

da-guide

**Architectes/Ingénieurs :
la construction métallique,
une culture partagée**

**HMONP,
mode d'emploi.
Pour les jeunes architectes**

n° 203 3 - 7 « Impression d'architecture » à Briey, Pop Philosophie à Marseille, « Medellín, urbanisme social » au Pavillon de l'Arsenal à Paris / 5 Questions pro : HMONP, bilan d'étape pour les jeunes architectes / 8 - 9 Les concours / 10 Design : Objets d'exception et design « de galerie » / 12 Design des nouveautés / 15 Dossier : Architectes/Ingénieurs : la construction métallique, une culture partagée / 38 L'agenda : les expositions, les conférences et les événements de la culture architecturale.



CECI EST UN GRATTE-CIEL

COMMUNIQUONS LE RÉFLEXE ACIER



Matériau de l'éco-mutation, l'acier témoigne au quotidien de sa capacité à transformer ou à recycler la ville en intégrant l'existant, en adaptant le construit ou en réhabilitant le bâti. Tours racées, longues portées, liberté des formes, performances techniques... : l'architecture métallique réorganise l'espace, réinvente et intensifie la ville en accompagnant ses mutations. www.construiracier.fr

Association de promotion de l'architecture métallique. Tél : 33 (0)1 55 23 02 30

Construir **ACIER**

GUIDE



^ Vue du chantier de l'immeuble Basalte à Paris-la Défense. Atelier 234 architectes.

> ARCHITECTES/INGÉNIEURS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE, UNE CULTURE PARTAGÉE

par François Lamarre

Expression de la modernité par excellence, la construction métallique permet de dépasser les antagonismes professionnels pour instaurer une culture technique partagée. Par ses caractéristiques intrinsèques, le matériau acier est d'un abord facile et sa mise en œuvre favorise le dialogue entre les partenaires de la conception. Il stimule l'invention et s'assortit d'une maîtrise technique obligée en repoussant les limites de la construction. Le projet architectural y gagne en créativité et en fiabilité.

Les quatre réalisations présentées dans ce dossier illustrent le potentiel d'innovation du matériau dans des champs d'application et sur des ouvrages très différents. Chacune a fait l'objet d'intenses échanges entre architectes et ingénieurs, en phase d'études comme en phase d'exécution, à leur grande satisfaction réciproque, avant même de satisfaire leurs maîtres d'ouvrage et usagers respectifs.

L'ACIER, UN TERRAIN D'ENTENTE

La vieille rivalité entre architectes et ingénieurs, particulièrement attisée en France dès la fin du XIX^e siècle par le système des grands corps techniques de l'État d'un côté et l'École des beaux-arts de l'autre, n'est plus vraiment d'actualité. À défaut d'une franche réconciliation, un rapprochement s'est opéré et si une certaine incompréhension subsiste – quant à l'approche de l'ouvrage et à sa définition –, un respect mutuel prévaut sur fond de complémentarité des compétences.

Les rôles respectifs sont mieux admis, confortés en cela par l'arsenal législatif (loi sur l'architecture du 3 janvier 1977) et réglementaire. Un temps menacé de disparition ou d'absorption par les bureaux d'études ou la grande entreprise, l'architecte persiste et signe, son autonomie et son indépendance étant réaffirmées au nom de l'intérêt général. Il n'empêche que sa mission est régulièrement mise à mal par l'apparition et la pratique de marchés partiels ou rognés, ou bien encore globalisés, au risque d'une certaine confusion (conception-réalisation, partenariat public/privé...).

