



© MONTMASSON

CONSTRUCTION DE LA DALLE NORD ZAC CLICHY BATIGNOLLES SECTEUR NORD

AUTEURS : JULIEN BOZZOLO, RESPONSABLE DE PÔLE, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - RYADH BENOSMAN, INGÉNIEUR STRUCTURES, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - FRANÇOIS PANAFIEU, DIRECTEUR D'ACTIVITÉ, SOGEA TPI (VINCI CONSTRUCTION FRANCE)

LA DALLE NORD DE LA ZAC CLICHY BATIGNOLLES DANS LE XVII^e ARRONDISSEMENT DE PARIS A ÉTÉ LIVRÉE LE 17 JUIN 2013. CELA MET FIN À UN CHANTIER DÉMARRÉ EN JANVIER 2011 QUI AURA VU ÉCLORE UNE DALLE DE 10 500 M² AU-DESSUS DES INSTALLATIONS SNCF ET QUI SUPPORTERA À TERME DES IMMEUBLES DE BUREAUX R+3 À R+5 AINSI QU'UNE VOIE ROUTIÈRE DITE « VOIE NORD SUD ».

CONTEXTE DU PROJET

Le projet Clichy-Batignolles se déploie sur 54 ha entre la rue de Saussure, le boulevard périphérique, les avenues de Clichy et de la Porte de Clichy et la rue Cardinet.

Le but du projet est l'aménagement de la ZAC Clichy-Batignolles afin d'y construire 3 400 logements, 140 000 m² de bureaux, 31 000 m² de commerces, 38 000 m² d'équipements publics ainsi que le futur palais de justice et la direction régionale de la police judiciaire.

Dans ce gigantesque projet, la dalle Nord a pour but de gagner du terrain au-dessus de voies ferrées de service. Elle a vocation à accueillir des immeu-

bles de bureaux et la voie routière dite « voie nord sud ».

En janvier 2011, la SEM Paris-Batignolles Aménagement, en charge du projet de la ZAC, confie à un groupement constitué des entreprises Sogea TPI, Gtm TP IdF, Eiffage TP pour le Génie civil et Soletanche Bachy et Botte Fondations pour les fondations spéciales, la réalisation du troisième lot de dalle de couverture des voies SNCF situé au nord de la zone.

CONCEPTION GÉNÉRALE DU PROJET

La dalle a pour but de couvrir une zone de voies de service utilisées par la SNCF depuis des dizaines d'années.

1- Vue d'ensemble du lot 3 (dalle Nord) en fin de phase 1.

1- General view of work section 3 (North slab) at the end of phase 1.

Le tracé de ces voies a ainsi déterminé la position des appuis et donc la portée des franchissements. Vouée à accueillir des programmes immobiliers non déterminés au moment de la conception, une solution en béton

armé a été retenue plutôt qu'une solution en béton précontraint.

En effet, l'utilisation de la précontrainte nécessite une bonne connaissance des chargements et du phasage de leur application. Cela implique également une mise en tension progressive des câbles de précontrainte ce qui ne permet pas de dissocier le chantier de couverture et le chantier de bâtiment (figure 2).

La dalle Nord est donc un ensemble de portiques en béton armé couvrant une surface de 10 500 m² sur une longueur de 140 m environ et une largeur de 70 m environ. Pour permettre les dilatations des structures, deux joints sont implantés transversalement,



découpant la dalle Nord en trois morceaux structurellement indépendants. Longitudinalement, un joint de dilatation sépare certaines parties de la couverture positionnées sur appareils d'appuis à pot des parties qui viennent s'en-

2- Coupes transversales.

2- Cross sections.

castrer dans les piédroits. Du fait des charges importantes et de la présence de couches de remblai en surface, on a retenu une solution de fondations profondes constituées de pieux et barrettes (figure 4).

LES FONDATIONS

Le sol du site présente des caractéristiques typiques du nord parisien, loin des bords de la Seine, où la couche marno-calcaire affleure sous d'anciennes plateformes ferroviaires hétérogènes : après une couche de remblais de mauvaise qualité, haute de 6 m en moyenne, viennent une couche de calcaire de Saint-Ouen et une couche de Sables de Beauchamp de bonne qualité.

