

# TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

**VILLE ET TRANSPORTS.** UN QUARTIER D'ISSY-LES-MOULINEAUX DESENCLAVE PAR DES ESCALATORS. COUVERTURE DU RER A NANTERRE ET OPERATION CŒUR DE QUARTIER. CONSTRUCTION DE LA DALLE NORD ZAC CLICHY BATIGNOLLES. CENTRE DE DISTRIBUTION CIMENTS CALCIA. POLE MULTIMODAL DE CRETEIL-POMPADOUR. LE TRAM DE BESANCON. PROJET TLN CENTRE. TRESORS DE NOS ARCHIVES : EXTENSION DE L'AEROPORT D'ORLY

N°910 NOVEMBRE 2014



TRAM DE BESANCON  
© JEAN-CHARLES SEXE -  
VILLE DE BESANCON

**LES TRAVAUX**  
**PUBLICS** FEDERATION  
NATIONALE



## Rien ne se jette, tout se recycle.

Pour construire ou réparer des chaussées, Eurovia développe des solutions alternatives : le recyclage de la route in situ, la valorisation des résidus industriels et ménagers, le réemploi des matériaux de démolition. Ne plus jeter nos vieilles routes, économiser nos ressources naturelles : des idées neuves devenues réalité.

**Eurovia**

**Nous ouvrons la voie aux idées neuves.**

Eurovia, 18, place de l'Europe, 92565 Rueil-Malmaison Cedex, France

**Directeur de la publication**  
Bruno Cavagné**Directeur délégué**  
**Rédacteur en chef**  
Michel Morgenthaler  
3, rue de Berri - 75008 Paris  
Tél. +33 (0)1 44 13 31 03  
morgenthalerm@fntp.fr**Comité de rédaction**  
Hélène Abel (Ingérop), David  
Berthier (Vinci Construction France),  
Sami Bounatirou (Bouygues TP),  
Jean-Bernard Datry (Setec), Philippe  
Gotteland (Fntp), Jean-Christophe  
Goux-Reverchon (Fntp), Laurent  
Guilbaud (Saipem), Ziad Hajar  
(Eiffage TP), Florent Imbert  
(Razel-Bec), Claude Le Quééré (Egis),  
Stéphane Monleau (Soletanche Bachy),  
Jacques Robert (Arcadis), Claude  
Servant (Eiffage TP), Philippe Vion  
(Systra), Michel Morgenthaler (Fntp)**Ont collaboré à ce numéro**  
**Rédaction**  
Monique Trancart, Marc Montagnon**Service Abonnement et Vente**  
**Com et Com**  
**Service Abonnement TRAVAUX**  
Bât. Copemic - 20 av. Édouard Herriot  
92350 Le Plessis-Robinson  
Tél. +33 (0)1 40 94 22 22  
Fax +33 (0)1 40 94 22 32  
revue-travaux@cometcom.frFrance (9 numéros) : 190 € TTC  
International (9 numéros) : 240 €  
Enseignants (9 numéros) : 75 €  
Étudiants (9 numéros) : 50 €  
Prix du numéro : 25 € (+ frais de port)  
Multi-abonnement : prix dégressifs  
(nous consulter)**Publicité**  
**Rive Média**  
2, rue du Roule - 75001 Paris  
Tél. 01 42 21 88 02 - Fax 01 42 21 88 44  
contact@rive-media.fr  
www.rive-media.fr**Directeurs de clientèle**  
Bertrand Cosson - LD 01 42 21 89 04  
b.cosson@rive-media.fr  
Carine Reininger - LD 01 42 21 89 05  
c.reininger@rive-media.fr**Site internet : www.revue-travaux.com****Édition déléguée**  
**Com'1 évidence**  
Siège :  
101, avenue des Champs-Élysées  
75008 PARIS  
Tél. bureaux : +33 (0)2 32 32 03 52  
revuetravaux@com1evidence.comLa revue Travaux s'attache, pour l'information  
de ses lecteurs, à permettre l'expression de  
toutes les opinions scientifiques et techniques.  
Mais les articles sont publiés sous la  
responsabilité de leurs auteurs. L'éditeur  
se réserve le droit de refuser toute insertion,  
jugée contraire aux intérêts de la publication.Tous droits de reproduction, adaptation, totale  
ou partielle, France et étranger, sous quelque  
forme que ce soit, sont expressément réservés  
(copyright by Travaux). Ouvrage protégé ;  
photocopie interdite, même partielle  
(loi du 11 mars 1957), qui constituerait  
contrefaçon (code pénal, article 425).Editions Science et Industrie SAS  
9, rue de Berri - 75008 Paris  
Commission paritaire n°0116 T 80259  
ISSN 0041-1906

## LA RATP S'APPUIE SUR SA LONGUE EXPÉRIENCE VÉCUE AVEC LES ENTREPRISES



**E**n dépit de la conjoncture, la RATP poursuit la modernisation et le développement du cœur du réseau de transport des franciliens.

En plus de son rôle d'exploitant et de mainteneur d'un réseau à valeur de patrimoine historique, la RATP conduit de nombreux projets de modernisation et de développement au service des voyageurs.

Ces dernières années - de 2012 à 2014 - ont vu la mise en service de projets majeurs comme les prolongements des tramways T1 à Asnières Gennevilliers, T2 à Bezons, T3 à Porte de la Chapelle, la création des tramways T5 (Saint-Denis - Garches - Sarcelles) et T7 (Villejuif - Athis-Mons), les prolongements des lignes de métro 4 et 12, respectivement à Mairie de Montrouge et Front Populaire (Saint-Denis/Aubervilliers), signe d'une activité soutenue.

Actuellement, des chantiers toujours aussi structurants sont en cours avec les prolongements des lignes de métro 4 à Bagneux, 12 à Aubervilliers, et 14 de Saint Lazare à Maire de Saint-Ouen, les tramways T6 et T8. Ces opérations très visibles s'ajoutent à des flux en croissance, contractualisés sur une base quadriennale avec le STIF : rénovation d'ouvrages d'art, d'espaces voyageurs, de pôles d'échanges multimodaux, agrandissement d'ateliers, réalisation de dépôt d'autobus. Elles sont essentielles à l'efficacité économique et à la qualité de service du réseau.

Au total, ce seront plus de 6 milliards d'euros qui auront été investis par la RATP entre 2012 et 2015.

Nous souhaitons poursuivre cette politique dynamique d'accroissement de la capacité après 2015 avec le prolongement de la ligne 11 du métro à

Rosny, le prolongement du tramway T3 à la porte d'Asnières, du T1 à Val de Fontenay, mais aussi la modernisation des installations ferroviaires et des gares des lignes A et B du RER, dans un contexte d'appel à la profession par de nouveaux maîtres d'ouvrage comme la Société du Grand Paris et le Syndicat des Transports d'Île-de-France.

Nos projets nécessitent le déploiement de compétences fortes dans de nombreux domaines très techniques comme les travaux souterrains, le génie civil, les ouvrages d'art, la métallerie, le second-œuvre, mais également les systèmes du transport (voie ferrée, système d'aide à l'exploitation, façades de quais, moyens audiovisuels, etc.). Le contexte est souvent contraint par le maintien de l'exploitation, la présence de nombreux interlocuteurs et la recherche des conditions optimales de sécurité.

L'opération de passage du Bâtiment Voyageurs au-dessus des voies du RER à Nanterre-Université est la parfaite illustration de gageures qui peuvent devenir des succès quand le professionnalisme des uns se renforce de l'expérience des autres.

Dans ce contexte, la RATP continuera à faire preuve d'une grande exigence là où la maîtrise de la sécurité, des coûts et des délais de réalisation sont plus que jamais des impératifs.

La RATP est un maître d'ouvrage expérimenté qui veille à une répartition des risques au plus près des compétences avec ses partenaires. Elle veille aussi à faire appel massivement au tissu des PME et ETI régionales et nationales par un allotissement éclairé par des décennies de relations avec la profession. À l'écoute de ses fournisseurs, la RATP est forte de traditions, attachée au dialogue avec les industriels, pendant les négociations pour des offres techniquement pertinentes, lors de la réalisation des travaux pour des chantiers fluides, sûrs et efficaces, mais toujours dans le respect de l'équité. La RATP compte par ailleurs sur les potentiels d'emplois générés pour que ses fournisseurs l'accompagnent dans la mise en œuvre de la « responsabilité sociale d'entreprise ».

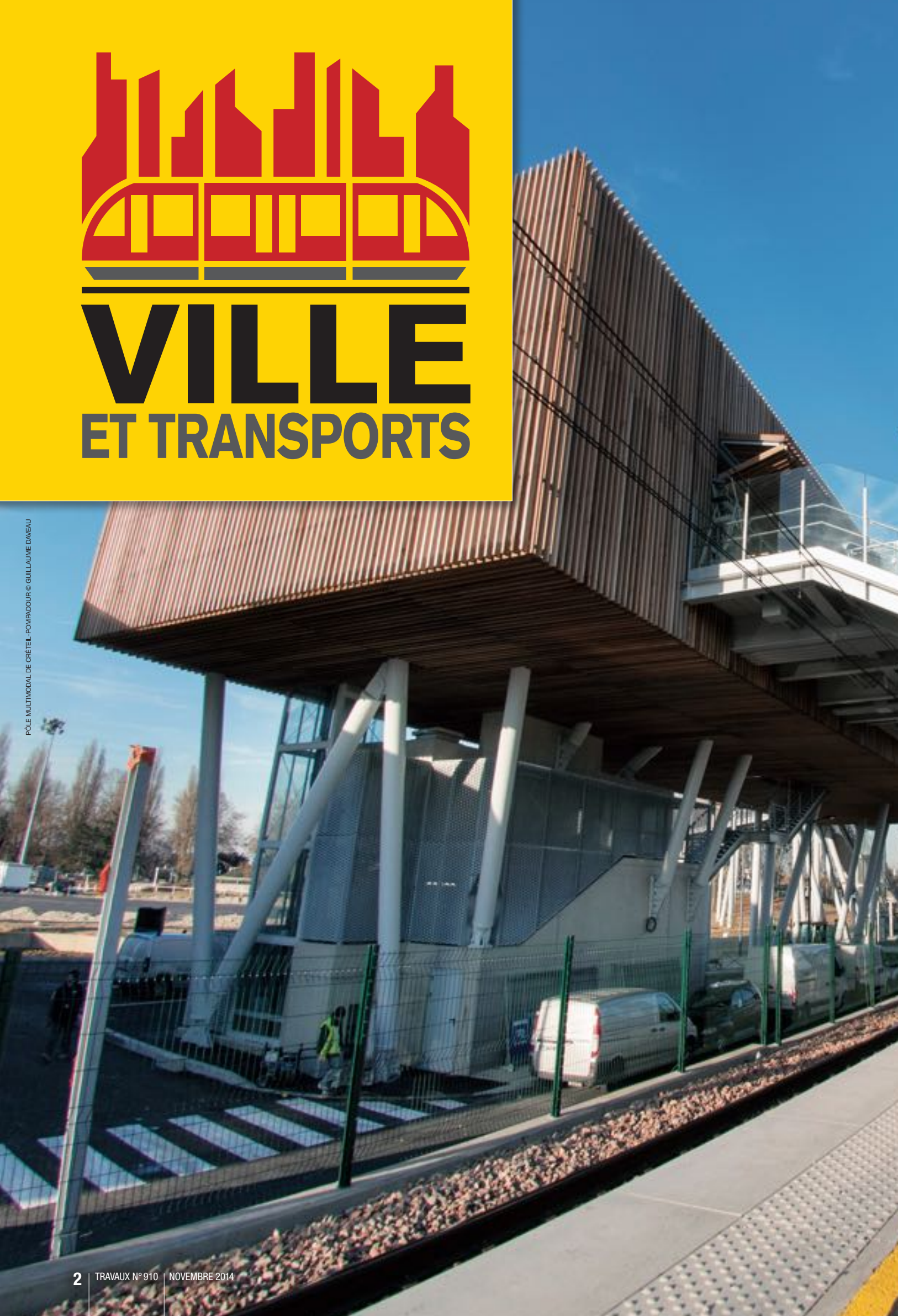
Nous comptons sur la profession, nous faisons en sorte que la profession puisse compter sur nous.

**LAURENT FOURTUNE**  
DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT MAÎTRISE D'OUVRAGE DES PROJETS



# VILLE ET TRANSPORTS

PÔLE MULTIMODAL DE CRÉTEIL-POMPADOUR © GUILLAUME DAVEAU



04 ALBUM

08 ACTUALITÉ



18

**ENTRETIEN AVEC FLORENCE CASTEL**

ADVANCITY  
ACCOMPAGNER LES ÉVOLUTIONS URBAINES  
ET ANTICIPER LES BESOINS DES VILLES  
DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

22 POA : DES CHANTIERS « CLÉS EN MAIN »,  
DES OUVRAGES D'ART AUX TRAVAUX SPÉCIAUX



28

**UN QUARTIER D'ISSY-LES-MOULINEAUX**  
désenclavé par des escalators



36

**COUVERTURE DU RER À NANTERRE**  
et opération Cœur de Quartier



48

**CONSTRUCTION DE LA DALLE NORD**  
ZAC Clichy Batignolles  
secteur Nord



54

**CONSTRUCTION DU CENTRE DE DISTRIBUTION**  
Ciments Calcia



60

**PÔLE MULTIMODAL**  
de Créteil-Pompadour



66

**LE TRAM DE BESANÇON**  
est en service



72

**PROJET TLN CENTRE**  
Enjeux de conception  
et de réalisation  
du génie civil



79

**TRÉSORS DE NOS ARCHIVES : TRAVAUX D'EXTENSION DE L'AÉROPORT D'ORLY**  
Numéro 287 - 1958



**PICASSO N'AURAIT  
PAS RENIÉ  
LES SILOS  
CALCIA**  
INSOLITES, BEAUX  
ET PROVOCANTS

**IMAGINÉ** par Vialet Architecture, le centre de distribution ciments Calcia a été mis en service au terme d'un chantier de 21 mois mené par un groupement d'entreprise du groupe Vinci. Un « temple du béton » aux formes peu communes qui, pour voir le jour, aura nécessité des méthodes innovantes, diverses et complexes. Implanté en bordure du périphérique parisien, l'ouvrage fini cache une haute technicité. (voir article page 54).







**AMÉNAGEMENT  
SEINE ARCHE  
COUVERTURE  
DU RER  
ET SECTEUR  
CŒUR DE  
QUARTIER  
PAS SIMPLE**

**CERTAINS** projets sont plus complexes que d'autres. Ingerop est à la tâche en qualité de maître d'œuvre. L'objectif du secteur Cœur de Quartier de la ZAC Seine Arche sur le territoire de Nanterre est de créer une nouvelle centralité et d'améliorer les liaisons entre quartiers existants en effaçant les coupures par les voies ferrées. Les opérations d'aménagement se succèdent, modifiant les circulations. (voir article page 36).



# PLUS DE 15 000 PATRONS ET SALARIÉS DES TRAVAUX PUBLICS DANS LA RUE !



Depuis 7 ans, le secteur des Travaux Publics traverse une crise sans précédent : chiffre d'affaires en baisse de 25 % et destruction de 30 000 emplois ! Affecté de plein fouet par la baisse des dotations de l'État, l'investissement des collectivités locales est en berne et les carnets de commande des entreprises en chute libre. Sans mesures de relance de l'investissement public, ce sont 60 000 emplois qui risquent de disparaître !

À l'appel du président de la Fntp Bruno Cavagné, plus de 15 000 patrons et salariés des Travaux Publics se sont réunis mardi 14 octobre dans vingt villes de France pour alerter les pouvoirs publics sur la crise sans précédent que traverse le secteur. Pour relancer la machine au plus vite, ils ont demandé les mises en œuvre rapides du plan de relance autoroutier, du remboursement anticipé de la TVA, et de la surtaxe de 2 centimes d'euros sur le diesel pour l'entretien et la construction d'infrastructures de transports.

Pour Bruno Cavagné, « Il y a urgence ! Il en va bien sûr de la situation économique et de l'emploi dans les Travaux Publics. Il en va aussi de la qualité, de la sécurité des infrastructures, ainsi que de la compétitivité des territoires. La décision de rembourser la TVA aux collectivités locales qui investissent l'année de réalisation des travaux, et non

*en décalage de 12 à 24 mois, constituerait un acte fort en faveur de l'investissement et de la reprise économique. La machine économique ne repartira pas sans nos entreprises et sans l'investissement public. »*

À Paris, 2 000 personnes se sont rassemblées place du président Édouard-Herriot près de l'Assemblée nationale, afin d'interpeller les députés qui entamaient l'examen du projet de loi de finances pour 2015. Carole Delga, Secrétaire d'État chargée du Commerce, de l'Artisanat, de la Consommation et de l'Économie Sociale et Solidaire est venue à la rencontre du Président de la Fntp, ainsi que de nombreux parlementaires. De plus, des délégations de la Fntp ont été reçues par l'ensemble des présidents des groupes parlementaires afin de leur transmettre une motion.

En parallèle, partout en France, des manifestations se sont tenues le même jour devant les préfetures : à Lyon, Marseille, Toulouse, Bordeaux, Nice, Colmar, Orléans, Lille, Tours, Bourges, Chalons en Champagne, Montpellier, Clermont-Ferrand, Poitiers, Charleville Mézières, Chaumont...

Bruno Cavagné s'est félicité de cette mobilisation massive des professionnels du secteur qui leur a permis de lancer un cri d'alarme aux pouvoirs publics sur la crise profonde que connaissent les entreprises de Travaux Publics.



## RISQUE INONDATION : EXPLORER UN URBANISME ADAPTÉ

**La lutte contre le risque d'inondation s'élabore à grande échelle. L'État explore avec les collectivités locales une démarche de territoire à travers cinq sites pilotes.**



© LAURENT MIGNAUX-MEDDE/MLETR

La protection au risque d'inondation se conçoit sur un grand territoire. Sur la photo : la RD 934 à Pontoise-les-Noyon (Oise) en 2011.

« Un habitant sur quatre et un emploi sur trois sont exposés au risque d'inondation », a précisé Ségolène Royal présentant la stratégie nationale de gestion de ce risque, en juillet.

La réflexion sur le risque inondation doit être confrontée à la vie locale. C'est d'abord le ministère du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité

(MLETR) qui s'est saisi de la question en 2013 et en a fait le thème d'un atelier avec cinq territoires pilotes.

Le bureau des stratégies territoriales relevant de la sous-direction de l'aménagement durable à la direction de l'habitat, de l'urbanisme et du paysage de ce ministère, coordonne la démarche. Il y associe la direction de la prévention

des risques du ministère de l'Écologie (MEDDE). Les sites pilotes ont été sélectionnés après appel à candidatures "territoires en mutation exposés aux risques" dont l'inondation (2013).

### → Colloque début 2015

Ils ont adopté la démarche Atelier qui aide à élaborer une stratégie sur un grand territoire et à spatialiser les dispositifs. Elle entend aussi déboucher sur des projets concrets malgré les obstacles notamment réglementaires, sans les ignorer.

Les travaux des participants feront l'objet d'une restitution officielle en février 2015. « Pour beaucoup de décideurs, les plans de prévention des risques (PPR) condamnent les perspectives de développement en gelant toute urbanisation ou aménagement des zones soumises à un risque, est-il écrit dans la brochure de la démarche Atelier. Or, le PPR définit des règles de constructibilité ou non, et n'est pas orienté vers l'aménagement des territoires des collectivités. (...) Perçue comme "technique", la réduction de la vulnérabilité aux risques reste l'affaire d'experts qui interviennent souvent de manière sectorielle et déconnectée de tout projet. La démarche Atelier, globale, fait du risque une force de la stratégie d'un territoire en mutation et élabore des réponses urbaines et sociales et non pas uniquement techniques. »

### → Acteurs mécontents

La démarche part donc du projet et non de la règle : « c'est un espace de liberté qui décloisonne les disciplines et aborde les questions urbaines et territoriales sans anticiper sur les outils, procédures ou "contraintes" juridiques ou réglementaires, questionnés dans un second temps. »

Prenons l'atelier "Territoires économiques" qui s'était terminé en 2013. La zone commerciale sur la route de Toulouse à Cahors (Lot) est coincée dans la vallée du Bartassec, ruisseau souvent à sec mais qui dévaste tout lors de ses crues soudaines. Le plan de prévention des risques inondation limite le développement, ce qui mécontente les acteurs économiques. L'atelier qui a réuni représentants de l'État et élus, animé par des spécialistes extérieurs, a débouché sur un projet de recomposition urbaine du secteur, envisageant certes le recalibrage du lit du ruisseau et un bras de décharge mais aussi le déménagement des activités sans lien avec le centre-ville, une meilleure qualité paysagère, etc.

### → Concours d'architecture en 2015

Par principe, la démarche Atelier s'appuie toujours sur une maîtrise d'œuvre extérieure aux services de l'État. L'agence d'architecture, urbanisme et paysage Obras s'est vu confier celle de l'atelier "territoires en mutation exposés aux risques" en tant que mandataire et s'est entourée d'autres disciplines.

De plus, Frédéric Bonnet d'Obras est chargé d'organiser un concours international d'architecture qui la concrétise, fin 2014 ou début 2015, et de rédiger un ouvrage (2015).

### → Fonds Barnier mieux ciblé

Enfin, le ministre de l'Écologie a souhaité que le fonds de prévention des risques naturels majeurs, dit fonds Barnier, soit mieux ciblé sur les communes qui pratiquent la prévention. Elle veut aussi lancer un groupe de travail sur un référentiel de vulnérabilité. Grâce à lui, une collectivité, un acteur économique, des citoyens pourront apprécier leur exposition au risque inondation. ■

## DES VALLÉES À RISQUE MULTIPLE

Cinq territoires ont été retenus par l'État pour servir de pilote à la démarche de l'atelier national "Territoires en mutation exposés aux risques" : miniers, technologiques et naturels (voir ci-dessus).

Les collectivités locales sont impliquées aux côtés des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement qui y associent les directions départementales des territoires.

Chaque site représente une situation différente et sert à faire émerger des stratégies et des modes de gouvernance de projet qui alimentent la réflexion :

- Saint-Pierre-des-Corps (Indre-et-Loire) dont le quartier Jean Bonnin et Tours : crues lentes de la Loire moyenne, digues anciennes, renouvellement urbain ;
- Val de Fensch et vallée de l'Orne (Meurthe-et-Moselle) en reconversion, au sud-ouest de Thionville (Moselle) :

logement, effondrements miniers, sites pollués, inondations ;

- Basse vallée de l'Argens de Le Muy à Saint-Raphaël (Var) : crues torrentielles, projet agricole et urbain ;
- Vallée de l'Oise, trois sites entre Creil et Compiègne (Oise) : mobilité, logement, zones humides, ports, friches ;
- Bords de Marne : future gare du Grand Paris Express à Chelles (Seine-et-Marne) exposée au risque inondation, reconquête du fleuve. ■



© MLETR

Départ de la réflexion en Loire moyenne : la digue routière du quartier Jean Bonnin à Saint-Pierre-des-Corps (Indre-et-Loire).

## 12 MILLIARDS D'EUROS EN FAVEUR DU RÉSEAU DE TRANSPORT EUROPÉEN

La France a jusqu'au 26 février pour déterminer quelles sont les infrastructures prioritaires dont elle attend une aide de l'Union européenne (UE). De son côté, la Commission européenne a précisé à la mi-septembre qu'elle engageait 11,9 milliards d'euros pour l'amélioration des transports en Europe. Ce financement est destiné principalement à neuf corridors européens qui éliminent les goulets d'étranglement, améliorent les relations Est-Ouest dans l'Union, désenclavent certaines zones et rationalisent le transport transfrontalier. La Commission dira à l'été 2015 quels choix elle fait parmi les propositions des États membres. Ces fonds de l'UE s'inscrivent dans le nouveau mécanisme pour l'intercon-



Bateau à conteneurs à Solaize (Rhône) sur le corridor reliant les îles britanniques à la Méditerranée.

© P. LEIMATREVIN

nexion en Europe. Ils s'élèvent à 26 milliards d'euros au total pour la période 2014-2020. C'est trois fois plus que le montant affecté entre 2007 et 2013, lors de la présidence antérieure de la CE. Cet énorme réseau européen, finalisé en 2030, doit relier 94 ports européens à des réseaux ferroviaires et routiers, et 38 aéroports aux grandes villes par le train. Il inclut l'aménagement à grande vitesse de 15 000 km de voie ferrée et 35 projets transfrontaliers.

« Les transports sont fondamentaux pour l'efficacité de l'économie européenne, a déclaré Siim Kallas, vice-président de la Commission chargé des transports. Il est donc plus important que jamais d'investir dans les liaisons de transport pour soutenir la reprise économique. »

### → Voies ferrées classiques

Sur les neuf corridors prioritaires, trois passent en France. Celui reliant la Mer du

Nord à la Méditerranée démarre en Irlande et en Écosse et rejoint le Sud de la France à Fos-sur-Mer (Bouches-du-Rhône). Ouvert à tous les modes de transport, il inclut le transport fluvial sur le Rhin, la Seine, la Saône et le Rhône. Le corridor Atlantique relie l'Espagne et le Portugal à Mannheim (Allemagne) et à Strasbourg. Il est rejoint par la Seine depuis Le Havre. Peuvent prétendre à un financement européen les lignes de train à grande vitesse et leurs doubles en voie classique ainsi que des aménagements sur la Seine.

### → Tunnel Lyon-Turin

Enfin, le corridor méditerranéen met en contact l'Espagne avec l'Europe du Sud-Est en passant par Lyon. Il traverse par le rail ou la route, les Alpes, l'Italie, la Slovaquie, la Croatie jusqu'à la Hongrie. Sur ce trajet, figure le tunnel ferroviaire Lyon-Turin. ■



© JEAN-MARC FABRON/MÉDIATHÈQUE SNCF

Des lignes à grande vitesse pourront être aidées sur le corridor Atlantique qui passe en France.

## IMMEUBLES DE GRANDE HAUTEUR EN BOIS

Les ministères de l'Écologie et du Logement ont lancé un appel à manifestations d'intérêt pour l'innovation industrielle dans la rénovation énergétique des bâtiments. Les dossiers doivent être envoyés à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie qui les examinera en trois vagues : au 30 mars 2015, au 30 janvier 2016 et fin 2016. L'innovation peut porter sur les procédés constructifs pré-industrialisés pour la rénovation, la domotique et les matériaux renouvelables (bois) ou recyclés. Également au programme : les immeubles de grande hauteur en bois.



© GROUPE EDEN

Bois, béton et métal sur cet immeuble basse consommation de 15 logements sociaux à Royan (Charente-Maritime).

## ROANNE RECONQUIERT SES BORDS DE LOIRE

Roanne (Loire) s'engage dans un projet urbain d'une dizaine de millions d'euros, études comprises. Ses bords de Loire seront mis en valeur, un centre commercial sera construit ainsi qu'un centre aquatique d'ici à 2020, fin du mandat du nouveau maire, Yves Nicolin. Les appels d'offres pour travaux seront émis au second semestre de 2015. L'assistance à maîtrise d'ouvrage est en cours de sélection.

Le site le plus avancé est celui des bords de Loire. Des industries, notamment textiles, les ont quittés. Les rives abritent depuis 1994 un port de plaisance.

Le projet consiste à les raccorder aux gravières, déjà reconverties en zones de détente et de promenade et situées à 1,5 km en aval.

### → Esplanade des Mariniers

À proximité du port de plaisance, l'esplanade des Mariniers sera reprise, et le jardin remodelé tout en maintenant un parking.

L'aménagement urbain va également relier les berges à une place qui les surplombe. D'une surface de 2 hectares, celle-ci va recevoir des logements, une salle d'expositions, un musée et des espaces verts. ■



© A. VENTS

Roanne (Loire) veut mettre en valeur le quartier en bordure du fleuve et le relier au centre.

## MANAGEMENT VILLES DURABLES

Il est prévu que la norme Iso 37101, système de management de communautés durables et résilientes, soit publiée en 2016.

Actuellement en projet, cette norme propose une méthode pour que les différents services d'une ville collaborent entre eux au lieu d'agir chacun dans son coin. But : réussir le développement durable sur leur territoire.

## MASTÈRE SYSTÈMES URBAINS INTÉGRÉS

L'École des ponts Paris Tech et l'École des ingénieurs de la ville de Paris créent un mastère sur les systèmes urbains intégrés (enseignement en anglais).

En sortiront des experts capables de concevoir des systèmes interdépendants. La formation, en alternance - une semaine par mois pendant un an -, s'adresse aux bac +5 ou bac +4 avec une expérience professionnelle. Elle commence en janvier 2015.

Développée avec les groupes Bouygues et Alstom, soutenue par Vivapolis, marque française de la ville durable, elle a été accréditée par la Conférence des grandes écoles.

## REVITALISER LES CENTRES

Cinquante communes rurales de moins de 10 000 habitants sur 300 éligibles ont été retenues par l'Agence nationale de l'habitat et le ministère du Logement début novembre, pour bénéficier d'un dispositif pilote de revitalisation de leur centre-bourg. Grâce à l'aide qui leur sera versée, elles pourront engager des opérations contribuant à limiter l'étalement urbain.

## FINANCES DES PETITES VILLES

L'Association des petites villes de France et la Banque postale publient un "regard financier" sur les 3 094 villes de 3 000 à 20 000 habitants qui abritent 30 % de la population.

À lire sur [www.apvf.asso.fr](http://www.apvf.asso.fr), rubrique publications, Enquête APVF-la Banque postale, juin 2014.

## TROIS BÂTIMENTS EN LIEN AVEC LEUR ENVIRONNEMENT



© LUC BOEGLY

Le Candide reprend la tradition des premiers immeubles sociaux avec services communs, ici les serres sur le toit.

Trois bâtiments construits en France figurent au palmarès 2014 du prix européen d'architecture Philippe Rotthier, architecte belge. Le prix a été remis en octobre à Bruxelles puis à Paris.

La 10<sup>e</sup> édition s'est centrée sur la relation de l'architecture avec les paysages naturels et urbains. Des équipes de 28 pays y ont participé dont 8 non européens.

Le jury a retenu 28 réalisations sur 134 dossiers reçus.

Le premier prix revient à des architectes espagnols Maria Gonzalez et Juanjo Lopez de la Cruz pour la transformation d'un abattoir en école de cuisine en Andalousie. Ils ont conservé des parties anciennes du bâti comme des colonnes phéniciennes et l'organisation en cours intérieures (ventilation et microclimat).

Le deuxième prix a été décerné à l'architecte Bruno Rollet pour 29 logements sociaux de l'Office public de l'habitat de Vitry-sur-Seine (Val-de-Marne) terminés fin 2012. L'immeuble Le Candide s'inspire des premières habitations sociales qui incluaient des services collectifs.

Il comporte un atelier de bricolage, un jardin potager sur le toit, une terrasse, des jeux pour enfants.

### → Mines d'ocres aménagées

La deuxième équipe française remarquée lors du prix Philippe Rotthier - l'Agence Defrain Souquet - a été nommée.

Elle a transformé l'ancienne mine d'ocres de Bruoux à Gargas (Vaucluse) en site touristique (2009). Le bâtiment d'accueil, l'amphithéâtre et le parcours de 250 m se fondent dans le paysage.

Également nominé : le centre d'archives EDF à Bure-Saudron (Meuse/Haute-Marne) d'Umberto Napolitano et Benoît Jallon, dont les parois reflètent le paysage (voir *Travaux* novembre 2010, page 15). ■



© AGENCE DEFRAIN SOUQUET

L'amphithéâtre construit dans une mine d'ocres du Vaucluse se fond dans le paysage.

## SAVENAY AMÉNAGE LE QUARTIER DE LA GARE



© BALOON

Au premier plan, la zone d'activités des Acacias coupée du reste de Savenay (Loire-Atlantique) par le chemin de fer.

Le quartier de la gare de Savenay (Loire-Atlantique) va se transformer. Les collectivités locales avaient proposé le site au concours European en 2011-2012<sup>(1)</sup>. Depuis, le projet est entré en phase études de conception.

La consultation de 2013 a retenu l'Atelier Lætitia Lafont, architecte, qui avait remporté le 1<sup>er</sup> prix d'European sur Savenay, avec Thibault Barbier, paysagiste, et deux architectes urbanistes ainsi qu'un ingénieur paysagiste. Ils sont maintenant associés au bureau d'études techniques Céramide. Les collectivités locales - Pôle métropolitain Nantes Saint-Nazaire, Communauté de communes Loire et Sillon, Savenay et La-Chapelle-Launay - partagent le pilotage et se sont constitués en

groupement de commande. En outre, le Pôle métropolitain a confié la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage à la Société d'aménagement de la métropole Ouest-Atlantique. Ce partenariat se traduit par une subvention pour études du Plan urbanisme construction architecture.

### → Mêler espace naturel et urbain

Pour le moment, la zone d'activités des Acacias adossée à la gare de Savenay a du mal à se développer.

La commune située entre Saint-Nazaire et Nantes - 60 trains par jour - veut accueillir plus d'habitants. Un pôle multimodal va sortir de terre en 2015. La zone d'activités de 3,3 ha doit donc muter pour recevoir des logements. L'équipe autour de Lætitia Lafont avait

été remarquée en 2011-2012 pour sa capacité à dessiner progressivement les nouvelles limites de la ville en lien avec l'espace agricole et naturel de l'estuaire de la Loire. « Des îles habitées viennent se détacher du coteau pour habiter la plaine ; les parcelles agraires, en réponse à cette invitation, déroulent leurs terres fertiles depuis la plaine inondable jusqu'au cœur du quartier, » écrit-elle. De plus, elle a su prendre en compte la protection au ruissellement des eaux du versant vers la plaine.

L'expérimentation sur cette zone pourra servir à d'autres quartiers de l'estuaire de la Loire. ■

<sup>(1)</sup> Cf. actualités de *Travaux* n°909, octobre 2014.

## VINCI : CHANTIERS, INNOVATION, RACHATS



Ce téléphérique est testé dans un parc d'activités savoyard.

Vinci Construction Grands Projets va participer à la construction d'un tunnel de stockage d'eaux usées à Glasgow (Écosse). Il agit en groupement à parts égales avec Costain, groupe anglais qui avait été un des fondateurs du Tunnel sous la Manche.

L'ouvrage est réalisé pour Scottish Water, opérateur public des réseaux d'eau écossais. Il va servir à améliorer la qualité de l'eau et faire face aux risques d'inondations de la ville et de pollution de la rivière Clyde.

Le tunnel mesure 5 km avec un diamètre intérieur de 4,70 m. Son implantation nécessite de creuser deux puits de 15 m de diamètre jusqu'à 20 m de profondeur. À cela, s'ajoute une tranchée couverte de 300 m.

Les travaux ont commencé en octobre et vont durer jusqu'en 2018.

→ **Vitesse du téléphérique :**  
**15 m/seconde**

En France, Vinci Construction s'associe à Montagne Neige Développement (MND) pour développer un transport de voyageurs par câble, Cabline. Seront confiées à CBR TP, filiale lyonnaise de Vinci, les missions de structure et de dimensionnement de l'ouvrage : piliers, tension des câbles, ouvrage béton. MND apporte son expertise en téléphérique et aménagements de montagne. Il détient la licence d'exploitation du Cabline.

Selon le projet de test qui commence, les cabines ont 40 places et circulent à 15 m/s, soit plus de 50 km/h, sur des câbles tendus. Elles peuvent transporter jusqu'à 4 000 voyageurs par heure.

Le téléphérique sera installé dans le parc d'activités Alpespace à Montmélan (Savoie). La mise à disposition de la technologie au public est planifiée pour fin 2016.

Enfin, une section de l'autoroute A9 en Allemagne à laquelle Vinci Concessions a participé, a été inaugurée en septembre.

Ce tronçon de 46,5 km entre Triptis et Schleiz sur l'axe Berlin-Munich, a été réalisé en partenariat public privé.

Via Gateway Thüringen, société du projet, est détenue à parité avec l'Allemand Bam PPP.



Le tronçon de 46,5 km de l'A9 en Allemagne a été construit en partenariat public privé.

→ **Clause de disponibilité**

Le contrat de plus de vingt ans comporte une particularité. La rémunération est en partie calculée sur la disponibilité de l'autoroute. Autrement dit, les travaux et la maintenance n'affecteront la circulation que jusqu'à un certain point prévu au contrat. Communément, ces contrats sont payés sur le volume de trafic.

Le PPP de 220 millions d'euros, commencé en 2011, couvre le financement, la conception, les travaux puis l'exploitation-maintenance pendant vingt ans.

→ **Élargissement et rénovation**

Les travaux de trois ans sur l'A9 ont consisté en un élargissement à deux fois trois voies sur 19 km et une rénovation sur 27,5 km. Ils ont été confiés à un groupement mené par Eurovia du groupe Vinci et par Wayss & Freytag Ingenieurbau, filiale de Royal Bam. ■

### LIGNE EXPRESS PARIS-ROISSY RELANÇÉE

La ligne de train Paris-aéroport Charles de Gaulle a été relancée sous une nouvelle forme, l'appel d'offres de 2011 ayant échoué. Ce dernier prévoyait de tout confier au privé.

Le nouveau projet dissocie infrastructure (conception, construction, maintenance) et service de transport.

La première revient à une société de projet, CDG Express Etudes SAS, issue d'un partenariat entre le secrétariat d'État chargé des transports, Réseau ferré de France et Aéroports de Paris.

Le service de transport sera confié à un opérateur.

Le projet est financé par des emprunts "remboursés" par les billets de train sans aide publique.

### TRÈS HAUT DÉBIT EN ZONE PEU DENSE

Axione Infrastructures a trouvé un financement pour installer des réseaux à très haut débit en zone peu dense. Elle émet des obligations de projet, financement lancé par la Banque européenne d'investissement et la Commission européenne, pour un total de 189 millions d'euros.

Les actionnaires d'Axione Infrastructures sont Bouygues Energies et Services, Axione, le Fonds d'investissement des Caisses d'épargne et la Caisse des dépôts.

### DEUX ACQUISITIONS PAR VINCI ENERGIES

**Vinci Energies a annoncé deux acquisitions à la fin de cet été, et les a finalisées fin octobre.**

**Fin août, la filiale de Vinci, a conclu un accord en vue d'acquérir la branche technologies de l'information et communication d'Imtech. Cette branche du groupe néerlandais exerce au Benelux, en Allemagne, Autriche, Suède et au Royaume-Uni.**

**La seconde annonce évoque la reprise d'Electrix auprès de Mc Connell Dowell, filiale du groupe sud-africain Aveng.**

**Electrix est spécialisée en réseaux d'électricité pour l'industrie et le tertiaire. Créée en Nouvelle-Zélande, la société s'est développée en Australie.**

**Vinci Energies réalise déjà 9,25 milliards d'euros de chiffre d'affaires (2013) avec 63 000 personnes dans le monde.**



© BRUNO MARTINIER

Chantier de fibre optique par Axione.

## GRAND PARIS : LIGNE 16 POUR EGIS

Egis a été choisi par la Société du Grand Paris pour diriger la maîtrise d'œuvre complète des infrastructures de la ligne 16 entre les gares de Saint-Denis Pleyel (Seine-Saint-Denis) et Noisy-Champs, station à cheval avec la Seine-et-Marne. Il s'agit de deux marchés dont Egis est mandataire, correspondant à 22 km et 6 km de ligne, pour un total de 92,5 millions d'euros. La ligne 16 dont les travaux sont évalués à 2 milliards d'euros, sera mise en service en 2023.

## LIGNE 14 : 2<sup>e</sup> LOT ATTRIBUÉ

La RATP a retenu Bouygues Construction, mandataire, et le groupe Soletanche Bachy pour construire une partie du prolongement nord de la ligne 14, lot 2, depuis la station Clichy-Saint-Ouen jusqu'à celle de Saint-Denis Pleyel (Seine-Saint-Denis). Montant : 165 millions d'euros.

Le tronçon comporte un tunnel de 2,2 km, quatre ouvrages dont le renforcement du RER C sous lequel passe un tunnel vers un site de remisage des trains.

## LA RATP EN ARIZONA

RATP Dev va exploiter et entretenir le tramway de 6,2 km de Tucson, en Arizona (États-Unis), pendant huit ans. C'est une première outre-Atlantique pour la filiale de la RATP chargée de développer son savoir-faire en exploitation à l'étranger.



