



## La Défense à la conquête de l'espace

Amélie Luquain, avec Erick Haehnsen | le 25/01/2019 | [Hauts-de-Seine](#), [IGH](#), [Façade](#), [Jean Nouvel](#), [Foncier](#)

### Grande hauteur -

**Les nouvelles tours du quartier d'affaires doivent composer avec l'étroitesse des terrains et l'encombrement du sous-sol. Optimiser la construction s'avère essentiel.**

Doté d'un sol calcaire propice à la construction, le quartier d'affaires de la Défense (Hauts-de-Seine) était un candidat tout trouvé pour l'accueil d'immeubles de grande hauteur (IGH) dans les années 1960. Depuis lors, les tours se sont multipliées sur la dalle et les projets actuels sont obligés de tenir compte de terrains contraints par la densité existante ou par la multitude de réseaux routiers, de transports guidés et de fluides qui les parcourent. Un contexte à apprivoiser alors que « le quartier connaît aujourd'hui une période de renouvellement actif lié à un contexte économique favorable », explique Olivier Schoentjes, codirecteur de l'établissement public local Paris La Défense.

Des bâtiments devenus obsolètes sont démolis pour être reconstruits, comme l'ancienne tour Iris laissant place au siège de Saint-Gobain, ou l'immeuble des Saisons déconstruit en faveur de la tour évasée Alto (*lire encadré p. 68*). Nombre d'édifices des années 1970 et 1980 entrent dans une phase de restructuration lourde, à l'instar de la tour Aurore, un temps promise à la démolition pour être remplacée par un gratte-ciel baptisé Air 2 qui ne verra finalement pas le jour. D'autres sont des constructions neuves, sur un foncier qui se fait de plus en plus rare et qu'il faut parfois créer de toutes pièces, à l'image du pont recouvrant les voies autoroutières de l'A14 sur lequel repose la future tour Trinity (*lire encadré ci-dessous*).

**Éviter les désordres sur les avoisinants.** Menées en sites contraints, les constructions d'IGH sont des chantiers complexes. « Il faut justifier auprès des différents organismes que la construction n'occasionnera pas de désordre sur les ouvrages avoisinants, de surfaces ou enterrés, et prouver qu'elle ne provoquera pas de tassements de terrains ou de déplacements structurels, aussi bien pendant la réalisation qu'après réception », souligne Pascal Blanc, directeur d'exploitation chez Eiffage Construction Grands Projets. Des exigences qui induisent des actions concrètes, notamment la création d'espaces déportés pour pallier le manque de place au sol. Une zone logistique mutualisée pour réguler les flux de camions a ainsi été créée sur une voie désaffectée du boulevard circulaire sud, entre les quartiers de la Rose de Cherbourg et Gallieni. Les horaires et les itinéraires d'accès y sont définis afin d'approvisionner les chantiers à flux tendu. Au pied des tours, portiques métalliques et ponts roulants deviendraient presque monnaie courante : ils enjambent les voies ou les espaces publics afin d'installer les bases vie ou des zones *a minima* de stockage et d'assemblage.

### Des process répétitifs permettent de construire un étage en quatre à six jours.

Ensuite, les travaux de fondations supposent eux aussi de faire preuve de créativité. Pour exemple, l'immeuble de Saint-Gobain a dû préserver, au moyen de 163 pieux à 16 m de profondeur, une immense galerie technique. On retrouve également des radiers de grande épaisseur (2 à 3 m), permettant une bonne répartition des charges et une cuvette de tassement la plus aplatie possible. Et si le sol est mauvais, il est possible de le consolider en remplissant les vides par injection gravitaire de ciment, ou de le déstructurer par forage pour le mélanger à une solution autodurcissante avant de former des colonnes portantes dans le terrain (*jet grouting*). Dans les cas les plus complexes, des barrettes insérées à près de 60 m de profondeur et pouvant supporter plusieurs centaines de tonnes sont placées sous les principaux points porteurs.

**Dégager l'espace au sol.** Ces contraintes levées, reste encore à réaliser la superstructure. « La tour idéale serait ronde, avec un noyau centré cylindrique, estime Xavier Blot, directeur délégué chez Bouygues Bâtiment IDF, spécialisé dans les IGH. Elle serait ainsi très résistante aux contraintes extérieures, notamment à la prise au vent ; les descentes de charge seraient efficaces ; la surface de façade ramenée à celle de plancher serait optimale. Dès qu'on s'éloigne de cette tour structurellement parfaite, des difficultés se créent automatiquement. » Néanmoins, pour offrir une *skyline* variée, il a fallu optimiser la construction. L'utilisation de béton haute performance de 60, voire 80 MPa s'est donc généralisée. Des process industriels répétitifs permettent, quant à eux, de tenir une cadence d'un étage en quatre à six jours, les horizontaux suivant les verticaux. C'est alors un véritable ballet qui s'ensuit. « La logistique, qu'il s'agisse de l'acheminement des matériaux ou des personnes, est aussi primordiale que les outils qui doivent être les plus autonomes possibles », insiste Jérôme Ansaldo, directeur délégué chez Bateg (Vinci Construction France). Coffrage autogrimpant, pompe à béton, lifts de façade et grue de levage composent ainsi une chorégraphie effrénée, parfaitement minutée.