La mission géotechnique de type G2 a identifié un risque élevé d'anomalies dues à la dissolution du Gypse Antéluvien. Ce type d'anomalie est courant dans ces terrains et dans la zone du projet, notamment dans la couche marno-calcaire.

Ainsi, ces anomalies ont-elles fait l'objet de campagnes d'injections avant et pendant la réalisation des travaux.

Sur ce projet, les fondations réalisées sont de 2 types : des barrettes sous les voiles les plus chargés et des pieux sous les voiles les moins chargés.

→ Les barrettes :

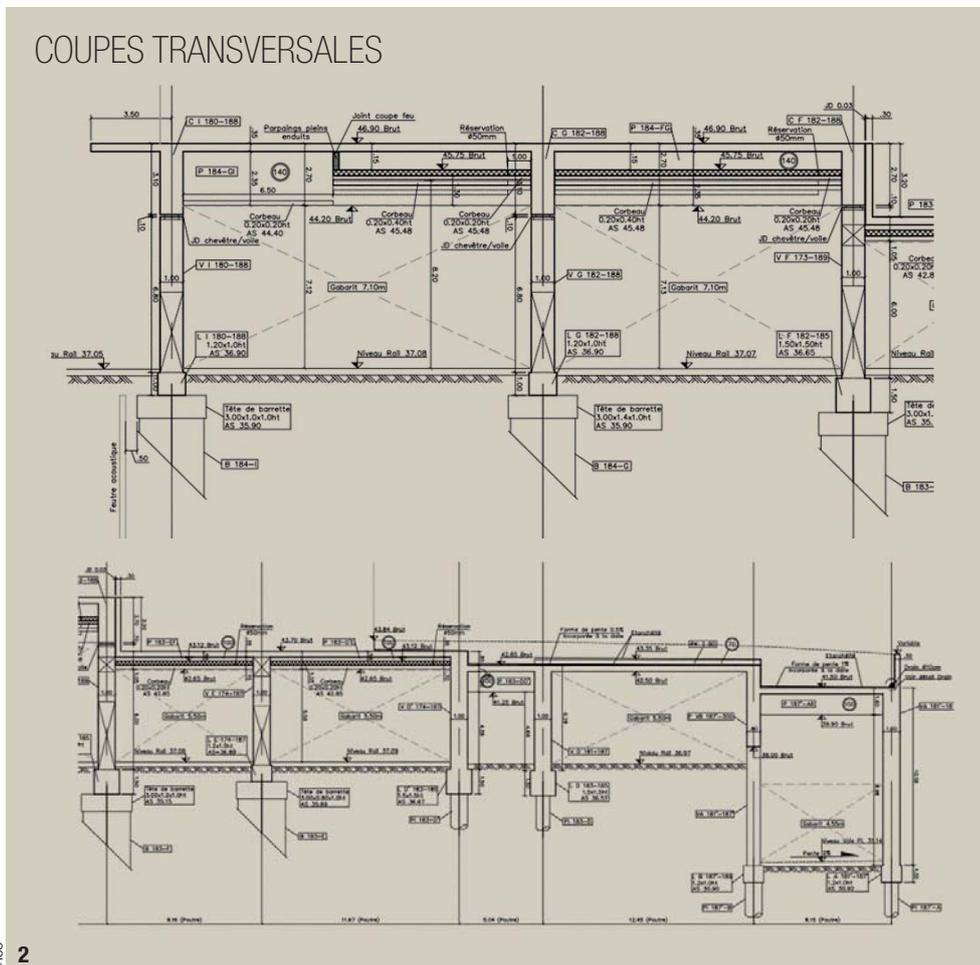
Au total, 88 barrettes s'ancrent au minimum d'un mètre dans les Sables de Beauchamp afin de limiter les tassements. Les barrettes les plus sollicitées (sous les immeubles) font 2,80 m par 1,20 m sur une profondeur allant jusqu'à 26 m.