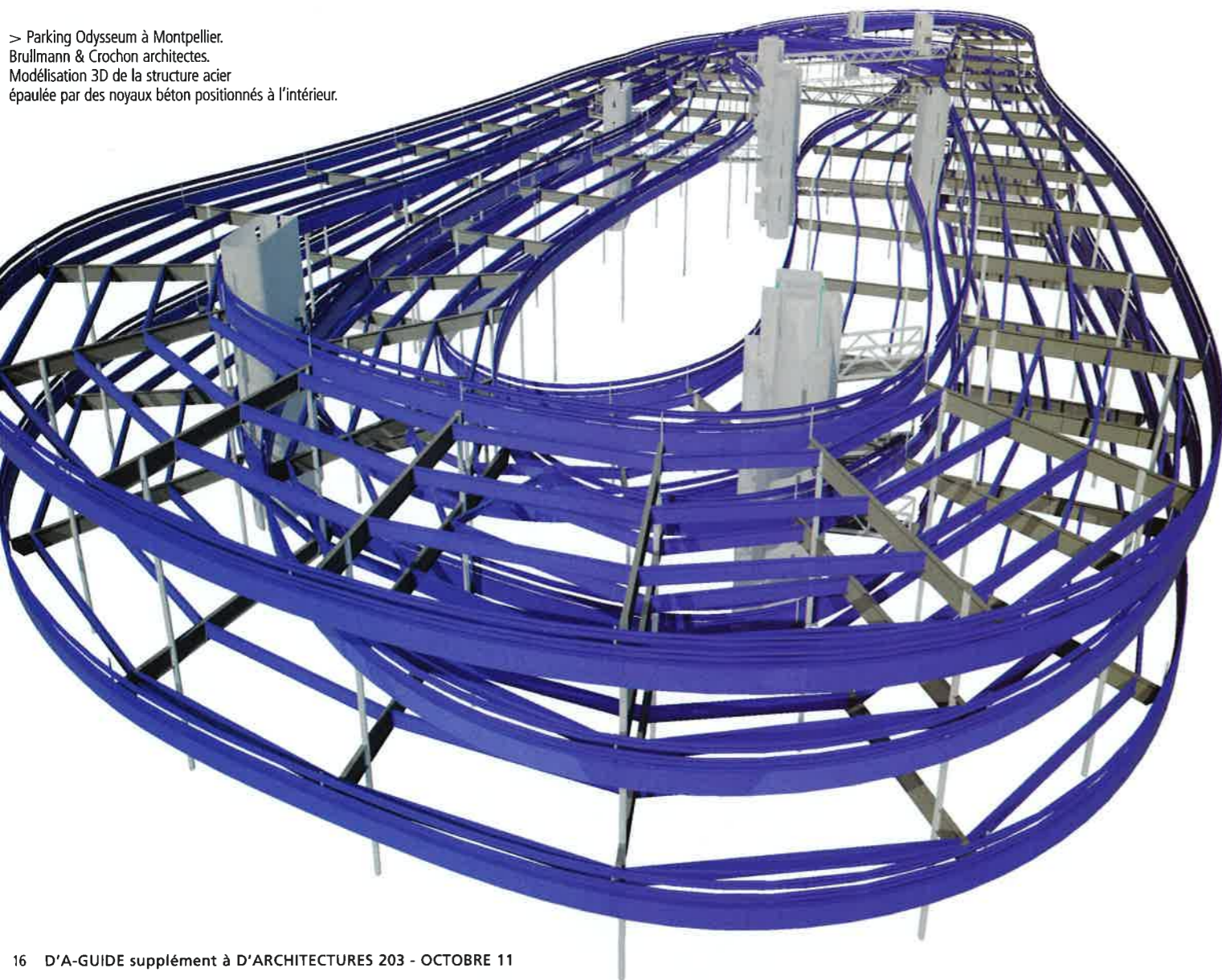
Ce contexte professionnel instable lui donne de nouvelles raisons de se battre pour défendre son rôle et développer ses compétences. Adoptant sans retard l'outil informatique, la profession a accompagné, voire anticipé, la technicité accrue des métiers de la conception et corrélativement réinvesti tout le champ technique. Cette reconquête – ou remise

à niveau ? – a favorisé l'instauration d'un meilleur dialogue entre professionnels de l'acte de bâtir, y compris les industriels du secteur, les architectes revendiquant l'innovation technique et se l'appropriant, voire la stimulant par leurs initiatives et des requêtes jugées parfois incongrues.

Emblème de la modernité, l'acier est un vecteur privilégié de cette reconquête technique, dans la mesure où la construction métallique suppose une approche analytique et raisonnée de la construction. Comme l'explique l'ingénieur Jean-Marc Weill, « architectes et ingénieurs sont à égalité devant l'acier, matériau isotrope – c'est-à-dire homogène dans sa composition et son comportement, jusque dans ses assemblages – qui s'aborde par le dessin avant même le calcul ». École de rigueur, la construction métallique est un terrain d'entente évident où le dialogue peut s'engager en toute clarté, dans une compréhension immédiate pour qui veut bien s'en donner la peine. Le concepteur est récompensé de ses efforts par une réalisation sans surprise, fruit d'études approfondies, en elles-mêmes gratifiantes et finalement économiques. Source d'inventions structurelles et de performances accrues dans l'enveloppe des bâtiments, l'acier ouvre de nouvelles perspectives conceptuelles en apportant la garantie d'une maîtrise technique sans faille. La matière grise s'en trouve valorisée et tous les professionnels en sortent gagnants. ■

« Un matériau isotrope, qui s'appréhende par le dessin. »

> Parking Odysseum à Montpellier.
Brullmann & Crochon architectes.
Modélisation 3D de la structure acier
épaulée par des noyaux béton positionnés à l'intérieur.