© RATP DEV

La régie exploite ce tramway pendant huit ans.

## LE PORT DE MARSEILLE RÉNOVE UN BASSIN DE RÉPARATION



© SPIE BATIGNOLLES

La porte en béton est construite à l'intérieur du bassin de réparation une fois mis à sec.

Le plus grand bassin de maintenance du Grand port maritime de Marseille est en rénovation. La "forme 10" a été bâtie en 1975 pour l'accueil et la réparation des pétroliers géants. Elle mesure 465 m de long par 85 m de large. Elle est hors service depuis 2000. Elle n'a pas les infrastructures nécessaires à l'entretien des très grands navires. Or, Marseille Fos reçoit de plus en plus de bateaux de croisières, certains mesurant 360 m.

Le grand port a donc engagé un programme de rénovation. Les travaux ont commencé en début d'année et devraient être terminés en juin 2015. Ils comprennent le changement de fermeture du bassin, la remise en état des réseaux électriques, de la station de pompage d'eau de mer, des équipements mécaniques et des automatismes. Le groupement mené par Spie Batignolles TPCI a remporté le marché de 13,35 millions d'euros HT.

Une forme se compose d'un bassin et d'une grande barre en béton, le bateau-porte. Celui-ci s'ouvre pour laisser entrer le navire. Puis il se ferme et la cale est mise à sec afin que les réparations puissent avoir lieu.

### → 9 100 tonnes de béton

Spie Batignolles a proposé de construire la future porte dans la cale sèche, en maintenant le bateau-porte existant à sa place. Cette solution est économique et raccourcit le chantier mais elle exige des précautions. Les mouvements de la porte par grosse mer et grand vent ont été relevés puis analysés afin de déterminer les seuils de sécurité du personnel. L'étanchéité du bateau-porte a été recréée par panneaux métalliques (EJN Negri).

Une fois la forme 10 ainsi remise à sec, la réalisation du nouveau bateau-porte a commencé au fond du bassin. La porte mesure 87,5 m de long par 15 m de large et 13 de haut, et pèse 9 100 tonnes.

### → Résister à 100 000 tonnes

L'ouvrage est conçu conformément aux eurocodes. Il doit résister aux conditions météo extrêmes (études hydrodynamiques par Hydratec, filiale de Setec). Ses armatures ne doivent pas être

atteintes par la corrosion due à l'eau de mer. Enfin, il doit supporter un choc jusqu'à 100 000 t, l'équivalent d'un navire qui viendrait le percuter. Spie Batignolles TPCI s'est chargée de ces études, contrôlées par Sectec TPI.

Cemex devait formuler un béton qui ait une porosité accessible à l'eau, un coefficient apparent de diffusion des ions chlorures et une perméabilité apparente aux gaz. Les essais ont débouché sur un produit extrêmement dense, armé et précontraint. La précontrainte de la structure se compose de 552 câbles, chacun de 7 torons, et répartis en trois dimensions. La mise en précontrainte dure huit semaines à partir de la mi-décembre.

### → Boîtes à sable

Le bateau-porte est construit sur des plots d'appui en béton à l'intérieur desquelles des engravures permettent l'intégration de boîtes à sable. Celles-ci sont retirées à la fin de bétonnage des parois de la porte.

Une fois le bateau-porte terminé et équipé (Cofely Ineo), la forme 10 est mise en eau. Le bateau-porte se met à flotter. Des remorqueurs déplacent l'ancien et positionnent le nouveau. ■



© SPIE BATIGNOLLES

Le bateau-porte de 13 m de haut et près de 90 m de long, en béton, flotte pour s'ouvrir et se refermer.



## PLUS DE VOITURES ÉLECTRIQUES SANS HAUSSE DE LA PUISSANCE APPELÉE



Le siège de Bouygues abrite un démonstrateur de recharge de véhicules électriques.

Le développement du véhicule électrique va générer des pointes d'appel d'électricité si rien n'est fait. Cent voitures qui se rechargent en même temps font grimper la puissance au compteur de 300 kW à 670 kW pour un bâtiment tertiaire (600-1 000 occupants). D'où une hausse de l'abonnement. Un plein électrique consomme 22 kWh pour 150 km parcourus (source : Renault).

Le programme Eco2charge entend développer l'utilisation du véhicule électrique en résolvant ce point, en multipliant les bornes de recharge et en répondant aux besoins des automobilistes.

Le programme est coordonné par Bouygues Energies et Services. Il réunit Embix, Alstom Grid, le Commissariat à l'énergie atomique et Actility pour la gestion intelligente de l'énergie, Nexans et ses bornes de recharge, Renault avec ses véhicules et leurs batteries, et l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-

Yvelines sur le comportement des usagers.

L'expérimentation a été retenue dans le cadre du programme Véhicule du futur de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (appel 2011). Elle coûte 13,2 millions d'euros et bénéficie des investissements d'avenir.

Le démonstrateur est mis en place au Technocentre de Renault et à Challenger, siège de Bouygues. Les partenaires espèrent une version commercialisable en 2016.

### → Débouché pour les renouvelables

L'enquête sociologique de l'université est en cours. Les premières réponses de 80 salariés de Renault indiquent qu'ils utilisent une voiture électrique depuis dix-huit mois avec laquelle ils parcourent plus de 50 km/jour, en moyenne, et qu'ils ont entre 30 et 50 ans. Ils cherchent à économiser l'électricité, par exemple en baissant le chauffage.

Le principe d'Eco2charge est d'intégrer la recharge des véhicules dans un pilotage global des énergies à l'échelle d'un bâtiment tertiaire ou d'un écoquartier. La gestion équilibre à chaque instant la demande, la production et le stockage. Des énergies renouvelables sont intégrées dans le circuit. Elles produisent de l'électricité de jour au moment où les voitures sont au parking.

### → Le conducteur passe commande

Le pilotage de la boucle locale d'énergie étale les appels de puissance et les consommations afin que chacune voiture soit suffisamment chargée au moment où le conducteur en a besoin. La commande du conducteur est prise en compte pour une distance avec une marge. Il peut changer d'avis, avancer son heure de départ et allonger son parcours.

En cas d'afflux de la demande en électricité, le système s'appuie sur l'énergie renouvelable et sur le stockage en batteries. L'idée de Renault est de recycler celles qui ne chargent plus qu'à 75-80% de leur autonomie et qui peuvent encore servir quatre ou cinq ans.

Elles sont regroupées dans un conteneur et le système fait son affaire des différences de capacité.

### → Bornes fixées au sol

Le programme veut aussi réduire les coûts d'implantation des bornes de recharge. Celles de Nexans s'installent sans travaux de génie civil. Fixées au sol, elles sont reliées entre elles en surface puis au système de pilotage qui leur alloue ou non de l'électricité.

La recharge de la voiture au bureau pose la question de son coût et si cela constitue un avantage en nature pour les salariés. Le gestionnaire du site paie l'électricité. Libre à lui de la refacturer. ■

## ENVELOPPE COMPLEXE

Le centre culturel Les fuseaux à Saint-Dizier (Haute-Marne) est doté d'une toiture de 3 000 m<sup>2</sup> dont la pente varie entre 78 et 137%. Nicolas Michelin, architecte, a conçu cet ensemble de salles avec un toit en cinq fuseaux courbes.

La couverture est en aluminium arrivé en bobine, plié et cintré sur place. La façade est recouverte de 1 600 m<sup>2</sup> de bardage en lames clins type Gascogne. Soprema Entreprises, filiale mise en œuvre du fabricant Soprema, en a réalisé la couverture et le bardage.



© VERTICAL PHOTO

Toiture en aluminium et bardage courbe au centre culturel de Saint-Dizier (Haute-Marne).

## ENDUIT D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Le mortier "i.clime Airlys" assure l'étanchéité à l'air d'un bâtiment neuf.

À base de chaux naturelle, il laisse respirer les parois, ce qui évitera les problèmes d'humidité intérieure. L'étanchéité à l'air fait désormais partie des qualités du bâti exigées par la réglementation thermique. Cet enduit est proposé par Socli, filiale de Ciments Calcia (Italcementi Group).



Selon une première enquête, les conducteurs économisent l'électricité à bord.

© ECO2CHARGE

### ASSAINISSEMENT : RACCORDEMENT ET REGARD

Ce clip de piquage sur réseau d'assainissement a été conçu pour les canalisations existantes. En PVC, il s'adapte aux tubes en grès, béton, polypropylène, PVC, polyéthylène lisse ou annelé, sur des collecteurs d'eaux usées de 300 à 1 200 mm de diamètre.

L'Easy clip comprend une rotule de compensation pour absorber les inclinaisons. Il s'installe par forage puis vissage avec joint sur le collecteur.

Par ailleurs, le fabricant, Nicoll, propose un regard d'assainissement qui peut être mis en œuvre pour des profondeurs jusqu'à 5 m en nappe phréatique et 6 m, autrement. Des manchons permettent de l'adapter sur des tubes en grès ou en béton. Sa hauteur se règle grâce à des rehausses de 25 à 100 cm.

Le regard Romold DN 1000 s'assemble par soudure ou par joint. En polypropylène injecté à nervures verticales, il résiste à la corrosion, au trafic et aux chocs.

En fond de regard, la cunette comporte une, deux ou trois entrées. Elle est déconnectée du fond afin de ne pas être déformée par les mouvements de terrain ou de nappe. Elle est blanche comme l'échelle afin d'être bien visible par ceux qui doivent y intervenir.



Raccordement sur collecteur existant.

## CONCOURS EVOLO : DES IDÉES POUR NOURRIR L'INNOVATION

Le concours Evolo est une source d'inspiration. Organisé par la revue américaine du même nom, il s'intéresse aux gratte-ciel (skyscraper). Son but : promouvoir les idées d'avant-garde dans les technologies, le développement durable et la conception innovante pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Exemple : des architectes français<sup>(1)</sup> avaient été nominés en 2013 pour un Soundscaper (gratte-son) produisant de l'électricité. L'immeuble de 100 m de haut est situé au carrefour d'échangeurs routiers. Sa façade est recouverte de languettes équipées de capteurs sensibles aux vibrations (Parametric Frequency Increased Generators) et capables de les transformer en électricité. Cette idée n'a pas eu de suite pour l'instant. L'édition 2014 du concours a produit son

lot d'idées. Le 1<sup>er</sup> prix a été décerné à Yong Ju Lee, architecte coréen vivant aux États-Unis. Il utilise à la verticale une structure en bois assemblée sans clou ni vis là où elle est traditionnellement employée à l'horizontale dans des maisons coréennes à un étage.

#### → Structure qui assimile le CO<sub>2</sub>

Le deuxième prix a une allure de science-fiction. Deux Américains, Mark Talbot et Daniel Markiewicz, ont conçu une ville sur pied à Détroit (Michigan), en forme de boîte en fil de fer.

Le 3<sup>e</sup> prix ne manque pas d'audace. Il met en scène un gratte-ciel dont la structure croît au fur et à mesure qu'elle absorbe le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Le gaz carbonique est capturé par des résines et des matériaux. Ainsi "pousse" une struc-

ture capable de supporter du poids. Ses concepteurs - Yuhao Liu et Rui Wu, Canada - ont prévu un échafaudage pour démarrer le processus.

#### → Tour à trains

Enfin, citons une idée qui fera gagner de la place dans les gares, problème crucial des villes en 2075, selon ses auteurs Christopher Christophi et Lucas Mazarra (Royaume-Uni). Ils ont imaginé une tour sur laquelle les TGV tiennent debout grâce au magnétisme, sans rail. Une fois le train ainsi accroché, les voitures pivotent afin que les passagers soient dans une position normale.

Candidatures à Evolo 2015 : avant le 13 janvier ([www.evolo.us](http://www.evolo.us)). ■

<sup>(1)</sup> Julien Bourgeois, Olivier Colliex, Cédric Dounval, Romain Grouselle, Savinien de Pizzol.



Les lanières de la façade de cette tour récupèrent les vibrations du trafic routier pour les transformer en électricité.

© BOURGEOIS, COLLIEUX, DOUNVAL, GROUSSELLE, DE PIZZOL



1<sup>er</sup> prix 2014 : structure traditionnelle en bois utilisée pour la première fois en grande hauteur par un Coréen.

© YONG JU LEE



Les TGV sont stockés sur un gratte-ciel, ce qui réduit leur encombrement au sol.

© CHRISTOPHER CHRISTOPHI, LUCAS MAZARRA

## RECOMMANDATIONS POUR UN GÉOCOMPOSITE DRAINANT

L'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité a délivré un avis technique (n°161) sur un géocomposite de drainage sous remblai, le Teradrain FDF300T1 de Terageos.

L'Idrirm élabore ses recommandations à partir des données fournies par le fabricant et des références, ici deux remblais routiers.

Le Teradrain comprend une âme drainante en géotextile non tissé et des mini-drains perforés de 20 mm de diamètre tous les mètres. Cette nappe est associée à un géotextile filtrant sur ses deux faces. Le géocomposite s'utilise en base de remblai pour évacuer les arrivées d'eaux

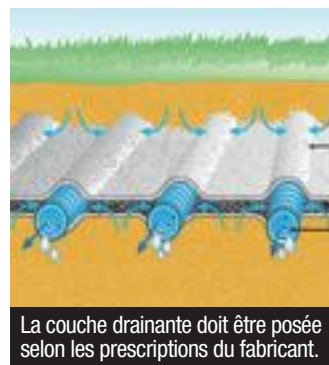
du sol de fondation. Il sépare le sol de la couche de remblai afin de limiter le passage de fines et la pollution par les matériaux du dessus.

Il ne sert pas de renforcement. Il remplace un lit de graviers et a une durabilité de vingt-cinq ans.

#### → Pas d'agression physique ni chimique

Le géocomposite doit être protégé pendant la pose, contre les ultraviolets par exemple, et ne pas être soumis à du poinçonnement ni à des matériaux agressifs. Terageos communique un cahier des charges pour sa mise en œuvre et une

note de calcul. Chaque projet donne lieu à une étude spécifique. ■



La couche drainante doit être posée selon les prescriptions du fabricant.

© TERAGEOS

## AGENDA

### ÉVÉNEMENTS

#### • 2 AU 5 DÉCEMBRE

##### **Pollutec**

Lieu : Lyon  
www.pollutec.com

#### • 27 ET 28 JANVIER

##### **Les rencontres de la mobilité intelligente**

Lieu : Montrouge (Hauts-de-Seine)  
www.congres-atecitsfrance.fr

#### • 3 AU 5 FÉVRIER

##### **Eurowaterways, salon de l'économie fluviale en Europe**

Lieu : Paris (Porte de Versailles)  
www.eurowaterways.eu

#### • 22 AU 25 FÉVRIER

##### **Préservation du patrimoine routier**

Lieu : Paris  
www.pprsparis2015.com

#### • 4 AU 6 MARS

##### **ENR, salon des énergies renouvelables**

Lieu : Lyon  
www.bepositive-events.com

### FORMATIONS

#### • 2 AU 4 DÉCEMBRE

##### **Réhabilitation énergétique : approche optimisée du projet**

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 8 ET 9 DÉCEMBRE

##### **Valoriser les matériaux alternatifs en travaux publics**

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 10 AU 12 DÉCEMBRE

##### **Dossier loi sur l'eau des projets d'infrastructures linéaires**

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 16 AU 18 DÉCEMBRE

##### **Murs de soutènement en maçonnerie : surveiller, diagnostiquer, entretenir, restaurer**

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 18 DÉCEMBRE

##### **Pratique de la méthode bielles et tirants selon l'Eurocode 2**

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

### NOMINATIONS

#### **AFITF :**

Philippe Duron est reconduit à la présidence du conseil d'administration de l'Agence de financement des infrastructures de transport de France, poste qu'il occupe depuis deux ans.

#### **CEREMA :**

Yves Krattinger, président de la commission aménagement du territoire, infrastructures et transports de l'Assemblée des départements de France, devient administrateur du Centre d'expertise pour les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

#### **COFIROUTE :**

Jean-Vianney d'Halluin ajoute la direction financière à son poste de directeur des concessions de Cofiroute, filiale de Vinci Autoroutes.

#### **GART :**

Louis Nègre a été élu président du Groupement des autorités responsables de transport (collectivités locales). Roland Ries qui présidait le Gart en devient vice-président.

#### **GRAND PARIS ARCHITECTURE :**

Michèle Ferri a été nommée direc-

trice générale de l'Atelier international du Grand Paris, groupement d'intérêt public créé en 2010 pour donner suite à la consultation du Ministère de la Culture et de la communication, en 2008, auprès de 15 équipes d'architectes urbanistes sur le Grand Paris de l'agglomération parisienne.

#### **RATP DEV :**

Gérard Boursin prend la direction des offres à la filiale développement de la RATP.

#### **SNBPE :**

Myriam Peltier a été élue présidente de la commission sécurité du Syndicat national du béton prêt à l'emploi. Elle prend la suite de Frédéric Bidal. De plus, Carole Jaillot l'a été de la commission environnement en remplacement d'Arnaud Colson.

#### **STIF :**

Julien Matabon devient secrétaire général du Syndicat des transports d'Île-de-France à la suite de Véronique Hamayon-Tardé.

#### **SYNTEC INGÉNIERIE :**

Nicolas Jachiet a été élu président. Il succède à Stéphane Aubarbier.



Membre du Réseau Congés Intempéries STP

## CAISSE NATIONALE DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS

Au service de la Profession des Travaux Publics

### Nos missions :

- assurer le service des congés payés auprès des salariés des Travaux Publics
- procéder au remboursement des indemnités de chômage-intempéries versées par les employeurs de la Profession.

La CNETP regroupe **7 400 entreprises** de Travaux Publics et assure le calcul et le versement de prestations dues à plus de **267 000 salariés**.

### Nos coordonnées :

#### • Par courrier :

31 rue le Peletier - 75453 PARIS CEDEX 09

#### • Par Internet : [www.cnetp.fr](http://www.cnetp.fr)

#### • Par fax : 01.70.38.08.00

#### • Par téléphone :

- pour les entreprises : 01.70.38.07.70

- pour les salariés : 01.70.38.07.77

#### • Serveur vocal (24h/24) : 01.70.38.09.00



# ADVANCITY

**ACCOMPAGNER LES ÉVOLUTIONS URBAINES ET ANTICIPER LES BESOINS DES VILLES DU XXI<sup>E</sup> SIÈCLE**

**ADVANCITY EST AU CŒUR DE CETTE PROBLÉMATIQUE. SEUL PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ DÉDIÉ, EN FRANCE, À LA VILLE ET À LA MOBILITÉ DURABLE, ADVANCITY PERMET AUX ENTREPRISES, AUX ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE RECHERCHE ET AUX COLLECTIVITÉS TERRITORIALES DE COOPÉRER EN VUE DE METTRE AU POINT DES PRODUITS OU SERVICES INNOVANTS, COMMERCIALISABLES À MOYEN TERME, GÉNÉRATEURS D'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET CRÉATEURS D'EMPLOI.**

**ENTRETIEN AVEC FLORENCE CASTEL, DIRECTRICE GÉNÉRALE D'ADVANCITY.**

PROPOS RECUEILLIS PAR MARC MONTAGNON



© MARC MONTAGNON

**Pouvez-vous nous préciser ce qu'est exactement un pôle de compétitivité ?**

Les pôles de compétitivité ont été créés en 2005 par le Gouvernement, pour renforcer les spécialisations de l'industrie française, créer les conditions favorables à l'émergence de nouvelles activités à forte visibilité internationale et, par là, améliorer l'attractivité des territoires et lutter contre les délocalisations. Cette décision prenait notamment en compte le caractère structurant de l'industrie française et son effet d'entraînement sur l'ensemble de l'économie nationale. Elle s'inscrivait dans les objectifs fixés par les sommets européens de Lisbonne et de Göteborg. Les pôles de compétitivité ont donc pour vocation première de soutenir l'innovation. Ils favorisent le développement de projets collaboratifs de recherche et développement particulièrement innovants.

Depuis 2013, les pôles sont entrés dans une nouvelle phase de leur action en signant chacun un contrat de performance avec les Pouvoirs publics qui les engage pour la période 2013-2018 et leur fixe pour ambition nouvelle de se tourner davantage vers les débouchés économiques et l'emploi. Le contrat de performance d'Advancity a ainsi été signé le 12 décembre 2013 ; il fixe le cap pour 5 années et nous engage sur des objectifs avec une exigence de résultats.

**Quelles sont les raisons qui ont motivé la création du pôle Advancity ?**

La Région Île-de-France dispose à l'est de Paris d'un grand pôle scientifique, la Cité Descartes, réunissant plus de 1 200 chercheurs et ingénieurs au sein de l'Université de Paris-Est, de grandes écoles d'enseignement supérieur et de grands laboratoires de recherche



© ADVANCITY



© MARC MONTAGNON

(ENPC, ESIEE, LCPC, CSTB, INRETS, École d'Architecture Ville et Territoire, IFU...) alliant excellence scientifique et compétences techniques. La Cité Descartes est aujourd'hui un pôle de développement scientifique et technologique de renommée mondiale. La diversité et la surface de la recherche de la Cité Descartes la distinguent en particulier dans la compétition internationale, face à des démarches plus spécialisées comme celle des clusters allemands avec lesquels nous nouons des liens. Huit grandes filières sont particulièrement actives : innovation dans les services urbains traditionnels, développement et fabrication de capteurs, développement et mise en œuvre de nouveaux services urbains, nouveaux matériaux du bâtiment, énergie dans le bâtiment et dans la ville, gestion et traitement de l'eau, stockage et capture du CO<sub>2</sub>, techniques de géothermie. La création dès 2005 du pôle de compétitivité « Ville et mobilité durables », dont le noyau territorial et les locaux sont situés au cœur même de la Cité Descartes, a permis la prise de conscience que nous disposons en outre, au sein de la Région Île-de-France, d'entreprises qui sont des leaders mondiaux dans le domaine (Vinci, GDF Suez, Bouygues, Veolia...).

Le label « pôle de compétitivité », prévu par l'article 24 de la loi de finances pour 2005, a été confirmé le 11 mai 2010 par le Comité interministériel d'aménagement et de développement du territoire.

#### Quelles sont les spécificités d'Advancity dans le paysage des pôles de compétitivité ?

Tout d'abord, Advancity est le seul pôle, en France, dédié à la ville et à la mobilité durables. En plus des entreprises, des ingénieries, des laboratoires et centres d'enseignement et de recherche, Advancity compte des fonds d'investissement et 31 collecti-



## ADVANCITY EN BREF

1- Florence Castel, Ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts.

2- La Cité Descartes avec, sur la droite de la photo, l'ESIEE, dont la ligne futuriste « sans toit, ni façade », est due à l'architecte Dominique Perrault.

3- Le bâtiment Coriolis offre une démarche transverse alliant maîtrise de l'énergie, qualité, confort, et intégration dans le paysage.

4- Avant d'être ainsi baptisé, le projet innovant Coriolis fut labellisé par Advancity en 2007 sous le nom de « Descartes + ».

5- Le grand atrium de l'École Nationale des Ponts - ParisTech et de l'École Nationale des Sciences Géographiques (Chaix et Morel architectes) scandé par deux vouîtes de 1 500 m<sup>2</sup>.

vités territoriales parmi ces membres actifs. Il est en effet indispensable que les innovations mises au point par les entreprises et les laboratoires de recherche trouvent les territoires et les moyens pour mettre en place des projets-pilotes.

En outre, le développement des éco-industries est identifié comme une source importante de croissance à moyen terme ; le développement économique « aval » doit donc être à la hauteur du développement scientifique et technologique « amont ». C'est pourquoi, en plus de sa mission originelle d'appui au montage de projets de recherche et développement innovants, le Conseil régional d'Île-de-France a confié à Advancity le pilotage de la filière des éco-activités en Île-de-France afin de permettre aux PME franciliennes de développer, en lien avec les membres d'Advancity - centres de recherche, grands groupes, collectivités territoriales, financeurs et investisseurs - leur potentiel d'innovation.

La transformation d'Advancity en un véritable carrefour de la ville durable et des éco-activités est donc engagée, comme le prévoit notre contrat de performance, et doit amener le pôle à devenir un véritable « metropolitan hub », pôle de référence dans

le domaine de la construction, de la maintenance, des cleantechs et des services de la ville intelligente encore appelée « smart city ». Ce positionnement d'avenir, défendu avec conviction par le président d'Advancity, Jean-Louis Marchand, offre une chance unique de remodeler les espaces urbains associés, mettant en avant les éco-matériaux, le développement de projets architecturaux innovants, intégrant l'agriculture péri-urbaine et une vision renouvelée de l'éco-durabilité urbaine inspirés par la recherche d'Advancity au bénéfice du développement des entreprises et des territoires.

#### Quels sont vos axes d'intervention ?

Début 2014, Advancity s'est engagé dans une démarche de certification de service AFNOR (Référentiel 166-02) afin de garantir un service de qualité à ses financeurs et à ses membres. Plusieurs des 11 engagements obligatoires sont d'ores et déjà respectés grâce à un investissement fort de mon équipe et l'obtention de notre certification est visée au cours du premier semestre 2015.

Par ailleurs, la stratégie d'évolution d'Advancity s'articule autour des idées forces suivantes :

© MARC MONTAGNON

4



© MARC MONTAGNON

5



- Renforcer le savoir-faire acquis depuis sa création en matière de montage et d'accompagnement de projets de R&D (plus de 400 en moins de 10 ans) grâce à un potentiel de membres en croissance chaque mois, dont de nouveaux adhérents de renommée internationale qui nous ont rejoints au cours des derniers mois.
- Développer l'offre d'accompagnement des PME franciliennes de la filière des éco-activités afin de favoriser leur potentiel d'innovation, leur croissance, les partenariats notamment avec les grands groupes et leur visibilité dans le cadre de salons et congrès, leur accès aux marchés, en France et le cas échéant à l'international.
- Développer les synergies entre les filières qui trouvent des champs importants de valorisation dans les domaines de la ville durable : éco-activités, TIC ou encore agro ressources.
- Renforcer les synergies avec les autres réseaux et clusters intervenant, en Île-de-France mais également à l'échelle nationale, sur des thématiques spécifiques (bâtiment et construction durables, énergie, eau, infrastructures durables, écotecnologies, numérique, TIC, finance, industrie automobile, santé, etc.). C'est le sens des conventions de partenariat signées par exemple avec Novabuild, cluster du BTP en Pays de la Loire et centre de ressources reconnu de la construction durable, le pôle Indura Infrastructures durables Rhône-Alpes et, je l'espère prochainement, le pôle Axelera Chimie-Environnement Lyon & Rhône-Alpes. Bien entendu, nous sommes également impliqués, sous l'impulsion et la coordination de la direction de la recherche et de l'innovation du ministère de l'écologie, du développement durable et

## LE CONTRAT DE PERFORMANCE FIXE LE CAP POUR 2013-2018

**Le Contrat de performance, signé le 12 décembre 2013, a fixé les priorités d'action d'Advancity pour la période 2013-2018. Sur ces bases, l'État et les collectivités territoriales signataires (Région Île-de-France, Ville de Paris, Conseil général de la Seine-et-Marne, Conseil général de l'Essonne, Conseil général de la Seine-Saint-Denis, Conseil général du Val-de-Marne, Communauté d'agglomération Marne-la-Vallée/Val Maubuée) se sont engagées à soutenir financièrement son fonctionnement.**

de l'énergie, dans les réseaux de pôles de compétitivité « Écotecnologies » et « Bâtiment durable ».

- Par ailleurs, à l'échelle européenne, les contacts sont noués et des rencontres ont déjà eu lieu dans l'objectif de mettre en place un partenariat entre Advancity et les Instituts Fraunhofer-Morgenstadt. Enfin, à l'échelle mondiale, un partenariat a été signé fin 2013 entre Advancity, l'Epamarne, l'Université Paris-Est et la Banque mondiale, qui porte sur l'échange de connaissances, la recherche collaborative et l'expertise sur les systèmes métropolitains durables. Piloté par Advancity, il vise notamment à favoriser la formation des acteurs de la ville en matière de planification stratégique et financement du développement urbain durable, transports, énergie et innovation dans une quinzaine de pays émergents faisant partie du Global Lab on Metropolitan Strategic Planning (MetroLab) de la Banque Mondiale. Notre action à l'échelle internationale contribue ainsi à la promotion de nos membres et des savoir-faire franciliens ; notre synergie avec Paris Région Entreprises renforce cette action ou la complète au bénéfice plus particulier des PME des éco-activités.
- Faciliter, en partenariat avec les établissements publics et les collecti-

vités territoriales, la mise en place d'expérimentations en vraie grandeur sur les territoires dans le cadre notamment des projets du Nouveau Grand Paris et des Contrats de Développement Territorial.

### Justement, pouvez-vous un peu développer votre action sur les territoires ?

Advancity fédère déjà les principaux acteurs dans tous les domaines de la ville. Les projets accompagnés durant les presque dix dernières années témoignent des capacités d'innovation de nos membres et de notre potentiel de mise en place de consortiums afin de développer des projets à visée commerciale. Les comités stratégiques d'Advancity ont été, sous l'impulsion de leurs présidents respectifs, particulièrement actifs et performants.

Il nous faut aujourd'hui déployer à une échelle plus large les résultats de leurs travaux, dans une logique totalement opérationnelle. J'ai donc souhaité renforcer nos partenariats avec les établissements publics d'aménagement. Leurs modalités spécifiques d'intervention nous permettent en effet d'envisager le déploiement, sur les territoires, de projets-pilotes dans le cadre des conventions que nous avons signées. Ces expérimentations, généralement appelées « démonstrateurs », répondront aux cibles que visent tous

les projets labellisés par Advancity et devront bien entendu être suivies et évaluées, afin de tirer toutes les leçons des retours d'expérience.

Dans ce contexte, Advancity travaille en complémentarité avec l'institut pour la transition énergétique Efficacity, créé en 2013, installé dans des locaux voisins et composé de 28 acteurs publics et privés (industriels, ingénieristes, laboratoires) dont la plupart sont membres d'Advancity. Cet institut a vocation à piloter des travaux de recherche pour améliorer l'efficacité énergétique et l'empreinte carbone de la ville à ses différentes échelles urbaines (bâtiment, quartier, ville).

Des travaux spécifiques, que nous suivons avec une grande attention, sont en cours pour mettre au point une méthode rigoureuse de mesure des impacts environnementaux et socio-économiques d'un projet : la signature urbaine. Cette signature ou marquage « Efficacity Insight » permettra de garantir que le démonstrateur mis en oeuvre sur un territoire apporte un réel bénéfice à l'ensemble de ses utilisateurs. Vous comprenez donc tout l'intérêt de cette complémentarité Advancity/Efficacity.

### Vous avez parlé de cibles pour les projets labellisés. De quoi s'agit-il ?

En France, l'urbain représente 80% de la population. Dans le monde, depuis 2008, plus de la moitié des hommes vivent dans les villes. Deux tiers d'ici à 2050, si l'on se base sur des projections récentes de l'ONU. Cette formidable attractivité de l'urbain consacre l'émergence de véritables « villes monde » qui, à l'instar de l'agglomération parisienne, concentrent opportunités culturelles et intellectuelles, grandes infrastructures, activités économiques et pouvoirs décisionnels. Ces villes sont indispensables au dynamisme de pays, voire de continents entiers.

© MARC MONTAGNON

© MARC MONTAGNON



Paris, par exemple, est le centre de la production de plus de 30% des richesses françaises (PIB) !

Adapter nos villes aux conditions futures et inventer les villes de demain constituent donc des objectifs déterminants. Pour ce faire, nous sommes convaincus que les villes du XXI<sup>e</sup> siècle seront durables si elles sont :

- Compétitives, c'est-à-dire créatrices de richesses et de valeurs dans une économie mondialisée ;
- Créatives et innovantes pour notamment faire face aux effets du changement climatique et accompagner la transition écologique ;
- Conviviales et inclusives, c'est-à-dire si elles n'oublient personne, et si aucune communauté ne s'en sent exclue ;
- Consensuelles, enfin, par une gouvernance appropriée permettant à tous leurs habitants ou usagers de participer à leur conception, à leur transformation et à leur fonctionnement.

Ces « 4C » sont les quatre cibles à atteindre pour la ville durable *advancity*<sup>®</sup> car, si les grands enjeux sont communs à toutes les villes, chaque situation urbaine présente des spécificités et affiche des priorités, des urgences différentes.

Par ailleurs, les technologies numériques jouent un rôle important sur chacun de ces enjeux, mais leur seule valorisation ne saurait suffire pour faire la ville intelligente, créative et durable du XXI<sup>e</sup> siècle, car, si les évolutions technologiques apportent nombre de bénéfices, elles peuvent parfois creuser des fossés : entre des continents, des nations, des régions, des générations, des individus.

Il est donc essentiel que ces technologies modernes soient véritablement intégrées à la ville et utilisées au bénéfice des habitants, comprises et acceptées par eux. C'est donc une véritable ingénierie et des services innovants

qui doivent permettre un développement métropolitain durable, intelligent (*smart city*), respectueux de l'environnement et équilibré. Mes homologues étrangers, notamment en Europe, auxquels j'ai eu l'occasion de présenter les « 4C », m'apparaissent partager assez largement cette vision et c'est l'une des raisons des partenariats que nous sommes en train de mettre en place, avec les Instituts Fraunhofer par exemple. *GreenCity* 2014, l'événement *advancity*<sup>®</sup> sur la ville durable que nous organiserons les 18 et 19 novembre prochains permettra notamment d'aborder ces sujets.

#### **Pouvez-vous nous dévoiler quelques uns des éléments du programme de *GreenCity* 2014 ?**

La « baseline » d'*Advancity*, The Smart Metropolis Hub, traduit notre ambition :

**6- Le bâtiment « Bienvenüe », du nom du « père » du métro de Paris, abrite notamment les équipes de l'IFSTTAR.**

**7- L'architecture du « Bienvenüe », alliant béton, verre et couverture paysagère au niveau de l'espace d'accueil, est l'œuvre de Jean-Philippe Pargade.**

**8- L'École d'architecture de la ville et des territoires à Marne-la-Vallée (architecte Bernard Tschumi).**

**9- La « rue intérieure » de l'ESIEE, couverte par une toiture transparente et bordée par une large façade vitrée.**

devenir une référence en matière de ville durable.

*Advancity* a le privilège d'être localisé en Île-de-France et de bénéficier notamment d'un large soutien du Conseil régional et de plusieurs départements franciliens (Paris, la Seine-et-Marne, l'Essonne, la Seine-Saint-Denis, le Val-de-Marne...).

Il s'agit d'une position exceptionnelle et stratégique grâce à la visibilité mondiale des projets que porte la Région Île-de-France. Le Nouveau Grand Paris en est un exemple qui suscite l'intérêt dans le monde entier.

Nous souhaitons donc que *GreenCity* 2014, que nous organisons en partenariat avec la Région Île-de-France, Paris Région Entreprises, Seine-et-Marne Développement, L'Epamarne, l'Université Paris-Est et Descartes Développement, traduise cette ambition et permette de souligner l'excellence francilienne en matière de ville durable et de se projeter à l'international en s'appuyant sur de nouveaux partenariats. Par exemple, les travaux relatifs à la route de 5<sup>e</sup> génération, arrivée à maturité et baptisée R5G, y seront présentés dans le cadre d'un workshop organisé par *Advancity* en partenariat avec Accenture, qui réunira des interlocuteurs français et étrangers de haut niveau.

Ce projet porté par l'IFSTTAR, membre actif d'*Advancity*, est parmi ceux sur lesquels nous fondons de beaux espoirs et espérons pouvoir mettre en place un projet-pilote le plus tôt possible sur un ou plusieurs territoires franciliens, notamment sur notre terre d'accueil de Marne-la-Vallée.

Par ailleurs, *GreenCity* 2014 sera l'occasion de renforcer nos partenariats au-delà des frontières hexagonales. En effet, si les grands enjeux sont communs à toutes les villes, chaque situation urbaine présente des spécificités et affiche des priorités, des urgences différentes.

Aussi, si modèle il y a, faut-il que celui-ci permette des réponses sur-mesure aux ambitions et projets des grandes villes du monde. Cette année, sans exclusive toutefois, la coopération franco-allemande sera particulièrement à l'honneur.

Enfin, en préambule de *GreenCity* 2014, nous organiserons le 17 novembre, en partenariat avec Paris Région entreprises, un « Business Tour » qui permettra notamment aux délégations étrangères de découvrir d'est en ouest, en partant de la Cité Descartes, quelques réalisations exemplaires en matière de ville durable. J'invite donc tous vos lecteurs à s'inscrire pour participer à *GreenCity* 2014 !

#### **Vous avez parlé à plusieurs reprises d'*Advancity* comme d'une marque. Pourquoi ?**

Parce qu'*advancity*<sup>®</sup> est la marque déposée d'*Advancity*, de même que The Smart Metropolis Hub<sup>®</sup>. Nous veillons ainsi à défendre notre vision et à promouvoir notre approche. En 2014 par exemple, *Advancity* a commencé à développer une offre spécifique à destination des PME franciliennes : le label *advancity*<sup>®</sup> entreprise innovante pour préparer les jeunes entreprises à la levée de fonds, l'offre *advancity*<sup>®</sup> PME en management environnemental, l'accompagnement *advancity*<sup>®</sup> des PME franciliennes à divers salons (le salon des Maires, Pollutec en France et au Maroc, China Europa, FIMA au Brésil, etc.). En cohérence avec notre action au bénéfice de la filière des éco-activités en Île-de-France, nous avons également adhéré à la marque de territoire partagée Paris Région, porteuse des valeurs intrinsèques de notre territoire, creuset de talents, foyer d'innovations et de créations. Avec l'adhésion à la marque et un partenariat fort avec Paris Région Entreprises, *Advancity* confirme son orientation vers l'avenir, la modernité et l'ouverture au monde. □

© MARC MONTAGNON

8



© MARC MONTAGNON

9





1  
© POA

# POA DES CHANTIERS « CLÉS EN MAIN », DES OUVRAGES D'ART AUX TRAVAUX SPÉCIAUX

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

« POA » : CES TROIS LETTRES QUI CONSTITUENT LE SIGLE D'ORIGINE DE L'ENTREPRISE ET DONT LE DÉVELOPPÉ SIGNIFIE « PATHOLOGIE OUVRAGES D'ART » RECOUVRENT AUJOURD'HUI UNE EXTRÊME DIVERSITÉ D'ACTIVITÉS QUI VONT, DE CE FAIT, BIEN AU-DELÀ DU SEUL ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART.

En effet, depuis sa création en 1992 par Maxime Renard, un ancien de Fayat-Genest, POA a considérablement élargi dans des secteurs différents mais complémentaires la nature de ses interventions : elles vont désormais, par exemple, du renforcement de structures par panneaux de fibres de carbone et précontrainte additionnelle à l'hydrodémolition et à la démolition

mécanique sélective, au béton projeté, à la protection incendie des tunnels, à la mise en conformité et à l'entretien de sites industriels. La liste pourrait être allongée.

Elle met déjà en évidence la polyvalence de cette PME francilienne, aujourd'hui dirigée par Gildas Le Goupil, qui en fait l'un des leaders des travaux de réparation et des travaux spéciaux en Île-de-France.

**1- Aspect final des arcades dites du « Grand Maître » de l'aqueduc de la Vanne.**

POA a démarré son activité avec l'une des campagnes de réparation des ponts de Paris. L'un de ses tout premiers chantiers, qui allait dessiner en partie son avenir, fut celui de la réparation du pont Alexandre III, en groupement à l'époque avec Eiffel Constructions Métalliques.

Dans la foulée de ce chantier d'envergure, elle a ensuite participé à la réparation de la plupart des ouvrages



qui franchissent la Seine au nombre desquels le pont Marie, le pont au Change, le pont Mirabeau, le pont de la Tourelle, la passerelle des Arts...

Cette tradition a perduré puisque la Ville de Paris a poursuivi, et poursuit d'ailleurs toujours, l'entretien et la réparation de ces beaux ouvrages qui font l'un des charmes de la capitale et sont indissociables de son patrimoine architectural mais aussi, ce que l'on sait moins, de son patrimoine technique.

