



PHOTOS : PHILIPPE DORNAËS

EQUIPEMENT PUBLIC

Un puzzle de béton géant en 3D

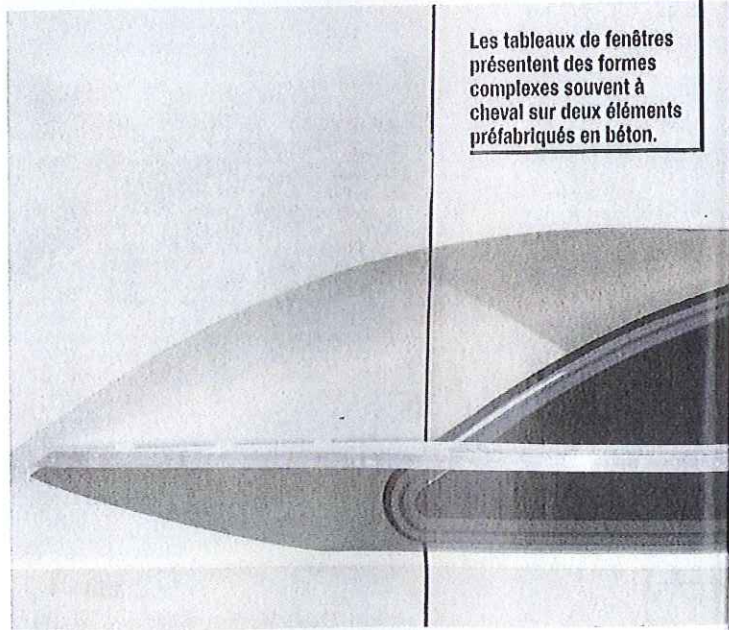
La complexité architecturale du bâtiment **Pierres Vives** à Montpellier (qui abritera archives, bibliothèque et service des sports) a exigé des systèmes coffrants sur mesure et un outil hydraulique spécifique pour positionner les 1000 pièces préfabriquées de la façade.

Un vaisseau spatial aux formes bioniques échoué dans un *no man's land*, à la croisée de trois quartiers montpelliérains (voir encadré page suivante). Telle est l'impression que produit le bâtiment de 80000 t, monolithe de béton long de 200 m et haut de 24 m (cinq niveaux), conçu par l'architecte anglo-irakienne Zaha Hadid pour héberger trois équipements départementaux. «Pas une seule entre-

prise n'avait répondu au premier appel d'offres, lancé dès 2001», révèle Frédéric Ferrari, le directeur de projet de Vinci Construction. Un manque d'engouement qui illustre la formidable complexité géométrique du projet «qui ne comporte pratiquement aucun angle droit».

Fondations sur pieux

Le projet, relancé en appel d'offres en dialogue compétitif, a fait l'objet d'un certain nombre de variantes



Les tableaux de fenêtres présentent des formes complexes souvent à cheval sur deux éléments préfabriqués en béton.

techniques. C'est ainsi que le bâtiment, initialement prévu sur pieux et semelles filantes, a été fondé uniquement sur pieux, les 415 éléments étant ancrés à 10 m de profondeur. Un vide sanitaire a aussi été aménagé, «l'ensemble permettant de se prémunir des risques de tassements différentiels – et donc de fissuration – liés à la nature du sous-sol, essentiellement constitué d'argiles gonflantes», précise Frédéric Ferrari. La solution a per-

mis, par ailleurs, d'ajouter un joint de dilatation (trois au total). Le bâtiment est une structure poteaux-poutres, obéissant à une trame de 2,70 m. Les planchers accueillant des locaux d'archives doivent supporter une charge de 1300 kg/m², valeur à comparer aux 250 à 300 kg/m² d'un immeuble de bureaux classique! Sur le plan esthétique, l'architecte ne voulait aucune reprise de bétonnage et pas d'angles vifs. Des contraintes



Pierres Vives est un monolithe de béton de 200 m de longueur et 25 m de hauteur dont les façades, ici en cours de pose, seront constituées de 1 000 éléments préfabriqués.