Un parking déroulé en circuit et doté d'une signalétique de ruban métrique.

I - SUPERSTRUCTURE ROUTIÈRE

< UN RUBAN D'ACIER POUR PARKING AÉRIEN PARKING ODYSSEUM, MONTPELLIER

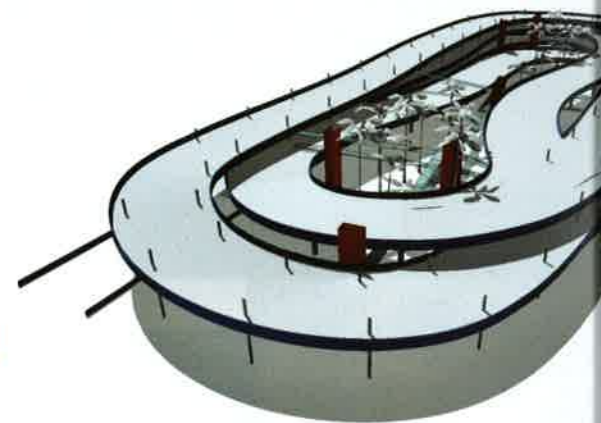
« Il faut venir la nuit », recommande Jean-Luc Crochon, qui évoque Las Vegas pour parler du quartier Odysseum dédié aux loisirs, à la porte sud de Montpellier. Premier équipement du secteur, le multiplex Gaumont a fait souche, bientôt rejoint par une piscine-patinoire, un planétarium, un aquarium, un karting-bowling, un fitness club et des commerces en nombre. Cette vocation ludique a inspiré la forme du parking aérien enroulé au-dessus de l'aire de stationnement du multiplex, à la manière d'un manège de fête foraine ou d'une pellicule débobinée. Grand 8 ou super 8, les métaphores ne manquent pas pour décrire ce ruban sinueux de 1,2 kilomètre de long qui s'élève en pente douce sur trois niveaux avant de redescendre de même, formant une immense rampe de stationnement de 4 % au maximum, sans palier ni rupture.

Ce dispositif spatial a permis de rentabiliser l'emprise foncière en procurant un excellent ratio d'occupation (21 mètres carrés/place)

à partir d'une rampe d'accès centrale et de bandes de stationnement latérales, soit un tablier de 15 mètres de large divisé en trois files égales. Pour faciliter le repérage, la signalétique routière emprunte sa graduation au mètre-ruban de la couturière et les trois tours d'accès principal, disposées sur l'axe menant au multiplex, se parent de couleurs primaires. Deux parkings indépendants se superposent ainsi sur un seul site, celui de la Gaumont, porté de 400 à 500 places au sol, et celui du Stam déroulé en superstructure, dont le ruban offre 1 200 places de rabattement au terminus du tramway.

> UNE FORME LIBRE AUX COURBES DÉCALÉES

« Le projet a imposé le matériau », reconnaît Jean-Luc Crochon, qui justifie le choix de l'acier par sa souplesse d'utilisation, autrement dit son aptitude à décrire des courbes, sa facilité de montage et son économie. ...



« Un ruban bleu et sinueux de 1,2 kilomètre de long, qui s'enroule en pente douce pour accueillir jusqu'à 1 200 voitures. »



^ > Ambiance ludique, de nuit comme de jour.



© Photos Laure Delaporte/ConstruirAcier

... L'architecte en a fixé les grandes lignes dès l'esquisse: des structures transversales avec des poteaux qui plombent sur plusieurs niveaux et un circuit routier qui s'enroule en courbes décalées sur plusieurs niveaux. « Tout le travail, des études avec Jean-Marc Weill [l'ingénieur] jusqu'à l'exécution par l'entreprise Cabrol, a consisté à développer une solution cohérente et économique qui préserve l'image du projet. »

La première tâche fut de replacer cette proposition innovante dans le cadre réglementaire, à savoir l'arrêté du 9 mai 2006 qui définit la catégorie des parcs de stationnement largement ventilés (PSLV) et permet d'envisager la réalisation d'une structure métallique non protégée pour un parking aérien ouvert, en application des nouvelles règles de sécurité. « En l'absence de références, il a fallu tout inventer », résume Jean-Marc Weill, très motivé par cette proposition originale dont « la forme déliée, sans contreventement visible, invitait à jouer sur les porte-à-faux sans tomber dans des structures compliquées ».