Elles sont espacées tous les 5,40 m environ. Les barrettes les moins chargées font 2,80 m par 0,8 m.

Les barrettes sont coiffées d'une tête de barrettes après recépage.

→ Les pieux :

Sous les couvertures supportant voiries de secours et parc, 188 pieux ont été mis en œuvre.





© SOGÉA TPI

Ceux-ci s'ancrent également dans les Sables de Beauchamp. Ces pieux sont de type Starsol et de diamètre 0,82 m à 1,02 m (figure 3).

LES APPUIS

Les fondations profondes sont liaisonnées entre elles par une longrine de 1,2 m par 1 m.

Au-dessus, des voiles en béton armé en C40/50, de 1 m d'épaisseur et d'environ 7 m de hauteur, reçoivent les charges des couvertures.

La transmission des charges de couvertures se fait soit par le biais d'appareils d'appuis à pot positionnés entre les poutres et les voiles, soit par encastrement des poutres directement dans les piédroits.

Dans le respect des normes d'évacuation ferroviaires pour la zone couverte, des ouvertures de 3,5 m de hauteur, allant de 0,8 m à 1,8 m de largeur sont positionnées régulièrement sur les piédroits.

Du fait de la proximité avec les voies SNCF, les appuis ont également été dimensionnés vis-à-vis du choc de train (figure 5).

LA COUVERTURE

Les dalles de couverture sont constituées de poutres en béton armé en C60/75 ou C40/50 espacées de 5,40 m.

Dans les zones sous immeubles qui correspondent souvent aux portées

3- Réalisation des barrettes.

4- Vue en plan.

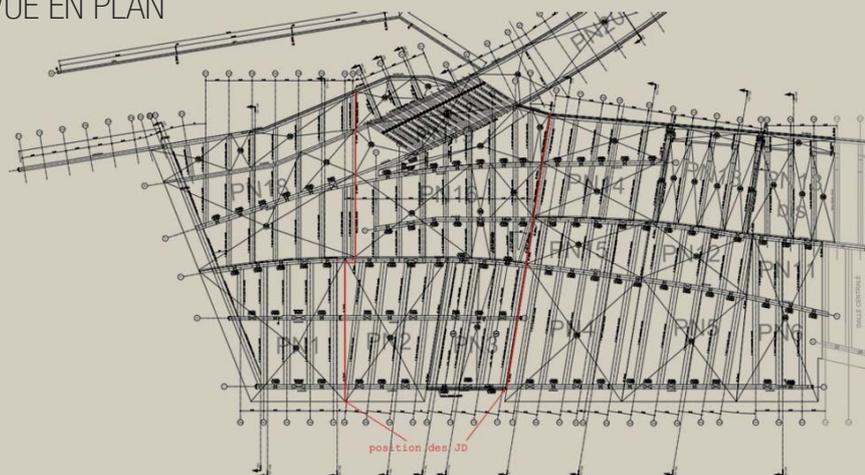
3- Exécution of barrettes.

4- Plan view.

les plus importantes, avec un maximum de 27 m, la section des poutres peut aller jusqu'à 2,75 m de hauteur pour 1,40 m de largeur.

Même si les immeubles ne sont encore définis, ceux-ci auront l'obligation de descendre leurs charges

VUE EN PLAN





© MONTMASSON
5



6



© MONTMASSON
7

5- Réalisation des piédroits.

6- Après le coulage des poutres des plots PN11 et PN12.

7- Zone de stockage sur les plots PN4 et PN5.

8- Vue du modèle globale de l'ensemble de plots PN 2, 3, 16 et 19.

5- Execution of columns.

6- After pouring the beams for sections PN11 and PN12.

7- Storage area on sections PN4 and PN5.

8- Overall view of the model of sections PN 2, 3, 16 and 19.

LES CONTRAINTES DU CHANTIER

Huit mois après l'ordre de service de démarrer les travaux, le groupement a livré la moitié du projet.

De plus, au bout de sept mois, la SNCF est intervenue sous les plots 1 à 6 pour installer les voies de service et les caténaires.

Ces contraintes nécessitaient d'effectuer les études d'exécution, les travaux de fondation, les élévations et les dalles de couverture avec une cadence extrêmement élevée.

