

g é o t e c h n i q u e , f o r a g e e t f o n d a t i o n s

SOLSCOPE

LES
SOL
S

CHANTIERS À CREUSER

L'ANCIEN PARK HÔTEL DE NICE LAISSE SA PLACE À « PLACE AVENUE NICE »

page 60

FUKUSHIMA REVOIT SA CONCEPTION DE CONSTRUCTIONS CÔTIÈRES POUR UN IMMEUBLE D'HABITATION

page 76

DOSSIER

LOI ELAN ET RGA

UN ARRÊTÉ QUI SAPE
LES FONDEMENTS
DE L'ARTICLE 68 !

PAGE 14



ACTUALITÉS

Qui a dit que plus écologique,
plus pratique et moins cher
était impossible ?

page 10

Nouveau NF DTU 13.3
Dallages

Page 32



© Marc Mimram Architecture Ingénierie

Perspective architecturale 3D du FU.

Saint-Denis : le franchissement urbain Pleyel, un pont entre deux gares

Dans le cadre de l'aménagement du quartier Pleyel, des travaux du Grand Paris et des infrastructures prévues pour les Jeux olympiques 2024, l'établissement public territorial Plaine Commune par l'intermédiaire de son opérateur d'aménagement SEM Plaine Commune Développement assure la construction d'un ouvrage d'art de franchissement entre le quartier de La Plaine et le quartier Pleyel. Ce pont urbain franchira le faisceau ferré du Landy, le plus fréquenté d'Europe, et assurera l'interconnexion entre les deux gares Saint-Denis - Stade de France (RER D) et Saint-Denis-Pleyel (Grand Paris Express lignes 15, 16 et 17). Il permettra aussi d'accéder aux équipements sportifs (Stade de France, Centre aquatique) depuis le village olympique dans le cadre des Jeux, et de raccorder les quartiers Pleyel et de La Plaine.

Le projet du franchissement urbain Pleyel (FUP) est composé de 3 ouvrages accolés qui franchiront les 48 voies ferrées du technicentre du Landy :

- un pont routier pour la circulation de véhicules légers/lourds, transports en commun (bus, tramway) ;
- une passerelle piétonne au sud du pont routier qui accueillera 3 espaces « habités » ainsi que des espaces d'aménagement urbain. Cette passerelle sera directement raccordée à la gare Saint-Denis-Pleyel du Grand Paris par une déviation lui donnant une forme de Y ;
- un bâtiment pont au nord du pont routier qui sera constitué de bâtiments de bureaux et commerces et qui sera

aménagé dans le cadre du projet « *Les Lumières de Pleyel* » dont Sogelym est mandataire.

Ce projet est marqué par les fortes interactions qu'il possède tant avec le technicentre du Landy qu'avec le projet de métro du Grand Paris Express.

En effet, les piles des ponts seront réparties en 3 files d'appuis implantées au milieu du faisceau ferré, impliquant ainsi des emprises très limitées en surface tant en phase travaux qu'en phase définitive. De plus, elles sont également implantées à proximité voir à l'aplomb pour l'un des appuis de la passerelle (P1) des tunnels du Grand Paris Express (L15, L16 et L17).

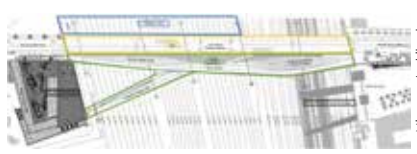
Bien que la construction du bâtiment pont soit prévue dans un second temps (livraison prévue entre 2023 et 2028), les fondations du pont, de la passerelle,

Un pont urbain de 300 m de longueur et de 25 à 41 m de largeur

mais également du bâtiment pont sont exécutées à la suite. L'accès à la culée Ouest de l'ouvrage se fera par une rampe constituée de remblais pesants soutenus par des murs de soutènement en L atteignant 9 m en partie haute. Cette rampe est implantée le long de la paroi de soutènement de la gare de Saint-Denis-Pleyel en cours de travaux. La culée Est, quant à elle, sera exécutée depuis la place aux Étoiles située en contre-haut du faisceau ferré et à proximité d'un ouvrage de ventilation de la ligne L15 du GPE.