« Il est intéressant de noter à ce sujet, précise Gildas Le Goupil, que POA officie pratiquement toujours en tant que mandataire ou entreprise générale sur tous ses chantiers, aujourd'hui comme hier, avec ce qui fait l'une de ses spécificités : la livraison « clés en main » des ouvrages à l'issue des travaux ».

#### DÉVELOPPEMENT AVEC LA FIBRE OPTIQUE

Le cœur de métier historique de l'entreprise demeure la réparation des ponts. Pour autant, l'arrivée de la fibre optique au début des années 2000 lui a permis de connaître un développement important. POA a participé activement aux différentes campagnes de câblage réalisées par les opérateurs privés tels que Alcatel, Cegetel, Louis Dreyfus... puisqu'il était nécessaire de traverser les ponts pour assurer le passage des réseaux de fibre optique.

Tout naturellement, ces opérateurs se sont tournés vers POA, compte tenu de sa bonne connaissance des ouvrages



© MARC MONTAGNON

#### 2- Gildas Le Goupil, directeur de POA.

#### 3- Chape de protection pour la Semavip dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris.

d'art d'Île-de-France et l'entreprise a ainsi été amenée à participer en entreprise générale ou en sous-traitant à un très grand nombre des opérations nécessaires pour réaliser le passage des câbles au travers d'ouvrages qui n'avaient pas été conçus à l'origine pour cette application et qui nécessitaient, de ce fait, des travaux bien spécifiques d'aménagement ou de renforcement des structures.

C'est à partir de cette époque que POA a connu une diversification importante dans des travaux spéciaux, liés de près ou de loin aux ouvrages d'art, mais relatifs à des domaines extérieurs aux ouvrages. L'entreprise est alors reprise par GTM Construction en 2002 avant d'être intégrée, à la suite de la fusion entre GTM Construction et Sogea, au pôle Travaux Publics Île-de-France de Vinci Construction.

25 ans plus tard, POA emploie 55 personnes et réalise un chiffre d'affaires de 12 millions d'euros, se répartissant à 60% dans l'activité « travaux spéciaux et réparation » (ouvrages d'art, parkings, murs de soutènement, sites industriels) et 40% dans les travaux neufs de génie civil, petits et moyens (passerelles, ponts, aménagement urbains...).

Elle réalise 80% de son activité en Île-de-France mais intervient également à l'extérieur, au coup par coup : elle a ainsi participé, en 2010, à la rénovation du tunnel de Figeac, dans le Lot pour le compte de la SNCF.

#### AMÉNAGEMENTS URBAINS

Parmi les réalisations récentes en Île-de-France, l'aménagement de la dalle « Vega » dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris, pour la Semparseine, constitue une référence de qualité

Entamés au printemps 2011, les travaux de rénovation de la dalle Véga, divisés en trois phases, se sont achevés fin 2012. Outre la réfection de l'étanchéité de la dalle, étaient planifiées la création de trois jardins aux ambiances complémentaires (jardin des fleurs, jardin des jeux, jardin bonsai), la modernisation de l'éclairage selon le plan lumière déjà mis en œuvre sur Cassiopée, la refonte des accès et cheminements et la pose d'un nouveau revêtement dans les cheminements des jardins, à savoir un asphalte de couleur sable. Après Cassiopée-Orion en 2008 et Antarès en 2012, ce troisième îlot aménagé marque une nouvelle étape franchie dans le programme de réhabilitation du front de Seine.

Les travaux ont lieu sur la dalle mais aussi en dessous, dans les parkings. Les parkings de l'îlot Antarès et de l'îlot Véga sont l'objet d'interventions portant principalement sur la mise en conformité avec les normes de sécurité.



© POA



4



5



6

FIGURE 4 © MARC MONTAGNON - FIGURES 5 &amp; 6 © POA

Des travaux de peinture sont également prévus afin de les rendre plus accueillants et de faciliter l'orientation des véhicules. Travaux auxquels a participé POA en tant qu'entreprise générale ou en sous-traitance. Il en est de même du « cœur de ville » d'Évry-Ville-Nouvelle, dans le département de l'Essonne, dont le projet porte sur une surface d'environ 20 ha à réaménager en totalité.

#### PROTECTION AU FEU

Depuis trois ans, POA a développé une activité importante de travaux de protection au feu, aussi bien dans les tunnels routiers que dans les bâtiments. Pour les tunnels, cela s'inscrit dans la campagne nationale de mise aux normes ayant fait suite à l'incendie dans le tunnel du Mont-Blanc et concerne les ouvrages franciliens pour lesquels elle est en voie d'achèvement mais à laquelle participe toujours POA. D'importants travaux viennent ainsi d'être effectués dans le tunnel de Saint-Cloud, sur l'A13, le tunnel d'Italie, sur la A6, pour le compte de la DIRIF, ainsi que dans le tunnel de la voirie souterraine des Halles, pour la Semparseine, dans le cadre du réaménagement général du Centre commercial et de son quartier, avec la construction de la déjà fameuse Canopée. Pour les sites industriels, il s'agit de répondre ponctuellement aux demandes des industriels qui les exploitent.

#### BÉTON PROJETÉ

Le béton projeté par voie sèche ou par voie humide constitue une autre des spécialités de POA.

« C'est ainsi que l'entreprise dispose de dix compagnons certifiés ASQAPRO, indique Gildas Le Goupil, un gage de qualité pour la réalisation de ce type de travaux où le savoir-faire est tout aussi important que la performance des matériels utilisés ».

Entre autres opérations quotidiennes, quelques chantiers spécifiques lui ont permis de mettre en œuvre cette spécialité : celui du renforcement du tunnel

4- Le pont de Levallois, dans les Hauts de Seine, après l'intervention de POA.

5- Démolition par « croquage » du tablier du viaduc d'accès au pont sur la Seine à Villeneuve-le-Roi.

6- Travaux de confortement et d'entretien dans le tunnel de Saint-Cloud de l'autoroute A13.

de Figeac, déjà évoqué précédemment, celui de la réfection de silos du centre de distribution Calcia de Bruneseau, en bordure de Seine dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris (maître d'ouvrage : Semapa), ainsi que le renforcement du Viaduc de Colombes (maître d'ouvrage SNCF). C'est également le béton projeté que l'entreprise a utilisé pour le renforcement des arcades dites du « Grand Maître » de l'aqueduc de la Vanne, l'un des plus longs de France, qui alimente en eau une partie de la ville de Paris. Offrir une seconde jeunesse aux aqueducs d'Île-de-France constitue l'un des objectifs d'Eaux de Paris.

Le chantier des arcades du Grand Maître (2012-2013) est à ce titre particulièrement innovant. Ses 192 arcades qui supportent, sur plus de 2 000 m, l'aqueduc de la Vanne se dressent dans la forêt de Fontainebleau (77).

Constituées de béton Coignet, datant de plus d'une centaine d'années, ces installations ont subi les outrages du temps et des variations saisonnières : disjointements de maçonnerie et éclatements de mortier d'enduits risquaient de provoquer des incidents. Pour protéger les promeneurs d'éventuelles chutes de débris, les arcades se situant à l'aplomb de la voie de circulation sont en cours de rénovation.

Ménés depuis 2009, les travaux ont pour objectif de purger l'ouvrage de tout matériau pouvant se décrocher,

## 4 DOMAINES D'INTERVENTION

- **Ouvrages neufs** : génie civil, murs de soutènement, passerelles, galeries et locaux techniques, passages souterrains.
- **Traitements structurels** : pathologie des bétons et des aciers, renforcement par fibre de carbone, tirants d'ancrage et micropieux, reprise d'étanchéité, injection, bétons et enduits projetés.
- **Entretien courant et suivi des ouvrages** : aide aux diagnostics, interventions ponctuelles et urgentes.
- **Réparation des ouvrages** : renforcements structurels, traitement des bétons, sablage et mise en peinture, traitement des structures métalliques, rénovation des platelages (bois, béton, acier), changement d'appareils d'appui, vérinage.
- **Réhabilitation** : quais, berges, monuments historiques, protections coupe-feu.
- **Sites industriels** : travaux tous corps d'état, projets sous exploitation.

de réparer la structure, de réaliser un enduit parfaitement adhérent au support et pérenne sur 10 000 m<sup>2</sup>, et de restituer une esthétique conforme à l'état d'origine de l'ensemble de l'ouvrage : une reproduction à l'identique des motifs décoratifs incrustés dans l'enduit a ainsi été réalisée.

### FIBRE DE CARBONE

Autre spécialité de POA, encore assez peu répandue dans le secteur des Travaux Publics : le renforcement des structures par pose de fibres de carbone.

Cette technique permet de compenser les déficits d'acier d'un béton, lorsqu'il est nécessaire de créer, par exemple, des trémies dans des ouvrages existants ou que la structure en elle-même n'est plus dimensionnée pour accepter de nouvelles charges.

« Plutôt que de mettre en place des pièces métalliques ou de démolir partiellement la structure pour en renforcer les aciers, précise Gildas Le Goupil, la mise en œuvre de « plats » en carbone permet d'assurer la reprise des efforts de façon très efficace sans engager le gabarit et avec une rapidité de mise en œuvre exceptionnelle. Quand le calcul

**7- Le béton projeté par voie sèche ou par voie humide constitue l'une des spécialités de POA : ici, sur le chantier des arcades du « Grand Maître ».**

**8- Bétonnage du tablier du viaduc d'accès au pont de Villeneuve-le-Roi/Villeneuve-Saint-Georges.**

**9- L'entreprise utilise un drone pour des inspections photographiques d'ouvrages.**

**10- Pour certains chantiers, les travaux nécessitent le recours à une nacelle négative, par exemple, pour le pont d'Issy-les-Moulineaux.**

le permet, cette solution assure dans les meilleures conditions les renforcements nécessaires à la survie d'un ouvrage ».

POA l'a utilisé à plusieurs reprises avec succès : pont d'Issy-les-Moulineaux, pour le Conseil Général des Hauts-de-Seine, pont d'Ormy sur l'autoroute A6 pour le Conseil Général de l'Essonne, structures intérieures de l'Assemblée Nationale dans le cadre de son réaménagement général, pour l'entreprise Bouygues.

### HYDRODÉMOLITION

L'hydrodémolition à l'eau à très haute pression ainsi que la démolition mécanique sélective au broyeur à béton font partie des techniques dont dispose également POA pour les travaux de réparation. Elle vient d'ailleurs de les mettre en œuvre sur l'important chantier de réhabilitation que le Conseil Général du Val-de-Marne a engagé sur le viaduc d'accès au pont sur la Seine à Villeneuve-le-Roi. L'opération se déroule sur une durée de près de 6 mois et représente un marché de 2,5 millions d'euros.

L'ouvrage relie les communes de Villeneuve-le-Roi et de Villeneuve-Saint-

Georges en franchissant la Seine et l'important faisceau ferré provenant de la gare de Lyon. Il s'agit d'un axe très fréquenté qu'il était nécessaire de rendre le plus rapidement possible à la circulation, ce qui a induit un phasage complexe des travaux de façon à remplacer en totalité la dalle du tablier en apportant le moins de perturbations possible aux riverains ainsi qu'aux très nombreux véhicules qui l'empruntent quotidiennement.

Vieux de 73 ans, le pont de Villeneuve-Saint-Georges avait subi un effondrement sur son viaduc d'accès fin 2012. Des travaux provisoires d'étalement avaient été réalisés en attendant une réparation définitive de l'ouvrage.

Les études réalisées en 2013 ont montré qu'il était nécessaire et urgent de le reconstruire complètement.

Les travaux ont démarré le 1<sup>er</sup> juin 2014 et seront achevés en décembre 2014. En dépit de ce délai très court, les conditions de chantier ont perturbé la circulation puisqu'elles ont nécessité, en effet, de fermer partiellement la circulation générale sur le pont pendant cinq mois et demi (juillet à décembre 2014) dans le sens Villeneuve-Saint-Georges - Villeneuve-le-Roi. ▷



© POA

© POA



11



12

© POA

Mais il était impossible de procéder différemment.

POA est donc intervenue sur le site avec des moyens lourds, à deux niveaux : réfection totale de la structure du tablier, réparation des poteaux et poutres supports du tablier :

→ Pour le tablier, constitué d'une structure classique pour l'époque « dalle, poteaux, poutres », démolition des dalles à l'aide d'un broyeur et reprise des aciers des poutres par hydrodémolition avant de réaliser un tablier coulé en place incluant un élargissement de l'ouvrage pour les cyclistes, réfection de l'étanchéité puis de la chaussée, remise en place des candélabres et des installations électriques.

→ En sous-face, réparation des poteaux et des poutres par purge avant mise en œuvre d'un béton projeté de renforcement général.

Les travaux de réfection du tablier ont été menés en deux phases ce qui a permis de ne fermer que partiellement la circulation qui sera rétablie en totalité début décembre 2014 pendant que les travaux de réfection des poutres et des poteaux pourront se poursuivre sans interférer sur la circulation de surface. Le chantier de Villeneuve-le-Roi est l'exemple-type des chantiers de réparation « clés en main » dont POA s'est fait une spécialité comme l'évoquait précédemment Gildas Le Goupil.

#### MÉTALLERIE ET PEINTURE

L'activité de réparation des ouvrages ne se limite pas au seul génie civil. Elle est complétée par des spécialités relevant de compétences techniques d'une autre nature : renforcement d'ouvrages en voûssoirs des années 60/70 par précontrainte additionnelle, réparation de tabliers métalliques, réparation et remplacement de garde-corps, remise en peinture...

Parmi les références récentes de POA, il faut citer la réparation des entretoises et des poutres du pont de Levallois ainsi que la mise en peinture des ponts de Puteaux, dans les Hauts-de-Seine et d'Auvers-sur-Oise, dans le Val d'Oise.

#### SITES INDUSTRIELS

Les sites industriels en exploitation, sur lesquels les interventions nécessitent de conjuguer à la fois expertise, flexibilité et mobilité, sont également devenus au fil des années l'un des nouveaux domaines d'activité privilégiés de POA. Gildas Le Goupil projette de développer de façon significative la présence de POA dans ce secteur : « Sur ces

sites, les périodes de travaux sont toujours très courtes, elles nécessitent des moyens importants en hommes et en matériel, elles font souvent appel à des travaux de petit génie civil ou de réparation qu'il faut réaliser avec le plus grand soin, avec des impératifs de délais auxquels ne peuvent répondre ni les grandes entreprises, ni les artisans du BTP. Elles relèvent de structures de PME de notre taille car nos équipes sont parfaitement formées pour y être performantes tout en disposant des compétences techniques indispensables demandées par les exploitants. Notre force tient à la réactivité de nos équipes qui peuvent être mobilisées

très rapidement pour des interventions d'urgence, comme c'est souvent le cas sur les sites industriels ou pour des marchés de réparation d'ouvrages directement liés à la vie quotidienne des usagers ».

C'est sur ce type d'opérations que POA fonde un développement auprès de donneurs d'ordre tels que le Sycotom, Sita, Tiru ou Veolia, pour en citer quelques uns pour lesquels elle travaille déjà depuis de nombreuses années.

#### TRAVAUX SPÉCIAUX DE TOUTES NATURES

La diversité des types d'intervention que nous venons d'évoquer font de



13

© GIL

### GRAND PALAIS : ANCRER DES SCULPTURES DE 80 TONNES

Au Grand Palais, POA est intervenue dans le cadre de l'exposition « Monumenta 2008 » consacré à l'artiste américain Richard Serra pour laquelle il était nécessaire de réaliser les fondations supports et la mise en place d'œuvres monumentales en acier de 80 t unitaire.

Les sculptures de Serra atteignent souvent des dimensions impressionnantes - 17 m hauteur, 4 m de largeur - et sont littéralement "vécues" par le visiteur qui y pénètre et y circule en transformant ainsi son rapport à l'espace.

11- Réfection des silos du centre de distribution Calcia de Bruneseau, en bordure de Seine dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris.

12- Intervention en site industriel dans l'une des usines du Sycotom à Ivry-sur-Seine.

13- Dans la nef du Grand Palais, l'exposition « Promenade » de Richard Serra, dans le cadre de « Monumenta 2008 », avec la mise en œuvre des ancrages spéciaux de fondation des pièces monumentales.

14- BJL constitue un département spécialisé dans la réparation des ponts anciens : ici, le pont de la Girafe, en Seine-et-Marne.

15- Travaux fluviaux : réparation des estacades de Port-à-l'Anglais pour le Conseil Général du Val-de-Marne.

16- Renforcement de structures par pose de plaques en fibres de carbone à l'Assemblée Nationale.

17- Chantier du viaduc de la Vanne, dans la forêt de Fontainebleau : restituer à l'ouvrage une esthétique conforme à l'état d'origine.

18- POA sponsorise l'équipe de rugby de Massy.



© POA

## BJL : PONTS HISTORIQUES

POA dispose d'un département baptisé « BJL », basé près de Fontainebleau, spécialisé dans la réparation de ponts anciens maçonnés en pierre. Il s'agit d'une petite entreprise reprise en 2011 et dont l'activité « traditionnelle » s'avère parfaitement complémentaire des centres d'intérêt principaux de la maison-mère : en effet, elle utilise et pratique des techniques historiques avec des matériels compatibles à ceux de l'époque, par exemple des cintres et des étaitements en bois.

POA l'une des PME leader en Île-de-France pour les travaux de réparation et de travaux spéciaux d'autant que s'ajoutent à ce panel déjà large des capacités pour des opérations ponctuelles nécessitant des compétences et des matériels très spécifiques : nacelle négative pour des interventions sous ouvrages d'art, barges pour les travaux nautiques, inspection photographique d'ouvrages par drone radio-piloté, déconstruction et démolition de passerelles, le plus souvent de nuit afin de ne pas perturber l'environnement et la circulation.

L'entreprise est actuellement basée à Jouy-en-Josas. Elle va quitter ce site historique début 2015 pour s'installer à Massy dans des bâtiments plus vastes et plus fonctionnels qui correspondront mieux à son développement. Pour conclure, un détail qui confirme l'ancrage de l'entreprise dans vie locale d'Île-de-France : elle sponsorise l'équipe de rugby de Massy, classée en Pro D2 ainsi que celle de Bobigny, en Fédérale 1. Une bonne façon de garder le contact avec le terrain. □

(1) DIRIF : Direction des Routes d'Île-de-France.



© POA



© POA



© POA



© POA



1

© MOSCA

# UN QUARTIER D'ISSY-LES-MOULINEAUX DÉSENCLAVÉ PAR DES ESCALATORS

AUTEURS : CAMILLE PORET, CHARGÉE D'AFFAIRES PÔLE INFRASTRUCTURES ET TRANSPORTS, ARCADIS - NICOLAS BOFFI, RESPONSABLE DE SECTEUR INFRASTRUCTURE IDF & NORD, ARCADIS

LE QUARTIER DES ÉPINETTES À ISSY-LES-MOULINEAUX N'ÉTAIT JUSQUE-LÀ ACCESSIBLE DEPUIS LA GARE DE RER C « ISSY » QUE PAR UN CHEMINEMENT PENTU AU SEIN DU PARC RODIN, IMPRATICABLE EN TEMPS DE PLUIE OU DE VERGLAS, EN PARTICULIER PAR LES PERSONNES À MOBILITÉ RÉDUITE. AUJOURD'HUI, UN PARCOURS DE TROIS VOLÉES D'ESCALIERS MÉCANIQUES A VU LE JOUR DANS LA PARTIE FORESTIÈRE DU PARC ET OFFRE AUX USAGERS UN ÉQUIPEMENT CONTEMPORAIN TRAVERSANT UN PAYSAGE RECOMPOSÉ.

## UN PROJET PARTICIPATIF ORIGINE DU PROJET

La communauté d'agglomération, mandatée par le Syndicat des Transports en Île-de-France a mené du 23 octobre au 25 novembre 2006 une concertation publique préalable sur le projet de téléphérique entre le « Fort Numérique » et la station de métro Mairie d'Issy. Lors de cette concertation, les habitants du quartier des Épinettes se sont exprimés sur la nécessité d'améliorer l'accessibilité des modes de transports lourds plus précisément vers la gare de Clamart et celle du RER C « Issy ».

C'est ainsi que la communauté d'agglomération a décidé d'engager des études pour la création de cheminements piétonniers mécanisés entre la sortie de la gare et le plateau des Épinettes (figure 2).

L'aménagement des escaliers mécaniques à Issy-les-Moulineaux fait écho au plan d'actions du Plan Climat Énergie de Grand Paris Seine-Ouest 2011-2013.

## CONCERTATION PRÉALABLE

Suite à l'étude préliminaire et l'AVP menée par le groupement de maîtrise

**1- Vue d'ensemble des escaliers mécaniques.**

**1- General view of the escalators.**

d'œuvre, une exposition publique a été mise en place au Centre Administratif du 31 octobre au 26 novembre 2011, le projet ayant été présenté aux membres de l'Atelier d'Urbanisme le 7 novembre.

Une réunion publique a été organisée le 14 novembre, devant permettre de recueillir l'avis des riverains sur les deux tracés à l'étude au niveau du parc : deux volées ou trois volées en zigzag. Environ 150 personnes ont participé à la séance et une préférence marquée s'est dégagée en faveur du tracé en trois volées.

## PLAN DE SITUATION DES ESCALIERS MÉCANIQUES

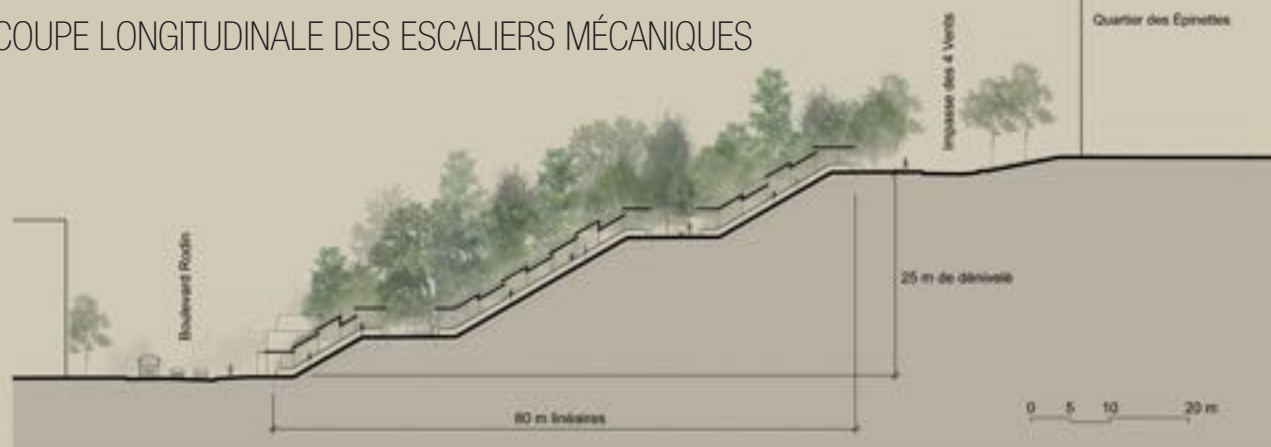


2



3

## COUPE LONGITUDINALE DES ESCALIERS MÉCANIQUES



4

### ENQUÊTE PUBLIQUE

L'enquête publique s'est tenue du 1<sup>er</sup> février au 17 mars 2012, portant à la fois sur l'intérêt général du projet et sur les modalités de mise en compatibilité du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la Ville.

Le commissaire enquêteur a noté que l'aménagement de 3 volées d'escaliers mécaniques à travers le parc Rodin était largement souhaité par les intervenants.

En revanche, l'aménagement d'un tapis roulant dans le sentier de l'Asile a reçu des avis plus mitigés.

La proximité directe avec les habitations, la difficulté à respecter les normes acoustiques et l'impossibilité de réaliser deux volées, l'une ascendante et l'autre descendante, compte tenu de la faible largeur du sentier, ont conduit à l'abandon de ce tronçon du projet.

**2- Plan de situation des escaliers mécaniques.**

**3- Perspective d'intégration des escaliers mécaniques dans le site.**

**4- Coupe longitudinale des escaliers mécaniques.**

**2- Location drawing of the escalators.**

**3- Perspective view of integration of the escalators into the site.**

**4- Longitudinal section of the escalators.**

Ce sujet pourra être intégré dans une réflexion plus globale à l'occasion de la création de la nouvelle gare du Grand Paris Express.

### UN PROJET ARCHITECTURAL ET PAYSAGER AMBITIEUX

Construit comme un parcours, dans un coteau exceptionnel en termes de vue et de paysage au pied des tours des Épinettes, le projet s'est développé autour de trois concepts forts (figure 3) :

→ Proposer un parcours ouvert permettant, non pas d'entrer dans un tube pour franchir le coteau, mais d'ouvrir le déplacement dans une lecture du grand paysage de l'Île-de-France et de Paris ;

→ Offrir un équipement contemporain fort dans sa minéralité pour un meilleur dialogue avec le parc végétal ;

→ Construire une recomposition paysagère et forestière du parc dont le secteur du projet était laissé en friche depuis un certain temps.

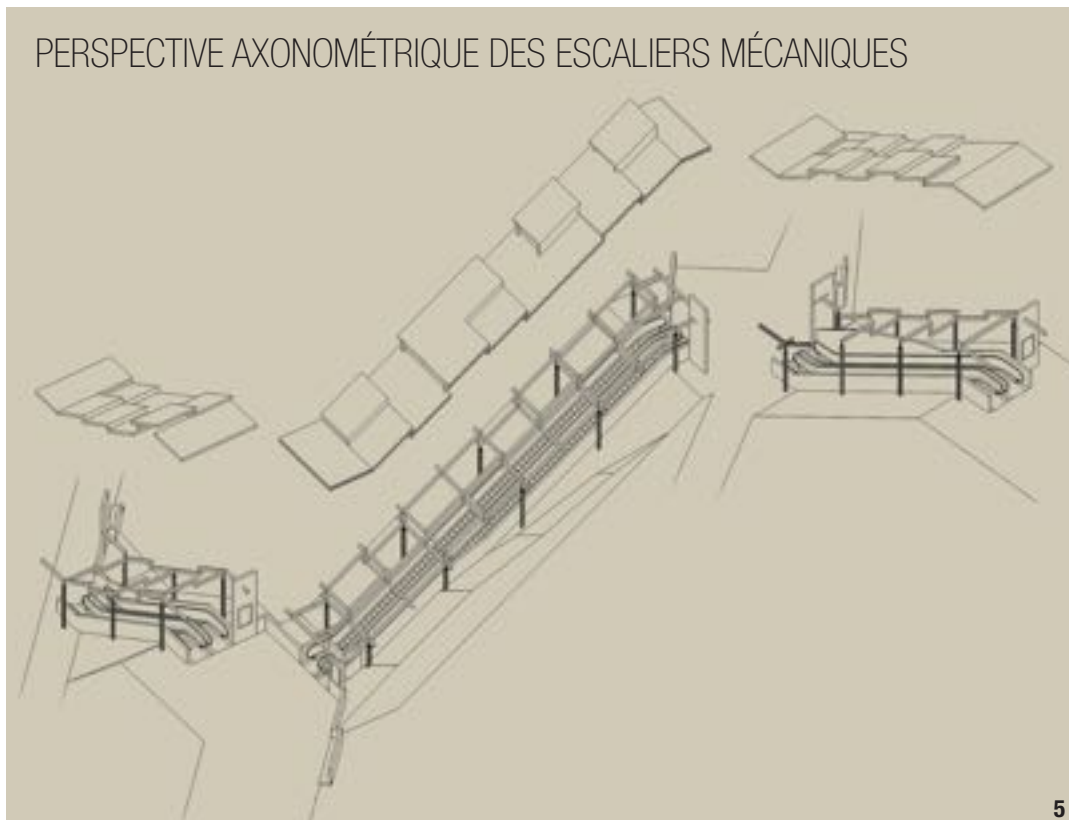
### LE TRACÉ DE L'INSTALLATION

Le tracé relie l'impasse des Quatre Vents située sur le plateau des Épinettes et le boulevard Rodin. Cela correspond à un dénivelé de 25 m sur une distance de 80 m environ (figure 4).

Ce tracé permet de rejoindre l'ensemble des chemins de traverse du parc ainsi qu'une meilleure insertion paysagère de l'équipement en épousant la topographie du parc.

Conformément à la préférence exprimée par les riverains, l'infrastructure est constituée de 3 volées d'escaliers doubles : montée et descente. ▷

## PERSPECTIVE AXONOMETRIQUE DES ESCALIERS MÉCANIQUES



5  
© MOSCA

5- Perspective axonométrique des escaliers mécaniques.

6- Constitution de la marquise.

7- Vue depuis les escaliers mécaniques.

8- Palier intermédiaire en béton brossé avec signalétique directionnelle et culturelle.

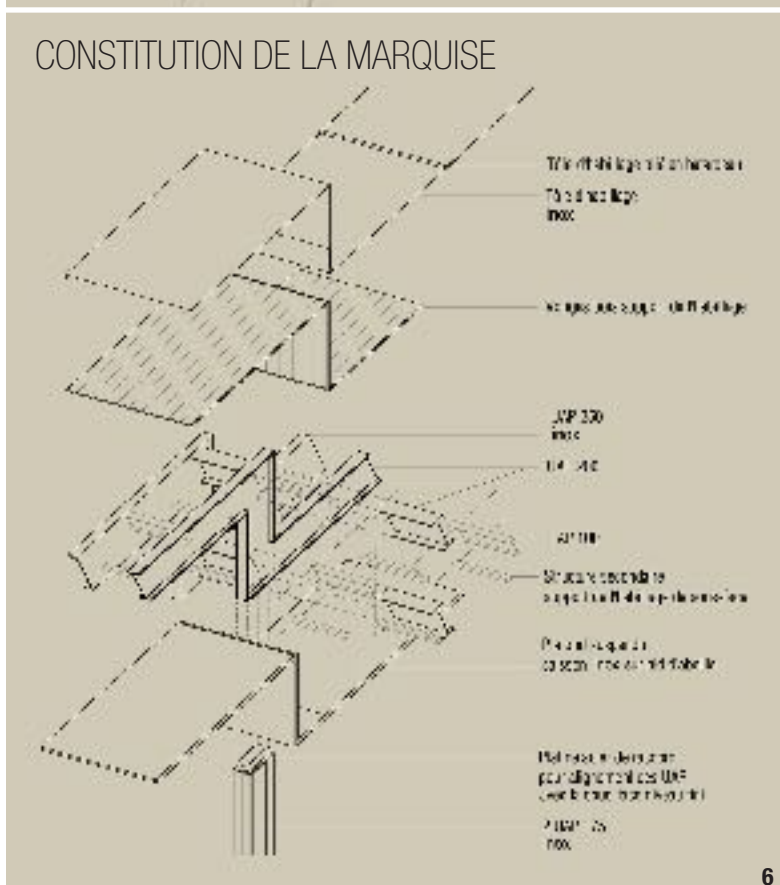
5- Axonometric perspective view of the escalators.

6- Formation of the glass canopy.

7- View from the escalators.

8- Intermediate landing in brushed concrete with directional and cultural signage.

## CONSTITUTION DE LA MARQUISE



6  
© MOSCA



7  
© MOSCA



8  
© MOSCA

### LE PARTI ARCHITECTURAL

Le concept général de l'ouvrage est un origami d'inox (figures 5 et 6).

La marquise couvrant les escaliers mécaniques est constituée de lames

pliées d'inox offrant une structure ouverte et porteuse de vues sur le paysage (figure 7).

La qualité d'inox retenue est 316L (résistance en milieu agressif et

humide) compte tenu de l'environnement naturel.

Cette marquise est pourvue de dalles de leds en sous-face permettant une mise en lumière interactive des équi-

pements et synchronisée à la mise en marche.

Les escaliers mécaniques s'insèrent dans un ouvrage en béton froissé constituant les garde-corps latéraux



de part et d'autre des mains courantes extérieures.

Chaque palier du tracé, reliant les allées du parc, a été conçu comme un espace de connexion, de pause et de dialogue : des stèles d'information, des bancs, des affichages culturels (figure 8).

## LE FONCTIONNEMENT DES ESCALIERS MÉCANIQUES

Les escaliers mécaniques fonctionnent tous les jours, de 7h à 22h.

Pour diminuer l'impact environnemental de l'équipement, les escaliers tournent au ralenti voire s'arrêtent si aucune présence n'est détectée.

L'éclairage de l'équipement par LED dynamique a une intensité variable suivant les heures, la saison, ainsi que son utilisation. Passant du bleu sombre à l'aube, puis au jaune, jusqu'au blanc le jour levé. Ensuite repassant du blanc à la tombée de la nuit, via l'orange et jusqu'au bleu profond en pleine nuit.

## LE BUDGET

Le budget total de l'opération est le suivant :

- Travaux lots 1 à 6 (MOE Groupement Mosca) : 2,8 M€ HT.
- Travaux injections et autres (raccordements divers et travaux annexes) : 2 M€ HT.
- Total travaux : 4,8 M€ HT.
- Total projet (études et travaux) : 5,8 M€ HT.

Une horloge calendrier de type astronomique permet de gérer le décalage des heures au fil de l'année. Une autre horloge assure la mise en route et l'extinction des escalators dans la plage horaire définie.

Il est également prévu que l'occupation des escalators par des usagers interfère sur le niveau d'éclairage. En régime normal, avec escalators en fonctionnement, le niveau d'éclairage-

ment des emmarchements est réglé sur 50 lux. Pour cause d'économie d'énergie, en l'absence d'usagers, les panneaux à leds seront abaissés afin d'obtenir 20 lux dans les emmarchements. L'information est récupérée sur le régime de ralenti des escalators, au niveau de la machinerie.

Ce niveau de 20 lux est permanent, pour assurer les fonctions de sécurité et de surveillance, y compris lorsque

les escalators ne sont plus en service. Des caméras ont été placées au niveau de chaque volée afin de permettre un réarmement à distance des escaliers mécaniques en cas d'interruption.

En effet, cette vidéosurveillance assure une vision totale des marches et des paliers pour vérifier qu'aucune personne ni aucun objet ne sont sur le parcours lors du redémarrage à distance. Les escaliers mécaniques sont en marche depuis le 5 juillet 2014.

Afin de s'assurer du bon fonctionnement de cette installation et d'ajuster tous les réglages techniques, une phase de rodage est programmée au cours des mois de juillet, août et septembre, durant laquelle le public peut emprunter les escaliers mécaniques. Durant cette Phase d'Observation en Marche Industrielle, la société Alapont - dont le marché comprenait la fourniture et pose des escaliers - est en charge de la maintenance. ▷

9- Collecte et évacuation des eaux.

10- Trace de fontis lors des terrassements.

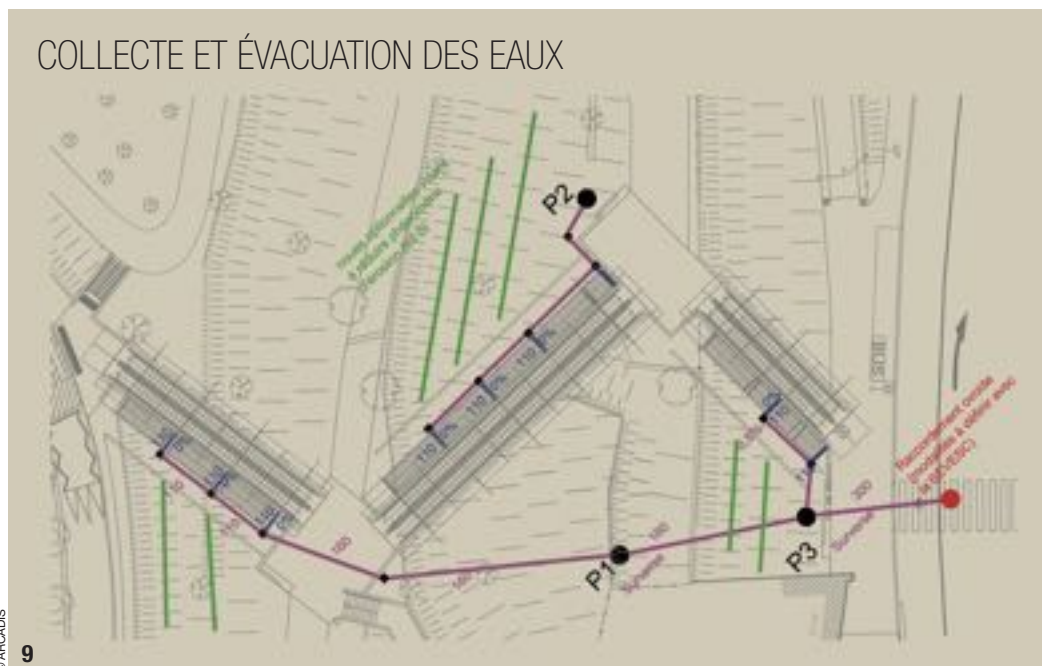
11- Terrassements pour travaux de consolidation du sous-sol.

9- Water collection and drainage.

10- Trace of subsidence cavity during the earthworks.

11- Earthworks for subsoil consolidation work.

## COLLECTE ET ÉVACUATION DES EAUX



10  
© MOSCA



11  
© MOSCA



12

© BENOIT GRIMBERT



13

© BENOIT GRIMBERT



14

© BENOIT GRIMBERT

Une fois la phase de tests concluante, la mise en service définitive des escaliers mécaniques sera effective. La maintenance sera alors assurée par Matem (RATP) afin d'intervenir dans les plus brefs délais.

### UN ESPACE BOISÉ CLASSÉ RECOMPOSÉ

L'insertion des escaliers, tant en phase provisoire qu'en phase définitive, a requis un déboisement partiel du parc : 70 arbres ont été abattus en janvier 2013.

Une réflexion a été menée sur la reconstitution de l'espace boisé, afin d'assurer à terme une continuité avec le peuplement végétal préexistant en portant une attention particulière à la diversité des essences et à la replantation d'une lisière végétale au plus près des escaliers. À l'issue du chantier, près de 650 arbres ont été replantés, dont 40 sujets remarquables pour une densité du boisement deux fois plus importante qu'avant les travaux.

Un principe d'étagement de la végétation a été retenu : d'une strate herbacée et arbustive aux abords de l'ouvrage vers une strate de cépées puis une strate arborée. Le projet crée des effets de clairière (entre les plateformes) et de voûte (aux abords proches des plateformes) en alternance, qui rythment le trajet.

### LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le projet s'est accompagné d'une réflexion en termes de gestion des eaux pluviales.

Les équipements venant imperméabiliser une partie du talus originellement plantée, l'aménagement conçu doit compenser ce phénomène.

Le principe qui a été retenu est celui d'une gestion par infiltration au droit du site, pour permettre un bilan zéro en termes de rejet au réseau départemental pour une pluie de fréquence inférieure ou égale à 10 ans (pluie décennale).

Les eaux à récupérer sont les suivantes :

**12- Grue à tour pour traitements de terrains et travaux de génie civil.**

**13- Escaliers posés.**

**14- Marquise posée.**

**12- Tower crane for soil treatment and civil engineering work.**

**13- Installed escalators.**

**14- Installed glass canopy.**

→ Eaux de ruissellement des toitures,  
→ Eaux de ruissellement du talus  
amont bloquées par le garde-corps  
en béton,

→ Eaux de pied de paroi clouée.

Chaque marquise a une pente en travers de 2% vers le côté « amont » du talus (celui qui comprend la paroi clouée maintenant les terres, ce côté alternant entre les différentes volées). Les eaux ruisselant sur les marquises sont dirigées au moyen de batardeaux et de replis du matériau inox. Elles s'écoulent sur un matelas de gabions de 23 cm d'épaisseur, dont les cages d'une maille double torsion en acier galvanisé ont été assemblées sur place et remplies de cailloux 80/120.

Les cailloux sont les mêmes que ceux utilisés pour l'habillage des parois clouées. Ces gabions « horizontaux » permettent d'amortir l'écoulement provenant des toitures, évitant le ravinement du talus et les effets d'éclaboussures. Les matelas courent côté paroi tout le long du garde-corps, suivant la pente de 30° des escalators.

L'ensemble des eaux (toitures, parois et talus) est recueilli dans des drains qui permettent à la fois l'infiltration partielle tout au long du parcours et en même temps le guidage vers des puits de collecte et d'infiltration (figure 9).