Un bâtiment pour trois fonctions

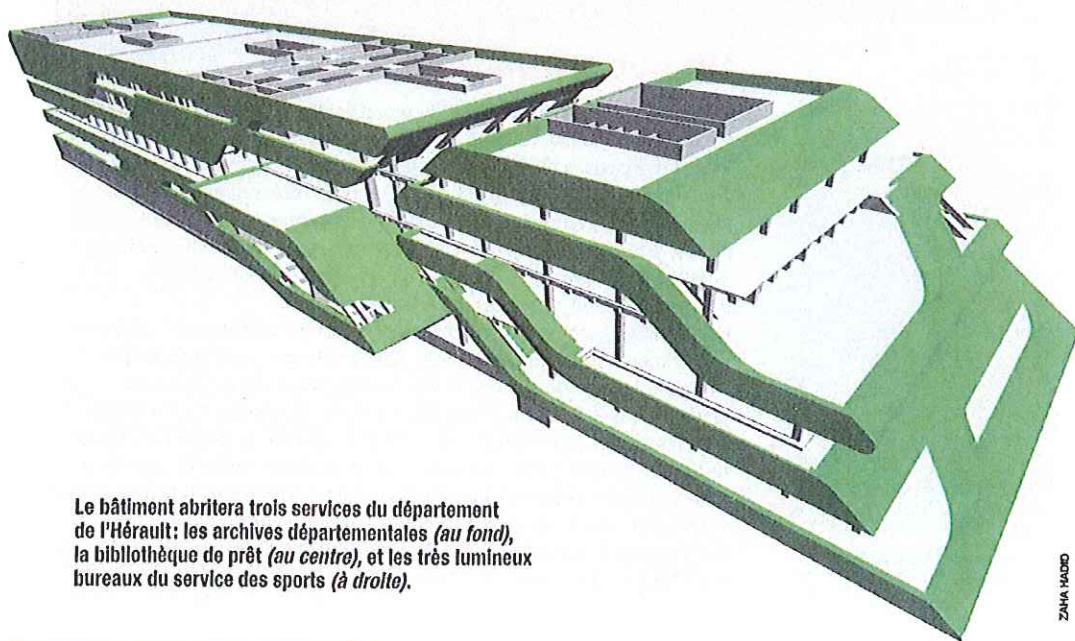
L'ouvrage de 28 400 m² HON, élément clé du nouveau quartier en gestation à la jonction de ceux de La Paillade, d'Alco et de Malbosc, abritera, à l'horizon 2011, trois équipements départementaux: les archives de l'Hérault (9 500 m²), une bibliothèque de prêt (2 900 m²) ainsi que l'office des sports (1 500 m²). Il permettra de conserver 60 km d'archives (certaines datant du X^e siècle) au sein de silos de béton assurant une hygrométrie et une température maîtrisées. Les exigences poussées en la matière, imposées par le ministère de la

Culture, ont nécessité la mise en place d'un système de renouvellement d'air centralisé. Sur le plan architectural, Zaha Hadid a voulu s'assurer que ce grand complexe aurait une organisation efficace et claire. Cette volonté se traduit par un diagramme inspiré d'un « arbre de la connaissance couché à l'horizontale: les archives sont placées dans la base solide du tronc, la bibliothèque est installée au milieu, puis Hérault Sports et ses bureaux bien éclairés au sommet des branches de l'arbre ».

qui ont nécessité l'utilisation de banches d'angles spécifiques, avec arrondis, fabriquées par Outinord. « Même les 20 boîtes de stockage carrées hauteur d'étage de 13,50 x 13,50 m, réparties entre le rez-de-chaussée et le troisième niveau, ont des angles présentant un léger arrondi tandis que les escaliers, constitués de marches en porte-à-faux qui laissent passer la lumière, ont été préfabriqués dans des coffrages bois spécifiques. »

Carrosser la structure

Mais la difficulté technique majeure, outre l'auditorium en porte-à-faux (voir encadré page suivante) réside sans conteste dans les façades. Le projet initial prévoyait du béton gris brut de décoffrage coulé en place. « Une option totalement irréalisable compte tenu de la complexité des formes et du niveau d'exigence architectonique requis pour le parement », commente Frédéric Ferrari. Le groupe a donc proposé une variante préfabriquée, la façade de 8 500 m² étant traitée comme une véritable carrosserie en 3D qui vient habiller la structure. Conséquence technique: la façade n'étant pas porteuse, il a fallu renforcer certaines parties de l'ouvrage, en utilisant un béton B60, pour (●●●)



Le bâtiment abritera trois services du département de l'Hérault: les archives départementales (au fond), la bibliothèque de prêt (au centre), et les très lumineux bureaux du service des sports (à droite).

ZAHA HADID

(●●●) supporter cette charge supplémentaire. La façade se compose d'environ 1000 éléments (épaisseur 18 à 20 cm), répartis selon une trame de 2,70 m, dont le poids oscille entre 8 et 21 t pour des hauteurs jusqu'à 7 m. Toutes les pièces ont été fabriquées dans l'usine ardéchoise de Delta Préfabrication, sur treize postes de production différents.

Une pose au millimètre

«La complexité des formes, notamment au niveau des tableaux de fenêtres, a nécessité de dessiner chaque pièce en 3D», explique Frédéric Heyraud, directeur technique de Delta Préfabrication. «Pour ce faire, il a fallu tout d'abord définir les équations en 3D afin d'obtenir les courbes souhaitées, la présence d'évasements, de formes tronconiques souvent à cheval sur plusieurs éléments, compliquant cette mise au point», poursuit Frédéric Heyraud.