LES MISSIONS DE GÉOTEC EN PHASE CONCEPTION

C'est au sein du groupement de maîtrise d'œuvre conduit par Marc Mimram (Mimram Ingénierie, Agence Richez, Edeis et Artelia) que la cellule calculs



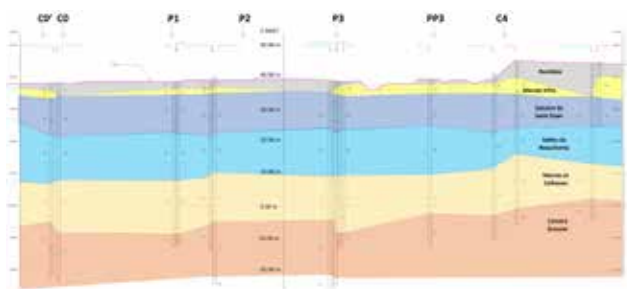
Extrait du plan masse du projet FUP.

© Marc Mimram Architecture Ingénierie

de la région nord-ouest de Géotec a participé à la conception de ces ouvrages. Elle a ainsi suivi l'enchaînement des missions géotechniques conformément à la norme NF P 94 500 en commençant par une mission d'étude préliminaire (G1), puis de conception géotechnique (G2AVP et G2PRO) et enfin la mission de supervision géotechnique des travaux (mission G4) qui est actuellement en cours. À chaque stade de mission de conception, des investigations géotechniques ont été menées par le prestataire de la maîtrise d'ouvrage sur la base des cahiers des charges établis par Géotec. Ces données ont également été associées à celles acquises par la Société du Grand Paris dans le cadre de leurs études sur la gare de Saint-Denis-Pleyel et le long de leurs faisceaux de tunnels.

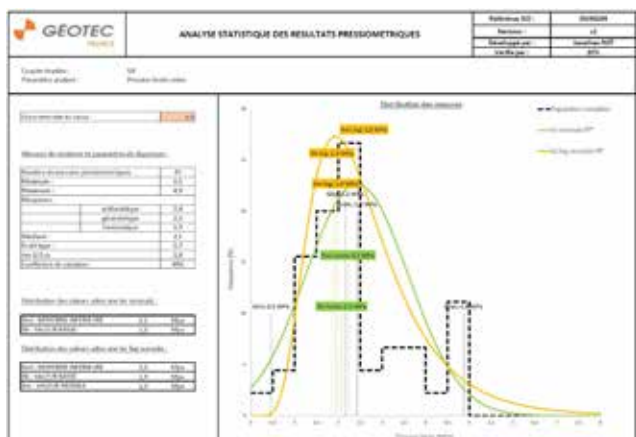
L'étude préliminaire de site s'est déroulée de fin 2016 au printemps 2017 et la mission G2AVP jusqu'en février 2018. L'étude de conception géotechnique phase PRO a quant à elle été réalisée entre décembre 2018 et juillet 2019.

La synthèse géotechnique réalisée a permis de dresser un profil en long en considérant de manière générale la présence d'une frange de remblais recouvrant localement les marnes infragypseuses, puis les sables de Monceau, le marno-calcaire de Saint-Ouen, les sables de Beauchamp, les marnes et caillasses et le calcaire grossier.



Extrait du profil en long géologique.

La quantité de données disponibles sur l'ensemble du projet a permis à Géotec d'effectuer une analyse statistique des mesures pressiométriques conformément à l'Eurocode 7 en suivant une loi normale et/ou log normale sur chacun des horizons géologiques rencontrés nous permettant ainsi d'établir un modèle géotechnique distinct par file d'appuis.



Analyse statistique des pressions limites nettes mesurées dans le calcaire de Saint-Ouen.

Compte tenu des emprises disponibles sur le faisceau ferré, les 3 ouvrages ont été conçus comme structurellement indépendants et reposant sur 2 culées et seulement 3 piles par ouvrage qui seront implantées au milieu du faisceau ferré.