Ces puits sont équipés de surverse en cas de pluies de fréquence supérieure à

## LE CALENDRIER

- **2012 : enquête publique.**
- **JANVIER 2013 : déboisement.**
- **FÉVRIER À JUILLET 2013 : travaux d'injection des carrières souterraines et de terrassement, réalisation de parois clouées.**
- **JUILLET À OCTOBRE 2013 : travaux de micropieux et génie civil.**
- **6, 7, 8 JANVIER 2014 : pose des escaliers mécaniques et début des plantations.**
- **14 AU 17 AVRIL 2014 : pose de la marquise de couverture.**
- **5 JUILLET 2014 : mise en service.**
- **ÉTÉ 2014 : POMI (Phase d'Observation en Marche Industrielle de 3 mois).**



© CÉDRIC HELSILY  
15



© CÉDRIC HELSILY  
16

10 ans. Pour les puits aux paliers haut et intermédiaire, la surverse se fait dans le talus et alimente les nombreuses plantations. Au niveau du boulevard Rodin, la surverse se fait directement dans l'ovoïde départemental.

### UN SOUS-SOL PARTICULIER - CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

La zone qui a accueilli les escaliers mécaniques était sous-minée par d'anciennes carrières souterraines de calcaire (Calcaire Grossier du Lutétien) et de craie, situées respectivement à 5/10 m et 20/40 m environ de profondeur. Les premières études géotechniques (mission Étude géotechnique d'Avant-Projet selon la norme NFP 94-500 version 2006) ont révélé que la carrière de calcaire était remblayée mais avec des matériaux mal

compactés, tandis que la carrière de craie était majoritairement vide avec dans certaines zones des formations marneuses présentant un démarrage de fontis (figure 10).

**15- Grue de levage pour pose des escalators la nuit.**

**16- Arrivée d'un convoi spécial.**

**15- Lifting crane for installing the escalators by night.**

**16- Arrival of a special convoy.**

Préalablement aux travaux d'aménagement à proprement parler, des travaux de consolidation souterraine du parc Rodin par injection des carrières ont donc été nécessaires.

Un premier marché a ainsi été passé, comprenant des injections gravitaires et de clavage sur une emprise de cinq mètres de part et d'autre des escaliers mécaniques, ainsi que le traitement des fontis, préalablement à la mise en œuvre de fondations profondes de type micropieux.

Compte tenu de la topographie du site et des accès limités, des travaux de terrassement préalables avec confortement par clouage ont été nécessaires, pour permettre l'accès des engins sur les plateformes permettant des injections dirigées vers les zones à traiter (figure 11).

Ce confortement sert également dans la solution définitive à maintenir les terres du talus pentu du côté amont de chaque volée d'escaliers. Il a été habillé de gabions afin de s'insérer harmonieusement dans le talus.

Enfin, compte tenu du risque de remontée de fontis et de la mauvaise qualité des matériaux de sub-surface, le risque de grand glissement a été étudié en phase conception. Des justifications ont par la suite été demandées aux entreprises de travaux pour la circulation des engins en phase provisoire, et sur la tenue du talus en phase définitive.

### LES MOYENS ET MÉTHODES DE CONSTRUCTION DANS UN ENVIRONNEMENT CONTRAINT

#### MOYENS MIS EN PLACE PAR GTS

En phase Injections, l'entreprise GTS Injections a mis en place une centrale à béton pour la réalisation des injections. Un des seuls accès engins au parc possible est par le boulevard Rodin (les voies internes au Parc n'étaient pas suffisamment dimensionnées pour permettre le passage des engins les plus larges). En effet, en haut du parc, l'impasse des Quatre Vents dispose de la largeur suffisante pour faire passer camions et grues, mais son caractère de voie pompiers et d'impasse empêche dans la pratique cette circulation.

L'entreprise GTS Génie Civil a donc proposé la mise en place d'une grue à tour au palier intermédiaire bas (figure 12), notamment pour lever les tronçons de garde-corps en béton froissé - coulé sur site au niveau du boulevard Rodin - et pour l'amenée des gabions. Cette grue a été mutualisée à certaines phases du chantier avec l'entreprise Falleau pour permettre la montée des bigbags de terre végétale.

#### LA POSE SPECTACULAIRE DES ESCALATORS ET DES MARQUISES

Les deux opérations (figures 13 et 14) ont été denses et assez médiatisées (figure 15) - portant sur la livraison (figure 16), le levage et l'insertion des escaliers mécaniques (figures 17 et 18) dans un premier temps (en janvier 2014) puis des marquises en second temps (en avril 2014).

La pose des escaliers mécaniques a nécessité la mise en place d'une circulation alternée au niveau du boulevard Rodin pendant trois nuits ainsi que l'utilisation d'une grue de 90 t et d'une autre grue de 350 t.



17



18

© CEDRIC HELSLY

Fabriquées dans une usine d'Orléans et acheminées par convoi exceptionnel, les marquises ont été fixées en trois étapes. Leur pose a nécessité la mise en œuvre de moyens encore plus importants que pour les escalators, interdisant la circulation du boulevard Rodin durant quatre nuits consécutives avec un alternat en journée et la mise en œuvre d'une grue télescopique de 500 t. Les colis étaient respectivement de 20 m et 11 t, 28 m et 15 t ainsi que 18 m et 8 t. □

**17- Vue du site lors de la pose des escalators la nuit.**

**18- Pose du deuxième escalator.**

**17- View of the site when installing the escalators by night.**

**18- Installing the second escalator.**

## PRINCIPALES QUANTITÉS

- 3 volées d'escalators doubles
- 1 mois d'abattage, 7 mois d'injections et 12 mois de travaux généraux suivis de 3 mois de phase de rodage (POMI), soit au total 23 mois d'intervention
- 26 m de dénivelé pour 85 mètres de distance
- 70 arbres abattus, 650 sujets replantés, 40 arbres remarquables plantés
- Pour la pose des marquises : 12 convois dont 3 convois exceptionnels et 2 grues, comprenant une de 500 t télescopique équipée d'une flèche de 48 m

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**MAÎTRISE D'OUVRAGE :** GPSO

**MAÎTRE D'ŒUVRE POUR INJECTIONS ET CONFORTEMENT DU TERRAIN :** ETI Environnement et Technologies.

GROUPEMENT DE MAÎTRISE D'ŒUVRE, POUR ÉTUDE ET SUIVI EN PHASE TRAVAUX DE L'AMÉNAGEMENT GLOBAL

**ARCHITECTE MANDATAIRE :** Atelier Mosca

**INGÉNIERIE VRD, GÉNIE CIVIL, ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES, OPC ET DIRECTION DE TRAVAUX :** Arcadis

**PAYSAGISTE :** Dva

**SIGNALÉTIQUE CHANTIER ET DÉFINITIVE :** Akiko

**CONCEPTEUR LUMIÈRE :** Aartil

ENTREPRISES

**ABATTAGES :** Samu

**INJECTIONS DE COMBLEMENT ET PAROIS CLOUÉES :** GTS Injections

**AMÉNAGEMENT :**

- Génie civil, terrassements et VRD : GTS Génie Civil
- Charpente métallique : Baudin Chateaufort
- Équipements électromécaniques : Alapont
- Courants forts et faibles : Segex Energies
- Plantations : Falleau
- Signalétique : Bouvier

## ABSTRACT

### A DISTRICT OF ISSY-LES-MOULINEAUX OPENED UP BY ESCALATORS

CAMILLE PORET, ARCADIS - NICOLAS BOFFI, ARCADIS

The development of escalators in Issy-les-Moulineaux, carried out by the inter-municipal association ("Communauté d'agglomération") Grand Paris Seine Ouest, aims to provide better access to Hauts d'Issy, les Épinettes and "RER" rapid transit line C, ensuring faster and more comfortable travel for the inhabitants through the Rodin park, which is extremely steep. The project is unique due to the architectural and landscaping integration of the equipment into the park in harmony with the plantations: guard rails in crumpled concrete, a stainless steel origami protecting the escalators, and gabions for rainwater management by seepage, as well as cultural signage all along the route. A multi-disciplinary design team worked for 23 months to achieve this success. □

### UN BARRIO DE ISSY-LES-MOULINEAUX COMUNICADO POR MEDIO DE ESCALERAS MECÁNICAS

CAMILLE PORET, ARCADIS - NICOLAS BOFFI, ARCADIS

Realizado por la comunidad de la aglomeración urbana del Grand Paris Seine Ouest, el acondicionamiento de las escaleras mecánicas en Issy-les-Moulineaux tiene como objetivo comunicar mejor los Hauts d'Issy, les Épinettes y el acceso a la RER (Red Exprés Regional) C permitiendo desplazamientos más rápidos y cómodos para los habitantes a través del parque Rodin, especialmente escarpado. La operación es única por la inserción arquitectónica y paisajística del equipamiento dentro del parque en armonía con las plantaciones: barandillas de hormigón arrugado, un origami de acero inoxidable que protege las escaleras mecánicas, gaviones para una gestión de las aguas pluviales por infiltración, así como una señalización cultural que jalona el recorrido. Un equipo de diseño multidisciplinar se puso al servicio de esta exitosa obra, que supuso 23 meses de trabajo. □

# COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DE TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS



895 - TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX



896 - OUVRAGES D'ART



897 - SOLS & FONDATIONS



898 - SPÉCIAL BÉTONS



899 - VILLE DURABLE - ENERGIES NON POLLUANTES



900 - INTERNATIONAL



901 - TRANSPORTS, ROUTES ET TERRASSEMENTS



902 - SPÉCIAL STADES



903 - PATRIMOINE & RÉHABILITATION



904 - TRAVAUX SOUTERRAINS



905 - TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX



906 - OUVRAGES D'ART



907 - SOLS & FONDATIONS



908 - ÉNERGIE - DÉVELOPPEMENT DURABLE



909 - INTERNATIONAL

## BON DE COMMANDE

À renvoyer à : Com et Com - Service Abonnements TRAVAUX - Bât. Copernic - 20 av. Édouard Herriot - 92350 Le Plessis-Robinson  
Tél. : +33 (0)1 40 94 22 22 - Fax : +33 (0)1 40 94 22 32 - Email : revue-travaux@cometcom.fr

**JE COMMANDE LES NUMÉROS SUIVANTS** (cochez les cases de votre choix en indiquant le nombre d'exemplaires) :

- 895 x \_\_\_    896 x \_\_\_    897 x \_\_\_  
 898 x \_\_\_    899 x \_\_\_    900 x \_\_\_  
 901 x \_\_\_    902 x \_\_\_    903 x \_\_\_  
 904 x \_\_\_    905 x \_\_\_    906 x \_\_\_  
 907 x \_\_\_    908 x \_\_\_    909 x \_\_\_

Soit un montant total de :

\_\_\_\_\_ numéros x 25 € = \_\_\_\_\_ €

(Pour une commande de plus de 20 numéros le prix passe de 25 € à 20 € l'unité. Pour plus de 100 numéros commandés le prix est de 17 € l'unité. Pour les auteurs de la revue le prix est de 15 € l'unité.)

**JE VOUS INDIQUE MES COORDONNÉES :**

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Entreprise \_\_\_\_\_ Fonction \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_

Email : \_\_\_\_\_  Merci de ne pas communiquer mon adresse mail.

Je joins mon règlement d'un montant de \_\_\_\_\_ € TTC par chèque à l'ordre de com'1 évidence

**ATTENTION : tous les règlements doivent être libellés exclusivement à l'ordre de com'1 évidence**

- Je réglerai à réception de la facture  
 Je souhaite recevoir une facture acquittée

Date, signature et cachet de l'entreprise obligatoire



© CHARLOTTE REMERY

# COUVERTURE DU RER À NANTERRE ET OPÉRATION CŒUR DE QUARTIER

AUTEUR : CHARLOTTE REMERY, CHEF DE PROJET, INGEROP CONSEIL & INGÉNIERIE

À NANTERRE LE RER A, BRANCHE CERGY, VA SE CACHER SOUS UNE COUVERTURE. UNE NOUVELLE VIE SE CONSTRUIT POUR CE QUARTIER DE NANTERRE. L'OBJECTIF DU PROJET D'AMÉNAGEMENT SEINE ARCHE SUR LE TERRITOIRE DE NANTERRE EST DE REDONNER VIE AU QUARTIER DU PONT DU BOULEVARD DES PROVINCES FRANÇAISES À CERGY. DE LA COUVERTURE DU RER AUX RÉTABLISSEMENTS DES VOIES, LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT SE SUCCÈDENT, MODIFIANT LES CIRCULATIONS. LES CHEMINEMENTS PIÉTONS SONT RÉTABLIS ET LA VIE LOCALE REPREND SES DROITS.

## LE QUARTIER DANS SON CONTEXTE INITIAL

À Nanterre, le territoire situé entre la Seine et la Grande Arche a longtemps été un espace dédié à la desserte du quartier d'affaires et de l'ouest parisien. Les infrastructures de transport et les voies de circulation ont généré de multiples coupures.

Sur le secteur du « Nœud Papillon » (figure 2), l'ancien parc des services

techniques de la RATP, ceinturé par les voies ferrées du RER A et du Transilien, et par les voies de desserte routières, morcellent le tissu urbain en quartiers d'immeubles habités jouxtant des pôles d'emploi importants et un campus universitaire.

Ces quartiers denses se trouvent enclavés en limite des infrastructures qui sont exploitées en permanence. L'Établissement Public d'Aménagement

**1- Ouvrage de la Place des Provinces Françaises en cours de réalisation.**

**1- Place des Provinces Françaises engineering structure undergoing construction.**

Seine Arche (aujourd'hui EPADESA) s'est vue confier un projet d'aménagement comprenant les projets imbriqués « Pôle multimodal Nanterre Université » (figure 3) et « Cœur de Quartier ».

Ces deux projets permettront de réaliser à terme une couture urbaine majeure à l'échelle de la ville de Nanterre par deux franchissements du faisceau ferré et la création d'une nouvelle centralité urbaine contiguë à l'université

2- Secteur du Nœud Papillon à Nanterre.

3- Chantier du Pôle Multimodal en cours de réalisation.

4- Projet Cœur de Quartier.

5- Implantation des ouvrages de génie civil Cœur de Quartier.

2- Nœud Papillon sector in Nanterre.

3- Site of the multimodal hub undergoing construction.

4- Cœur de Quartier project.

5- Location of Cœur de Quartier civil engineering structures.



de Paris-Ouest Défense (ex Paris 10). Dans le cadre du programme de la ZAC Seine Arche, d'importantes opérations d'aménagement sont envisagées par l'EPA Seine Arche aux abords immédiats du pôle multimodal de transport Nanterre Université voué à devenir un véritable pôle de centralité urbaine pour le quartier.

Il est ainsi prévu dans le cadre du projet urbain (figure 4) :

- La réalisation de liaisons nouvelles ouvertes aux différents modes de déplacement qui visent à améliorer l'accès à la gare et à assurer une continuité entre des quartiers aujourd'hui éclatés ;
- Le réaménagement qualitatif des

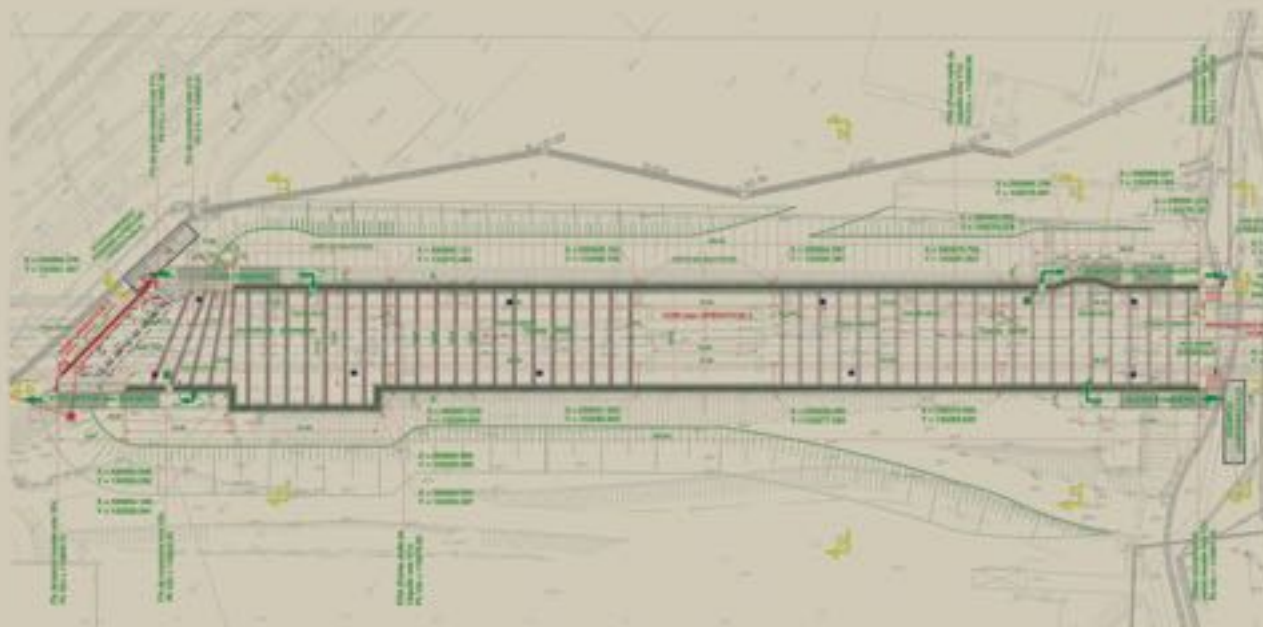
- espaces publics préexistants, notamment le boulevard des Provinces Françaises ;
- La réalisation de l'opération « Cœur de Quartier Université » sur les emprises libérées par la RATP dans le cadre du projet de pôle multimodal, avec une programmation diversifiée comprenant des logements,

un centre commercial, des cinémas, un hôtel, des bureaux,... de façon à constituer, autour du pôle multimodal, un véritable centre urbain attractif et ouvert.

Le projet Cœur de Quartier est interdépendant du projet de nouvelle gare, dont il constitue le prolongement vers le boulevard des Provinces Françaises. ▷



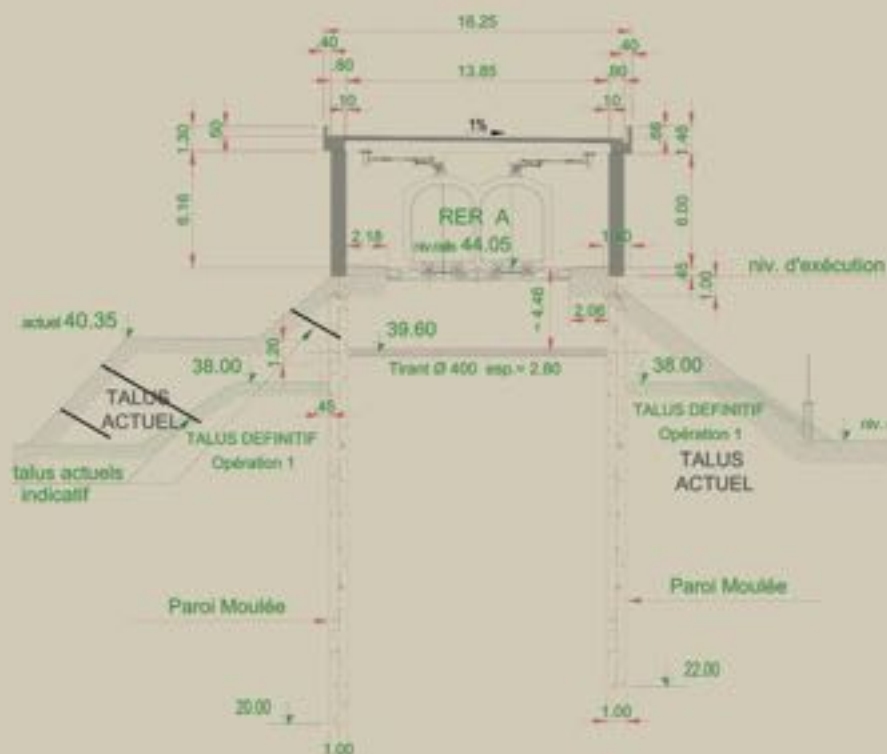
## PRINCIPE DE CONCEPTION DE L'OUVRAGE DE COUVERTURE RER - VUE EN PLAN



6

© PLAN INGEROP

## PRINCIPE DE CONCEPTION DE LA COUVERTURE RER - VUE EN COUPE



7

© PLAN INGEROP

**6- Principe de conception de l'ouvrage de couverture RER - vue en plan.**

**7- Principe de conception de la couverture RER - vue en coupe.**

**6- Schematic design of the RER roof covering structure - plan view.**

**7- Schematic design of the RER roof covering - cross-section view.**

### LE PROJET D'AMÉNAGEMENT « CŒUR DE QUARTIER » : SIX OUVRAGES CLÉS POUR LE GÉNIE CIVIL (figure 5) OUVRAGE DE LA PLACE DES PROVINCES FRANÇAISES (OUVRAGE N°4)

La liaison de la nouvelle gare avec le boulevard des Provinces Françaises

est assurée par un espace public situé sur un ouvrage d'art : la place des Provinces Françaises.

La fonctionnalité de cet ouvrage est de relier le parvis de la gare aux espaces publics environnants vers la cité des Provinces Françaises.

Il comprend une voie publique réservée aux Transports en commun et aux

livraisons. Il pourra recevoir le tracé de la ligne de tramway T1 à terme. Cette ligne empruntera la rue Anatole France et sera connectée au pôle multimodal de transport sur le parvis de la gare. Cet espace permet enfin de desservir les programmes neufs : logements, bureaux, commerces. Il doit pour cela accueillir une voie pompiers, un réseau

de défense incendie et doit aussi permettre l'amenée des réseaux divers et assurer l'évacuation des eaux pluviales, eaux usées et eaux vannes rejetées par ces programmes.

Cet espace sera paysager et sa conception recréera un sol artificiel situé entre 5 et 8 m au dessus des ateliers des voies actuels en réalisant la connexion en pente douce conforme aux normes Personnes à Mobilité Réduite entre le parvis de la gare et le boulevard des Provinces Françaises.

L'objectif architectural de cet espace est de donner un aspect de rue de « pleine terre » et d'assurer toutes les fonctions d'une voie de desserte



classique en étant cependant situé au dessus d'un volume tiers dont il faut maintenir le hors d'eau. Cette volumétrie (les volumes situés sous la place permettront la réalisation de plusieurs niveaux de parking pour l'opération Cœur de Quartier) génère des contraintes importantes pour la conception de la structure. Seule la dalle et son étanchéité sont prévues dans le cadre de cette opération ; les aménagements de surface seront réalisés dans le cadre des marchés d'espace public de la ZAC Seine Arche.

**OUVRAGE SOUTERRAIN (OUVRAGE N°2)**

Un souterrain situé sous la branche Cergy de la ligne A du RER permettra de relier cette place à l'espace public

**8- Principe de conception - Élévation de la couverture et implantation du cadre.**

**9- Principe de conception - Vues en coupes avant/après ripage.**

**8- Schematic design - elevation view of the roof covering and location of the frame.**

**9- Schematic design - cross-section views before/after skidding.**

situé sur le toit de l'autoroute A14 : les terrasses 7 et 8. Ce souterrain aura une largeur intérieure de 12 m et une hauteur variable de l'ordre de 4 m. Il sera réalisé préalablement à la construction des immeubles de logement qui borderont la voie ferrée. La conception de ces immeubles ménagera un volume dans leur épaisseur pour prolonger ce passage et assurer la liaison entre les espaces publics de chaque coté du RER.

**OUVRAGE DE COUVERTURE RER (OUVRAGE N°1)**

Ce souterrain sera imbriqué avec un ouvrage de couverture des voies du RER A branche Cergy.

Ce cadre enveloppera le RER au plus près des contraintes imposées par le

gabarit ferroviaire et les équipements annexes. Il sera posé sur deux parois permettant de réaliser les constructions mitoyennes en les rendant indépendantes du RER et en les affranchissant des poussées latérales générées par la plateforme supportant les voies. Cet ouvrage garantira ainsi l'autostabilité du RER par rapport au nouveaux immeubles à construire (lots AA' et BB'), aussi bien pendant la construction qu'en phase définitive.

**OUVRAGE DE PROLONGEMENT DE LA RUE BLAISE PASCAL (OUVRAGE N°6)**

La place des Provinces Françaises sera raccordée au boulevard du même nom coté est et à la rue Blaise Pascal prolongée coté ouest.

PRINCIPE DE CONCEPTION - ÉLÉVATION DE LA COUVERTURE ET IMPLANTATION DU CADRE

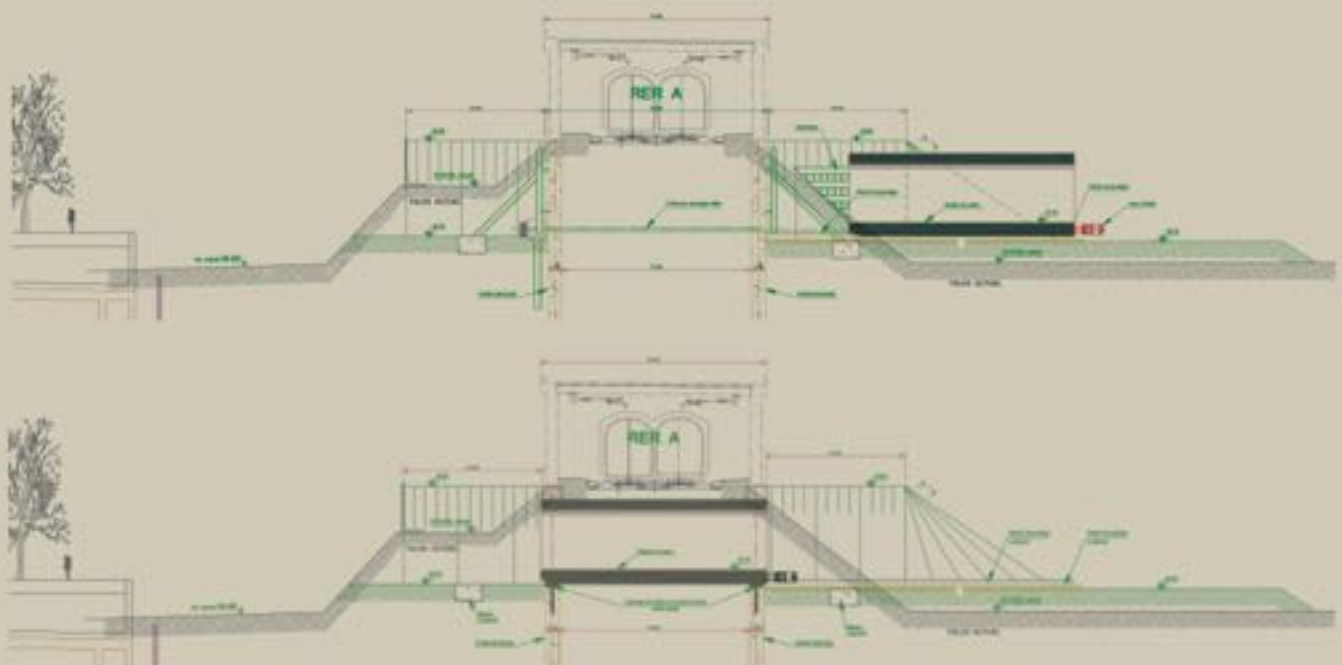
A - A



© PLAN INGEROP

8

PRINCIPE DE CONCEPTION - VUES EN COUPES AVANT/APRÈS RIPAGE



© PLAN INGEROP

9

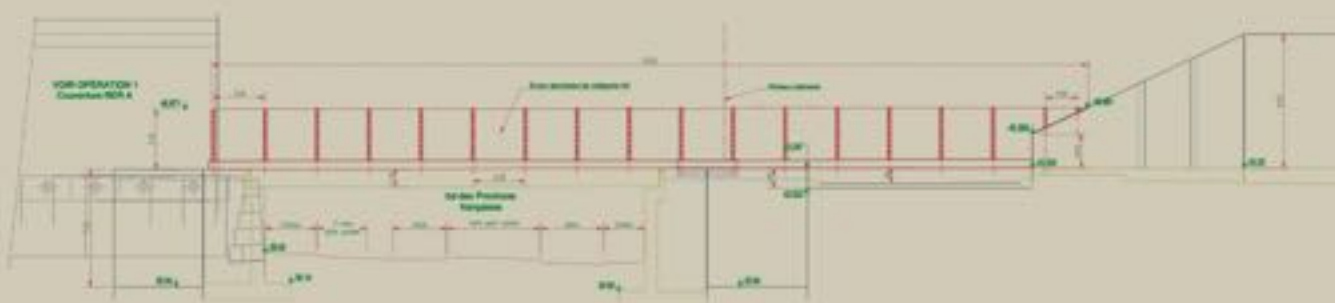
## PRINCIPE DE CONCEPTION - ÉLÉVATION DE L'ÉTAT EXISTANT



10

© PLANINGEROP

## PRINCIPE DE CONCEPTION - ÉLÉVATION DE L'ÉTAT PROJÉTÉ



11

© PLANINGEROP

Cette rue doit être construite, pour les 2/3 environ, sur un ouvrage placé en bordure des voies RER. Elle suit un profil ascendant depuis le sol naturel en passant sous l'ouvrage de franchissement support du RER A branche Cergy pour atteindre la place des Provinces Françaises située environ 10 m plus haut, en cheminant le long de la nappe de parking du projet Cœur de Quartier. Cette voie permettra l'accès aux parkings et aux livraisons des immeubles et recevra la circulation publique puisque les véhicules accédant au parvis de la gare depuis le viaduc côté Anatole France ne pourront poursuivre sur la place des Provinces Françaises réservée aux transports en commun, aux véhicules de secours et autres véhicules autorisés. Cette rue ne sera pas ornementée de plantations d'alignement et aura avant tout un usage de desserte fonctionnelle. L'alimentation en réseaux des programmes sera assurée de façon privilégiée depuis la place des Provinces Françaises. Il pourra cependant être nécessaire d'assurer le bouclage de certains réseaux par cette voie (réseau incendie en particulier).

### OUVRAGE DE SOUTÈNEMENT PAR PAROI CLOUÉE (OUVRAGE N°5)

Au passage sous l'ouvrage de franchissement support du RER A branche Cergy, il sera nécessaire, pour consti-

tuer l'emprise pour une voie à double sens, de modifier un perré situé au pied de la culée Est de cet ouvrage. Ce perré conforte en effet les remblais situés sous la semelle de la culée, laquelle repose sur une série de pieux.

La reprise du perré consiste à terrasser au pied de la culée, sous le niveau de la semelle, dans le cône de diffusion des efforts de frottement des pieux sans décompresser le terrain. La suppression du mur maçonné actuel incliné à 45° et la réalisation d'un voile vertical à la place permettra de libérer une emprise au sol d'environ 4 à 5 m pour la voie Blaise Pascal prolongée.

### OUVRAGES DE PROTECTION ACOUSTIQUE (OUVRAGE N°3)

Afin d'atténuer les nuisances sonores générées par la nouvelle couverture, laquelle a pour effet de les concentrer en extrémité de tunnel, afin également de limiter l'exposition au bruit des constructions nouvelles et d'éviter la dégradation de l'environnement sonore des constructions existantes (la cité des provinces françaises en particulier par rapport à l'effet de réverbération du bruit du RER créé par l'îlot 9 à bâtir), une protection phonique est réalisée en bordure des voies du RER entre le débouché actuel du tube de la branche Cergy et la nouvelle couverture visée ci-dessus.

### 10- Principe de conception - Élévation de l'état existant.

### 11- Principe de conception - Élévation de l'état projeté.

### 10- Schematic design - elevation view of the existing state.

### 11- Schematic design - elevation view of the projected state.

## LES CONTRAINTES DU PROJET

### CONTRAINTES PAR RAPPORT AUX EXISTANTS

Les ouvrages conçus s'enchevêtrent dans un cadre existant et induisent potentiellement des charges, soit de manière provisoire, soit de manière définitive, qui ont fait l'objet d'un contrôle permanent de compatibilité. C'est notamment le cas des écrans de protections phoniques sur l'ouvrage existant du boulevard des Provinces Françaises. Leur implantation doit par ailleurs respecter des limites physiques

imposant certains gabarits et répondant aux découpages parfois étonnants du foncier.

### CONTRAINTES FERROVIAIRES

Un foncier optimisé par une implantation des ouvrages de génie civil courant au plus près des ouvrages existants, notamment en bordure des plateformes ferroviaires.

La stabilité et la fonctionnalité des équipements doit être assurée à tout moment par l'existence de l'ouvrage, mais également lors de sa réalisation. Caténaires, appareils de voies, chemins de câbles, signalisation génèrent autant de points sensibles pour la conception et les travaux, réalisés partiellement de nuit. Il faut rappeler que le temps de travail accordé par la RATP par nuit est de seulement deux heures, et que d'entrée, les partenaires ferroviaires posent un jalon clé sur ce projet, en attribuant une unique fenêtre de tir pour réaliser le ripage du cadre souterrain sous la couverture du RER : le week-end des 12 et 13 juillet 2013, sans alternative possible.

### CONTRAINTES LIÉES À L'EXPLOITATION DES VOIERIES

Ces contraintes d'exploitation se retrouvent sur les voiries, notamment le boulevard des Provinces Françaises, pour la pose des écrans de protection

phoniques, et la réalisation de tous les raccordements d'ouvrage sur ce boulevard (place des Provinces Françaises). Le partenariat avec les intervenants de la ville de Nanterre est un point essentiel pour pouvoir valider les procédures de travaux impliquant les voiries.

### CONTRAINTES RÉSEAUX

Le réseau d'assainissement constitue une contrainte pour les rejets des nouveaux espaces publics.

Les réseaux ERDF, GRDF et FT constituent des contraintes similaires de travaux à proximité lors de la réalisation de la paroi moulée (vibration, distance réglementaire à respecter, etc.).

### 12- Principe de conception - Vue en plan.

### 13- Principe de conception - Vue en élévation.

### 12- Schematic design - plan view.

### 13- Schematic design - elevation view.

Les réseaux ferroviaires ne sont pas connus avec précision. Ils représentent une contrainte spécifique pour la réalisation du passage inférieur lors de la phase de terrassement pour ripage du cadre.

### CONTRAINTES DE CONCEPTION LIÉES AUX AMÉNAGEMENTS FUTURS

Les 6 nouveaux ouvrages réalisés en liaison avec des structures existantes et à venir, suivent les règles de nivellement dictées par le projet d'aménagement global fourni par l'agence TGT, urbaniste de la ZAC et MOE des espaces publics.

Les projets connexes sont multiples dans cette zone en pleine mutation et doivent être considérés comme données d'entrée à chaque stade.

La volonté de développer un programme diversifié : logements, commerces, cinémas, bureaux, implique diverses contraintes sur les opérations publiques.

En particulier, ces structures immobilières s'inséreront au plus proche des ouvrages de génie civil.

Elles doivent être pensées pour être autostables au moment de la construction des lots, et compatibles avec les futurs programmes souterrains de parkings imbriqués. ▷

PRINCIPE DE CONCEPTION - VUE EN PLAN



© PLAN INGEROP  
12

PRINCIPE DE CONCEPTION - VUE EN ÉLÉVATION



© PLAN INGEROP  
13

C'est le cas en particulier pour la conception de la place des Provinces Françaises assurant la double fonctionnalité de circulation douce en surface et de parkings en sous-face.

Acoustiquement, les objectifs fixés lors des études complémentaires figées par TGT en 2010 pour l'ensemble de la ZAC doivent être assurés et vérifiés après travaux afin de garantir la viabilité des projets.

### CONTRAINTES DE RÉALISATION EN CO-ACTIVITÉ

En phase de réalisation, la présence de multiples chantiers connexes crée des contraintes d'interface multiples posant notamment des questions de phasage d'emprises, d'accès de circulation de chantier, et nécessite une bonne gestion des risques en amont.

### CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Sur le plan environnemental, L'EPADESA contribue à développer en amont une politique de chantiers à faible nuisances. L'attention est portée dès la conception sur la gestion de la pollution des sols, de réduction optimale des nuisances sonores en phase de travaux et sur le suivi et la traçabilité des déchets.

### LA COUVERTURE DU RER

(figures 6 et 7)

Le cadre de couverture est implanté en tête d'un talus ferroviaire.

Il s'agit d'une structure en béton armé de type portique dont les piliers sont liés par encastrement dans les fondations de type paroi moulée.

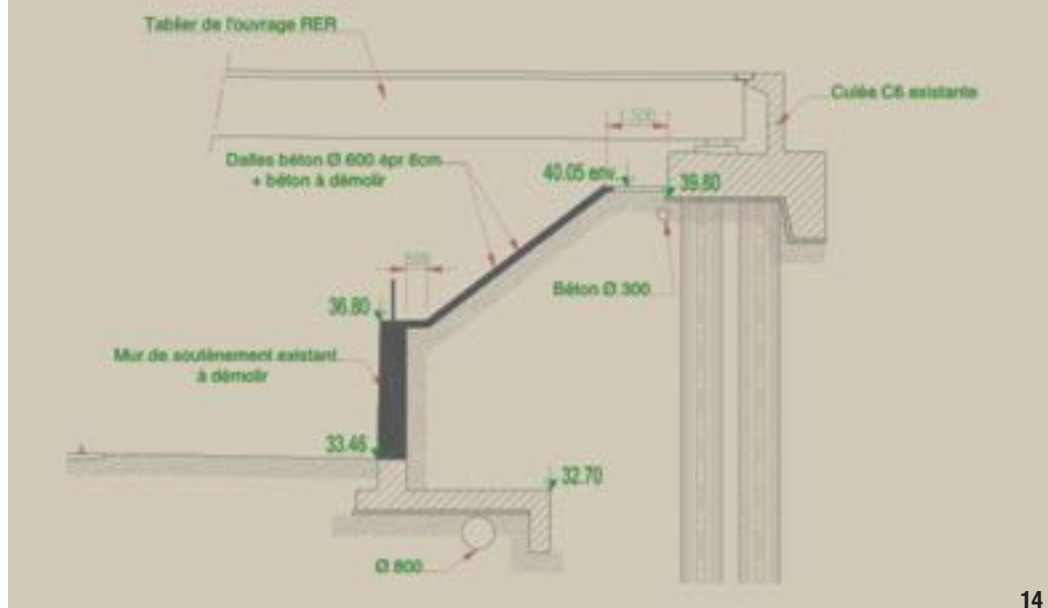
L'épaisseur des voiles est de 0,80 m. L'épaisseur de la dalle de couverture est de 0,80 m. Elle est constituée de poutres en T espacées de 1,50 m en section courante.

Le principe de fondation retenu est la paroi moulée réalisée par forage à l'hydrofraise par panneaux de 2,50 à 3,60 m de longueur.

L'épaisseur des parois est de 1 m. Le déplacement maximal admissible en tête fixé par la RATP est de 10 mm afin de ne pas déstabiliser les voies lors des phases de terrassement.

Les fondations sont solidarifiées par les biais de tirants horizontaux en béton armé traversant les remblais du talus ferroviaire. Ces tirants sont distribués de telle façon que chaque panneau de paroi moulée soit repris par un tirant. Une lierne en béton armé de 0,60 m d'épaisseur en moyenne par 1 m de hauteur permet de lier les têtes des tirants.