> UNE STRUCTURE POUR PROJET

Une même volonté technique anime l'architecte et l'ingénieur. Partant du constat que « le projet n'est que structure », ils s'évertuent à écrire le schéma statique le plus simple possible. « L'hypothèse de départ supposait de limiter l'impact de la structure verticale et d'externaliser le contreventement pour faire courir le ruban sans entrave, rappelle l'ingénieur. L'ouvrage a ainsi ...

« Un parking ouvert et largement ventilé, stable au feu, sans protection particulière de la structure. »



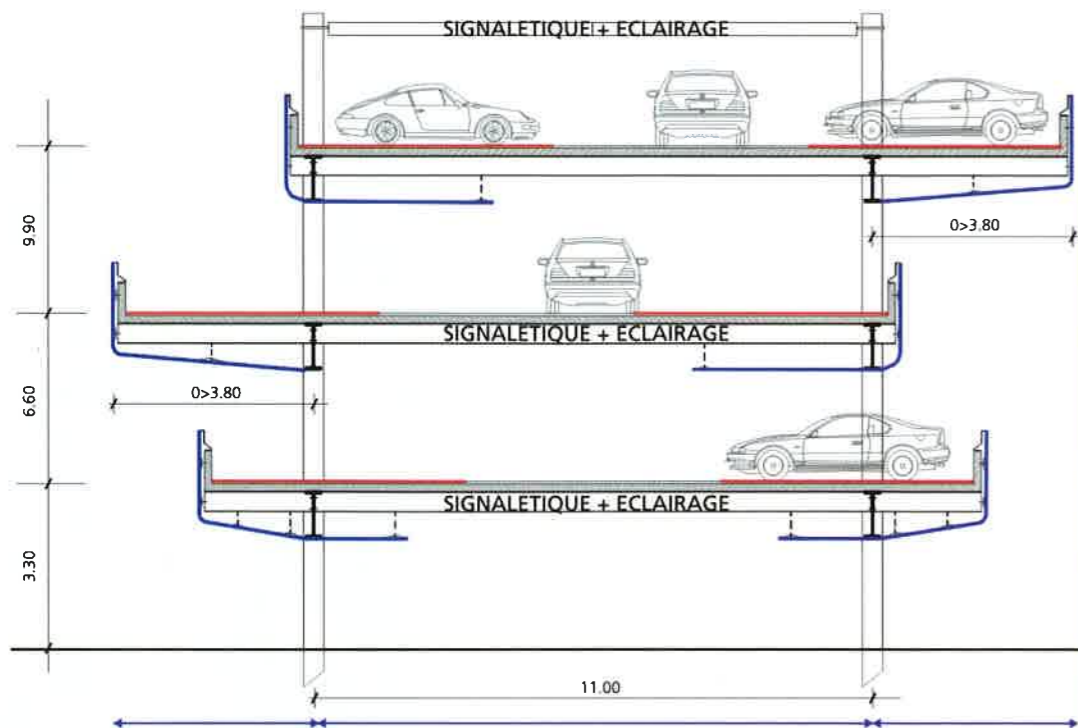
© Photos Laure Delaporte/ConstruirAcier

TECTUS®

la paumelle
complètement
invisible pour
habitations
professionnelles

SIMON

- charge élevée optimisée
- modèles permettant un
jusqu'à 8mm
- design commun à toute
- cotes de défonçage identiques
pour le dormant & l'ouv
- nouveau passage de câbles



LA STRUCTURE

- Un ruban de 1 200 m de long sur 15 m de large.
- Un tablier de 22 500 tonnes de plancher collaborant.
- Une charpente métallique de 1 900 tonnes d'acier de type S355J0 dont :
 - poteaux tubulaires : 135 tonnes,
 - poutres transversales : 465 tonnes,
 - solives longitudinales supports des bacs acier : 840 tonnes,
 - poutres de rive en caisson, droites ou cintrées : 370 tonnes,
 - structures diverses (butons et chevêtres) : 90 tonnes,
 - 100 000 goujons Nelson : 20 tonnes.

^ Coupe transversale, poteaux alignés et tabliers déportés.



^ Poutres de rive cintrées en caissons soudés.
v Un tablier en plancher collaborant sur bac acier.



^ Des profilés du commerce pour poutres longitudinales.
v Levage et mise en place d'une poutre transversale.



© Photos : François Lemaire

... évolué dans son principe de contreventement avec l'implantation de cages de circulations verticales en béton armé qui stabilisent le ruban par butonnage, toutes situées à l'intérieur de l'anneau. La mise au point avec le groupement d'entreprises Cabrol et Fondeville a ensuite amené à découper l'ouvrage en quatre blocs de 83 mètres de long, deux en extrémités et deux en partie centrale, la stabilité de chaque bloc étant assurée par un couple de deux cages.