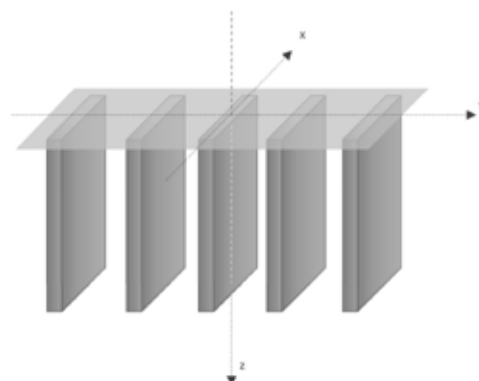
QUELQUES INFORMATIONS-CLÉS

- Localisation : Saint-Denis (Seine-Saint-Denis)
- Pays : France
- Client : Plaine Commune Développement
- Maîtrise d'œuvre : Groupement Marc Mimram, Agence Richez, Edeis, Artelia
- Architecte mandataire : Marc Mimram
- Période : septembre 2016- juin 2017 (G1)
Septembre 2017 – février 2018 (G2AVP)
Décembre 2018 – juillet 2019 (G2PRO)
Depuis septembre 2020 – Mission G4 phase étude et suivi
- Montant de l'opération : 120 M€
- Entreprise générale : Groupement Bouygues TP, Razel Bec, Sefi Intrafor, Franki Fondation et Maeg Costruzioni SpA

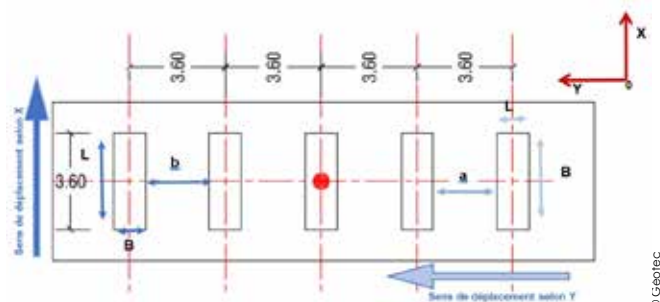
L'intensité des efforts apportés par l'ouvrage au sol, les faibles emprises disponibles pour créer les fondations sur le faisceau ferré et la sensibilité de ce dernier ont conduit Géotec à retenir un mode de fondation par groupe de barrette pour les piles et la culée Ouest. La culée Est étant perchée sur la place aux Étoiles sera fondée sur une file de pieux jointifs. Cette culée aura également à long terme une fonction de soutènement dans le cadre du projet de l'interconnexion de la ligne H du Transilien avec les lignes 15, 16 et 17 du Grand Paris (terrassement de voies supplémentaires dans le talus existant en aval de la culée C4).

Le dimensionnement des fondations profondes des appuis définitifs des ponts a été mené selon la norme NFP 94 262 (norme d'application nationale de l'Eurocode 7), pour des barrettes de type foré boue.

La méthodologie retenue en phase PRO pour le dimensionnement des barrettes a consisté à distribuer en tête de barrette les torseurs d'efforts exprimés en pied et centre des semelles d'appuis et issus de la descente de charges.



Principe de modélisation du groupe de barrettes.



Implantation des barrettes dans le groupe.



© Marc Mimram Architecture Ingénierie

Vue 3D des espaces habités de la passerelle piétonne.

●●● Les barrettes ont été modélisées comme des poutres sur appuis élastiques avec des lois de comportement élasto-plastique p-y et p-z en fonction du type de sollicitations (courtes durées, longues durées, accidentelles). Ces calculs ont été menés à l'aide du logiciel Foxta module Piecoef et Taspie afin de déterminer les matrices de raideurs équivalentes en tête de ces éléments. La section rectangulaire de la barrette étudiée a obligé à définir des lois de comportements transversales différentes selon leur plan d'inertie (faible ou forte). De plus, les minorations dues aux effets de groupe ont été appliquées aux raiders et paliers plastiques tant pour les interactions frontales que tangentielles.

Le calcul de portance des barrettes et l'évaluation des déformées et sollicitations induites dans ces dernières ont ensuite été réalisés pour chaque appui. Ces calculs ont été menés à l'aide du logiciel Foxta développé par Terrasol pour des efforts verticaux par barrette à l'ELS QP de l'ordre de 1 100 t pour le pont à 2 200 t pour le bâtiment pont.