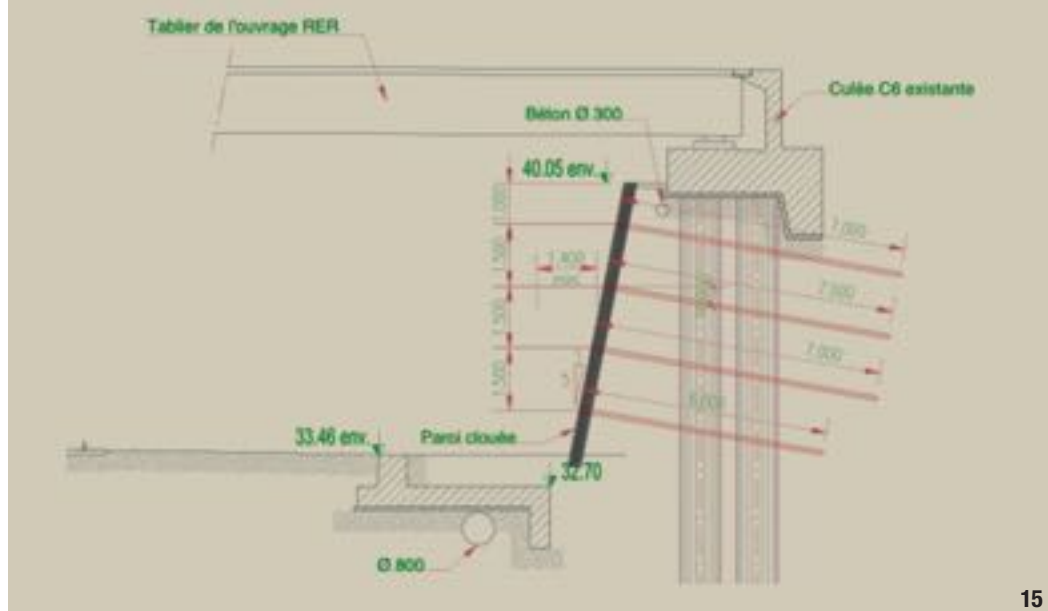
## PRINCIPE DE CONCEPTION - VUE EN COUPE ÉTAT EXISTANT



14

© PLANINGEROP

## PRINCIPE DE CONCEPTION - VUE EN COUPE ÉTAT PROJETÉ



15

© PLANINGEROP

La dalle est réalisée à l'aide de poutres en T préfabriquées en béton armé espacées de 1,50 m dont l'âme correspond à une section de 0,60 m de hauteur par 0,50 m de largeur.

Le cadre est conçu pour supporter une charge permanente de remblai ou terre végétale de 50 cm de densité 20 kN/m<sup>3</sup> soit 1t/m<sup>2</sup>.

Le cadre du portique est réalisé en béton armé, matériau classé A1 au sens de l'annexe (arrêté du 21 novembre 2002) de l'arrêté du 22 novembre 2005 (Instruction Technique Tunnel). Des joints de dilatation sont intégrés tous les 40 m en moyenne.

**14- Principe de conception - Vue en coupe état existant.**

**15- Principe de conception - Vue en coupe état projeté.**

**14- Schematic design - cross-section view, existing state.**

**15- Schematic design - cross-section view, projected state.**

Sur les 150 m de long de l'ouvrage, le cadre est équipé selon la réglementation tunnels et comporte deux issues de secours pour l'évacuation des usagers, une à chaque tête, ainsi que deux accès pompier en vis-à-vis des issues.

### LE PASSAGE SOUTERRAIN

(figures 8 et 9)

L'implantation de l'ouvrage a été déterminée en fonction du tracé du chemin piéton futur.

L'ouvrage est un cadre simple en béton armé, avec des goussets de part et d'autre de la dalle supérieure.



© CHARLOTTE REMERY  
16

Le radier du cadre est posé à même le sol entre les deux parois moulées. De plus, le cadre est ancré de part et d'autre sur les parois moulées via des barres d'ancrage verticales scellées dans la paroi moulée et dans le radier du cadre.

L'encastrement créé entre la paroi moulée et le cadre permet, à terme, de reprendre les efforts de poussée des terres appliqués à la paroi : en effet, dans la zone du cadre, il n'est pas possible de mettre en place des tirants comme sur le reste du linéaire de la couverture. Par conséquent, le cadre joue le rôle de tirant et, pour chaque panneau de paroi, on prévoit deux ancrages.

En revanche, il n'y a pas de continuité de ferrailage entre le cadre de couverture et le passage souterrain.

Le calcul des piédroits du cadre de couverture intègre un passage en

**16- Réalisation des écrans de protection ferroviaires pour l'ouvrage de couverture.**

**17- Réalisation des fondations de la couverture à l'hydrofraise.**

**18- Cadre réalisé prêt à être ripé.**

**16- Execution of protective railway shields for the roof structure.**

**17- Execution of roof covering foundations by hydrofraise.**

**18- Frame completed ready for skidding.**



17

poutre-voile sans appui direct sur le cadre du passage inférieur.

### ÉCRANS PHONIQUES (figures 10 et 11)

Afin de satisfaire les contraintes et exigences acoustiques, la structure des écrans se présente sous forme de panneaux de béton de bois, de 3 m de hauteur environ, de type « dalettes » habillé d'une face en béton poli.

Ces panneaux sont fixés sur une trame de poteaux porteurs métalliques de type H, ancrés sur des platines métalliques par des tiges filetées scellées dans une longrine support en béton. La trame courante des poteaux porteurs est de 3,20 m d'espacement.

Un habillage en béton poli est prévu côté riverains.

Les singularités concernent principalement le contournement des poteaux caténaires présent dans l'emprise.

### PLACE DES PROVINCES FRANÇAISES (figures 12 et 13)

L'implantation générale de la dalle de l'ouvrage est définie par son rôle de jonction entre la structure du parvis de la gare de Nanterre Université, et le boulevard des Provinces Françaises, mais également par la future emprise des projets immobiliers à venir, de part et d'autre de l'ouvrage. La dalle a une surface trapézoïdale de 2 800 m<sup>2</sup>.

L'implantation et la dimension des appuis de l'ouvrage doivent permettre de libérer un espace suffisant et règlementaire pour la création d'un parking en sous-face de dalle. La trame retenue se compose de sept files d'appuis de quatre poteaux chacune.

Les cinq files centrales sont parallèles et espacées de 16 m.

Sur chacune de ces files, les axes des poteaux sont espacés de 10 m.

Le nivellement retenu pour le béton brut de la dalle est assujéti au projet d'aménagement général des espaces publics de TGT.

Tous les détails du nivellement définitif de la surface de l'ouvrage se trouvent dans l'Avant Projet spécifique réalisé par TGT/Igrec Ingénierie.

La dalle de l'ouvrage des Provinces Françaises a été calée afin de respecter les conditions de charges en surface suivantes :

→ Avoir au minimum 0,60 m de recharge d'aménagement à 2 t/m<sup>3</sup> au-dessus de la surface brute de la dalle, afin de respecter les exigences de la RATP concernant la mise en place des équipements du tramway.

→ Avoir au maximum 1 m de charge d'aménagement à 2 t/m<sup>3</sup> au-dessus de la surface brute de la dalle, pour rester dans les limites des hypothèses de dimensionnement. ▷



© CHARLOTTE REMERY  
18



19a

© HERVÉ PIRAUD

Le tablier de l'ouvrage se compose d'une dalle en béton armé de 0,50 m d'épaisseur, reposant sur un réseau de 6 poutres longitudinales et 7 poutres transversales de longueurs variables. La section des poutres est de 0,80 m de largeur par 1,40 m de hauteur. Une structure de bac est intégrée à la dalle. Elle est constituée par trois poutres longitudinales et un fond de bac de 0,40 m d'épaisseur.

La structure des poteaux est liée à la phase d'utilisation de l'ouvrage :

- Une première phase provisoire pour laquelle le niveau du terrain naturel actuel est conservé à 34,80 NGF ;
- Une seconde phase définitive issue de l'excavation du parking projeté au niveau 26,00 NGF.

Pour la première phase, les poteaux de hauteur variable ont une section 1 x 1 m<sup>2</sup>. Chaque poteau est fondé sur une barrette de section 1,80 x 1,02 m<sup>2</sup> ou 2,80 x 1,02 m<sup>2</sup>, de 27 m de longueur.

Les 18 barrettes de type 1,80 x 1,02 m<sup>2</sup> sont situées sur toute la périphérie de l'ouvrage.

Les 10 barrettes de type 2,80 x 1,02 m<sup>2</sup> sont situées en partie centrale de l'ouvrage.

Pour la seconde phase, le terrain est excavé sur 8,70 m environ, laissant apparaître les barrettes de fondation dans le parking. Afin de réduire au maximum les emprises dans le futur parking, le choix est de supprimer une partie de béton non participant

et non ferrillé des barrettes, afin de se ramener la section des poteaux à 1,80 x 0,50 m<sup>2</sup> et 2,80 x 0,5 m<sup>2</sup> sur la hauteur d'excavation du parking lors de la phase définitive.

Afin de rendre possible l'excavation du parking à terme, des parois moulées d'extrémité sont prévues dans le même axe que la file d'appui en place.

Afin d'éviter de rigidifier la structure de l'ouvrage, ces parois sont maintenues indépendantes des appuis de l'ouvrage par un système de joint sur toute la hauteur de la paroi.

Côté boulevard, la paroi moulée est prolongée sur la hauteur du poteau jusqu'en sous-face d'ouvrage de manière à pouvoir remblayer l'espace entre le mur de soutènement du

**19a & 19b-  
Aménagement  
du système de  
ripage (Radier  
de guidage à  
gauche - Vérins  
de poussage  
à droite).**

**19a & 19b-  
Arrangement  
of the skidding  
system (guide  
deck on the left -  
pushing jacks  
on the right).**

boulevard et l'ouvrage. Cela permet :

- D'assurer la transition de la dalle des Provinces Françaises au boulevard via une dalle de transition classique ;
- De prévenir une éventuelle défaillance du muret existant pendant la phase d'excavation.

La surface de l'ouvrage est destinée à recevoir plusieurs types d'équipements projetés par l'aménageur de la zone (circulation routière envisagée à ce jour d'une largeur de 7 m, zone de circulation tramway envisagée à ce jour d'une largeur de 7 m, trottoirs, plateforme d'arrêt de bus, jardinières, candélabres, etc.).

### PAROI CLOUÉE (figures 14 et 15)

L'implantation de l'ouvrage de modification du perré de la culée C6-C6' a été contrainte par l'existant ainsi que par les emprises nécessaires à l'ouvrage de prolongation de la rue Blaise Pascal. De fait, cet ouvrage est envisagé selon un axe parallèle à celui du bas de la culée. La tête d'ouvrage est calée au plus près de la structure de la culée afin d'optimiser l'espace dégagé pour la suite des travaux. Le niveau de terrassement après travaux est fixé par le niveau existant de la plateforme ferroviaire adjacente soit la cote 33,50 NGF. L'ouvrage est classique et consiste en une paroi clouée avec un fruit de 1/5. L'épaisseur de la paroi est fixée de 0,30 m.



19b

© CHARLOTTE REMERY

La paroi est clouée par 4 lits de tirants espacés de 1,50 m.

La paroi clouée constitue le liaisonnement physique avec les fondations du cadre de couverture. Néanmoins cette paroi reste provisoire, sachant qu'un ouvrage de soutènement définitif sera réalisé dans le cadre de la construction de l'ouvrage de prolongement de la rue Blaise Pascal.

### LES ÉTUDES D'EXÉCUTION

Le projet représente au global 40 % de sujets fondations. L'efficacité des études passe par une collaboration étroite entre les bureaux d'études fondations et génie civil.

Cela s'avère essentiel dès le dimensionnement des premiers ouvrages provisoires sur l'emprise du talus ferroviaire, placés immédiatement sur le chemin critique menant au ripage du cadre souterrain.

Les structures de protection caténaire verticale sont classiques, mais l'exiguïté des emprises, la proximité des voies et les méthodes de réalisation imposées génèrent des hypothèses de calcul contraignantes pour justifier la stabilité sous l'effet du vent. Les structures de



20a  
© HERVÉ PIRAUD

**20a & 20b- Ripage du cadre en cours en haut - terminé en bas.**

**20a & 20b- Skidding frame in progress above, completed below.**

la couverture et du passage souterrain restent communes, mais s'imbriquent dans un phasage complexe porteur de risque pour l'ensemble de l'opération puisqu'il doit garantir le succès du ripage du cadre.

Les études sont donc principalement axées sur les méthodes, afin d'optimiser les délais.

Pour l'ouvrage de la place des Provinces Françaises, des problématiques

purement structurelles sont à gérer. La première phase de mise en service en surface laisse les fondations enterrées sur 80 % de leur hauteur créant ainsi un ouvrage rigide. Inversement, la seconde phase opérationnelle dans le cadre des projets immobiliers correspond à un abaissement du niveau du TN autour des fondations sur une hauteur de 15 m afin de réaliser les niveaux de parking. La structure devient alors beaucoup plus souple. Le premier mode de raideur est critique pour la reprise des efforts horizontaux liés aux dilatations de la dalle, en particulier dans les articulations d'appuis (rotules), et le second pour la gestion des efforts et des effets de flambement des poteaux amincis.

La justification de la structure se montre donc très sensible aux hypothèses prise en compte pour la modélisation retenue par les bureaux d'études.

### RÉALISATION

Le chantier des 5 premiers ouvrages est en cours depuis l'été 2012 et doit s'achever courant 2015. La réalisation du sixième ouvrage fera l'objet d'un marché distinct. ▷

© CHARLOTTE REMERY

20b





21



22

© CHARLOTTE REMERY

## L'OBJECTIF ESSENTIEL DU RIPAGE

À l'initiative de l'ÉPADESA, sous maîtrise d'œuvre Ingerop, le groupement Demathieu & Bard - NGE GC - Guintoli - Soletanche Bachy, accompagné par leur sous-traitant Freyssinet, a procédé au ripage par autofonçage® de l'ouvrage du passage inférieur de la future rue des Terrasses.

La RATP et la SNCF en partenaires ferroviaires ont également participé aux travaux pour tout ce qui concerne la voie et les caténaires du RER.

Le phasage des cinq opérations s'articule autour de ce jalon clé. Toutes les tâches réalisées en amont sont placées sur le chemin critique.

## PRÉ-REQUIS : FONDATIONS DE LA COUVERTURE RER

Ce sont tout d'abord 29 000 m<sup>3</sup> de remblais destinés à servir de plateforme de travail pour la réalisation des parois moulées qui sont mis en œuvre de part et d'autre du plateau ferroviaire.

Pour pouvoir réaliser les parois moulées en bordure du plateau ferroviaire, 300 m d'écrans de protection de 7 m de hauteur sont installés pour isoler des caténaires sous tension (figure 16). En revanche, ces écrans sont intégralement réalisés de nuit sous consignation caténaire.

Les fondations peuvent alors démarquer à l'hydrofraise sur des passes de 2,80 m côté gare et de 3,60 m côté A14 (figure 17).

L'enjeu est de réaliser, impérativement avant le ripage, le linéaire de parois correspondant à l'emplacement du cadre, et ce de chaque côté des voies, soit sur environ 60 m.

Cet objectif sera tenu. Pour pallier une perméabilité importante des calcaires,

des moyens de confortements complémentaires ont été mis en œuvre avant de réaliser les parois.

## RÉALISATION DU CADRE

Le cadre du passage souterrain et le système de ripage sont montés en parallèle sur une plateforme de départ en amont du positionnement définitif (figure 18).

Le but est de réaliser le cadre au plus près de la paroi moulée de couverture, afin de réduire la longueur de la course, soit 26 m, pour atteindre l'aplomb des voies. Il faut donc terrasser ponctuellement la plateforme de travail de la couverture au droit du passage souterrain.

## SYSTÈME DE RIPAGE

Le cadre est réalisé sur un radier béton et équipé d'une queue de poussage de longueur égale à la course à effectuer. À l'avant, le cadre est muni d'avant-becs métalliques ou trusses coupantes sur chaque piédroit, permettant d'assurer le maintien de la paroi terrassée. Le cadre de 2 000 t est translaté sur le radier lubrifié par microbilles de bentonite à l'avancement, poussé par des vérins placés à l'arrière de l'ouvrage (figure 19).

## CONTRÔLES

Un poste de commande centralisé permet à l'opérateur de visualiser sur un écran :

→ Les pressions aux vérins via des capteurs de pression (données enregistrées en cours de ripage).

→ L'avancement de chaque cadre sur les 2 piédroits latéraux (données mesurées et enregistrées en cours de ripage à l'aide de 2 télémètres laser). Ils permettent de mesurer une éventuelle déviation latérale de

**21- Phase de pose des poutres de la couverture RER.**

**22- Couverture RER au stade de la fin de pose des poutres.**

**21- Phase of beam laying for the RER roof covering.**

**22- Roof covering of the RER at the stage of completion of beam laying.**

la structure ainsi que la distance parcourue. La longueur totale de ripage est déterminée en début de ripage, et contrôlée 50 cm avant la fin du ripage par le géomètre de l'entreprise générale.

→ La position dans le plan vertical (Y et Z) de l'avant de chaque cadre à partir d'un équipement laser : 1 laser d'alignement est fourni, installé et réglé rigoureusement suivant l'axe de ripage par l'entreprise générale. Il pointe sur une cible à l'avant du cadre. Le mouvement de la trace du laser permet à l'opérateur d'identifier la position du cadre.

## ORGANISATION COORDONNÉE

Au cours d'un week-end complet (jour et nuit), on réalise l'ensemble des opérations de mise en place du cadre en coordination avec la RATP.

La circulation est coupée, les rails levés et on met en place un étaielement pour les caniveaux latéraux de réseaux. Le cadre est finalement poussé au rythme de 6 m par heure.

Le terrassement des remblais et la démolition partielle des parois ont lieu à l'avancement (figure 20).

La planification du ripage a conduit à bâtir avec tous les intervenants un planning heure par heure, avec un processus décisionnel par jalon, visant à maintenir ou non l'exécution de chaque phase en fonction du risque sur la remise des voies en exploitation. Cette étape constitue un enjeu majeur pour le projet Cœur de Quartier de l'ÉPADESA car il concrétise l'ambition de l'aménageur d'aller de l'avant et fiabilise son projet dans le site étant donné que ce rendez-vous immuable a été fixé 3 ans auparavant, et qu'il en faudrait attendre autant si le rendez-vous était manqué !

Le planning horaire du week-end s'est décomposé comme suit :

→ **22h30** le vendredi, passage du dernier train et début des travaux de neutralisation (consignation) des voies et caténaires.

→ **02h00** le samedi matin, fin des travaux RATP de dépose des voies et démarrage des travaux de terrassement,

→ **15h30** le samedi, fin des travaux de terrassement et début du ripage du cadre,

→ **21h30** le samedi, fin des travaux de ripage du cadre,

→ **13h00** le dimanche, fin de travaux de terrassement, couche de forme sur ouvrage, pose des caniveaux ferroviaires etc., pour permettre les travaux de repose de la voie,

→ **22h00** le dimanche, fin des travaux de repose de la voie,

→ **03h30** le lundi, fin de la neutralisation des voies et caténaires, le trafic a repris normalement avec passage du premier train vers 5h30.





Cette belle réussite marque une étape charnière, avant de suivre la réalisation du cadre d'encoffrement du RER et des autres ouvrages !

### LA POURSUITE DES OPÉRATIONS

La construction de la couverture se poursuit avec la réalisation des piédroits par coffrage traditionnel, puis la pose des poutres de couverture préfabriquées de nuit, au rythme de quatre poutres par nuit puis bétonnage de la dalle (figure 21).

Cette étape s'est achevée à l'été 2014, mais l'étape des tirants et des équipements (issues de secours et signalétique tunnel) est en cours au moins jusqu'à la fin de l'année (figure 22).

La technologie de forage dirigé mise en œuvre par Soletanche Bachy s'avère être une réussite, avec une cadence moyenne de 3 à 4 tirants/jour.

Le principe général du mode opératoire consiste à forer avec un tubage "Hi Drill" qui est renforcé afin de pouvoir traverser le remblai et le béton armé de la paroi moulée au niveau du

**23- Réalisation de la paroi clouée en cours.**  
**24- Ouvrages de protection phonique réalisés.**

**23- Execution of soil-nailed wall in progress.**

**24- Completed noise protection structures.**

point de sortie. L'horizontalité du tirant est calée par visée laser de l'axe théorique déporté.

Auparavant, la paroi moulée a été carotée en diamètre 245 mm à 260 mm au niveau du point de départ coté gare.

La fin de la réalisation des tirants sur l'extrémité biaise de la couverture permet d'envisager dans la foulée la réalisation de la paroi clouée actuellement en cours de démarrage suivant la méthode classique (figure 23).

L'opération de pose des écrans de protections s'est déroulée entre novembre 2013 et février 2014.

Les interventions de dépose des corniches et pose des écrans sont réalisées de nuit sous consignation des caténaires et fermeture partielle des voies du boulevard des Provinces Françaises.

L'opération est en interface permanente avec le pont existant et commence par la mise en œuvre de part et d'autre du pont d'une passerelle de travail.

Suivent la dépose des éléments de corniche sur l'ensemble du linéaire puis la réalisation des longrines supports et

la mise en place des poteaux. On installe enfin les panneaux acoustiques, de nuit, sous consignation des caténaires et fermeture partielle des voies du boulevard des Provinces Françaises (figure 24).

La réalisation de l'ouvrage de la place des Provinces Françaises est l'opération qui clôture le planning global d'exécution, avec un enjeu de libération pour la réalisation de l'aménagement de surface des espaces publics et la mise en service de la nouvelle gare du pôle multimodal. Les fondations ont été terminées. La réalisation des élévations est en cours (figure 1). □

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** EPADESA

**MAÎTRE D'ŒUVRE :** Ingerop Conseil & Ingénierie

**ARCHITECTE CŒUR DE QUARTIER :** TGT

**ENTREPRISES :** Groupement Demathieu & Bard - NGE - Guintoli, Soletanche Bachy

### ABSTRACT

#### ROOF COVERING OF THE "RER" RAPID TRANSIT SYSTEM IN NANTERRE AND CŒUR DE QUARTIER PROJECT

CHARLOTTE REMERY, INGEROP

The Cœur de Quartier sector of the Seine-Arche "ZAC" (mixed development zone) in Nanterre is designed to create a new central district and improve links between the existing districts by eliminating the traffic breaks caused by railway lines. This development project carried out by the EPADESA also includes the construction of a new Nanterre University train station (multimodal hub, on the Saint-Germain branch of "RER" rapid transit line A and line L of the "Transilien" system), and restructuring of the Provinces Françaises district carried out by the SEMNA and the City of Nanterre. From covering of the RER to road reconnection, the development operations follow one another, changing the traffic flows. The pedestrian paths are restored and local life returns to normal. □

#### COBERTURA DE LA RER (RED EXPRES REGIONAL) EN NANTERRE Y OPERACIÓN CENTRO DE BARRIO

CHARLOTTE REMERY, INGEROP

El objetivo del sector Centro de Barrio de la ZAC (Zona de Actuación Concertada) Seine Arche en el territorio de Nanterre es crear una nueva centralidad y mejorar los enlaces existentes entre barrios eliminando los cortes provocados por las vías férreas. Esta operación de ordenación del territorio llevada a cabo por EPADESA va acompañada de la construcción de una nueva estación Nanterre Université (polo multimodal, en la rama Saint-Germain de la RER A y la línea L del Transilien) y la reestructuración del barrio de las Provinces Françaises realizado por la SEMNA y la Ciudad de Nanterre. Desde la cobertura de la RER hasta los restablecimientos de las vías, se suceden las operaciones de ordenación, modificando las circulaciones. Se han restablecido las vías peatonales y la vida local ha recuperado sus derechos. □



1  
© MONTMASSON

# CONSTRUCTION DE LA DALLE NORD ZAC CLICHY BATIGNOLLES SECTEUR NORD

AUTEURS : JULIEN BOZZOLO, RESPONSABLE DE PÔLE, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - RIYADH 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<sup>e</sup> 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 M<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> de bureaux, 31 000 m<sup>2</sup> de commerces, 38 000 m<sup>2</sup> 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.**

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 m<sup>2</sup> 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,

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



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.

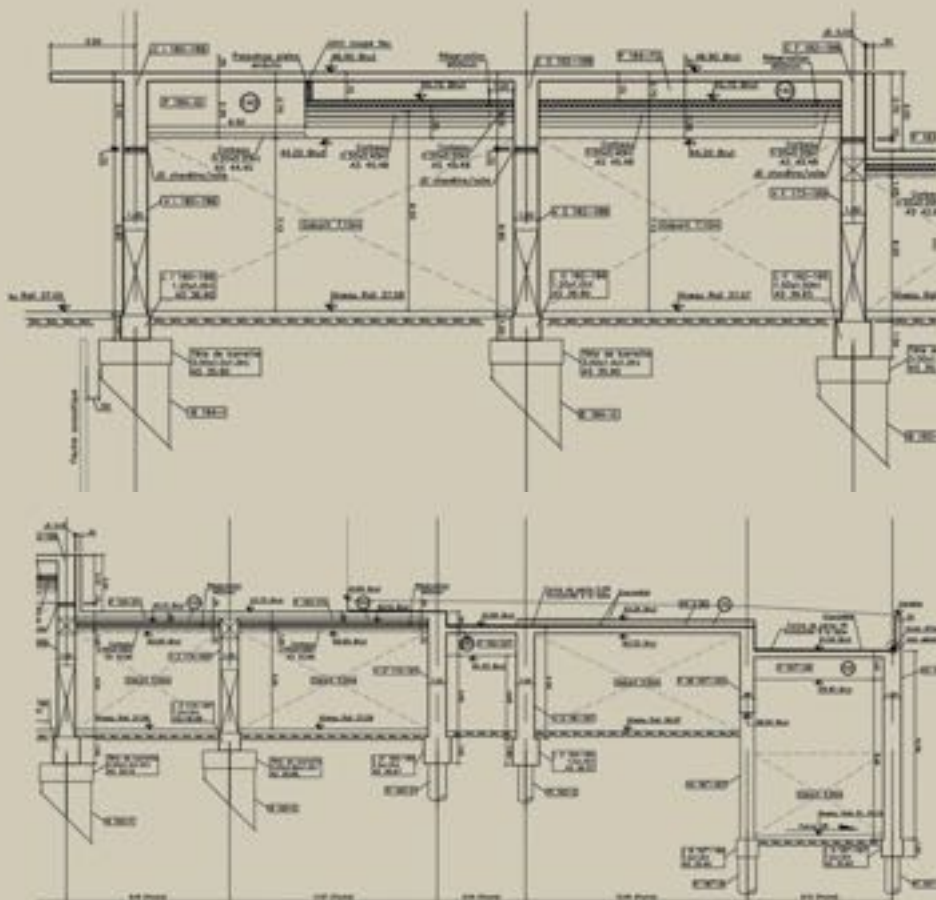
Elles sont espacées tous les 5,40 m environ. Les barrettes les moins chargées font 2,80 m par 0,8 m.

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.

## COUPES TRANSVERSALES





© 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.**

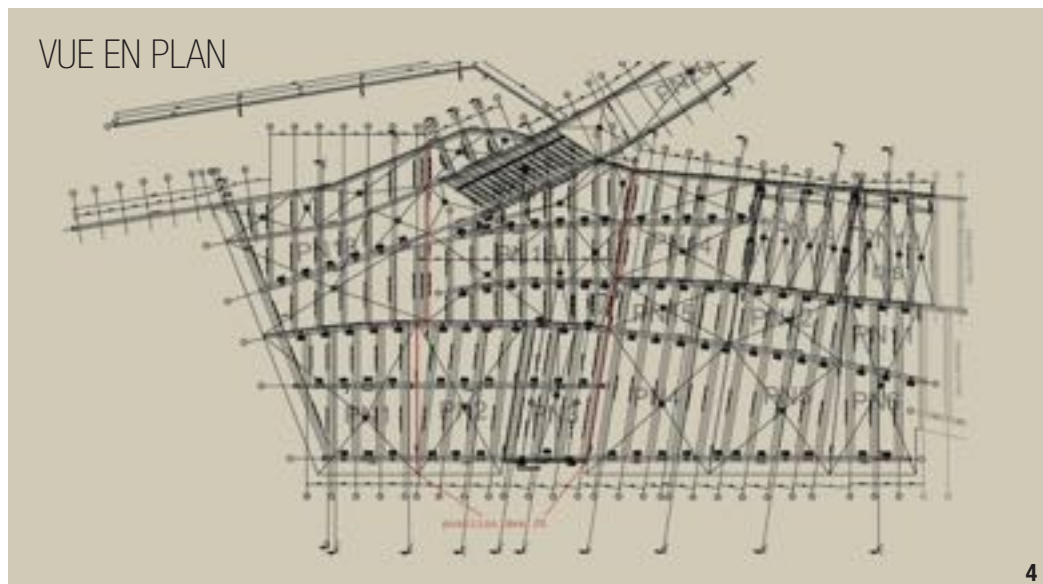
**3- Execution of barrettes.**

**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 pas encore définis, ceux-ci auront l'obligation de descendre leurs charges

#### VUE EN PLAN



4

© CGI/CITE FRANCE



5



6



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.**

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).

## 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).

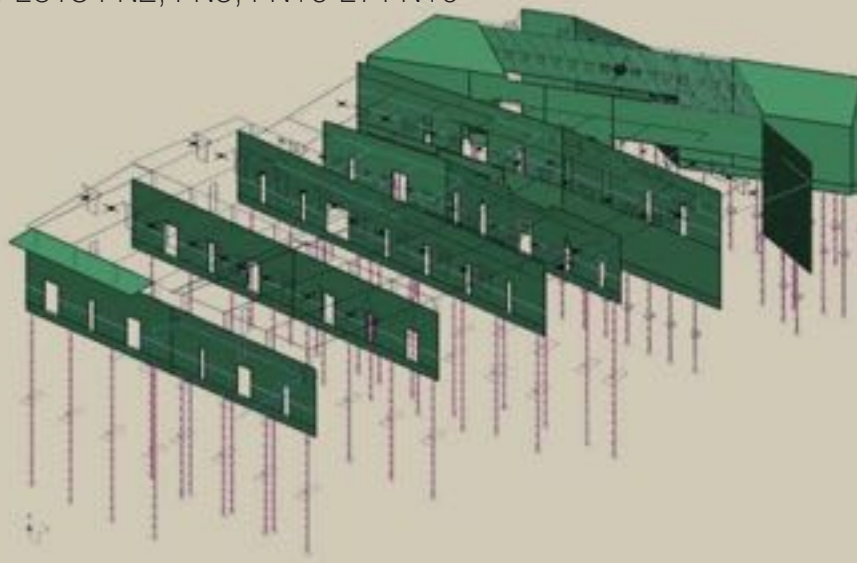
## ORGANISATION DES ÉTUDES

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.

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



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

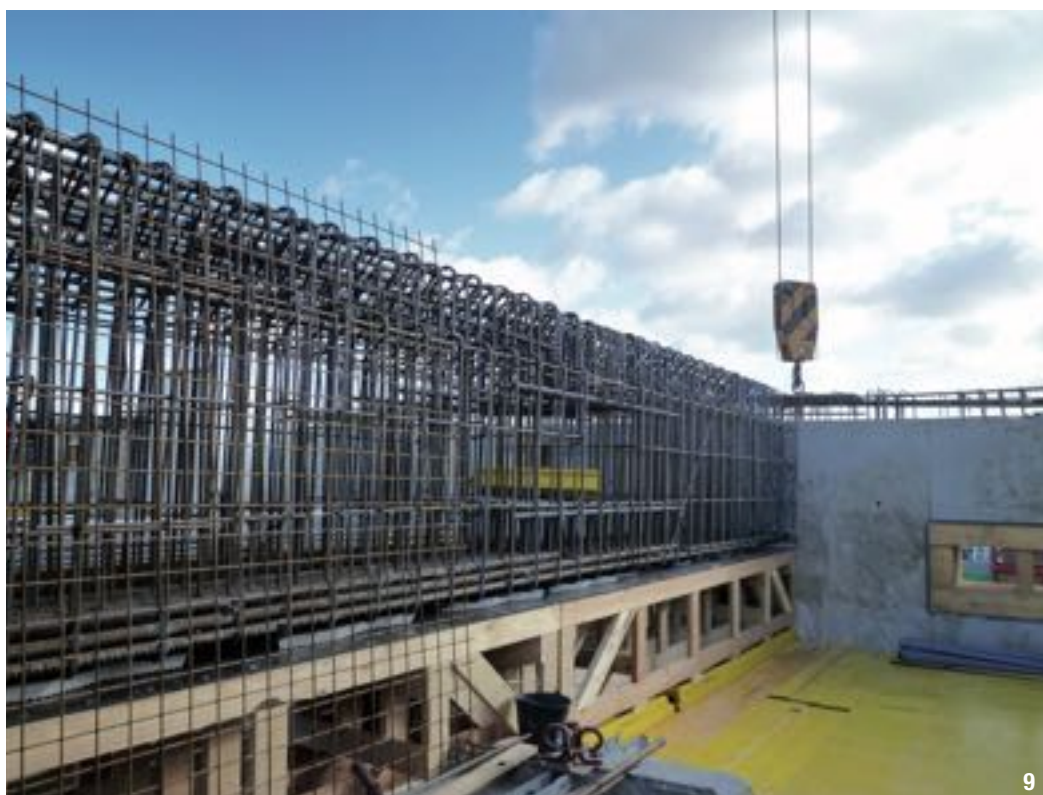
Compte tenu des portées et des charges, les poutres étaient particulièrement sollicitées et présentaient donc un ferrailage très conséquent, certaines poutres pouvant présenter jusqu'à un ratio de 340 kg/m<sup>3</sup>. Ce ferrailage nécessitait la mise en œuvre de plusieurs lits d'armatures HA 40 (figure 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.

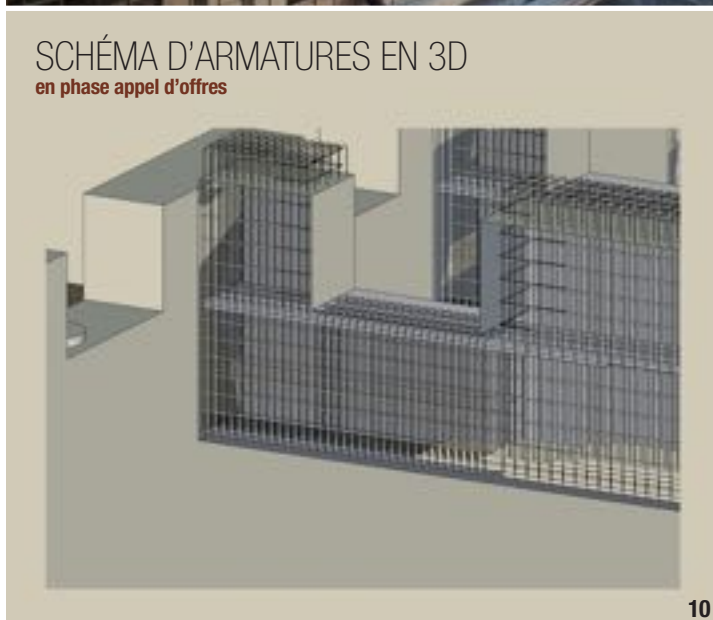


SCHÉMA D'ARMATURES EN 3D  
en phase appel d'offres

10 © ISC



11

© MONTMASSON



12



13



14

**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 dallettes 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 travée 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 m<sup>3</sup> + 3 500 m<sup>3</sup>
- C40/50 : 12 000 m<sup>3</sup>
- C60/75 : 5 000 m<sup>3</sup>

**TONNAGE D'ACIER TOTAL :**

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

**VOILES : 1 km linéaire**

**POUTRES : 250 unités**

**TERRASSEMENT : 18 000 m<sup>3</sup>**

## 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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. □**



1  
© TPI

# CONSTRUCTION DU CENTRE DE DISTRIBUTION CIMENTS CALCIA

AUTEURS : NICOLAS METGE, RESPONSABLE DU PÔLE CONCEPTION ET MAÎTRISE D'ŒUVRE, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - FRÉDÉRIC CHRUN, CHEF DE PROJETS ADJOINT STRUCTURES, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - PAUL ONFROY, CHEF DE PROJETS ADJOINT MÉTHODES, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - ALEXIS DURIEZ, DIRECTEUR DE TRAVAUX, SOGEA TPI (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - GUILLAUME HESLOUIN, INGÉNIEUR TRAVAUX, SOGEA TPI (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - MOHAMED LAHRICHI, INGÉNIEUR TRAVAUX, CMC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE)

**LE CENTRE DE DISTRIBUTION CIMENTS CALCIA RUE BRUNESAU DANS LE XIII<sup>E</sup> ARRONDISSEMENT DE PARIS A ÉTÉ INAUGURÉ LE 4 JUILLET 2014. CELA MET FIN À UN CHANTIER DÉMARRÉ EN SEPTEMBRE 2012 QUI AURA VU ÉCLORE AU BORD DU PÉRIPHÉRIQUE PLUSIEURS OUVRAGES DE BÉTON BRUT DONT LES PLUS HAUTS CULMINENT À 37 M DE HAUTEUR.**

## CONTEXTE DU PROJET

Afin d'aménager les terrains situés dans le prolongement de la ZAC Paris Rive Gauche entre le boulevard du général Jean Simon et le boulevard périphérique et de démolir les silos de stockage de ciment qu'y exploite la société Calcia, la Semapa a lancé en avril 2012 un appel d'offres pour la construction de deux nouveaux silos et de bâtiments annexes (laboratoire, bureaux, local technique) rue Brunesau,

en bordure immédiate du Périphérique (figures 1 et 2).

La réalisation de ces ouvrages conçus par le cabinet Vialet Architecture a été confiée en juillet 2012 à un groupeement Vinci Construction France associant Sogea TPI (mandataire), Chantiers Modernes Construction et SDEL.

Un deuxième lot a été confié à Ibaou et concernait les équipements nécessaires au fonctionnement du centre de distribution.

**1 - Vue d'ensemble du centre de distribution.**

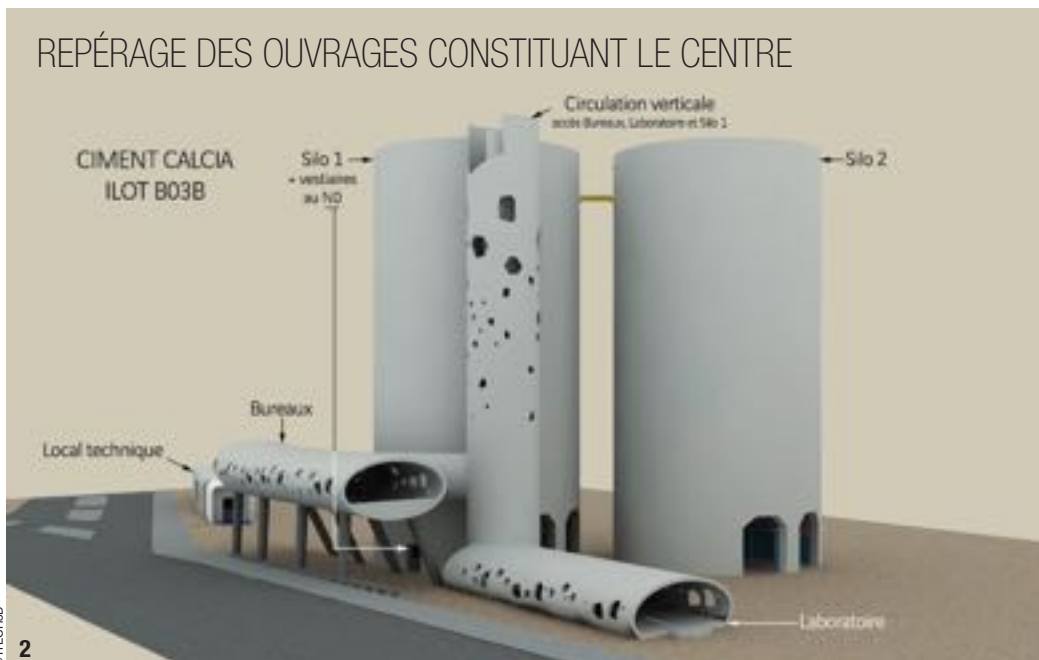
**1 - General view of the distribution centre.**

## UN CHANTIER TRÈS CONTRAINT ET DES ATTENTES FORTES

Chaque chantier a ses contraintes, mais celui-ci en cumulait de nombreuses. Commençons par l'emprise de chantier, coincée entre les voies SNCF, le centre de tri du Syctom et son ballet de camions et le périphérique parisien. Il s'agissait donc de s'accommoder d'une emprise très réduite impliquant très peu de zone de stockage ou de



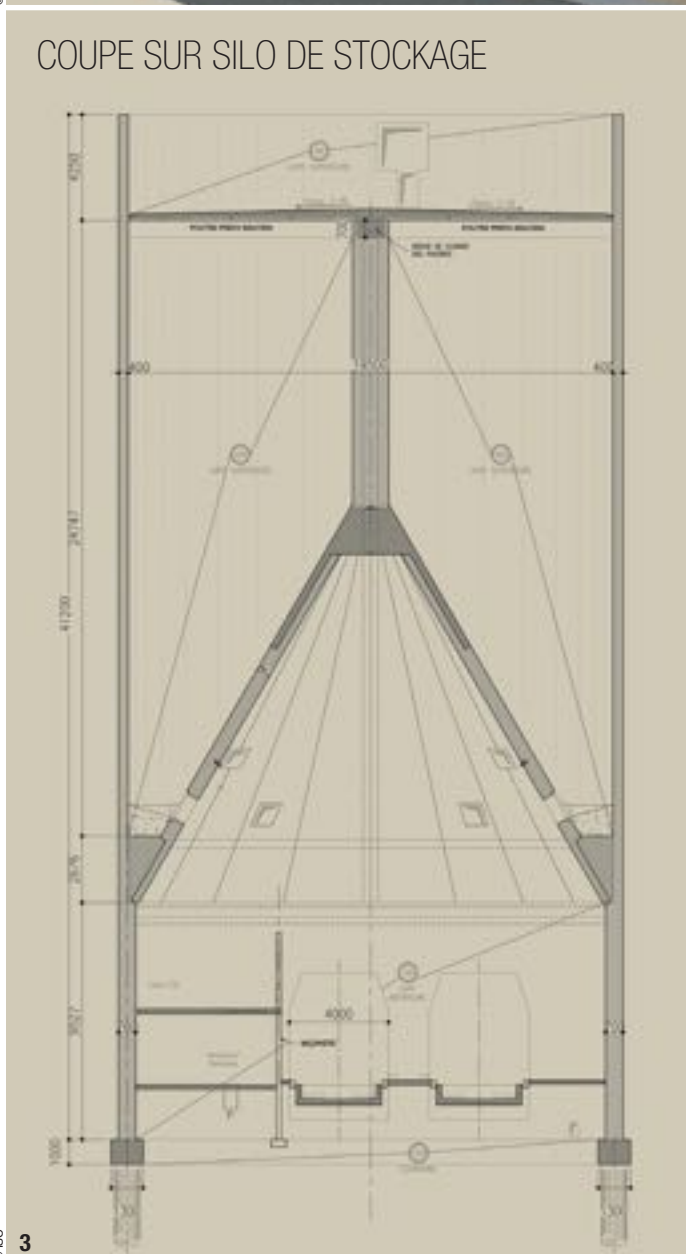
## REPÉRAGE DES OUVRAGES CONSTITUANT LE CENTRE



## LES SILOS DE STOCKAGE LES FONDATIONS

Le sol du site présentait une couche assez épaisse de remblai non compacté (le site ayant servi de décharge pendant de nombreuses années) et des travaux d'inclusions rigides avaient été effectués au préalable dans les zones de circulation des camions et au niveau du laboratoire et du local technique fondés sur radier. Les silos ont alors été fondés sur une couronne de 20 pieux de diamètre 1 020 mm atteignant une profondeur de 30 m et disposés uniquement sous la jupe extérieure où se concentrent toutes les descentes de charges du silo. Les pieux ont été réalisés par forage à la tarière creuse continue et viennent s'ancrer dans la craie du Campanien. La foreuse Fundex F16 associée à une pelle mécanique de 24 t pour la mise en place des cages d'armatures permettait la réalisation de trois pieux par jour.

