industriels de la construction et le secteur de la vente de détail. Finnforest fait partie de Metsäliitto Group, un groupe forestier présent dans près de 30 pays.

→ www.finnforest.fr/construction

Nous contacter pour un projet

→ projet.construction@finnforest.com

Finnforest France SAS
Division construction
Immeuble Le Doublon - Bâtiment A
11, avenue Dubonnet
92407 Courbevoie Cedex
Tél. 01 41 32 36 36
Fax 01 41 32 36 45
Email : construction.france@finnforest.com

finnforest