Le mouliste, qui a dû s'équiper pour l'occasion d'un logiciel de calculs spécifique, a usiné les contre-moules à partir des fichiers numériques transmis par Delta Préfabrication. Les moules en polystyrène ont ensuite été réalisés au moyen d'une machine de découpe à commande numérique. Côté béton, Delta Préfabrication a fait appel à une formulation adjuvantée (superplastifiant BASF Glénium 21) qui devait respecter la teinte des parties coulées

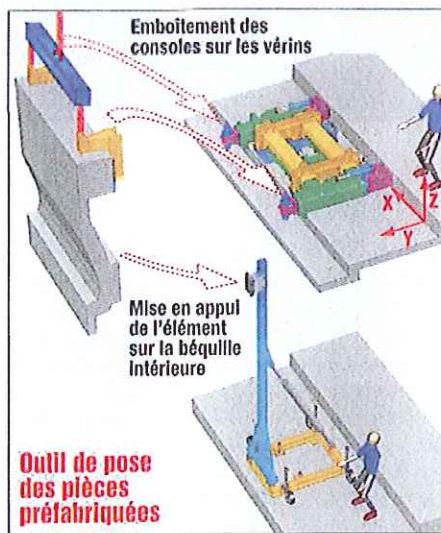
en place sur le reste de l'édifice. «Nous avons travaillé de concert avec le fournisseur de béton prêt à l'emploi du chantier et nous sommes parvenus à obtenir une couleur quasi identique en dépit d'une formulation différente», précise Frédéric Heyraud.

La mise en œuvre s'effectue, sous contrôle de géomètres, au moyen d'un outil spécifique, développé par le service méthodes de Vinci Construction, afin de garantir la sécurité du personnel et l'ajustement au millimètre près des pièces constitutives du puzzle. Les pièces sont déposées à la grue et reprises par un dispositif d'accrochage intégré à l'outil.

Le positionnement s'effectue ensuite très précisément, selon les axes x, y et z, via des vérins de réglage pilotés par une centrale hydraulique. «Pour les éléments de grandes dimensions, un dispositif de béquille assure la stabilisation en partie basse.» PHILIPPE DONNAES

Fiche technique

- ▶ **Maîtrise d'ouvrage:** conseil général de l'Hérault; maîtrise d'ouvrage délégué: Hérault Aménagement.
- ▶ **Architecte:** Zaha Hadid.
- ▶ **Maîtrise d'œuvre d'exécution:** Chabanne et Partenaires.
- ▶ **Bureau d'études gros œuvre et structure:** Ove Arup/GEC.
- ▶ **Bureaux de contrôle:** Socotec/Apave/Veritas.
- ▶ **Coordonnateur SPS:** Veritas.
- ▶ **Entreprises:** Groupement Sogea Sud (mandataire)/Dumez Sud/GTM Sud.



Les pièces préfabriquées sont déposées à la grue et reprises par un dispositif d'accrochage intégré à l'outil de pose. Le positionnement s'effectue ensuite selon les axes x, y, z, via des vérins de réglage pilotés par une centrale hydraulique.

Outil de pose des pièces préfabriquées



Les tours d'étalement supportant les éléments préfabriqués inclinés reposent sur des dalles et pieux de fondation provisoires.

Un porte-à-faux de 10 m

L'un des morceaux de bravoure du projet est l'auditorium de 100 places qui émerge de la façade avec son porte-à-faux de 10 m. «Il est suspendu à deux mégavoiles de 60 cm d'épaisseur et 4,50 m de hauteur», explique Frédéric Ferrari. L'un d'eux est réalisé en béton précontraint en raison des efforts à reprendre. Sur ces voiles sont ancrées huit poutres cerces faisant le tour de la structure et servant de support aux pièces préfabriquées. L'ensemble, qui travaille en console, est relié au centre du bâtiment par deux poteaux de 3 x 1 m de section.

L'auditorium, comme d'autres zones particulières du bâtiment, comporte des éléments préfabriqués inclinés vers le sol. Leur pose, réalisée par l'intermédiaire de douilles de levage accessibles intégrées dans les pièces, a requis l'installation de tours d'étalement nécessitant la réalisation d'ouvrages provisoires (pieux et dalles) afin de supporter les reports de charges importantes. Les tours étaient également ancrées par des câbles vu l'importance des efforts horizontaux. «Pour les parties tournées vers le ciel, qui sont soumises aux mêmes contraintes qu'une toiture, nous avons dû mettre en œuvre un système de double peau bac acier étanche sous les pièces préfabriquées», précise le directeur du projet.