## COUPE SUR SILO DE STOCKAGE



**2- Repérage des ouvrages constituant le centre.**  
**3- Coupe sur silo de stockage.**

**2- Identification of structures forming the centre.**  
**3- Cross section on storage silo.**

## LA JUPE EXTÉRIEURE

La jupe extérieure est un cylindre de 20,30 m de diamètre qui culmine à 41,20 m au-dessus de ses fondations. Sur le premier tiers de sa hauteur, la jupe a une épaisseur de 70 cm. À la jonction avec le cône intérieur, la jupe intègre un anneau de traction et se prolonge ensuite sur les deux tiers restants avec une épaisseur de 40 cm (figure 3).

## LE CÔNE ET LES VOILES DE COMPARTIMENTAGE

À l'intérieur d'un silo, la capacité de stockage est de 5 500 m<sup>3</sup>. Trois types de ciment peuvent être stockés et on trouve trois compartiments de volume égal. Le compartimentage est réalisé par trois voiles verticales en étoile de 60 cm d'épaisseur s'appuyant à leur base sur un cône intérieur qui permet de diriger la matière ensilée vers les points d'extraction en partie basse. Le cône, d'une épaisseur de 60 cm, vient s'appuyer sur la jupe extérieure pour se lier monolithiquement par le biais d'un anneau de traction (figure 4).

## LA DALLE DE COUVERTURE

La dalle de couverture a pour but de refermer les compartiments et de fournir un plancher aux différents équipements qui serviront à l'exploitation du site. Cette dalle circulaire est portée par les trois voiles intérieurs de compartimentage et trois poutres qui permettent de couper la portée entre deux voiles. ▽

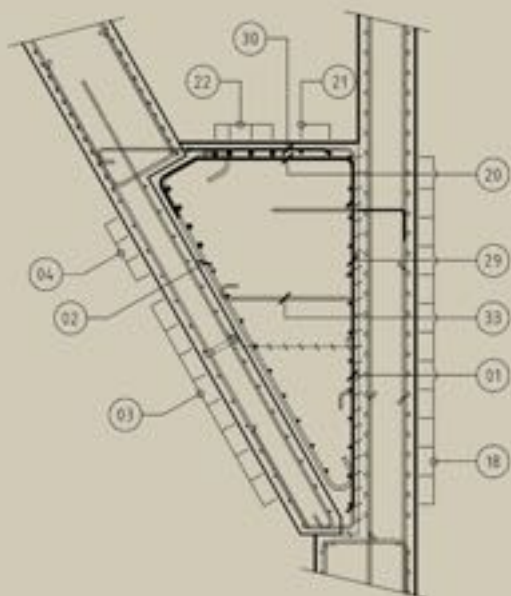
zone de circulation et qui a amené le chantier à modifier sans arrêt son plan d'installation au fur et à mesure de l'avancée des ouvrages.

La deuxième contrainte était la contrainte de délai. Il était nécessaire de tenir un planning de 18 mois pour réaliser l'ensemble du gros œuvre et des corps d'état secondaires et permettre ainsi au lot 2 d'installer les équipements en vue d'une livraison le 29 avril 2014.

Cette course contre la montre a obligé ISC (Ingénierie des structures et des chantiers) à imaginer des méthodes innovantes en collaboration avec le chantier et le sous-traitant en charge du coffrage glissant pour gagner un temps précieux.

Enfin, les attentes du maître d'œuvre en termes de rendu esthétique étaient très fortes. En effet, pour ce « temple » du béton, la qualité d'exécution était capitale pour obtenir un béton brut de teinte uniforme et sans joint.

## DÉTAIL DE FERRAILLAGE DE L'ANNEAU



4



5

Les poutres s'appuient au centre du silo sur la jonction des trois voiles, eux-mêmes soutenus par le cône. Le plancher, d'une épaisseur variable de 25 à 40 cm, a été réalisé avec des prédalles participantes de 14 cm d'épaisseur (figure 5).

### LES AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS (CHARPENTE)

Sous le cône, deux niveaux de planchers permettent l'exploitation. Ces planchers métalliques sont constitués de poutres principales en PRS galvanisés qui s'appuient sur la jupe extérieure par le biais de platines métalliques disposées préalablement dans le béton au moment du bétonnage. Les poutres secondaires sont des profilés standards et le plancher est constitué de tôle larmée.

### LA CIRCULATION VERTICALE

La circulation verticale permet d'accéder au bâtiment de bureau perché sur ses poteaux et permet également l'accès à la dalle de couverture des silos. Elle mesure donc 43,20 m de haut et elle est constituée de deux cylindres concentriques de 20 cm d'épaisseur chacun.

À l'intérieur du premier cylindre se trouve un ascenseur et l'espace entre les deux cylindres permet d'intégrer un escalier métallique. Le cylindre extérieur est percé d'ouvertures rappelant les granulats d'une carotte de béton. La circulation verticale est fondée sur 4 pieux de diamètre 720 mm et

4- Détail de ferrailage de l'anneau.

5- Phase de pose des prédalles en toiture.

6- La circulation verticale et ses ouvertures.

4- Detail of ring reinforcing bars.

5- Phase of placing precast formwork units on the roof.

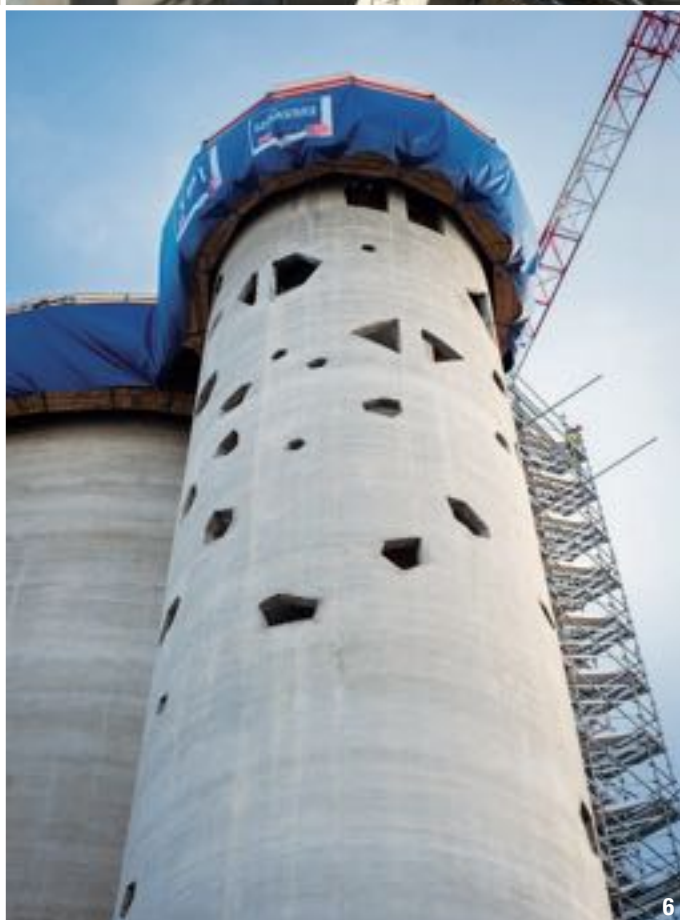
6- Vertical circulation and openings.

24,50 m de profondeur surmonté d'une semelle circulaire de 1 m d'épaisseur (figure 6).

### LE LABORATOIRE

Le laboratoire est un ovoïde de 3,86 m de hauteur, 9,60 m de largeur et 24,30 m de longueur. Fondé sur un radier général sur inclusions rigides, le laboratoire se glisse à moitié sous le pont du périphérique parisien à l'ouest et vient épouser la forme de la circulation verticale à l'ouest.

Les coques extérieures en béton de 30 cm d'épaisseur sont percées d'ouverture rappelant celle de la circulation verticale et permettant d'apporter la lumière aux occupants.



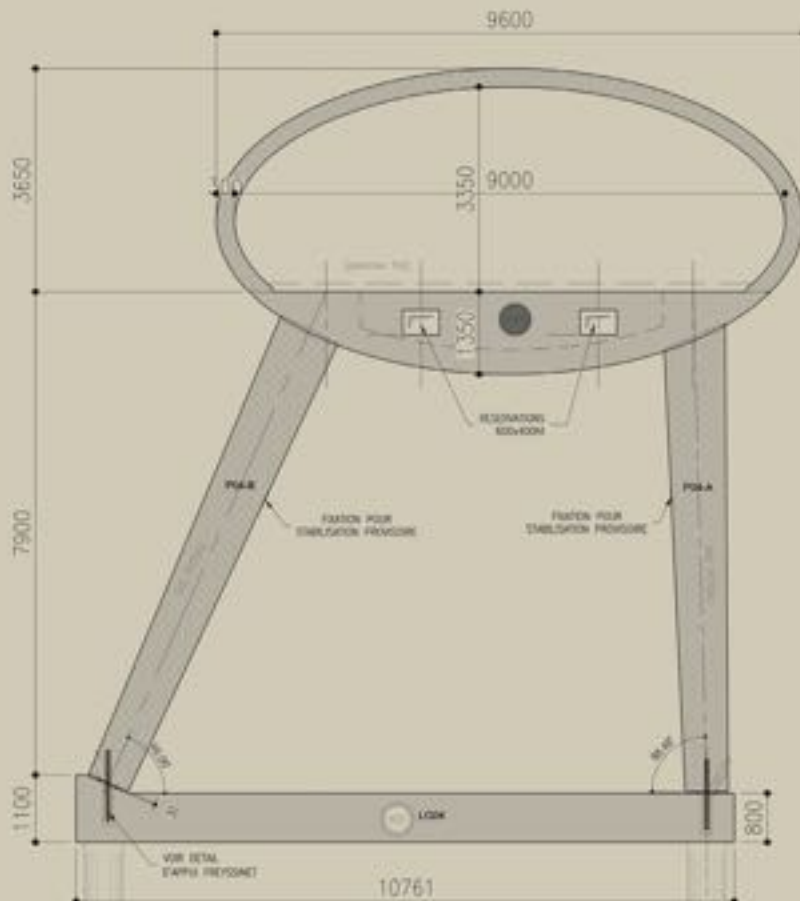
6

### LE BÂTIMENT DE BUREAUX

Le bâtiment de bureaux présente la même forme ovale que le laboratoire à la différence près que celui-ci est perché sur 8 poteaux de forme conique et inclinés. Les poteaux sont reliés en tête par un réseau de poutres cachées entre la coque inférieure de l'ovoïde

et le plancher intérieur des bureaux. En pied, les poteaux sont reliés deux à deux par une longrine-tirant qui permet la reprise des charges horizontales dues à l'inclinaison des poteaux. La descente de charge verticale est, quant à elle, reprise par des pieux de 620 mm de diamètre et 23,10 m de

## COUPE SUR BÂTIMENT DE BUREAU



© ISC 7

profondeur situés sous chaque poteau. On accède aux bureaux via une passerelle également de forme ovoïde qui vient relier la circulation verticale et le bâtiment de bureaux. Les pignons sont ouverts et vitrés et les coques percées d'ouvertures permettant l'apport de lumière naturelle dans les espaces de travail (figure 7).

### LE LOCAL TECHNIQUE

Bien que moins spectaculaire, le local technique n'en demeure pas moins un bel objet en béton brut. Bâtiment rectangulaire de 35,10 m de longueur et 5,40 m de largeur, il est constitué de voiles entièrement réalisés en pré-murs et surmontés de coques arrondies. Un gros travail a été fait sur le calepi-

nage afin que les joints des pré-murs correspondent parfaitement avec les joints des coques de toiture. L'étanchéité est assurée par un joint hydrogonflant coincé entre deux joints en mastic. Un joint néoprène cuvelé mis en place dans l'espace laissé par le chanfrein permet l'application d'une couche de résine couleur béton.

## UNE GRANDE DIVERSITÉ DES MÉTHODES DE CONSTRUCTION

### UNE MÉTHODE INNOVANTE POUR LA RÉALISATION DES SILOS

Les silos et la tour d'escaliers ont été réalisés en deux opérations de coffrage glissant. La première opération, lancée au mois de janvier entre deux épisodes neigeux, a duré 18 jours et a permis d'ériger simultanément un silo et la tour escalier (figure 8). La seconde opération a donné naissance aux 41 mètres du deuxième silo en 13 jours, au cours de l'été 2013. S'il est usuel de réaliser ce genre d'ouvrage en coffrage glissant, c'est la première fois que les voiles de compartimentage des silos sont coulés en même temps que la jupe, avant la réalisation du cône intérieur. En effet, ces voiles sont habituellement banchés depuis le dessus du cône, nécessitant un arrêt du coffrage glissant de la jupe pendant la réalisation du cône.

Les contraintes de délai et d'esthétique de ce projet ont obligé les ingénieurs à trouver une solution pour étayer les voiles de compartimentage au fur et à mesure de la montée du coffrage glissant et ainsi se passer de la présence du cône en phase provisoire. Le coffrage glissant a été fabriqué en forme d'étoile dès la base du silo (figure 8). Des mannequins en bois, solidaires du coffrage dans un premier temps, ont été mis en place dans les branches de l'étoile pour permettre de coffrer des poteaux BA de section 40 cm par 60 cm. Ces poteaux, contreventés par des étais à l'avancement depuis la plateforme inférieure du coffrage glissant, permettent de maintenir les 3 voiles de compartimentage avant que ces derniers ne se réunissent en clé de voûte. La sous-face des voiles est coffrée à l'aide de mannequins trapézoïdaux posés au-dessus des mannequins en bois qui ont été préalablement largués du coffrage glissant et fixés en tête des poteaux BA (figures 9 et 10).

La méthode des mannequins « largables » a été réemployée pour l'édification du deuxième silo et étendue pour la réalisation des 4 grandes ouvertures dans la jupe extérieure.

Les mannequins mobiles ont été renforcés et leur fruit accentué pour faciliter leur glisse en même temps que le coffrage. L'ergonomie du coffrage glissant a également été améliorée pour cette deuxième opération, avec une plateforme de circulation plus large et un poste de travail davantage à hauteur d'homme, facilitant l'enfilage des barres HA sous les chevalets.

7- Coupe sur bâtiment de bureau.

8- Coffrage glissant du silo 1 et de la circulation verticale.

7- Cross section of office building.  
8- Sliding formwork for silo 1 and vertical circulation.



© THI 8



9



11

Ces améliorations ont permis d'augmenter la cadence de bétonnage et de passer de 10 cm/h pour le premier silo à 14 cm/h pour le deuxième, soit la vidange d'une toupie par heure.

La formulation du béton a fait l'objet d'une étude particulière menée par François Cussigh, l'expert béton de Vinci construction France, en collaboration avec Unibéton qui a fourni le béton en continu.

En effet, le béton devait avoir une prise suffisamment lente dans les premières heures pour rester fluide et permettre à la peau de coffrage de glisser le long des parois. Une fois à l'air libre, le béton devait monter très rapidement en résistance pour soutenir le coffrage glissant dans son ascension.

La prise du béton est dépendante de l'atmosphère environnante et notamment de la température et de l'hygrométrie. Lors des opérations, des bâches ont été installées autour du coffrage avec des radiateurs et des brumiseurs pour garantir une atmosphère maîtrisée et homogène pendant la durée de l'ascension.

#### LES MANNEQUINS DE LA CIRCULATION VERTICALE

Les ouvertures polygonales sont calepinées pour laisser au maximum les barres d'appui du coffrage glissant dans le béton. En effet, la résistance au flambement de ces barres en acier de 25 mm de diamètre est faible, ce qui oblige de les maintenir dans un poteau

**9- Les poteaux provisoires nécessaires à la montée du coffrage glissant.**

**10- Le largage des mannequins et le coffrage des voiles séparateurs.**

**11- Pose des pétales préfabriqués constituant le cône.**

**12- Dessin des méthodes de réalisation du cône.**

**9- Temporary columns needed for raising the sliding formwork.**

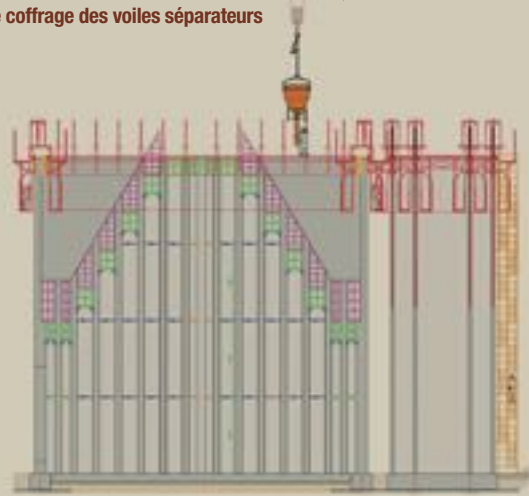
**10- Dropping jamb forms and formwork for separator walls.**

**11- Placing prefabricated petals forming the cone.**

**12- Drawing of cone execution methods.**

## LE LARGAGE DES MANNEQUINS

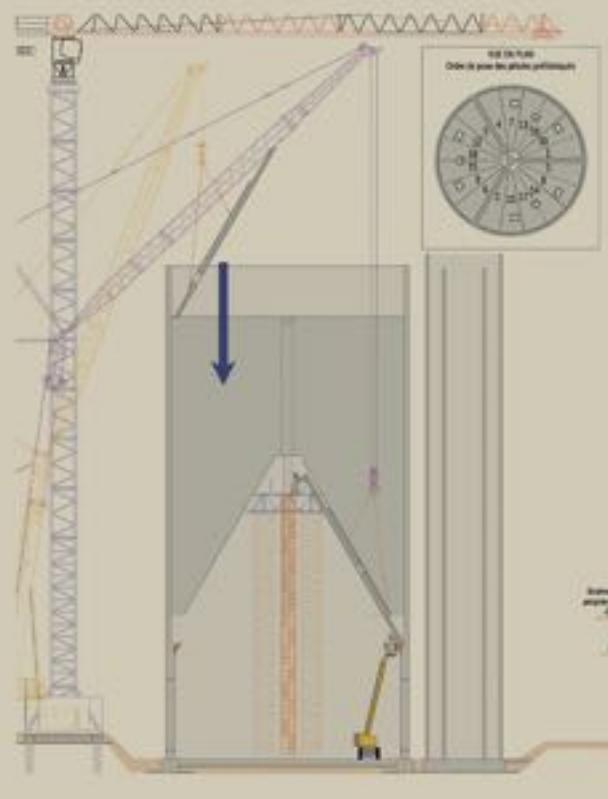
et le coffrage des voiles séparateurs



10

## DESSIN DES MÉTHODES

de réalisation du cône



12

provisoire en béton lorsqu'elles traversent une réservation de grande hauteur. Pour permettre de créer la géométrie complexe de ces formes, les mannequins ont été découpés au fil chaud dans des blocs en polystyrène pleine masse. Les faces en contact avec le béton ont été enduites de résine pour améliorer leur résistance de peau. Une numérotation rigoureuse de chaque mannequin dans l'ordre chronologique de pose a facilité leur mise en place.

#### LE RECOURS À LA PRÉFABRICATION POUR LE CÔNE ET LA COUVERTURE

Le cône est composé de 18 pétales préfabriqués en usine de 16,30 m de long par 3,20 m de large, pour un poids de 27 t. Ils ont été posés en une semaine à l'aide d'une grue mobile routière de 700 t déclassée en 400 t, munie d'une volée variable de 30 m.

Les pétales sont appuyés en pied sur le rebord de 30 cm créé par le passage de la jupe de 70 cm à 40 cm et en tête sur une couronne métallique à 18 facettes reposant sur un ensemble de tours d'étalement classiques (figures 11 et 12). L'effort horizontal sur la couronne dû à l'inclinaison des pétales est directement renvoyé dans les voiles de compartimentage à l'aide de bracons.

Les pétales ont ensuite été clavés à l'aide de béton projeté pour éviter d'avoir à coffrer et à travailler sur une surface inclinée à 60°.

La dalle de couverture devait nécessairement être préfabriquée pour s'affranchir de monter un étalement de 22 m depuis le fond du cône. Un échafaudage négatif suspendu en tête de la jupe a été conçu pour pouvoir accéder aux abouts en U des 3 poutres de couverture.



Il restait ensuite à poser les 6 x 4 pré-dalles, dont la plus grande, de 9,50 m de portée (pour seulement 14 cm d'épaisseur), nécessitait l'emploi d'un palonnier à poulies (figure 5). Les pré-dalles ont volontairement été dimensionnées les plus fines possible pour pouvoir être posées avec la grue à tour du chantier, une 245 EC-H 12 munie d'une flèche de 40 m. Des corbeaux métalliques soudés sur des platines laissées pendant la phase de coffrage glissant viennent casser la portée de 9,50 m des pré-dalles périphériques pour garantir une flèche acceptable lors du bétonnage du hourdis.

**13- Pose des coques du laboratoire.**  
**14- Vue générale des bureaux.**

**13- Placing laboratory shells.**  
**14- General view of the offices.**

### DES COQUES SUR MESURE POUR LE LABORATOIRE ET LES BUREAUX

Les ovoïdes du laboratoire et des bureaux sont composés d'un alignement de coques préfabriquées de 2,46 m en béton armé. Ces éléments de 33 t ont été coulés à chant en usine, tous dans le même moule en bois pour assurer une homogénéité du parement. Ils ont été mis en place sur chantier à l'aide d'une grue mobile routière de 250 t, directement à leur position définitive pour les coques du bureau et sur des longrines de ripage pour les coques du laboratoire (situé

sous le viaduc du boulevard périphérique). Des tirants assurent la stabilité de forme des coques pendant le transport et les phases de manutention. Les coques sont ensuite liaisonnées mécaniquement à l'aide de plats métalliques soudés sur des platines en attente du béton. Des réservations cylindriques en pied de coques permettent de les brûler à leur assise. Enfin, il faut noter que le calepinage des ouvertures a été rigoureusement étudié pour laisser dans chaque coque des bandes périphériques noyées renfermant la section d'armatures nécessaire à la résistance structurelle de la coque (figure 13). □

## DONNÉES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE

**DÉLAI DE RÉALISATION DES TRAVAUX LOT 1 : 18 mois**  
**VOLUME TOTAL DE BÉTON : 5 100 m<sup>3</sup>**  
**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LA JUPE BASSE ÉPAISSEUR 70 CM : 90 kg/m<sup>3</sup>**  
**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LA JUPE HAUTE ÉPAISSEUR 40 CM : 200 kg/m<sup>3</sup>**  
**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LE CÔNE : 200 kg/m<sup>3</sup>**  
**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LA CIRCULATION VERTICALE : 110 kg/m<sup>3</sup>**  
**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LES COQUES BÉTON : 140 kg/m<sup>3</sup>**  
**DÉLAI DES OPÉRATIONS DE COFFRAGE GLISSANT : 18 jours pour le silo 1 et 13 jours pour le silo 2**

## INTERVENANTS DU PROJET

**MAÎTRE D'OUVRAGE : Semapa**  
**EXPLOITANT : Calcia**  
**MAÎTRE D'ŒUVRE : Vialet Architecture, Jacobs, Peutz**  
**GROUPEMENT D'ENTREPRISE DU LOT 1 : Sogea TPI (Mandataire), Chantiers Modernes Construction, SDEL**  
**ENTREPRISE SOUS-TRAITANTE COFFRAGE GLISSANT : Zuccolo**  
**ENTREPRISE SOUS-TRAITANTE ÉTUDE D'EXÉCUTION STRUCTURES ET MÉTHODES GÉNIE CIVIL : ISC (Vinci Construction France)**  
**PRESTATAIRE SYNTHÈSE TCE ET ERGONOMIE : I-TECH 3D (Vinci Construction France)**  
**ENTREPRISE SOUS-TRAITANTE PIEUX : Spie Fondations**

## ABSTRACT

### CONSTRUCTION OF THE CIMENTS CALCIA DISTRIBUTION CENTRE

N. METGE, ISC (VINCI) - F. CHRUN, ISC (VINCI) - P. ONFROY, ISC (VINCI) - A. DURIEZ, SOGEA TPI (VINCI) - G. HESLOUIN, SOGEA TPI (VINCI) - M. LAHRICHI, CMC (VINCI)

The Ciments Calcia distribution centre, conceived by Vialet Architecture, was commissioned after 21 months of work carried out by a Vinci group consortium. This "concrete temple" of uncommon shape required diverse, complex and innovative methods for its creation. □

### CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE CEMENTOS CALCIA

N. METGE, ISC (VINCI) - F. CHRUN, ISC (VINCI) - P. ONFROY, ISC (VINCI) - A. DURIEZ, SOGEA TPI (VINCI) - G. HESLOUIN, SOGEA TPI (VINCI) - M. LAHRICHI, CMC (VINCI)

Diseñado por Vialet Architecture, el centro de distribución de cementos Calcia se ha puesto en servicio después de 21 meses de obras realizadas por una agrupación de empresas del grupo Vinci. Un "templo del hormigón" con formas atípicas que para salir a la luz ha necesitado métodos innovadores, diversos y complejos. □



1  
© GUILLAUME DAVEAU

# PÔLE MULTIMODAL DE CRÉTEIL-POMPADOUR

AUTEURS : MARINE LE TALLEC, CHEF DE PROJETS, PÔLE OUVRAGES D'INFRASTRUCTURE ET OUVRAGES SOUTERRAINS, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - MOHAMMED EL HAJJAMI, RESPONSABLE DU PÔLE OUVRAGES D'INFRASTRUCTURE ET OUVRAGES SOUTERRAINS, ISC (VINCI CONSTRUCTION FRANCE) - GREGORY SMITH, DIRECTEUR TRAVAUX, GTM TP IDF (VINCI CONSTRUCTION FRANCE)

**LE PÔLE MULTIMODAL DE CRÉTEIL POMPADOUR RÉPOND AUX ENJEUX D'UNE URBANISATION GRANDISSANTE DU VAL DE MARNE. APRÈS 20 MOIS DE TRAVAUX, LE PÔLE OFFRE UN POINT DE MAILLAGE ESSENTIEL ENTRE LES TRANSPORTS EN COMMUN ET PERMET AINSI DE FAVORISER LES DÉPLACEMENTS DE BANLIEUE À BANLIEUE DES USAGERS. MONTÉE SUR DES PILOTIS À 9 M DE HAUT, LA GARE DE CRÉTEIL-POMPADOUR EST L'ATOUT DE CE PÔLE DE TRANSPORT À HAUT NIVEAU DE SERVICE ET DE CONFORT.**

## CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre de la modernisation de la ligne D du RER, la gare de Créteil-Pompadour a remplacé la gare de Villeneuve-Prairie. Bâtiment central d'un nouveau pôle multimodal, la gare de Créteil-Pompadour se situe le long de la RD86 à Créteil dans le Val de Marne. Conçue pour favoriser l'interaction entre les transports en commun et pour encourager l'usage des mobilités

douces, le pôle multimodal s'intègre parfaitement dans son environnement (figure 1).

Le pôle multimodal permet d'améliorer l'accès des usagers au réseau de transport en démultipliant l'accessibilité du lieu, en facilitant les correspondances entre les divers modes de transport et en assurant un accès aux personnes à mobilité réduite. Les travaux de réalisation de cette nou-

**1- Vue de la gare depuis le quai central.**

**1- View of the train station from the central platform.**

velle gare ont été confiés au groupe mené par GTM TP Île-de-France, filiale du groupe Vinci Construction France. Les études de structures en béton armé, le pilotage et la coordination de l'ensemble des études d'exécution (charpente métallique, fondations, synthèse, etc...) ont été réalisés par le bureau d'études ISC (Ingénierie des Structures et des Chantiers), filiale du groupe Vinci Construction France.



## DESCRIPTION DE L'OUVRAGE UNE ARCHITECTURE SINGULIÈRE

Le bâtiment voyageur de la gare de Créteil-Pompadour est composé d'un hall de 385 m<sup>2</sup> porté par des pilotis à 9 mètres du sol. Habillée de bois issu de forêts gérées durablement, la façade en claire-voie (lames de bois ajourées) assure une parfaite intégration dans le paysage et préserve le confort des voyageurs.

Une plateforme extérieure de 100 m<sup>2</sup> est prévue pour accéder au quai de la ligne D.

Du côté opposé, le bâtiment est relié à une passerelle piétonne de 120 m de long permettant la liaison par bus avec les zones d'habitation, de travail et de loisirs de proximité.

Enfin, un bâtiment technique soutient la charpente métallique du hall voyageur.

**2- Forage d'un pieu à la tarière creuse.**

**3- Mise en place d'une cage d'armature d'un pieu.**

**4- Vue du bâtiment technique en cours de réalisation.**

**2- CFA pile drilling.**

**3- Putting a pile reinforcement cage in place.**

**4- View of the utilities building undergoing construction.**

La gare, la plateforme d'accès et la passerelle reposent sur une structure associant pieux profonds et pilotis.

Des forages de plus de 17 m et 3 000 m<sup>3</sup> de béton ont été nécessaires pour réaliser les pieux, micropieux et longrines sur lesquels reposent les pilotis.

### LES FONDATIONS

Les premières couches de sol étant molles (terres argileuses), des fondations superficielles étaient inappropriées pour supporter le poids des bâtiments et de la passerelle.

La passerelle piétonne, le bâtiment technique et la plate-forme d'accès aux quais SNCF de la ligne D reposent alors sur des pieux et des micropieux pour assurer la stabilité de l'ouvrage. La profondeur des pieux varie de 12 m

à 17 m. Ces pieux sont ensuite coiffés de massifs sur lesquels seront fixés les pilotis des bâtiments composant le pôle multimodal (figures 2 et 3). En fonction de leur emplacement et des efforts à reprendre, certaines têtes de pieux sont reliées entre elles par des longrines.

Au total 170 pieux et micropieux ont été réalisés sur le projet de la gare de Créteil-Pompadour.

### LE BÂTIMENT TECHNIQUE

Le bâtiment technique de la gare a été réalisé en priorité car il sert de support à la charpente métallique du bâtiment voyageur et il soutient également le palier d'accès au quai central.

Les inserts métalliques d'environ 800 kg l'unité sont noyés dans les voiles béton pour reprendre les efforts de traction et compression dus au porte-à-faux naturel du bâtiment voyageur (figure 4).

### LE BÂTIMENT VOYAGEUR

Accessible par tous les voyageurs, le bâtiment abrite un hall spacieux de 385 m<sup>2</sup> conçu pour optimiser les flux de voyageurs et pouvant accueillir 25 000 voyageurs par jour.

La façade de 1 000 m<sup>2</sup> composée d'un bardage en polycarbonate et clins de bois permet d'identifier cette gare à l'architecture audacieuse.

Le hall voyageur s'ouvre également sur une plateforme extérieure équipée d'un ascenseur et d'un escalier mécanique qui permet l'accès au quai central (figure 5).

### LE QUAI CENTRAL

Le quai est construit en position centrale afin de desservir les deux voies ferrées simultanément.

Ce quai central de 100 m<sup>2</sup> a été réalisé en partie la nuit lors d'Interruptions Temporaires de Circulation (figure 6). ▷



## LA PASSERELLE PIÉTONNE

Longue de 120 m, la passerelle piétonne relie la nouvelle gare de Créteil-Pompadour aux stations de bus du pôle multimodal en surplombant le Parc Interdépartemental des Sports et la RD86 à 9 m de haut.

La passerelle est totalement accessible et sécurisée grâce à la mise en place de points d'accès avec ascenseurs à ses deux extrémités.

En outre, les garde-corps sont équipés de mains courantes en inox dans lesquelles sont intégrées des LED espacés tous les 90 cm (figure 7).

Les piétons pourront également disposer d'une circulation au sol faisant l'objet d'un aménagement paysager spécifique.

Les dalles préfabriquées composant la plateforme piétonne ont été posées avec un procédé de ventouse aspirante. Cette méthode de levage de pièces lourdes a été suivie avec intérêt par la CRAMIF dans sa mission de prévention des risques professionnels.

Ainsi, GTM TP IdF a réalisé une fiche de bonne pratique dans l'esprit de positionner l'homme au cœur de son organisation.



© GUILLAUME DAVEAU

## LA CONSTRUCTION DE LA GARE

### ENCADREMENT DU CHANTIER

L'encadrement de chantier, composé d'un ingénieur travaux, d'un apprenti ingénieur travaux, d'un chef de chantier ainsi que d'un directeur travaux chargé de gérer les relations avec le client et la maîtrise d'œuvre ainsi que la coordination entre les différents intervenants de ce chantier tous corps d'état, devait garantir un délai de réalisation très court. Les travaux de la gare ont démarré en novembre 2011.

Elle a été livrée au mois de novembre de l'année suivante.

5- Vue du bâtiment voyageur.

6- Vue de l'accès au quai central.

5- View of the passenger building.

6- View of access to the central platform.

## MATÉRIEL DE LEVAGE

Pour répondre aux besoins importants en terme de levage durant toutes les phases de travaux (cages d'armatures pour les pieux, coffrage et ferrailage préfabriqué pour les semelles, banches et ferrailage du bâtiment technique, pose de la charpente métallique, pose des dalles préfabriquées...), une grue à tour de type Potain MD238, 50 m de flèche, HSC30m (3,8 t de capacité de levage à 50 m) a été installée sur le chantier. La grue permettait de couvrir la quasi-totalité du chantier à l'exception de la zone de franchissement de la RD86 où une grue automotrice a été utilisée pour la pose des dalles préfabriquées. La large couverture de la grue offrait une flexibilité pour l'organisation du chantier durant toutes les phases de travaux.

Toutefois, comme la grue survolait les voies SNCF, un système SMIE a dû être mis en place pour empêcher toute manutention au-dessus de ces dernières.

Par ailleurs, la proximité de l'hôpital Henri Mondor de Créteil engendre une possibilité de survol par hélicoptère, ce qui a imposé l'installation de diodes rouges au sommet de la grue.



6

© GUILLAUME DAVEAU





7

© GUILLAUME DAVEAU

### FONDATEMENTS PROFONDES

Toutes les fondations de la gare sont profondes de type micropieux et pieux. Les moyens qui ont été utilisés sur chantier sont courants pour ce type de travaux : une foreuse de 60 t équipée d'une tarière creuse pour la réalisation des pieux (figure 8) et une foreuse pour les micropieux.

Les équipes de réalisation des micropieux et des pieux étaient composées d'un chef d'équipe, d'un foreur et de 3 compagnons.

La principale contrainte pour les travaux de fondation était la température très basse. En effet, la tenue du planning imposait la réalisation des fondations pendant une période peu propice à ce type de travaux : pieux (démarrage en novembre 2012, fin en décembre 2012), micropieux (démarrage en décembre 2012, fin en mars 2013). Par conséquent les travaux de fondations, notamment ceux des micropieux, ont subi des pertes importantes de rendement dues aux températures très basses (en dessous de 0°C) qui ont régné pendant cette période.

De plus, la plupart des micropieux étant situés le long des voies SNCF, leur réalisation ne pouvait se faire que de nuit sous Interruptions Temporaires de Circulation, ce qui limitait fortement la plage horaire de travail.

Compte tenu de ces contraintes, les rendements des travaux de fondations profondes étaient de : 12 pieux par jour, 8 micropieux/jour et 3 micropieux/nuit.

7- Vue de la passerelle piétonne.

8- Foreuse de 60 t.

7- View of the pedestrian foot bridge.

8- 60-tonne driller.

© GTM TP IDF



8

### POSE DE LA CHARPENTE

La charpente métallique a été réalisée par l'entreprise Berthold, dans son usine de fabrication située dans l'Est de la France, à Dieue-sur-Meuse.

Son poids total de 425 t est réparti sur les différentes zones de la gare comme suit :

- Bâtiment voyageur posé sur pilotis (à 9 m de hauteur) : 120 t.
- Passerelle piétonne de longueur 120 m : 110 t.
- Passerelle RD186 (y compris les 4 escaliers) : 120 t.
- Palier petit bois : 40 t.
- Palier d'accès aux quais : 35 t.

Le montage de la charpente métallique, qui a duré 4 mois, a été effectué grâce à la grue à tour du chantier. Le réglage et l'assemblage sur site a été, quant à lui, réalisé grâce à des nacelles articulées 4x4 de 16 m à 30 m de capacité (figures 9 et 10).

### GESTION ET IMPLANTATION DES INSERTS SUR LE CHANTIER : TOLÉRANCE ZÉRO

Les inserts, au nombre de 100 environ, ont été au centre des inquiétudes architecturales du projet, car l'ensemble des poteaux métalliques du projet a été fixé sur des inserts noyés dans le béton, qui restent toujours visibles en phase définitive.

La tolérance d'exécution et de montage de la charpente métallique étant de l'ordre de 2 mm, l'implantation de ces inserts devait être très précise, ce qui a nécessité une implantation pré-exécution et un contrôle topographique post-réalisation pour chaque insert. La réalisation des inserts devait donc assurer des tolérances millimétriques, sachant qu'ils sont noyés dans le béton et interfèrent parfois avec les attentes des pieux dont les tolérances de réa- ▷



9

© GTM TP IDF

lisation sont beaucoup plus grandes (plusieurs centimètres). Ceci nécessitait des adaptations récurrentes sur chantier et une forte réactivité du bureau d'études pour les justifier et éviter tout retard.

L'implantation et le réglage de chaque insert étaient réalisés avec un grand soin selon le phasage suivant : implantation des axes déportés, mise en place des inserts, calage avec des tiges Arteon équipées de papillons permettant le réglage fin de l'insert, coffrage et bétonnage, vérification topographique de la position de l'insert.