## **Création de foncier - La tour Trinity fait le pont**

Edifié entre le Cnit et la tour noire Areva, l'immeuble de grande hauteur Trinity repose sur un foncier construit pour ce projet : un pont qui enjambe les sept voies de circulation de l'avenue de la Division Leclerc. Il réalise la couture urbaine avec le sol du parvis, plus haut de 14 m que celui de l'avenue, par voie d'ascenseurs et d'escaliers urbains, ainsi qu'entre les communes de Puteaux et de Courbevoie. Sa dalle, de 150 m par 30 m de côté, repose sur des piédroits en béton autoplaçant de 80 cm d'épaisseur, longeant les voies sur 190 m. D'une épaisseur de 50 cm, elle est conçue pour résister au feu pendant quatre heures grâce à un béton ignifuge de type N3.

Elle arborera un paysage planté sur 3 500 m<sup>2</sup>.

Le pont et la tour sont deux ouvrages structurellement interdépendants. Leurs charges sont reprises en fondation par 850 micropieux de type IV (pieu foré tubé scellé au coulis de ciment), atteignant 21 m pour les plus profonds.

Parce que l'immeuble de 140 m de haut repose sur un ouvrage d'art, une structure mixte béton-acier a été choisie afin d'alléger son poids, qui atteint tout de même 70 000 tonnes.

En superstructure, le noyau est en béton, coulé par coffrage autogrimpant. Décentré, il déporte les ascenseurs en façade, une première à la Défense. Les planchers sont métalliques, constitués de bacs collaborants et de poutres d'acier d'une soixantaine de centimètres de hauteur, assurant une portée de plus de 10 m. Les matériaux sont acheminés par pont roulant et en partie assemblés au sol avant d'être levés par grutage.

**Maîtrise d'ouvrage** : Unibail-Rodamco-Westfield.

**Maîtrise d'œuvre** : Cro & Co Architecture (architecte) ; Artelia Bâtiment et Industrie (maîtrise d'œuvre d'exécution).

**Entreprise générale** : Bateg (Vinci Construction France).

Edifié entre le Cnit et la tour noire Areva, l'immeuble de grande hauteur Trinity repose sur un foncier construit pour ce projet : un pont qui enjambe les sept voies de circulation de l'avenue de la Division Leclerc. Il réalise la couture urbaine avec le sol du parvis, plus haut de 14 m que celui de l'avenue, par voie d'ascenseurs et d'escaliers urbains, ainsi qu'entre les communes de Puteaux et de Courbevoie. Sa dalle, de 150 m par 30 m de côté, repose sur des piédroits en béton autoplaçant de 80 cm d'épaisseur, longeant les voies sur 190 m. D'une épaisseur de 50 cm, elle est conçue pour résister au feu pendant quatre heures grâce à un béton ignifuge de type N3.

Elle arborera un paysage planté sur 3 500 m<sup>2</sup>.

Le pont et la tour sont deux ouvrages structurellement interdépendants. Leurs charges sont reprises en fondation par 850 micropieux de type IV (pieu foré tubé scellé au coulis de ciment), atteignant 21 m pour les plus profonds.

Parce que l'immeuble de 140 m de haut repose sur un ouvrage d'art, une structure mixte béton-acier a été choisie afin d'alléger son poids, qui atteint tout de même 70 000 tonnes.

En superstructure, le noyau est en béton, coulé par coffrage autogrimpant. Décentré, il déporte les ascenseurs en façade, une première à la Défense. Les planchers sont métalliques, constitués de bacs collaborants et de poutres d'acier d'une soixantaine de centimètres de hauteur, assurant une portée de plus de 10 m. Les matériaux sont acheminés par pont roulant et en partie assemblés au sol avant d'être levés par grutage.

**Maîtrise d'ouvrage :** Unibail-Rodamco-Westfield.

**Maîtrise d'œuvre :** Cro & Co Architecture (architecte) ; Artelia Bâtiment et Industrie (maîtrise d'œuvre d'exécution).