« Cette solution a permis de limiter les joints de dilatation et d'alléger les fondations de la charpente métallique, quelque deux cents pieux de 80 centimètres de diamètre qui n'ont pratiquement plus que les efforts verticaux à reprendre. La charpente métallique s'en trouve également simplifiée avec l'abandon des PRS (profilés reconstruits soudés) au profit de poutres en HEA et de poteaux tubulaires pour les structures transversales primaires. »

Longues de 15 mètres, ces poutres transversales se déportent, tantôt à gauche, tantôt à droite, sur les poteaux espacés de 11 mètres pour suivre le déplacement du tablier et produire l'effet mouvant recherché. La régularité du dessin s'accompagne de variations peu sensibles dans le dimensionnement des traverses (HEA 700 à 900), et même invisibles dans l'épaisseur (de 8 à 16 millimètres) des poteaux tubulaires, d'un diamètre constant de 43 centimètres ; ces derniers ont été remplis de béton pour des raisons de stabilité au feu. Les solives longitudinales qui portent le tablier varient également en profil (IPE 600 ou HEA 500) et en longueur, leur portée courante de 15 mètres allant jusqu'à 17 mètres dans les virages.

Toute l'expression est dès lors concentrée dans les deux poutres retroussées qui courent en rives du tablier, « véritable fil d'Ariane du projet » selon Jean-Marc Weill, qui juge utile d'en rappeler le rôle structurel.

« Composées d'un caisson vertical afin de travailler en torsion, ces poutres de rive alignent des tronçons plus ou moins cintrés qui peuvent atteindre 21 mètres à l'extérieur des virages et leur hauteur (80 centimètres) est suffisante pour faire barrière au feu et éviter la propagation d'un incendie d'un étage à l'autre. » Également peinte en bleu (RAL 5005), la glissière d'autoroute qui les surligne en guise de parapet en accroît opportunément l'impact visuel.

Le tablier arrimé à cette superstructure est constitué d'un plancher collaborant de 14 centimètres en béton armé dans un bac acier (Cofraplus 60, Arval), dûment connecté

aux poutres métalliques par des goujons de type Nelson. « Au final, un ouvrage rationnel reposant sur une structure simple mais non répétitive », estime le tandem architecte/ingénieur.

> UNE CHARPENTE NUE ET STABLE AU FEU

Le calcul de l'ouvrage a été réalisé à partir d'un modèle 3D global, incluant les cages d'ascenseurs et d'escaliers, en tenant compte des charges d'exploitation propres à ce type d'ouvrage, à savoir les efforts horizontaux liés au freinage des véhicules et aux chocs accidentels sur un poteau, qui s'avèrent être les plus dimensionnants. Sans oublier les charges climatiques (neige et vent), les dilatations liées à l'ensoleillement et le calcul de la fréquence propre du tablier. L'ambition du projet étant de laisser la charpente apparente sur la totalité de l'ouvrage, l'ingénierie incendie a travaillé dans cette optique sur des scénarios de feux réels, conformément à l'arrêté du 22 mars 2004. Ouvert et largement ventilé, l'ouvrage est dispensé du compartimentage et les distances d'évacuation y sont toujours inférieures à 50 mètres. Outre les poteaux en tubes acier remplis de béton et ferrillés, les structures horizontales n'ont pas eu besoin d'être protégées et seuls les bracons et passerelles assurant la liaison avec les noyaux en béton armé ont reçu une peinture intumescente grise. Le ruban bleu ainsi déroulé sur 250 mètres de long n'en est que plus visible, son tracé sinueux focalisant l'attention. ■

[Maître d'ouvrage : Serm (Société d'équipement de la région mont-pelliéraine) – Maîtres d'œuvre : Brullmann & Crochon, architectes mandataires (Jean-Luc Crochon), avec l'atelier Patrice Genet, architecte associé – Programme : parking aérien de 1 200 places sur 3 niveaux au-dessus d'un parc de 500 places au sol – BET : béton armé et lots techniques, Iosis Méditerranée ; charpente métallique, C & E Ingénierie (Jean-Marc Weill et Guillaume Ayme) ; étude incendie, Efectis France (Roland De Cecco et Nicolas Ayme) ; coordination des études, Secim (André Verdier) ; constructeur métallique, Cabrol, avec le BET Ecba (Christian Polkotycki) ; gros œuvre béton, Fondeville – Surface : 23 000 m² Shob – Coût : 17 millions d'euros HT, soit 10 000 euros la place – Calendrier : concours, octobre 2006 ; chantier, octobre 2008-octobre 2009 – Lauréat du prix du plus bel ouvrage métallique 2010, catégorie « autres ouvrages »]