La mise en place et le réglage des inserts a été effectué par une équipe de deux compagnons pendant 3 mois à temps plein. De plus, un topographe a été mobilisé sur chantier durant toute la durée des travaux.

#### RÉALISATION DE LA PASSERELLE AU-DESSUS DE LA RD126 : POSE DES DALLES PRÉFABRIQUÉES PAR VENTOUSE

La passerelle au-dessus de la RD126 est composée de dalles en béton préfabriquées de 15 cm d'épaisseur (figure 11), fixées par des vis Hilti HUS inox sur la charpente métallique (perchée à 9 m au-dessus du sol).

Le choix du béton des dalles préfabriquées et de sa finition était important, d'autant plus qu'aucun revêtement n'est prévu au-dessus des dalles. Ce choix s'est porté sur un béton com-

posé d'un ciment gris avec granulats de diorite avec une finition polie et hydro gommée (antidérapant), permettant d'allier les exigences esthétiques et fonctionnelles.

La méthode de pose par ventouse de type thermique, a été décidée en amont de manière conjointe avec l'équipe chantier, la CRAMIF (sécurité de la pose d'une dalle en béton à 9 m de hauteur) et l'architecte (mise en œuvre d'élément fini).

**9- Mise en place de la charpente métallique du bâtiment voyageur.**

**9- Putting in place the steel frame of the passenger building.**

Cette méthode de pose permet de s'affranchir de la mise en place des ancrages ou boucles de levage et des renforts de ferrailage dans les dalles et facilite également la pose, ce qui a permis d'augmenter sensiblement les cadences sur chantier.

Le ratio de pose constaté sur chantier était d'environ 100 m<sup>2</sup>/j soit 20 pièces par jour, grâce à une équipe de pose composée de 5 compagnons utilisant deux nacelles.

Les dalles étant jointives (pas de hourdis coulé en deuxième phase), la pose des dalles devait assurer également une tolérance très réduite (millimétrique), afin d'éviter notamment de créer des vides entre dalles qui pourraient nuire à la sécurité des piétons sur la passerelle.

La seule contrainte de cette méthode de pose résidait dans les conditions météorologiques. En effet, la pose des dalles par ventouse ne pouvait pas être effectuée si leur surface était humide.

#### LA SYNTHÈSE 3D POUR ÉVITER LES MAUVAISES SURPRISES

L'ensemble des réseaux de la gare passe sous le plancher du bâtiment voyageurs et traverse donc des réservations prévues à cet effet la charpente qui le soutient.

La multiplication des réseaux (CFO, CFA, CVC, plomberie et pneumatique), en plus de leur forte interaction avec la charpente, nécessitait donc une parfaite

### DIMENSION SOCIALE DU CHANTIER

**Dans le cadre du marché, l'entreprise travaux s'était engagée à respecter une clause d'insertion de 5 400 heures. À fin octobre 2013, 6 500 heures ont été effectuées, dépassant de près de 20% les objectifs de la SNCF.**

**La sécurité sur le chantier était également de mise et l'objectif de zéro accident a été rempli avec succès.**

### LE PLANNING

**OS DE DÉMARRAGE DES TRAVAUX : 26/03/12**

**TRAVAUX FONDATIONS PROFONDES : novembre 2012 à janvier 2013**

**GÉNIE CIVIL : janvier 2013 à juin 2013**

**CHARPENTE MÉTALLIQUE : janvier 2013 à juillet 2013**

**CES CET TOUTES ZONES : juillet 2013 à novembre 2013**

**RÉCEPTION DE L'OUVRAGE : 21/11/13**

**INAUGURATION : 13/12/2013**

**OUVERTURE AU PUBLIC : 15/12/2013**



© GTM TP IDF

maîtrise de la cohérence des études des différents corps de métier. Ainsi, pour anticiper au maximum les conflits et les régler en amont, une modélisation 3D de l'ensemble des réseaux et de la structure a été réalisée par I-Tech 3D avec le logiciel Revit MEP. Cette mission s'est étalée sur 2 mois et a permis aux différents bureaux d'études d'avoir des données d'entrée actualisées et cohérentes (évitant les allers retours très pénalisants en terme de délai). □

**10- Mise en place de la charpente métallique de la passerelle piétonne.**

**11- Mise en place des dalles préfabriquées.**

**10- Putting in place the steel frame of the pedestrian foot bridge.**

**11- Placing pre-fabricated slabs.**

## DONNÉES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE

**DÉLAI DE RÉALISATION DES TRAVAUX : 15 mois**

**POIDS TOTAL DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE : 425 t**

**POIDS TOTAL DES ACIERS HA : 130 t**

**VOLUME TOTAL DE BÉTON : 1 450 m<sup>3</sup>**

**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LES SEMELLES : 120 kg/m<sup>3</sup>**

**RATIO D'ACIER MOYEN DANS LES PIEUX : 85 kg/m<sup>3</sup>**

**NOMBRE DE PRÉDALLES : 128**

## INTERVENANTS DU PROJET

**MAÎTRE D'OUVRAGE : SNCF, Direction Transilien**

**GROUPEMENT MAÎTRISE D'ŒUVRE :**

- Maîtrise d'Œuvre Générale : SNCF, Centre Ingénierie Sud-Paris
- Maîtrise d'Œuvre Travaux : SNCF, Infralog Travaux IDF
- Maîtrise d'Œuvre Études : Arep

**GROUPEMENT D'ENTREPRISES :**

- GTM TP IdF (Vinci Construction France) mandataire
- Berthold
- Entreprise sous-traitante étude d'exécution structures et méthodes génie civil : ISC (Vinci Construction France)
- Prestataire synthèse TCE : I-TECH 3D (Vinci Construction France)
- Entreprise sous-traitante micropieux et pieux : Botte Fondation (Vinci Construction France)
- Entreprise sous-traitante Électricité : Blanchard
- Entreprise sous-traitante Serrurerie : Renouard
- Entreprise sous-traitante Façade Polycarbonate/Bois : Sorecob
- Entreprise sous-traitante Aménagements bois intérieurs : CMA
- Entreprise sous-traitante CVC/Plomberie : TFN
- Entreprise sous-traitante Dallages : fourniture SNPPN, pose FDD

## ABSTRACT

### CRÉTEIL-POMPADOUR MULTIMODAL HUB

M. LE TALLEC, ISC (VINCI) - M. EL HAJJAMI, ISC (VINCI) - G. SMITH, GTM TP IDF (VINCI)

The Créteil-Pompadour multimodal hub was inaugurated in December 2013 after 20 months' work performed by a consortium led by GTM TP IdF (Vinci Construction France). This new hub is a building perched 9 m from the ground and perfectly integrated into its environment. It was built as part of the modernisation of line D of the "RER" rapid transit system, and is designed for improved connections and travel by inhabitants of the southern Paris region. □

### POLO MULTIMODAL DE CRÉTEIL-POMPADOUR

M. LE TALLEC, ISC (VINCI) - M. EL HAJJAMI, ISC (VINCI) - G. SMITH, GTM TP IDF (VINCI)

El polo multimodal de Créteil-Pompadour se inauguró en diciembre de 2013 al término de una obra de 20 meses realizada por una agrupación de empresas dirigida por GTM TP IdF (Vinci Construction France). Con un edificio suspendido a 9 m del suelo y perfectamente integrado en su entorno, este nuevo polo, realizado en el marco de la modernización de la línea D de la RER (Red Expres Regional), está destinado a mejorar las correspondencias y los desplazamientos de los habitantes del sur de Ile-de-France. □



1  
© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

# LE TRAM DE BESANÇON EST EN SERVICE

AUTEUR : PASCAL GUDEFIN, DIRECTEUR DU PROJET TRAMWAY DU GRAND BESANÇON

APRÈS DEUX JOURS DE FÊTE LES 30 ET 31 AOÛT, LE TRAM DE BESANÇON EST ENTRÉ EN SERVICE COMMERCIAL. DEUX LIGNES RELIENT SUR 14,5 KM HAUTS-DU-CHAZAL À GARE-VIOTTE ET CHALEZEULE, 19 RAMES DE 24 M D'UNE CAPACITÉ DE 132 VOYAGEURS DESSERVENT LES 31 STATIONS. EN POINTE, CIRCULE UNE RAME TOUTES LES 5 MIN, UNE FRÉQUENCE QUI PERMET D'ESPÉRER À TERME 47 000 VOYAGEURS PAR JOUR. DISPARU EN 1952, LE TRAMWAY DE BESANÇON FAIT AINSI UN RETOUR REMARQUÉ PRÉFIGURANT CES TRAMS ADAPTÉS AUX MOYENNES AGGLOMÉRATIONS.

## PRÉSENTATION DU PROJET

En desservant les sites majeurs de l'agglomération dont 3 quartiers en renouvellement urbain (Planoise, Brûlard, et Palente-Orchamps), un éco-quartier (les Vaites), un centre commercial ainsi que le centre historique de Besançon et les grands équipements régionaux (le Pôle Santé, l'Université, le CHRU, le futur Institut Régional Fédératif du Cancer, la gare), le tramway est au

cœur des politiques d'aménagement et de développement durable. La vague de modernité que le tram engendre est déjà palpable, tant les projets publics ou privés se portent sur les zones qui, à présent desservies par le tram, sont attractives et elles-mêmes prometteuses : c'est le cas de la périphérie aux Marnières et, en cœur de ville, à St-Jacques.

En prenant le contre-pied des pratiques en usage, Besançon a ouvert la porte à

**1- Aménagement de la place de la Révolution.**

**1- Développement of Place de la Révolution.**

une réflexion de fond sur les besoins réels, tant en termes d'aménagement que de matériel roulant réellement nécessaires pour mener à bien un tel projet.

Besançon est à l'origine de cette nouvelle génération de tramway, un tramway moins coûteux (moins de 17 millions d'euros le kilomètre) mais tout aussi performant.

Besançon reste une référence en transport. Comme c'était le cas dès 1974



© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

2

où la ville innovait déjà en mettant en place les premières zones piétonnes. Quarante ans plus tard, Besançon sait encore innover et conserver son avance en devenant, avec « le tram autrement », un modèle en matière de mobilité pour d'autres villes moyennes en Europe.

L'agglomération du Grand Besançon s'inscrit dans une nouvelle ère de développement avec le nouveau réseau de transport bus+tram. Ambition : construire la ville de demain autour de sa mobilité et non l'inverse, comme c'était le cas en France ces dernières décennies (figure 2).

**2- Inauguration du tramway le 30 août 2014.**

**3- Interconnexion des lignes de tramway, des voies ferrées et de site propre bus.**

**2- Inauguration of the tramway on 30 August 2014.**

**3- Interconnection of tramway lines, railway lines and reserved right-of-way bus lines.**

### COÛT MAÎTRISÉS : LES SECRETS D'UNE RÉUSSITE

Un tramway à coûts maîtrisés ne veut, en aucun cas, dire un tramway au rabais. C'est ce que l'on se dit en parcourant à pied les rives du Doubs, lorsque sur le nouveau balcon piéton aménagé au bord de la rivière on voit passer les rames bleues flambant neuves, lorsqu'en s'éloignant de l'hyper-centre on longe la plate-forme végétalisée couverte de fleurs. Si le tram de Besançon restera dans les mémoires parce qu'il a coûté étonnamment peu cher, il serait injuste de

n'en retenir que cela. Trait d'union entre les différents quartiers de la ville, outil d'urbanisation, acteur majeur du renouvellement des transports de l'agglomération, le nouveau tramway, le long de ses 14,5 km, est tout cela à la fois.

### LA MOBILITÉ, ADN DE BESANÇON

L'une des premières spécificités de cette ligne est qu'elle est bâtie dans une ville de taille moyenne. Le temps n'est plus où le tramway était réservé aux métropoles. Avec ses 170 000 habitants, l'agglomération de Besançon a quand même fait le choix du fer, parce que les élus ont plus raisonné en termes de densité qu'en termes de taille : « ce qui compte, c'est le nombre d'habitants desservis plus que la taille de la ville. Et, de ce point de vue, nous sommes dans les mêmes ratios que les grandes villes. »

Besançon a, en matière de mobilité, une longue histoire et beaucoup d'expérience. La mobilité fait même partie « de l'ADN de la ville depuis quarante ans ». Quarante ans, cela nous ramène en 1974 lorsque le maire de la ville a décidé de transformer en voie piétonne la route nationale Nancy-Lausanne, qui traversait la ville. Et ce, bien avant que les zones de rencontres ou les aires sans voitures deviennent à la mode. Désormais, l'accès à l'hyper-centre se ferait en bus, et non en voiture. C'est ce qui fait, rappellent les élus, que le réseau de bus de Besançon a été le plus performant du pays dans les années 1980.

Le revers de la médaille, c'est que le centre-ville s'est peu à peu retrouvé saturé en bus : « il y a eu jusqu'à 1 500 km de parcours en bus par jour dans les rues du centre-ville historique. Le réseau de bus a peu à peu perdu de son attractivité, sa vitesse commerciale a décliné, passant de 18 à 17,5, puis 17 km/h. Il a fallu proposer des solutions aux élus pour redonner du souffle à ce réseau. »

Les grandes décisions sont intervenues à partir de 2001, c'est-à-dire au moment de la création de la communauté d'agglomération regroupant 59 communes. La communauté d'agglomération prend la compétence transports et, dès le début, a en tête de créer une nouvelle ligne avec une structure de TCSP (Transport en commun en site propre). BHNS (Bus à haut niveau de service), trolleybus, tramway... toutes les options ont été mises sur la table. Avec une préoccupation constante : décider d'un budget et s'y tenir. ▷

### INTERCONNEXION DES LIGNES DE TRAMWAY, des voies ferrées et de site propre bus



© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

3



4

© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

### CHAQUE DÉCISION PESÉE

En 2008, après plusieurs années d'études, l'agglomération arrête un budget, correspondant à ses capacités financières : 228 millions d'euros plus ou moins 5%.

Un quart d'autofinancement, grâce à une provision constituée depuis 2006 sur le versement transport, un quart de subventions diverses (dont une trentaine de millions de l'État), et la moitié par emprunt remboursé par une augmentation du VT.

« Les élus ont clairement fait le choix que ce serait une sommes maximale. Ils n'ont pas décidé de faire un tramway à tout prix. Ils ont souhaité le tramway, mais en disant : si ce n'est techniquement pas possible de faire un tramway à ce prix-là, on fera du BHNS. »

Dès lors, tout à été fait, des études jusqu'à la fin du chantier, pour rester dans ce budget. Avec un succès certain puisqu'à la veille de l'inauguration le surplus éventuel de 5% n'a pas été consommé.

Ce challenge a été réussi grâce à la volonté politique des élus avant tout. Il a fallu faire des choix, et ils ont été faits - sans jamais pour autant sacrifier l'aspect qualitatif du projet. Chaque décision a été pesée selon un critère financier pour éviter le superflu, repenser les processus, traquer les doublons. Alors qu'il est souvent d'usage de construire un centre de remisage et de maintenance neuf commun aux tramways et aux bus, la collectivité estime que cela n'a aucun caractère de nécessité, garde l'ancien centre de remisage bus et n'en bâtit un que pour les tramways.

Dans une ville dont le centre est déjà en soi une œuvre d'art (entièrement classée et inscrite au patrimoine mon-

dial de l'Unesco), les élus décident de se passer de bâtir autour du tramway une œuvre d'art supplémentaire. De même, ils font le choix de ne pas réaliser de très importantes dépenses de foncier pour racheter et raser des bâtiments. Le tramway occupe l'espace public précédemment dévolu à la voiture - assumant le fait que le tramway est là pour prendre des parts modales à la voiture (figure 1).

### RÉSEAU BUS ET TRAM EN QUELQUES CHIFFRES

- 6 lignes essentielles dont 2 lignes de tram - de 5h à 1h du matin tous les jours ;
- 17 lignes urbaines - de 6h à 20h30 du lundi au samedi ;
- 33 lignes périurbaines - desserte

#### 4- Le nouveau pont Battant.

5- Construction du pont Battant. Mise en œuvre d'éléments métalliques de plus de 100 t en site contraint.

#### 4- The new Battant Bridge.

5- Construction of Battant Bridge. Installing steel members weighing more than 100 tonnes on a constrained site.

- des 58 autres communes vers 4 pôles d'échanges ;
- 13 gares TER (+ 2 gares TGV) ;
- 6 parkings relais.

Le territoire du Grand Besançon est divisé en deux zones, une zone très urbaine, et 57 communes périurbaines voire rurales.

En vingt ans, le réseau s'est construit autour d'une particularité : un mode lourd appuyé sur le TER et ses 14 haltes ferroviaires, pour le périurbain, complète un réseau de bus, bâti en étoile autour du cœur de ville et des sites historiques remarquables. Une organisation performante qui arrivait aux limites en termes de capacité.

Le nouveau réseau s'est restructuré autour de six lignes essentielles, les deux lignes de tramway et quatre lignes



5

© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON



de bus, accentuant ainsi l'offre multimodale et intermodale. La hiérarchisation des lignes s'attache à proposer des fréquences plus élevées, une meilleure accessibilité, plus de souplesse et de confort aux usagers.

La nouvelle offre du réseau Gino modernisé permet de redynamiser le cœur de ville et facilite les déplacements des Bisontins et des Grand-Bisontins qui peuvent découvrir leur ville autrement.

Refondre un réseau peut s'assimiler à un travail d'horloger et les 520 salariés de l'entreprise Transdev se sont engagés dans cette mission avec d'autant plus de fierté qu'ils se sont fait un point d'honneur d'être prêts en temps et en heure au rendez-vous fixé par la capitale de l'horlogerie (figure 3).

### LES OUVRAGES

La construction de cette ligne de tramway a nécessité des interventions sur des ouvrages.

Parmi les plus importants, on compte la déconstruction et reconstruction du pont Battant et la consolidation du Quai Veil Picard.

Ces deux ouvrages situés au cœur du centre-ville de Besançon ont été les plus compliqués à réaliser en raison, à la fois, du contexte et de leur particularité technique (figure 4).

#### PONT BATTANT

Bâti en 1953, l'ancien pont Battant, réalisé en béton précontraint, présentait des signes de fatigue.

Son remplacement devenait nécessaire. D'une longueur de 60 m, le nouveau

pont a vu sa largeur passer de 17 m à 24 m, offrant ainsi plus de confort pour les déplacements en modes doux (piétons, cyclistes). Afin de prendre en compte l'aspect hydraulique, l'ouvrage a été conçu sur la base d'un tablier de 2 m de large, assurant une intégration visuelle dans le panorama urbain et historique.

L'opération de réalisation de cet ouvrage a été décomposée en plusieurs phases :

- 1- Déconstruction du pont : les 3 000 t de béton ont été découpées en 30 morceaux évacués au moyen de barges. Ceci a nécessité environ 3 mois de travaux.
- 2- Construction de l'ouvrage : construit en 2013, le nouveau pont Battant dispose d'une structure en

charpente métallique composée de 18 éléments préfabriqués en usine et mesurant 22 m de long et 4,5 m de large pour un poids total de 1 100 t. Livrés en trois phases, ces éléments ont été déchargés et assemblés à l'aide d'une grue de 750 t. Parmi les images fortes qui resteront dans les souvenirs des bisontins : les colis d'acier frôlant à quelques centimètres les façades. La construction s'est poursuivie par l'assemblage de ces éléments métalliques par soudure, puis par la réalisation d'un hourdis en béton d'une épaisseur moyenne de 40 cm.

Après la pose des rails, la finition a consisté à appliquer une résine gravillonnée (figure 5). ▷



6- Quai Veil Picard élargi par un encorbellement de 300 m de long.

7- Constitution d'un encorbellement sur le quai Veil Picard.

8- Centre de maintenance des tramways.

6- Quai Veil Picard widened by a cantilever section 300 m long.

7- Establishment of a cantilever section on Veil Picard platform.

8- Tramway maintenance centre.



9

© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

### CONSOLIDATION DU QUAI VEIL PICARD (figure 6)

Le secteur du quai Veil Picard a représenté un double défi qui était d'insérer une ligne de tramway sur une rue étroite tout en conservant l'intégralité du mur de quai dans un secteur sauvegardé.

La solution retenue pour répondre à ces défis a consisté à réaliser une plateforme autoportée sur des pieux avec un enrobement en structure métallique suspendu au-dessus du Doubs.

Ainsi la plate-forme est-elle portée par 120 pieux en béton de 1 m de diamètre reposant sur la roche calcaire située à une profondeur de 10 m. Sur ces pieux a été coulée une dalle béton de 0,9 m d'épaisseur sur laquelle a été réalisée la plateforme des rails.

Grâce à cette solution technique, aucun effort n'est renvoyé sur le mur de quai, garantissant ainsi sa pérennité. L'ouvrage s'étend sur 300 m (figure 7).

En complément de cet ouvrage, un encorbellement sur le Doubs a été réalisé par des poutres métalliques ancrées dans la dalle béton. Ce balcon dispose d'un revêtement en bois de robinier.

L'aménagement offre aux piétons et aux cyclistes des cheminements élargis de plus de 3 m.

Le dépôt « tram », qui s'étend sur un terrain de 47 000 m<sup>2</sup> aux Hauts-du-Chazal, a été mis à disposition des équipes de maintenance de Besançon mobilisés en janvier 2014.

Sa construction aura à la fois respecté les exigences fonctionnelles, le planning

### 9- Aménagement paysager en secteur naturel.

10- 47 000 voyageurs sont attendus à terme.

11- Le tramway roule sur une plateforme plantée sur 5 km.

### 9- Landscaping in a natural sector.

10- Ultimately, 47,000 passengers are expected.

11- The tramway runs on a planted formation level over 5 km.

et l'enveloppe budgétaire fixés par le Grand Besançon.

Le Centre de maintenance est un lieu stratégique du réseau de tramway, les rames y sont entretenues et remisées en dehors des heures d'exploitation. Seulement 22 mois ont séparé les premières phases de terrassements (en mars 2012) et l'achèvement complet du site (en janvier 2014).

Cette maîtrise du planning doit beaucoup à l'implication des entreprises, majoritairement locales, qui ont mené à bien l'exécution des 24 lots nécessaires à la construction (figure 8).

### STATIONS

Les 14,5 km de la ligne de tramway comporte 31 stations dont l'aménagement se caractérise comme suit :



10



11

© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON





© JEAN-CHARLES SEXE - VILLE DE BESANÇON

12

- L'ensemble des stations dispose de quais latéraux à l'exception d'une seule qui est à quai central ;
- Le revêtement des stations est de deux types, soit en béton désactivé, soit en dallage de granite pour les stations de centre-ville ;
- Chaque station est délimitée à chaque extrémité par deux poteaux LAC sur lequel est inscrit le nom de la station et où quatre spots assurent l'éclairage de la zone ;
- Les abris de station, d'une longueur de 5,5 ou 8 m, sont issus de la gamme Forster de Decaux ;
- L'information voyageur est assurée par un totem implanté sur chaque quai, avec un écran et un haut-parleur ;
- La billetterie est positionnée sous l'abri ;
- Bancs et corbeilles complètent l'ensemble (figure 10).

**12- Aménagement dans le cœur historique avec des rues de 12 m de large.**

**12- Development in the historical centre with streets 12 m wide.**

### DÉVOIEMENT DES RÉSEAUX

La communauté d'agglomération a voulu s'engager fortement dans les études et les travaux de dévoiement de réseaux nécessaire à la réalisation de cette ligne de tramway. Ainsi l'agglomération a souhaité piloter et mener les études de dévoiement pour l'ensemble des concessionnaires.

L'étroitesse de certaines rues et l'importance des réseaux présents ont nécessité la mise en œuvre d'un dispositif particulier pour la réalisation des travaux de certains tronçons. Il était difficile, voire impossible, que chaque concessionnaire réalise ces travaux individuellement. Aussi, sur 7 secteurs, des groupements de commandes ont été constitués entre les concessionnaires et la CAGB ce qui a permis de disposer d'une seule entreprise ou d'un seul groupement d'entreprises par tronçon. Avec ce dispositif, les éventuels problèmes d'emprise ou de coordination d'entreprise ont été résolus et la gestion des plannings a pu être maîtrisée ainsi que l'enveloppe financière de chaque intervenant. Au final, les travaux se sont déroulés de l'automne 2011 au printemps 2013.

Le coût global de ces travaux est d'environ 20 millions d'euros répartis entre chaque concessionnaire (figure 9).

### CONCLUSION

Achevé avec presque un an d'avance et dans le strict respect d'une enveloppe budgétaire contrainte, ce projet nouveau a montré à quel point, sur un chantier de cette ampleur, l'engagement des élus, la détermination des équipes et leur coopération quotidienne avec les entreprises pouvait être capitale.

La construction d'un tramway est finalement comme souvent une formidable aventure humaine.

Le tramway transcende les organisations humaines pendant le projet et valorise, une fois mis en service, les territoires traversés (figure 11). □

## INTERVENANTS DU PROJET

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** Communauté d'Agglomération du Grand Besançon

**AMOT :** Systra

**MAÎTRE D'ŒUVRE :** Egis Rail

**MAÎTRE D'ŒUVRE DU CENTRE DE MAINTENANCE :** DRLW

### TRAVAUX INFRASTRUCTURES

**INFRA SECTEUR 1 :** STD Screg devenue Colas

**INFRA SECTEUR 2 :** Eurovia

**SIGNALISATION FERROVIAIRE :** Vossloh

**SIGNALISATION LUMINEUSE TRICOLORE (SLT) :** Cegelec / Spie

### TRAVAUX OUVRAGES D'ART

**PONT BATTANT - QUAI ENCORBELLEME** : Bouygues

### DIVERS

**MATÉRIEL ROULANT :** CAF

**PLANTATION :** Tarvel

**LAC :** Colas Rail

**ÉNERGIE :** Spie Est

**BILLETIQUE :** Vix Technologie / Parkeon

## ABSTRACT

### THE BESANÇON TRAM COMES INTO OPERATION

PASCAL GUDEFIN

The Greater Besançon tramway line, 14.5 km long and with 31 stations, has been operated since 1 September 2014 by Transdev. The 19 tramway sets 24 metres long were supplied by Spanish manufacturer CAF. They were assembled at Bagnères-de-Bigorre. In the future, these tram sets could be lengthened to 36 m. The railway network is compatible with tram-train. The engineering offices Systra for preliminary work and Egis for project management assisted Greater Besançon in constructing the "cheapest tramway in France", for a cost of €228 million (June 2008 price). □

### EL TRANVÍA DE BESANÇON YA ESTÁ EN SERVICIO

PASCAL GUDEFIN

Desde el 1 de septiembre de 2014, Transdev opera la línea de tranvía del Gran Besançon, de una longitud de 14,5 km y con 31 estaciones. El fabricante español CAF suministró los 19 tranvías de 24 m de longitud que se ensamblaron en Bagnères-de-Bigorre. En el futuro, estos tranvías podrán alargarse a 36 m. La red ferroviaria es compatible con el tranvía/tren. Previamente, las oficinas de proyectos Systra y, después Egis en la dirección de obra, acompañaron al Gran Besançon para realizar el tranvía "más barato de Francia" que habrá costado 228 millones de euros (valor de junio de 2008). □



1

© EGIS

# PROJET TLN CENTRE. ENJEUX DE CONCEPTION ET DE RÉALISATION DU GÉNIE CIVIL

AUTEURS : BRUNO COMPERAT, DIRECTEUR DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE EGIS - CARROLL ILUNGA, INGÉNIEUR TRAVAUX SENIOR EGIS - VINCENT MARODON, INGÉNIEUR TRAVAUX EGIS

**MI-2017 LES PREMIÈRES RAMES DUALIS CIRCULERONT EN EXPLOITATION COMMERCIALE DANS LE NORD PARISIEN, ENTRE LE BOURGET (93) ET EPINAY SUR SEINE (93). LA MISE EN SERVICE DE LA TANGENTIELLE LÉGÈRE NORD PHASE 1 (OU « TLN CENTRE ») MARQUERA L'ACHÈVEMENT DE CE QUI RESTERA UN PROJET DE TRANSPORT ASSEZ ATYPIQUE. EN EFFET, IL APPARTIENT À LA FAMILLE DES PROJETS URBAINS PAR SON CONTEXTE ET SA FINALITÉ : C'EST UN TRAMWAY, MAIS IL APPARTIENT AUSSI À LA FAMILLE DES PROJETS FERROVIAIRES PAR LES CARACTÉRISTIQUES DE SON INFRASTRUCTURE ET DE SON ORGANISATION : C'EST UN TRAIN LÉGER DU RÉSEAU FERRÉ NATIONAL.**

## UN PROJET URBAIN ET FERROVIAIRE

Les enjeux techniques de conception et de réalisation de l'infrastructure TLN Centre ont été d'un double niveau de complexité : à la fois ceux d'un projet de tramway intra-urbain mais aussi à ceux d'un projet d'infrastructure linéaire de transport en contexte ferroviaire exploité RFF/SNCF.

Les problématiques urbaines ont bien sûr été au cœur des contraintes du projet : insertion urbaine, phase travaux en zone urbaine dense, circulation, acquisitions foncières, dévoiement des réseaux des concessionnaires, concertation avec les collectivités locales, projets connexes en interface, procédures administratives, etc. L'environnement ferroviaire a été

**1- Ouvrage en place après ripage.**

**1- Structure in place after skidding.**

la source d'enjeux supplémentaires. D'un point de vue technique par les interactions du projet avec le réseau ferré en exploitation : ligne FRET « grande ceinture » (GC) contiguë à la TLN sur ses 11 km, mais aussi franchissements des lignes RER C, D, B, H et LGV Nord (figure 2). D'un point de vue organisationnel, le choix par RFF, Maître d'Ouvrage, d'un



© RFF 2

Maître d'Œuvre « tiers » (Egis) pour la majeure partie des infrastructures génie civil et de la voie ferrée, pour une opération très interfacée avec le réseau exploité. Ce choix a contraint la SNCF, dans son rôle de Gestionnaire de l'Infrastructure Délégué (GID), à la mise en œuvre d'une organisation et de processus opérationnels spécifiques pour le management de la sécurité sur les chantiers.

### LE PROJET DE TRANSPORT

La ligne TLN Centre s'étend sur 11 km entre la station d'Épinay-sur-Seine interconnectée avec le RER C et la station du Bourget interconnectée avec le RER B puis, à terme, avec la ligne 16 du Grand Paris. Cinq autres stations sont réparties sur le linéaire et notamment celles d'Épinay-Villetaneuse (Interconnexion Ligne H), Villetaneuse-Université (Interconnexion Tramway T8), Pierrefitte-Stains (interconnexion RER D). La ligne devrait accueillir à terme 60 000 voyageurs/jour, le temps de parcours entre le Bourget et Épinay sera d'environ 15 mn, la ligne sera exploitée de 5h à 24h tous les jours avec une fréquence d'un train toutes les 5 minutes en heures de pointe. La vitesse de conception est de 100 km/h, la charge à l'essieu de conception est de 18 t/essieu.

Le matériel roulant est de type Alstom - Citadis Dualis (figure 3) et sera utilisé en unité simple (1x42 m) ou multiple (2 ou 3x42 m).

### 2- Synoptique tronçon central TLN.

### 3- Matériel roulant Alstom Citadis Dualis.

### 2- Block diagram of TLN central section.

### 3- Alstom Citadis Dualis rolling stock.

### L'INFRASTRUCTURE GÉNIE CIVIL

L'infrastructure TLN C est celle d'un tram-train ; comparée à celle d'un tramway urbain classique elle se distingue fondamentalement par l'absence d'intersections routières ou piétonnes à niveau.

Les croisements avec ces circulations sont assurés en dénivelé par des Ponts-Routes (PRO), des Ponts-Rails (PRA) et des Passages SOuterrain (PASO) pour les piétons.

Une autre caractéristique de l'infrastructure TLN est sa construction, sous exploitation, par élargissement d'une plateforme ferroviaire existante (figure 4).

Le programme de l'opération TLN comprend pour la partie infrastructure génie

civil, principalement sous MOE Egis, la réalisation d'une plateforme ferroviaire double voie sur ballast de 10,7 km accolée à la ligne GC, les confortements de sol, les terrassements et les ouvrages géotechniques associés, les ouvrages d'art (ponts-rail, ponts-route, sauts-de-mouton, aqueducs), les murs de soutènements, les assainissements de plate-forme y compris bassins de rétention et, pour finir, les écrans acoustiques.

Compte tenu de la densité des ouvrages d'art (1 tous les 500 m environ), de leur poids financier dans le projet (62% du programme sous MOE Egis), mais aussi du haut niveau de contraintes à la fois ferroviaires et urbaines, la maîtrise de la conception et de la réalisation des ouvrages d'art est clairement une des clefs de la réussite du projet TLN Centre.

### LES OUVRAGES D'ART TLN C

Le projet comprend 28 ouvrages d'art : 15 ponts-rail, 3 ponts-route, 5 sauts-de-mouton, 1 passerelle piétonne et 4 aqueducs.

Dans le calendrier particulier de la réalisation TLN C, une grande partie de ces 28 ouvrages a dû être construite sur une période courte allant du printemps 2013 à l'été 2014.

En octobre 2014, 3 ouvrages sur les 28 sont encore en cours de construction. Treize ouvrages franchissent des routes ou des lignes ferroviaires à forts enjeux de trafic et d'exploitation :

→ Cinq ouvrages franchissent les principales lignes ferroviaires du nord Parisien : RER C, Ligne H, RER B, RER D, LGV Nord ; pour illustrer les enjeux d'exploitation citons par exemple la fréquence entre trains qui est de l'ordre de 3 mn sur la ligne B du RER ou bien la circulation sur la ligne LGV nord des trains emblématiques TGV Paris Lille, Thalys et Eurostar.

→ Huit ouvrages franchissent en dénivelé des voiries parmi les plus chargées du département de la Seine-Saint-Denis : RN 310 et RN 14 à Épinay-sur-Seine, RN 1 à Pierrefitte, RN301 et RD29 à Stains, RD30 et RN2 au Bourget. En termes d'enjeux de trafic, citons la RN2 en 2x2 voies sur la commune du Bourget au franchissement de la TLN avec ses 39 000 véhicules/jour.

Ces treize ouvrages ont dû être conçus avec, comme objectif premier, la minimisation de l'impact de la construction sur les voies franchies, qu'elles soient routières ou ferroviaires.

© ALSTOM



3

Dans leur majorité, ces ouvrages ont ainsi été préfabriqués et ripés sous couvert de coupure de circulation, généralement de nuit et/ou de week-end, dans des durées parfois limitées à quelques heures.

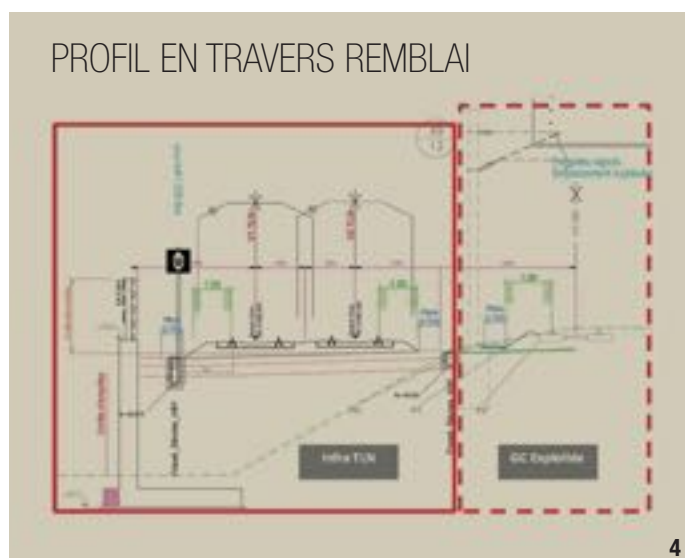
Parmi ces ouvrages à forts enjeux nous avons souhaité porter plus particulièrement l'attention sur quatre d'entre eux parmi les plus emblématiques ou les plus représentatifs du niveau de contraintes urbaines et ferroviaires :

### Pro 51+838 : Commune de Stains - Prolongement du Pro RD29<sup>(1)</sup>

Caractéristiques de l'ouvrage : pont cadre PICF en BA fondé sur radier superficiel : 5,44 m hauteur libre x 9 m largeur libre x 20,6 m profondeur - poids de l'ouvrage : 1568 t - linéaire total du ripage pour mise en place : 35,2 m. Fonctionnalité : passage des voies TLN sous la RD29.

Compte tenu des enjeux de coupure de circulation routière sur la RD29 (30 000 véhicule/jour) mais aussi de la proximité des voies de la GC, le choix d'un ouvrage préfabriqué installé par ripage a été retenu. Parmi les différentes méthodes envisageables, celle de l'autoripage<sup>®</sup> (Freysinnet) s'est avérée la mieux adaptée. Le principe de cette méthode est celui de la traction par câbles et vérins entre un point fixe situé sur le radier de guidage et un autre sur la queue de ripage. Le glissement est favorisé par injection d'une boue de bentonite entre les radiers à l'avancement (figures 5 et 6).

En termes de contrainte de réalisation, il est important de souligner que cet ouvrage est situé dans un secteur de risque pyrotechnique avéré dû au bombardement massif du dépôt des essences voisin durant la seconde



guerre mondiale. Les habitations dans un rayon de 150 m ont ainsi dû être évacuées lors des phases de terrassement de week-end. Durant l'interruption globale de 60 h (routière et ferroviaire) nécessaire à la mise en place du nouvel ouvrage, la plage horaire d'évacuation des personnes, imposée par décision préfectorale, a été le pivot de l'ordonnement des tâches du planning minuté.

Un autre point critique était le risque de déformation et/ou de tassement au cours des terrassements du voile maçonné de la culée Nord de l'ouvrage existant et contiguë à l'ouvrage neuf. Ce risque a toutefois été minimisé par les caractéristiques de l'ouvrage existant : pont-dalle mono-travée avec culées poids à mur de front, mais aussi par le différentiel négatif entre les charges apportées par l'ouvrage neuf et le poids des terres initialement en place. Néanmoins un système de suivi permanent

des déformations : cordes optiques autonomes (OSMOS), a été mis en place sur le nu des voiles de l'ouvrage existant. Aucune déformation n'a été constatée.

Dernier enjeu, la présence de nombreux réseaux secs HT/BT et Telecom,

transitant dans les trottoirs de la chaussée existante, qui a nécessité leur dévoiement ou leur mise en aérien sur « tancarville » (portique sur lequel sont accrochés, en phase de travaux, tous les câbles).

Principales étapes de la réalisation de l'ouvrage :

- Réalisation des radiers de guidage et de ripage : 1 mois ;
- Réalisation des éléments constitutifs du cadre BA : 2 mois ;
- Blindage de la culée Nord ;
- Pré-ripage de contrôle hors coupure circulation ;
- Ripage de l'ouvrage et opérations associées : coupure RD29, 60h (3x8) :

- **00h00 J** : Déviation routière et démarrage des travaux de terrassement de la voirie ;
- **08h00 J** : Évacuation de la population du périmètre de risque (R = 150 m) ;
- Déblais (3 600 m<sup>3</sup>) par passe intégrant la contrainte pyrotechnique avec point d'arrêt pour diagnostic pyrotechnique ;
- Démolition des murs en retour existants ;
- **16h30 J** : Autorisation de retour de la population du périmètre de risque (R = 150 m) ;
- **22h00 J** : Réglage du fond de fouille pour ripage ;
- **01h00/06h00 J+1** : Ripage du cadre ;
- Blindage latéral à l'interface des deux ouvrages ;
- **15h30 J+1/10h00 J+2** : Remblais techniques (1 335 m<sup>3</sup>) nord et sud ;
- Travaux chaussée RD29 ;
- **16h30 J+2** : ouverture à la circulation routière.





7  
© EGIS

### PASO 51+770 Stains - Construction du cadre sous ligne GC<sup>(2)</sup>

Caractéristiques de l'ouvrage : cadre BA fondé sur radier superficiel : 2,5 m hauteur libre x 3 m largeur libre x 11 m de profondeur - poids de l'ouvrage : 167,5 t - linéaire total du ripage pour mise en place : 11 m. Fonctionnalité : passage souterrain piéton sous voies GC de la station de Stains-Cerisaie.