La présence d'autres chantiers concomitants, ainsi que les espaces à laisser à disposition, ont nécessité une forte organisation tant en moyens humains que matériels, dans un espace réduit, avec peu de zones de stockage et peu d'espaces de circulation (figure 7).

ORGANISATION DES ÉTUDES

Compte tenu de l'étendue du projet et des délais très serrés, le chantier a choisi de mobiliser cinq bureaux d'études.

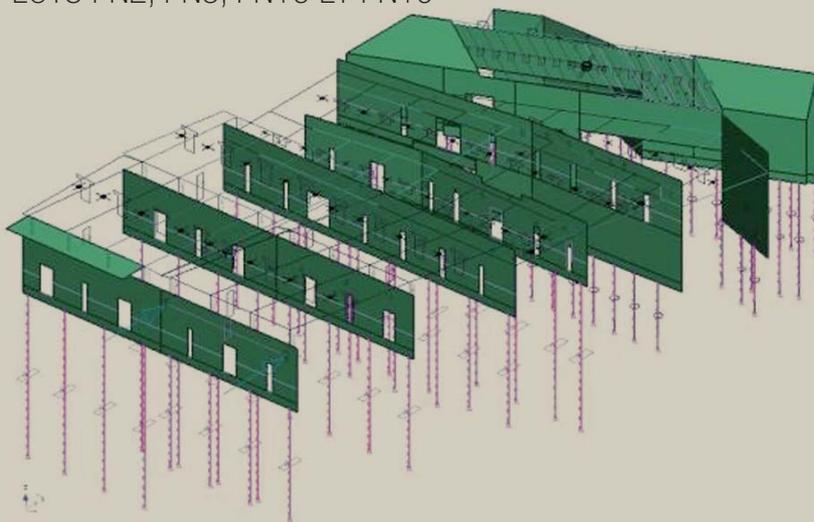
Les bureaux d'études internes de Soletanche Bachy et Botte Fondations ont eu la charge des fondations spéciales. Ingénierie des Structures et des Chantiers ISC (Vinci Construction France), le BIEP (Eiffage Travaux Publics) et Structure Engineering (Vinci Construction) ont réalisé les études des superstructures. Chaque bureau d'études avait en charge l'intégralité d'un ensemble de plots (notes de calculs et plans), chacun de ces ensembles étant indépendant structurellement.

Un pilotage assuré par ISC a été mis en place au démarrage des études pour coordonner et uniformiser les hypothèses et les modélisations afin de maîtriser les délais de production et de validation des documents.

directement sur les poutres en restant dans l'enveloppe donnée au moment du dimensionnement de la couverture. Les poutres sont surmontées en partie haute d'un hourdis de 35 cm d'épaisseur réalisé avec des

pré-dalles participantes de 0,15 m. En partie basse des poutres, des dalles techniques en béton armé de 0,25 m d'épaisseur sont posées sur des corbeaux et permettront l'accueil des réseaux (figure 6).

VUE DU MODÈLE GLOBALE DE L'ENSEMBLE DE PLOTS PN2, PN3, PN16 ET PN19



© MONTMASSON
8

Pendant cette phase de pilotage, il a été choisi de réaliser des modélisations globales aux éléments finis en trois dimensions intégrant l'interaction sol structure.

Ces modèles avaient pour but de donner les descentes de charges les plus précises possibles aux bureaux d'études des entreprises de fondations profondes (efforts concomitants plutôt que des efforts enveloppes), de vérifier le tassement global de la structure, les tassements différentiels et d'optimiser les quantités du projet dans sa globalité (figure 8).