**Entreprise générale :** Bateg (Vinci Construction France).

## Fondation - Premier coup d'Hekla

Onze semaines ont suffi pour achever la paroi moulée de la tour Hekla dessinée par l'architecte Jean Nouvel dans le secteur de la Rose de Cherbourg. En plus de son rôle de soutènement des terres, cette paroi établit les fondations périmétriques de l'IGH, capables de porter jusqu'à 7 000 tonnes par panneau. D'une épaisseur de 1,20 m, la trentaine de panneaux qui la constituent descend à 30 m de profondeur. Plutôt que d'utiliser des butons, ils sont tirantés vers l'extérieur pour réaliser directement les terrassements.

S'ajoutera sous le noyau un radier de 2,50 m d'épaisseur fondé sur pieux. Le reste de la tour reposera également sur des pieux de 82 à 122 cm de diamètre (type Starsol de Soletanche).

Au vu de l'étroitesse du terrain, machines et camions se sont livrés à un jeu de tiroirs pour assurer la réalisation des fondations, se déplaçant les uns après les autres. En effet, l'édifice est enclavé entre le boulevard circulaire sud et un échangeur désaffecté, bordé par l'avenue du Général-de-Gaulle et de la rue de la Demi-Lune en contrebas, et contraint sous dalle par un tunnel de la SNCF.

La tour est cernée de toutes parts, y compris par les tours Pascal en cours de restructuration. Sa géométrie prend celle laissée par la parcelle, un des derniers fonciers de pleine terre du quartier d'affaires. Des travaux préparatoires ont été nécessaires à la transformation du site.

Enfin, une partie des voies désaffectées a été démolie afin de pouvoir accueillir le hall d'accueil haut de la tour, prolongeant la future promenade plantée piétonne prévue sur cet ancien échangeur.

**Maître d'ouvrage :** société Hekla (Hines ; AG Real Estate).

**Investisseurs :** Amundi Immobilier ; Primonial Reim.

**Maître d'œuvre :** Ateliers Jean Nouvel. Entreprise générale : Bateg (Vinci Construction France).

## Structure - Alto, une coupe monumentale sur un timbre-poste

Haut de 152 m, l'immeuble Alto, dont la livraison est attendue en 2020, adoptera une forme évasée pour passer d'une surface de 600 m<sup>2</sup> en rez-de-chaussée à 1 900 m<sup>2</sup> au dernier étage.

Un déport négatif de 2°, soit de 12 cm par étage, permettra de gagner 75 cm de circonférence à chaque palier. Sur ce chantier, Bouygues Bâtiment Ile-de-France Construction privée doit travailler sur une surface au sol de 700 m<sup>2</sup> seulement. Pour intervenir sur ce site exigü, une grue a été installée à l'intérieur du bâtiment, tandis qu'un système encore inédit en France, la Common Tower de Raxtar, vient épouser les lignes particulières de l'ouvrage.

Composée d'éléments modulaires, cette solution est équipée d'ascenseurs à crémaillère pour gérer les flux de personnes, d'outils et de matériaux. Elle comprend également des passerelles d'étage de longueur variable (de 1,20 m à 5,80 m) pour suivre l'inclinaison de la façade. Faite de panneaux vitrés, cette dernière présente un aspect en écailles de poisson.

Afin d'assurer une continuité visuelle malgré le déport, les trames d'écailles effacent la correspondance verticale de niveau à niveau grâce à un double recouvrement à la fois horizontal et vertical. La double peau se base sur quelque 3 700 châssis subdivisés en 70 familles, lesquelles réclament 1 100 codes d'assemblage différents. La maquette BIM a fait partie des outils qui ont permis de résoudre les différentes problématiques de conception.

**Aménageur :** établissement public local Paris La Défense.

**Promoteur :** Linkcity Ile-de-France. Maîtrise d'œuvre : IF Architectes ; SRA Architectes (Moex).

**Entreprise générale mandataire :** Bouygues Bâtiment Ile-de-France Construction privée.

## « On pourrait automatiser la construction d'éléments classiques avec des robots », Entretien avec Trino Beltran, expert innovation et transformation digitale, président de Myosotis Innovation, membre du Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH)

### Quels sont les défis techniques rencontrés lors de la construction de tours ?

Plus on cherche la hauteur, plus les contraintes techniques sont élevées. Les descentes de charges sont plus lourdes, la prise au vent plus forte et les équipements de levage plus spécifiques. En France, on construit des « tourettes ». Peu se sont autorisées à dépasser le plafond des 200 m de hauteur. Une limite qui, au-delà des traditions constructives, est fonction des réglementations :