Pour ce qui est des barrettes implantées à proximité des tunnels du Grand Paris Express, une étude d'interaction a été menée en phase PRO afin d'évaluer le supplément de contrainte apporté par

les barrettes sur les voûtes de tunnel. En étroite collaboration avec la maîtrise d'oeuvre de la ligne 16 des seuils de contrainte ont été définis. Une approche analytique de la diffusion de la contrainte de pointe des barrettes avec la profondeur associée à une modélisation aux éléments finis ont été réalisées afin de s'assurer de l'acceptabilité des fiches de fondation retenues.

Afin de permettre l'exécution des travaux, de nombreux ouvrages provisoires ont été nécessaires. Notamment les écrans défensifs de 9 à 12 m de hauteur, le long des emprises sur faisceau ferré, qui auront également une fonction de soutènement provisoire pour le terrassement des semelles de couronnement des barrettes. Pour assurer le lancement du pont côté Est un appui provisoire, fondé sur groupe de micropieux, a été conçu sur le quai de la gare Saint-Denis - Stade de France. Les autres appuis de lancement sont prévus sur semelles superficielles.

Enfin pour répondre aux contraintes d'accès aux piles, un ouvrage provisoire de franchissement a été conçu. Il s'agit d'une passerelle de service lancée depuis l'Ouest, et par laquelle transite le personnel, mais également les fluides de chantier (béton, boues de forage) et petit matériel. Cette passerelle métallique provisoire est également fondée sur semelles superficielles selon la norme NF P 94-261.

Les études géotechniques menées par Géotec ont donc conduit au dimensionnement des fondations et soutènement provisoire de chacun de ces ouvrages conformément aux normes en vigueur, et ce, à chaque stade d'avancement du projet.

LA SUPERVISION GÉOTECHNIQUE DES TRAVAUX

Après une attribution du marché de travaux au groupement Bouygues TP, Razel

Bec, Sefi Intrafor, Franki Fondation et Maeg Costruzioni SpA en juin 2020, Géotec a commencé la mission G4 de supervision géotechnique des travaux à partir de l'automne 2020.

Les travaux ont débuté par la partie Ouest avec la construction des murs en L soutenant la rampe d'accès en remblais et fondés superficiellement. La création de la passerelle de service et de se fondations superficielles provisoires ainsi que l'exécution des 8 barrettes de la culée Ouest (C0) ont été réalisées à la benne preneuse en section 1,5 x 2,8 m sur 14 m de profondeur.

Après la mise en service de la passerelle technique, les travaux se sont poursuivis sur l'emprise P2 avec la réalisation des écrans défensifs sur les deux côtés longitudinaux de l'emprise. Les barrettes des appuis pont, passerelle et accompagnement bâti ont été forées au cutter hydraulique avec une section de 1,5 x 2,8 m, également. La surface d'emprise a imposé l'emploi d'une machine de gabarit réduit. Le matériel lourd a été acheminé sur l'emprise à l'aide de trains travaux.



© Géotec

Foration à la fraise hydraulique d'une barrette de P2.

L'ensemble des fluides (boue de forage et béton de barrette) est acheminé ou évacué par un réseau de conduites transitant sur la passerelle de service.

Les barrettes du pont et de la passerelle sont descendues à 14 m de profondeur, alors que celles de l'accompagnement bâti ont été descendues à 30 m de profondeur.

Les travaux vont se poursuivre sur l'emprise des appuis P1 et sur la culée C4 à partir du printemps 2022, puis les appuis de la file P3 sur 2023. La mise en service de la passerelle piétonne est prévue pour les JO 2024, la mise en service du pont routier pour 2026 (pour son intégralité) quant à l'accompagnement bâti, sa livraison est prévue entre 2023 et 2028 selon le mandataire. ■

Thomas Bonnet

*Chef de projet Géotec
Cellule calculs, région Nord-Ouest*



© Géotec

Vue sur l'emprise P2, écrans défensifs et voies en circulation.