UNE FORTE DENSITÉ D'ARMATURES

Compte tenu des portées et des charges, les poutres étaient particulièrement sollicitées et présentaient donc un ferrailage très conséquent, certaines poutres pouvant présenter jusqu'à un ratio de 340 kg/m³. Ce ferrailage nécessitait la mise en œuvre de plusieurs lits d'armatures HA 40 (figure 9). Pour éviter des recouvrements très consommateurs de matière et d'espace, des raccords par manchons ont été privilégiés. En phase appel d'offre, il avait été envisagé un

phasage spécifique d'assemblages de « briques » d'armatures préfabriquées. Des dessins de ferrailage en 3D avaient été réalisés pour examiner la faisabilité de ces montages. En phase travaux, les équipes de chantier et les bureaux études s'en sont inspirés afin de trouver ensemble les dispositions d'assemblage les plus efficaces pour la préfabrication et la mise en place des cages d'armatures (figures 10 & 11).

LES MÉTHODES DE RÉALISATION

Les piédroits sont coulés toute hauteur par plots à l'aide de banches de grande

hauteur. Les armatures sont préfabriquées sur une aire dédiée et mises en place avec une grue à tour. Des mannequins en bois de grandes dimensions sont positionnés dans les banches pour réaliser les ouvertures. En tête de certains voiles, les appareils d'appui sont positionnés avant la réalisation de la dalle. Après la réalisation des voiles, un platelage général est monté pour servir de coffrage aux sous-faces des poutres et de plateforme de travail. Les cages préfabriquées sont positionnées sur cette plateforme puis les coffrages sont refermés autour des poutres. Le béton-



9 © ISC

9- Cage d'armatures d'une poutre avant la mise en place du coffrage.

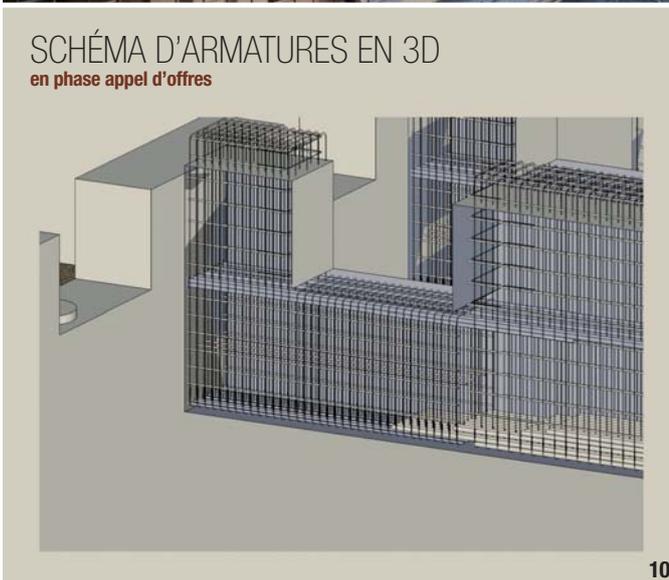
10- Schéma d'armatures en 3D en phase appel d'offres.

11- Préfabrication d'une cage d'armatures de poutre.

9- Reinforcement cage for a beam before placing the formwork.

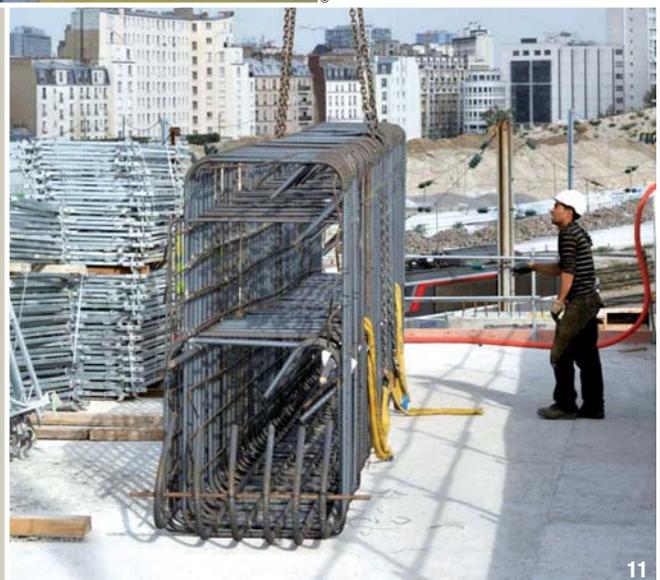
10- 3D diagram of reinforcing bars in the tender phase.

11- Prefabrication of a beam reinforcement cage.



10 © ISC

SCHÉMA D'ARMATURES EN 3D en phase appel d'offres



11 © MONTMASSON



© MONTMAYSSON



© MONTMAYSSON



13

12- Réalisation des poutres du plot PN15.

13- Bétonnage du piédroit de la file I.

14- Vues d'ensemble du lot 3 (dalle Nord) en fin de phase 1.

12- Execution of the beams of section PN15.

13- Concreting the column in row I.

14- General views of work section 3 (North slab) at the end of phase 1.

nage s'effectue à la pompe (figures 12 & 13). Une fois les poutres réalisées, le platelage entre poutres est déposé pour être réutilisé et pour libérer de l'espace de circulation sous les dalles. L'étalement sous les poutres est maintenu tant que le hourdis n'est pas réalisé. Les dalles en partie basse sont préfabriquées sur le chantier et sont mises en place avec la grue à tour sur les corbeaux. Les pré-dalles sont posées ensuite sur les poutres sur une surface d'appui de 5 cm. Après le ferrailage du hourdis, celui-ci est bétonné par travee à la pompe. Lorsque le béton atteint une résistance suffisante, la sous-face des poutres est décoffrée, permettant le transfert de charges (figures 1 et 14). □

DONNÉES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE

DÉLAI DE RÉALISATION GLOBALE DES TRAVAUX : 29 mois

DÉMARRAGE DES TRAVAUX : 17 janvier 2011

LIVRAISON : 17 juin 2013

VOLUME TOTAL DE BÉTON :

- C35/45 (fondations) : 6 000 m³ + 3 500 m³
- C40/50 : 12 000 m³
- C60/75 : 5 000 m³

TONNAGE D'ACIER TOTAL :

- Fondations : 300 t + 220 t
- Superstructures : 2 500 t

VOILES : 1 km linéaire

POUTRES : 250 unités

TERRASSEMENT : 18 000 m³

INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Paris Batignolles Aménagement

GROUPEMENT MAÎTRISE D'ŒUVRE :

- BET : OGI, mandataire
- BET structure : Cité France
- Architecte : François Grether

GROUPEMENT D'ENTREPRISES :

- Sogea TPI (Vinci Construction France) mandataire
- Gtm TP IDF (Vinci Construction France)
- Eiffage TP
- Soletanche Bachy (Vinci Construction)
- Botte Fondations (Vinci Construction France)

BUREAUX D'ÉTUDES D'EXÉCUTION :

- Ingénierie des Structures et des Chantiers (Vinci Construction France)
- BIEP (Eiffage Travaux publics)
- Structure Engineering (Vinci Construction)
- Bureau d'Études Méthodes : MCO/Eiffage TP

ABSTRACT

CONSTRUCTION OF THE NORTH SLAB, CLICHY BATIGNOLLES "ZAC", NORTHERN SECTOR

J. BOZZOLO, ISC (VINCI) - R. BENOSMAN, ISC (VINCI) - F. PANAFIEU, SOGEA TPI (VINCI)

Work section 3 (the North slab) of the slabs of the Batignolles "ZAC" (mixed development zone) was accepted in June 2013. Covering railway service tracks over spans of up to 27 m, the 10,500 m² reinforced concrete slab is designed to receive the future office, housing and urban development projects of the Batignolles "ZAC" in the 17th arrondissement of Paris. □

CONSTRUCCIÓN LOSA NORTE ZAC CLICHY BATIGNOLLES SECTOR NORTE

J. BOZZOLO, ISC (VINCI) - R. BENOSMAN, ISC (VINCI) - F. PANAFIEU, SOGEA TPI (VINCI)

La recepción del lote 3 (la losa Norte) de las losas de la ZAC (Zona de Actuación Concertada) Batignolles tuvo lugar en junio de 2013. La losa de 10.500 m² de hormigón armado que cubre vías de servicio de la SNCF (Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses) con luces de hasta 27 m, está destinada a recibir los futuros proyectos de oficinas, viviendas y ordenaciones urbanas de la ZAC Batignolles en el distrito 17. □