En phase conception les contraintes de circulation ferroviaire sur la ligne GC ont naturellement guidé le choix d'un ouvrage préfabriqué installé par ripage. Le ripage sur coussin d'air Air Pad Sliding (Freysinnet) s'est avéré être la méthode la mieux adaptée au contexte. Cette méthode consiste à mettre en place sur un radier de préfabrication deux chemins de glissement (skidways), de modules de charge avec plaques d'appui ancrées sur les flancs du cadre et d'un dispositif de traction par vérins push/pull. Le principe consiste ensuite à injecter de l'air comprimé sous les plaques d'appui pour limiter les frottements et permettre le vérinage de traction (figures 1, 7 et 8). Les autres contraintes de cette opération étaient liées à la pyrotechnie (comme le Pro 51+838) et aussi à l'environnement ferroviaire :

**7- Déblai avant ripage.**

**8- Système APS.**

**7- Earth cut before skidding.**  
**8- APS system.**

→ Proximité des voies en exploitation et risque de déstabilisation de celles-ci durant les phases de pré-terrassement pour réalisation de l'aire de préfabrication. La distance au rail de la fouille était inférieure à 3 m et la profondeur de fouille de 5 m sous TN ce qui a nécessité un blindage préalable par palplanches de la voie GC sur 25 m.

→ Présence de nombreux réseaux télécom et signalisation sensibles qui ont dû être mis provisoirement

sur tancarville pour passage aérien hors gabarit terrassement.

Principales étapes de réalisation de l'ouvrage :

→ Blindage, terrassement et réalisation du radier de préfabrication : 1 mois ;

→ Réalisation des éléments constitutifs du cadre BA : 2 mois ;

→ Pré-ripage de contrôle hors coupure circulation ;

→ Ripage de l'ouvrage et opérations associées : 72 h de coupure des voies GC :

- 04h00 J : début de coupure des voies GC ;

- Dépose des panneaux de voie ;  
- Déblais ballast & sous couche ferroviaire ferromagnétique ;

- 11h00 J : Diagnostic pyrotechnique ;

- 23h00 J : Fin du terrassement (1 500 m<sup>3</sup>) ;

- 02h00 J+1 : démarrage ripage ;  
- 06h00 J+1 : fin ripage ;

- Mise en place des éléments préfabriqués de murs en retour ;

- Remblais techniques (2x300 m<sup>3</sup>) ;  
- Reprise des voies, ballastage bourrage ;

- Restitution des voies des voies avec 10h d'avance. ▸



8  
© EGIS

### PRA 49+665 (Pierrefitte-sur-Seine) Suppression PN26 - Cadre sous ligne GC

Caractéristique de l'ouvrage : Cadre BA (PICF) sous les voies GC : 2,9 m hauteur libre x 10 m largeur libre x 11 m de profondeur - poids de l'ouvrage : 650 t - linéaire total du ripage pour mise en place : 25 m. Ripage de l'ouvrage complet avec ses 4 murs en retour de 9 m. Fonctionnalités : rétablissement routier en dénivelé de la rue Étienne Dolet sous voie GC.

Pour les mêmes raisons que l'ouvrage précédent, le choix d'un ouvrage préfabriqué installé par ripage a été retenu. Une méthode de ripage avec remorques automotrices Kamag s'est avérée la mieux adaptée au contexte (figures 9 et 10).

Autres enjeux techniques de cet ouvrage :

→ La réalisation de l'aire de préfabrication : 600 m<sup>2</sup> à 6 m sous le niveau TN ; la proximité sur ce périmètre des voies ferrées GC côté nord et de plusieurs immeubles côté sud génèrait un risque potentiel de déconsolidation des voies ferrées ou des bâtis. Coté nord, le risque a été couvert par l'éloignement de l'aire de préfabrication des voies GC, mais avec un allongement de la distance de ripage; côté sud un soutènement subvertical provisoire en parois clouées a été réalisé en limite des parcelles bâties.

→ La présence de nombreux réseaux liés à la signalisation ferroviaire et à l'alimentation électrique de la ligne GC ont dû être installés provisoirement en aérien sur tancarville pour dégager le gabarit des engins de terrassement.

Principales étapes de la réalisation de l'ouvrage :

- Terrassement de l'aire préfabrication et réalisation du blindage subvertical en parois clouées (1 mois) ;
- Béton de propreté de la plateforme de préfabrication ;
- Préfabrication du PICF (3 mois) ;
- Installation des Kamag dans les niches spécialement aménagées dans les murs en retour et pré-ripage de contrôle ;
- Mise en place du cadre sur interception des voies GC de 60 heures :
  - Dépose des voies ferrées ;
  - Déblais dans remblais GC : 3 200 m<sup>3</sup> et substitution des matériaux en fond de fouille (20h)
  - Ripage de l'ouvrage et de ses 4 murs (5h) ;



9- Préparation du fond de fouille pour ripage.

10- Ripage du cadre.

11- Les consoles sur caisson central et le hourdis préfabriqué en cours de pose.



9- Preparation of the bottom of cut for skidding.

10- Frame skidding.

11- Cantilevered beams on central box girder and prefabricated deck section during installation.

- Remblais technique + CDF + SC 1 000 m<sup>3</sup> (4h) ;
- Pré-ballastage des voies ferrées 150 m<sup>3</sup> (2h) ;
- Reprise des voies 2x50 m et nivellement par bourrage mécanique lourd ;
- Restitution des voies des interceptions de voie avec 2h d'avance.

### SDM 49+775 (Pierrefitte-sur-Seine) franchissement RER D, LGV Paris Lille

Fonctionnalités : franchissement par la TLN des voies ferrées RERD/LGVN et d'un chemin de dessert, l'ouvrage supporte également le quai central de la gare de Pierrefitte-Stains.

Le contexte ferroviaire a largement influencé la conception de cet ouvrage. Tout d'abord par le choix final d'un ouvrage de franchissement des voies ferrées mono-travée de 45 m en lieu et place de l'ouvrage à trois travées de 54 m initialement envisagé avant intégration de la contrainte géotechnique et de l'obligation de réaliser des pieux Ø 1 220 mm de plus de 20 m de profondeur à moins de 3 m des voies LGV et RER.

Ensuite par la volonté d'optimiser l'élanement de l'ouvrage en prenant en compte les contraintes importantes du profil en long TLN et de la hauteur libre minimale pour les voies RER et TGV.

Cette contrainte a eu pour conséquence directe la réduction de la portée à 45 m et l'intégration à l'ouvrage d'une culée creuse pour le chemin de dessert.

Pour finir, la contrainte des coupures de circulation très réduites pour le lançage, de 4h maximum, a imposé une structure métallique légère en « arête de poisson » avec caisson central et hourdis préfabriqués sur consoles. Prenant en compte la configuration du site, environ 70% des travaux (culées et tablier) ont dû être réalisés sous couvert d'interceptions de circulation GC de jour (5h30).

Également, 30% ont été réalisés sous couvert d'interceptions des voies RER D et/ou LGV Nord dans des créneaux



## QUELQUES CHIFFRES

**Culée creuse C0 (durée 4 mois) :** cadre BA (PICF) de 8 m d'ouverture x 3,90 m de hauteur x 18 m - fondations profondes 2x5 pieux de Ø 1 220 mm profondeur 22 m - 600 m<sup>3</sup> de béton - 120 t d'acier, 165 m<sup>2</sup> de blindage en palplanches de hauteur 6 m.

**Culée perchée C1 (durée 3 mois) :** chevêtre BA 6 m x 18 m x 1,40 m ancré sur 5 pieux Ø 1 220 mm de 23 m - 255 m<sup>3</sup> de béton, 40 t d'acier, 50 m<sup>2</sup> de blindage de palplanches de hauteur 2 m.

**Tablier (durée 3 mois hors préfabrication usine) :** tablier constitué d'un caisson central métallique de 6 m x 1,6 m pour le quai et de deux plates-formes latérales en encorbellement de 4 m pour les voies ferrées, plates-formes constituées de hourdis BA sur consoles métalliques (figure 11) - 355 t d'acier laminé pour le caisson central et les 32 consoles, 200 m<sup>3</sup> de béton, 16 t d'acier pour le hourdis.

horaires de l'ordre de de 3 à 4 h par nuit.

Pour les raisons évoquées précédemment l'ouvrage métallique de franchissement des voies RER et TGV ne pouvait être que préfabriqué puis lancé au-dessus des voies.

Le lançage de l'ouvrage, équipé d'un avant-bec et d'un arrière-bec de lestage, a été réalisé avec des remorques automotrices Kamag et de vérins de traction asservis (figures 12, 13 et 14). Principales étapes de la mise en place de l'ouvrage métallique :

- Amenée de nuit, en 6 convois exceptionnels, des éléments de caisson du quai central sur plateforme d'assemblage ;
- Assemblage par soudures des 6 éléments, des entretoises, de l'avant-bec et de l'arrière-bec, peinture (3 mois) ;
- Lançage de l'ouvrage avec 2x4h de coupure de circulation de nuit (WE) des lignes RER D et LGV avec l'objectif incontournable, pour la première nuit, d'accoster l'avant-bec sur l'appui C1 :
  - 1<sup>re</sup> nuit (4h) : accostage de l'avant-bec sur la culée Est C1 ;
  - 2<sup>e</sup> nuit (4h) : accostage du tablier sur la culée C1 (sur appuis provisoires).

#### EN CONCLUSION

Du stade de la conception à celui de la réalisation, la maîtrise des enjeux techniques et environnementaux a permis la réalisation en 18 mois et en milieu urbain et ferroviaire contraint, de plus des 80 % des 28 ouvrages d'art de la ligne TLN Centre. □

1- Lien : <http://youtu.be/yXO-Gsni24U>

2- Lien : <http://youtu.be/hHtL63fH0g>



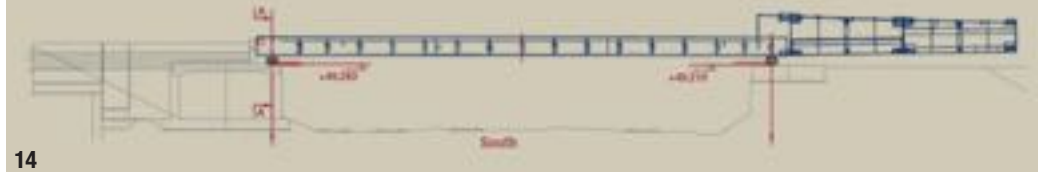
12

#### DÉBUT LANÇAGE DEPUIS C0



13

#### OUVRAGE ACCOSTÉ SUR C1



14

© EGIS

- 12- Kamag sous caisson.
- 13- Début lançage depuis C0.
- 14- Ouvrage accosté sur C1.

- 12- Kamag under box girder.
- 13- Start of launching from C0.
- 14- Structure berthed on C1.

#### PRINCIPAUX ACTEURS DE L'OPÉRATION TLN C\*

- AUTORITÉ ORGANISATRICE DES TRANSPORTS :** Stif
- MAÎTRISE D'OUVRAGE :** RFF Île-de-France
- MAÎTRISE D'OUVRAGE DÉLÉGUÉ :** SNCF DPF
- MAÎTRISE D'ŒUVRE « INFRA GC & VOIE FERRÉE » PR1 :** Egis
- MAÎTRISE D'ŒUVRE GÉNÉRALE « INFRA-SYSTÈME » PR2 :** SNCF IN PN
- ENTREPRISES GÉNIE CIVIL PR1 :**
  - Lots T101 & T102 : groupement Vinci Construction Terrassement / Chantiers Modernes
  - Lot T103 : groupement Bouygues TP / DTP
  - Lot T104 : groupement Valerian / Demathieu & Bard / Icop
  - Lot T105 : NGE

\* Lien : <http://www.tangentiellenord.fr/>

#### ABSTRACT

### "TLN CENTRE" PROJECT. DESIGN AND CIVIL ENGINEERING EXECUTION CHALLENGES

BRUNO COMPERAT, EGIS - CARROLL ILUNGA, EGIS - VINCENT MARODON, EGIS

**Construction of phase 1 of the "Tangentielle Légère Nord" (or TLN Centre) line** between Le Bourget and Epinay-sur-Seine is in the process of completion. Over its entire length, this tram-train line runs alongside existing lines in operation. This project was therefore marked by major constraints involved in maintaining operation in the vicinity of the structures to be built. For the very numerous engineering structures on this line, several methods were employed for positioning by translation: self-skidding, skidding on airbag, skidding with self-propelled trailers, and launching. From the design stage to construction, technical and environmental expertise enabled more than 80% of the 28 engineering structures on this "TLN Centre" line to be completed in 18 months in a constrained urban and railway environment. □

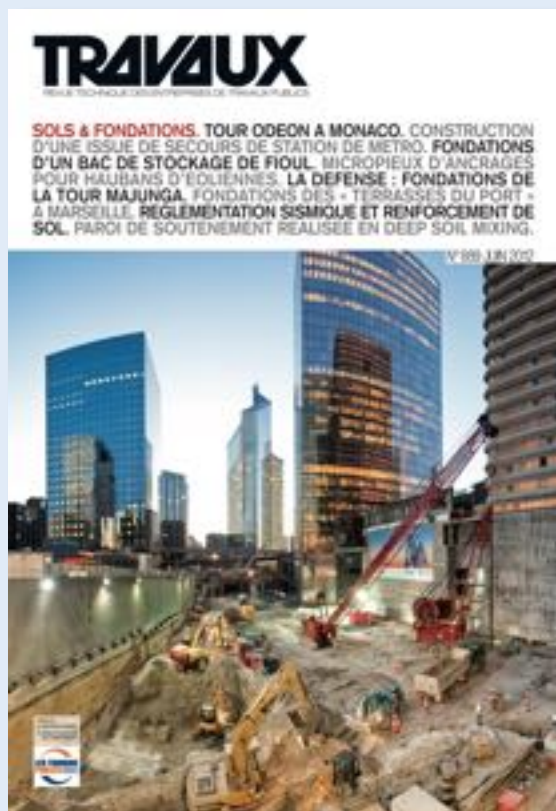
### PROYECTO TLN CENTRO. RETOS DE DISEÑO Y DE REALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL

BRUNO COMPERAT, EGIS - CARROLL ILUNGA, EGIS - VINCENT MARODON, EGIS

**Está finalizando la construcción de la línea Tangentielle Légère Nord fase 1 (o TLN Centro)** entre Bourget y Epinay-sur-Seine. Esta línea de tranvía-tren está adosada, en todo su trazado, a líneas existentes en explotación, por lo que la operación ha estado marcada por importantes exigencias debidas al mantenimiento de la explotación cerca de las obras. Para las estructuras, muy numerosas en esta línea, se han utilizado varios métodos de instalación por traslación: auto desplazamiento, desplazamiento sobre cojín de aire, desplazamiento con remolques automotores y lanzamiento. Desde la fase del diseño hasta la de la realización, el control de los retos técnicos y de entorno permitió la realización en 18 meses y en un exigente medio urbano y ferroviario, de más del 80% de las 28 estructuras de esta línea TLN Centro. □

# ABONNEZ-VOUS !

OFFRE SPÉCIALE DÉCOUVERTE **109 €** SEULEMENT, SOIT PLUS DE **20 %** DE RÉDUCTION



*Dans la nouvelle formule vous découvrirez...*

- Les chantiers en images
- L'actualité de la profession
- Le dossier thématique
- Les interviews des grands décideurs
- La présentation des tendances et innovations du secteur
- Le point de vue des ingénieurs sur les chantiers importants



**ABONNEZ-VOUS EN LIGNE SUR [WWW.REVUE TRAVAUX.COM](http://WWW.REVUE TRAVAUX.COM) OU RENVOYEZ LE BULLETIN D'ABONNEMENT CI-DESSOUS À**

Com et Com - Service Abonnement TRAVAUX - Bât. Copernic - 20 av. Édouard Herriot - 92350 Le Plessis-Robinson - Tél. : +33 (0)1 40 94 22 22 - Fax : +33 (0)1 40 94 22 32 - Email : [revue-travaux@cometcom.fr](mailto:revue-travaux@cometcom.fr)

Oui, je m'abonne à la revue **TRAVAUX**. Je choisis l'offre suivante :

- Offre découverte de 6 mois, 5 numéros pour 109 € au lieu de 138 €, soit plus de 20 % de réduction sur le prix de vente au numéro
- 1 an (9 numéros dont 2 doubles) pour 190 € au lieu de 275 €, soit près de 30 % de réduction sur le prix de vente au numéro
- 1 an Enseignant France : 125 € (certificat attestant votre exercice dans un établissement d'enseignement à joindre à votre règlement)
- 1 an Étudiant France : 50 € (photocopie de la carte d'Étudiant à joindre à votre règlement)
- 1 an International : 240 € (hors France métropolitaine)

**Pensez au multi-abonnement !**

Offre d'abonnement multiple à prix dégressifs

**Abonnement 1 an (9 numéros dont 2 doubles) France métropolitaine**

- 2 à 5 abonnements : 170 € l'abonnement au lieu de 190 €
- 6 à 10 abonnements : 160 € l'abonnement au lieu de 190 €
- Plus de 10 abonnements : 150 € l'abonnement au lieu de 190 €

Je choisis \_\_\_\_\_ abonnements France Métropolitaine

**Abonnement 1 an (9 numéros dont 2 doubles) International et Dom-Tom**

- 2 à 5 abonnements : 220 € l'abonnement au lieu de 240 €
- 6 à 10 abonnements : 210 € l'abonnement au lieu de 240 €
- Plus de 10 abonnements : 200 € l'abonnement au lieu de 240 €

Je choisis \_\_\_\_\_ abonnements International et Dom-Tom

+ l'accès privilégié au site [www.revue-travaux.com](http://www.revue-travaux.com) sur lequel vous disposez de plus de 10 ans d'archives de la revue Travaux.

**JE VOUS INDIQUE MES COORDONNÉES :**

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Entreprise \_\_\_\_\_ Fonction \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_

Email : \_\_\_\_\_  Merci de ne pas communiquer mon adresse mail.

Je joins mon règlement d'un montant de \_\_\_\_\_ € TTC par Chèque à l'ordre de com'1 évidence

**ATTENTION : tous les règlements doivent être libellés exclusivement à l'ordre de com'1 évidence**

- Je réglerai à réception de la facture
- Je souhaite recevoir une facture acquittée

Date, signature et cachet de l'entreprise obligatoire

Afin de mieux vous connaître, merci de bien vouloir nous communiquer les renseignements concernant votre activité.

- État / Administration
- Collectivités territoriales
- Établissements publics et parapublics
- Bureaux d'étude et fournisseurs
- Entreprise (précisez)
  - Organisation professionnelle
  - Grands comptes TP
  - Entreprises routières
  - Entreprises indépendantes
- Enseignement
- Presse écrite
- Particuliers

Divers (précisez) \_\_\_\_\_

Effectif des établissements

- de 1 à 2 (A)  de 50 à 99 (D)
- de 3 à 9 (B)  de 100 à 499 (E)
- de 10 à 49 (C)  > 500 (F)

Votre fonction (précisez) \_\_\_\_\_

Offre valable jusqu'au 31/12/14. Conformément à la loi «Informatique et Libertés» du 6/01/78, le droit d'accès et de rectification des données concernant les abonnés peut s'exercer auprès du service abonnements. Ces données peuvent être communiquées à des organismes extérieurs. Si vous ne le souhaitez pas, veuillez cocher cette case

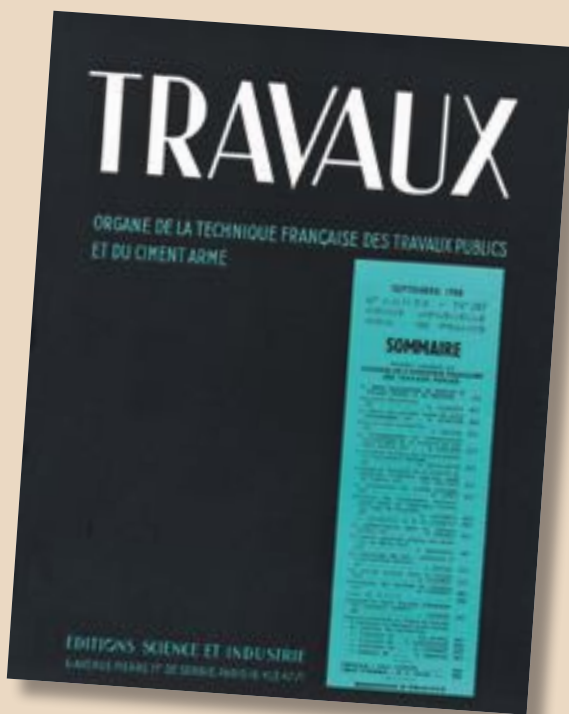


# TRÉSORS DE NOS ARCHIVES : TRAVAUX D'EXTENSION DE L'AÉROPORT D'ORLY

JACQUES VASSEUR, INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, DIRECTEUR DES ÉTUDES ET TRAVAUX, ADP - PIERRE COT, INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES, DIRECTEUR GÉNÉRAL, ADP

TRAVAUX N°287 - SEPTEMBRE 1958

RECHERCHE D'ARCHIVES PAR PAUL-HENRI GUILLOT, DOCUMENTALISTE-ARCHIVISTE, FNTP



L'aéroport de Paris-Orly est aujourd'hui la deuxième plateforme aéroportuaire de France après Paris-Charles-de-Gaulle. L'histoire débute le 23 mai 1909 par l'inauguration de Port-Aviation à Viry-Châtillon, premier aérodrome organisé au monde. Le plateau occupé aujourd'hui par Paris-Orly sert alors de terrain de secours à proximité. En janvier 1918, l'armée réquisitionne onze hectares sur le plateau et y construit un hangar. C'est le début du camp d'aviation d'Orly-Villeneuve. Les Américains y établissent leur base en mars 1918. Après la première guerre mondiale, le terrain reste à vocation militaire et sert à la Marine. Deux immenses hangars sont construits pour abriter des dirigeables livrés par l'Allemagne au titre d'indemnités de guerre, mais ceux-ci se

perdent avant d'arriver. Un aéroport civil est installé au nord. Au début de la deuxième guerre mondiale le terrain est attaqué par la Luftwaffe puis devient une base militaire allemande, systématiquement bombardée par les alliés. Le 23 août 1944 s'installent les US Army Air Forces et une tour de contrôle est construite ainsi que les pistes nord-sud. La société Aéroports de Paris est créée en 1945 pour gérer les aéroports autour de Paris. L'aéroport du Bourget est encore l'aéroport principal de Paris. Le salon de l'aéronautique se tient à Orly. En 1952 Air France quitte Le Bourget pour Orly et Le Bourget récupère ce qui deviendra le Salon aéronautique du Bourget. C'est en 1960 que l'aéroport d'Orly devient entièrement civil. L'aérogare Sud est inaugurée le 24 février 1961 par le général De Gaulle.

## ABSTRACT

### TREASURES FROM OUR ARCHIVES: ORLY AIRPORT EXTENSION WORKS

TRAVAUX N°287 - SEPTEMBER 1958

JACQUES VASSEUR ET PIERRE COT

*Paris-Orly Airport is now the second biggest airport hub in France after Paris-Charles-de-Gaulle. The story begins on 23 May 1909 with the inauguration of Port-Aviation in Viry-Châtillon, the first organised aerodrome in the world. The plateau now occupied by Paris-Orly was then used as a nearby emergency landing field. In January 1918, the army requisitioned eleven hectares on the plateau and built a hangar there. This was the start of the Orly-Villeneuve aviation camp. The Americans established their base there in March 1918. After the First World War, the field continued to play a military role and was used by the navy. Two huge hangars were built to house airships delivered by Germany as part of war compensation, but they were lost before arriving. A civil airport was set up to the north. At the start of the Second World War the field was attacked by the Luftwaffe and then became a German military base, systematically bombed by the allies. On 23 August 1944 the US Army Air Forces set up operations there and a control tower was built, as well as the North-South runways. The Aéroports de Paris company was formed in 1945 to manage the airports around Paris. Le Bourget was still Paris's main airport. The Air Show was held at Orly. In 1952 Air France left Le Bourget for Orly and Le Bourget retrieved what would become the Le Bourget Air Show. It was in 1960 that Orly Airport became completely civil. The southern air terminal was inaugurated on 24 February 1961 by General De Gaulle. □*

### TESOROS DE NUESTROS ARCHIVOS: OBRAS DE AMPLIACIÓN DEL AEROPUERTO DE ORLY

TRAVAUX N°287 - SEPTIEMBRE DE 1958

JACQUES VASSEUR ET PIERRE COT

*Actualmente, el aeropuerto de Paris-Orly es la segunda plataforma aeroportuaria de Francia después de Paris-Charles-de-Gaulle. La historia comenzó el 23 de mayo de 1909 con la inauguración de Port-Aviation en Viry-Châtillon, el primer aeródromo organizado del mundo. La meseta que ocupa actualmente Paris-Orly sirvió entonces de campo de aviación alternativo en las cercanías. En enero de 1918, el ejército requisó once hectáreas en la meseta y construyó un hangar. Fue el nacimiento del campo de aviación de Orly-Villeneuve. Los norteamericanos establecieron allí su base en marzo de 1918. Después de la Primera Guerra Mundial, el terreno mantuvo su vocación militar y sirvió a la Marina. Se construyeron dos inmensos hangares para albergar dirigibles entregados por Alemania en concepto de indemnizaciones guerra, pero se perdieron antes de llegar. En el norte se instaló un aeropuerto civil. Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial el terreno fue atacado por la Luftwaffe y después se convirtió en una base militar alemana, sistemáticamente bombardeada por los aliados. El 23 de agosto de 1944 se instalaron las US Army Air Forces y se construyó una torre de control, así como las pistas norte-sur. En 1945 se creó la sociedad Aéroports de Paris para gestionar los aeropuertos situados alrededor de París. El aeropuerto de Le Bourget sigue siendo el principal aeropuerto de París. El salón de la aeronáutica se celebra en Orly. En 1952 Air France abandonó Le Bourget para instalarse en Orly y Le Bourget recuperó lo que se convirtió en el Salón aeronáutico de Le Bourget. En 1960 el aeropuerto de Orly pasó a ser totalmente civil. La terminal Sur fue inaugurada por el general De Gaulle el 24 de febrero de 1961. □*

# Aéroport de Paris



**Jacques VASSEUR**  
*Ingénieur en Chef  
 des Ponts et Chaussées,  
 Directeur des Etudes et Travaux,  
 de l'Aéroport de Paris.*



**Pierre D. COT**  
*Ingénieur en Chef  
 des Ponts et Chaussées,  
 Directeur Général  
 de l'Aéroport de Paris.*

## Travaux d'extension de l'aéroport d'Orly<sup>(1)</sup>

### LECTURE GIVEN BEFORE THE MEMBERS OF THE CONGRESS OF THE FRENCH CIVIL ENGINEERING INDUSTRY

Paris Airport, a national public institution, operates the two main airports of Orly and Le Bourget twelve secondary airports. Traffic at Orly and Le Bourget has kept pace with the general expansion of air transport. Over 2,685,000 passengers were carried in 1957, as against 484,500 in 1947. Three-quarters of this traffic is centred on Orly. Paris Airport derives its revenue from the airport dues levied on air traffic and from rentals and administration charges. It defrays the cost of maintaining and operating the airports and the depreciation and interest on capital.

The work at present being carried out forms part of the development schemes for coping with the increase in traffic (by more than 15 per cent a year) and the changes in the aircraft employed.

Orly Airport, which covers an area of 750 hectares, has three main east-west runways, 2,400-3,000 m in length, and a secondary system of north-south runways. The buildings comprise a central terminal building, a technical block, and freight installations. Access is provided by a motor road and by the road running from Fontainebleau to Paris. A railway line links the airport with the Gare d'Orsay railway station in Paris. The installations of the airline companies, together with a thermal power station, will be grouped in the northern part of the central area. The layout scheme prepared three years ago is progressively being improved. At present, National Highway No. 7 is being diverted through the airport, and three bridges (two constructed in prestressed and one in reinforced concrete) carrying the main runways across the road are in course of completion. The underpasses thus formed will be artificially lighted and ventilated. Two of the three main runways have been completed. Work on the taxiways is in progress. The main airport terminal building is under construction, the façades being sheathed with metal curtain walling. The thermal power station, which is likewise under construction, will supply electricity for the priority services of the airport — which must on no account suffer any interruption — and for heating. Among the installations of the airline companies, a recently completed hangar having a span of 150 m, calls for mention. Two old hangars are to be replaced within two years.

Other works have been planned for improving the equipment of Le Bourget and of Issy-les-Moulineaux heliport.

(1) Conférence faite le 22 mai 1958.

### INFORME PRESENTADO ANTE LOS PARTICIPANTES DEL CONGRESO DE LA INDUSTRIA FRANCESA DE OBRAS PUBLICAS

El Aeropuerto de Paris, establecimiento público nacional, dirige los dos aeropuertos principales de Orly y de Le Bourget, así como de otros doce aeródromos secundarios. El tráfico de Orly y de Le Bourget se ha desarrollado paralelamente a los transportes aéreos. En 1957 han sido transportados más de 2.685.000 pasajeros, contra 484.500 en 1947. Orly concentra las 3/4 partes del tráfico. El Aeropuerto de Paris beneficia de las tasas impuestas sobre el tráfico, aéro y del producto de los alquileres y de la administración de los terrenos de su propiedad, haciendo frente a los gastos derivados de la conservación y de la explotación de los aeropuertos y las inversiones que se requieren.

Las instalaciones en curso de realización se sitúan dentro de los límites de los programas de ampliación en los cuales se tiene en cuenta el incremento del tráfico (más de 15 % anual) y, asimismo, la transformación de los aparatos.

El aeropuerto de Orly, que se extiende sobre una superficie de 750 ha, dispone principalmente de tres pistas orientadas de este a oeste, de 2.400 a 3.000 m y un sistema secundario de pistas orientado de norte a sur. Los edificios comprenden una estación central, un pabellón técnico y las correspondientes instalaciones de flete. El acceso al aeropuerto de Orly tiene lugar por una autopista y por la carretera de Paris a Fontainebleau. Una vía férrea enlazará dentro de poco este aeropuerto y la Estación de Orsay, en Paris. Las instalaciones dependientes de las diversas compañías quedarán agrupadas, adyuntas a una central termoeléctrica, en la parte norte de la zona central. El plano de conjunto, terminado hace tres años, es objeto de modificaciones de detalle progresivas. Actualmente, se llevan a cabo las obras de la carretera nacional n° 7 a su paso por debajo del aeropuerto y se da fin a tres puentes que permiten a las tres pistas principales franquear dicha carretera (2 puentes de hormigón pretensado y uno de hormigón armado). Los subterráneos así formados en el itinerario de esta carretera quedarán iluminados artificialmente y ventilados de forma adecuada. Dos de las tres pistas principales se encuentran ya acabadas y las vías secundarias de circulación se prosiguen a ritmo acelerado. El edificio principal de la estación aérea es de construcción con fachadas de tipo metálico « curtain walls ». La central termoeléctrica que se está construyendo está destinada simultáneamente a la alimentación en corriente eléctrica de los servicios prioritarios del aeropuerto — en los cuales no puede admitirse ninguna interrupción — y la calefacción. Entre las instalaciones de las compañías, acaba de terminarse un cobertizo de 150 m de luz. Dos cobertizos antiguos serán substituido en un plazo de dos años.

Otras obras se encuentran en proyecto para mejorar las instalaciones de Le Bourget y el terrano para helicópteros de Issy-les-Moulineaux.

**E**NTPREPRISE nationale créée en 1945 sous la forme d'un établissement public à caractère industriel et commercial en vue de la desserte aéronautique de la région parisienne, l'Aéroport de Paris gère douze aérodromes secondaires, affectés principalement à l'aviation de tourisme et à l'aviation sportive et deux aéroports principaux, ceux d'Orly et du Bourget qui assurent la presque totalité des mouvements commerciaux.

Le trafic de ces deux établissements a connu depuis la fin de la guerre un développement parallèle à celui du transport aérien : il a atteint, en 1957, 2 685 044 passagers, après avoir été en 1952 de 1 325 000 passagers et en 1947 de 484 500 passagers.

Depuis 1957 quelques mouvements de passagers sont

effectués à Issy-les-Moulineaux, ancien aérodrome exploité maintenant comme Héliport de Paris.

La part de l'aéroport d'Orly dans le trafic total est devenue prédominante depuis que l'impulsion donnée après la guerre au développement de cet établissement a conduit à un transfert progressif du trafic qui était autrefois concentré sur l'aéroport du Bourget. C'est ainsi, qu'en 1957, la part de l'aéroport d'Orly a été des trois quarts, proportion qui semble d'ailleurs devoir se stabiliser dans les prochaines années.

Etablissement financièrement autonome l'Aéroport de Paris bénéficie du produit des redevances perçues sur le trafic aérien (taxes d'atterrissage et taxes sur les passagers) et du produit des locations et recettes commerciales de toutes natures auxquelles donne lieu la gestion de son domaine immobilier.

Il supporte en contrepartie toutes les dépenses d'entretien et d'exploitation des aéroports y compris celles qui sont afférentes au matériel géré par les services de navigation aérienne ainsi que les dépenses d'investissement qui dans la phase actuelle d'extension représentent une charge considérable (plus de 10 milliards de francs pour chacune des années 1958 et 1959).

Ces dépenses d'investissement sont financées, indépendamment du budget de l'Etat, par l'emprunt.

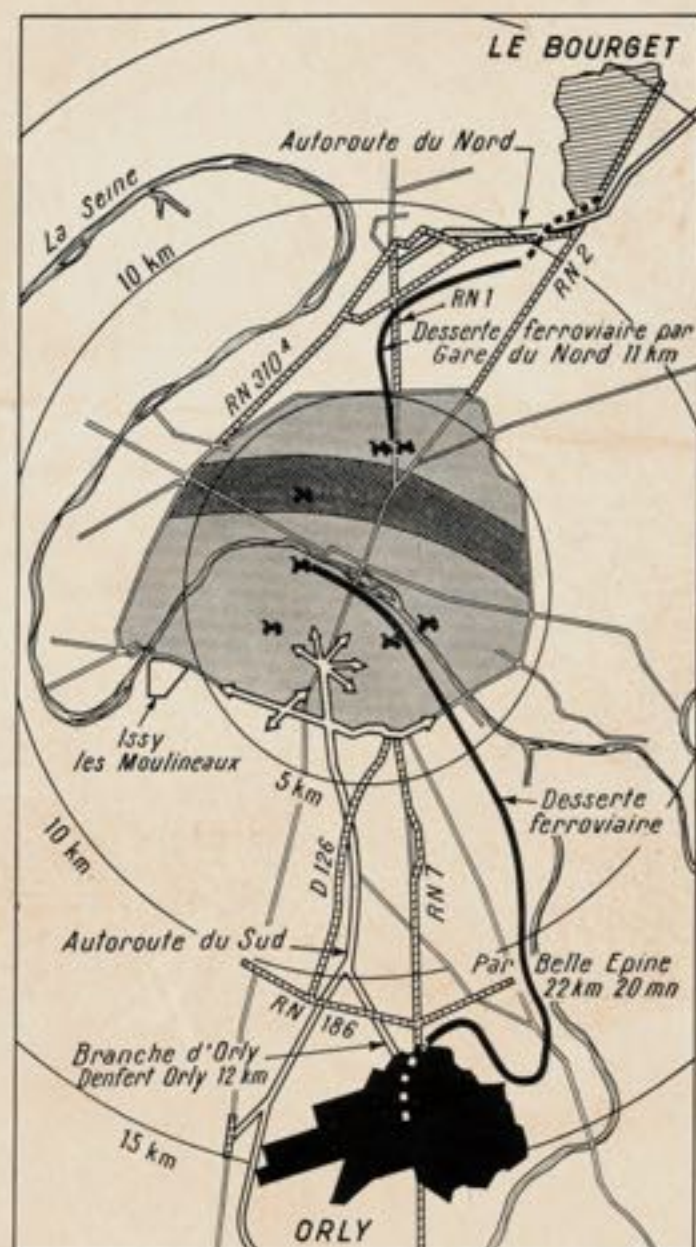


Fig. 1. — Desserte routière et ferroviaire des aéroports d'Orly et du Bourget.

Cette carte montre les principales liaisons existantes ou en projet entre Paris et les aéroports d'Orly et du Bourget.

- Liaisns ferroviaires à l'étude.
- Routes normales existantes.
- Autoroutes en construction.

On voit que la diversité des trajets susceptibles d'être empruntés permet d'assurer, pour le présent et le futur, une dispersion satisfaisante du trafic.

Les programmes de développement en cours ont été dressés en tenant compte des besoins nouveaux qui résultent de l'augmentation exceptionnellement rapide du trafic aérien dont le taux d'accroissement annuel a été durant ces dernières années de plus de 15 p. 100. Malgré une pause relative constatée depuis la fin de 1957 et qui est la conséquence de la situation économique mondiale, on doit s'attendre à de nouveaux développements qui, même appréciés avec prudence, c'est-à-dire en tenant compte d'un taux d'accroissement annuel n'excédant pas 12 à 13 p. 100 devraient conduire, pour l'ensemble des deux aéroports d'Orly et du Bourget, de 5 à 6 millions de passagers en 1965 et 8 millions vers 1968.

Les programmes d'extension tels qu'ils ont été arrêtés dès 1952 ont tenu compte de ces perspectives. En outre ils ont été depuis lors périodiquement revus et réajustés en tenant compte de l'évolution des techniques du transport aérien qui, depuis 1955, et à la suite de l'initiative prise par diverses compagnies américaines de commander des avions d'un type entièrement nouveau (quadrireacteurs long-courriers), est caractérisée par la substitution rapide dans les parcs de matériel volant des compagnies aériennes, d'appareils à turbomoteurs (turboréacteurs ou turbopropulseurs à hélices) aux appareils à moteurs à piston utilisés depuis l'origine de l'aviation commerciale.

Les aéroports doivent se préparer à recevoir ces nouveaux appareils dont les exigences opérationnelles imposent le remaniement ou la modernisation des installations d'infrastructure.

### Programme de développement de l'aéroport d'Orly.

L'aéroport d'Orly s'étend actuellement sur une surface d'environ 750 ha à l'Est de la route nationale de Paris à Fontainebleau (R.N. 7) sur un plateau limité par une pente assez raide qui conduit à une boucle de la Seine. De ce fait, les terrains nécessaires à l'extension de cet aéroport ont dû être recherchés à l'Ouest de la route nationale.

S'agissant d'une voie routière au trafic très élevé dont le rôle est de desservir d'importantes agglomérations situées au Sud de Paris, il n'était pas possible d'en accepter la déviation autour des nouvelles emprises de l'Aéroport de sorte qu'on a dû recourir à une solution originale qui consiste dans l'aménagement d'un tracé nouveau en tranchée et en souterrains.

Le plan de masse étudié au lendemain de la guerre et

approuvé en 1952 est caractérisé par le groupement des installations affectées au trafic (aires de stationnement pour avions, aérogare et dépendances, routes d'accès et parcs pour voitures automobiles) dans un vaste ovale axé sur la tranchée de la déviation routière et limité par les zones de servitudes de deux systèmes de pistes parallèles :

— un système principal orienté sensiblement dans la direction Est-Ouest comportera trois pistes, repérées sur les plans par les numéros 3, 4 et 7. Cette direction Est-Ouest est la plus favorable tant du point de vue du régime des vents que du point de vue des sujétions de survol imposées aux populations voisines.

Elle permet, pour les avions modernes, d'assurer environ 90,5 p. 100 du nombre total des mouvements dont plus des deux tiers face à l'Ouest ; on a prévu, pour ce mode d'exploitation le plus fréquent, que les atterrissages seraient effectués sur les pistes 3 et 7 qui sont espacées de 1 750 m et que les décollages seraient effectués sur la piste 4.

— un système secondaire orienté sensiblement Nord-Sud comportera deux pistes (n° 2 et 6) implantées de part et d'autre de la zone centrale.

Les pistes 3 et 7 franchiront la tranchée routière par des ponts dont la longueur de 300 m correspond à la largeur totale de la bande associée à chaque piste (1). Le revêtement de ces pistes, comme les ponts franchissant la tranchée routière, seront calculés pour supporter la charge d'une roue isolée de 45 t correspondant pour la configuration la plus courante des trains d'atterrissage des avions lourds à un poids total unitaire d'environ 200 t.

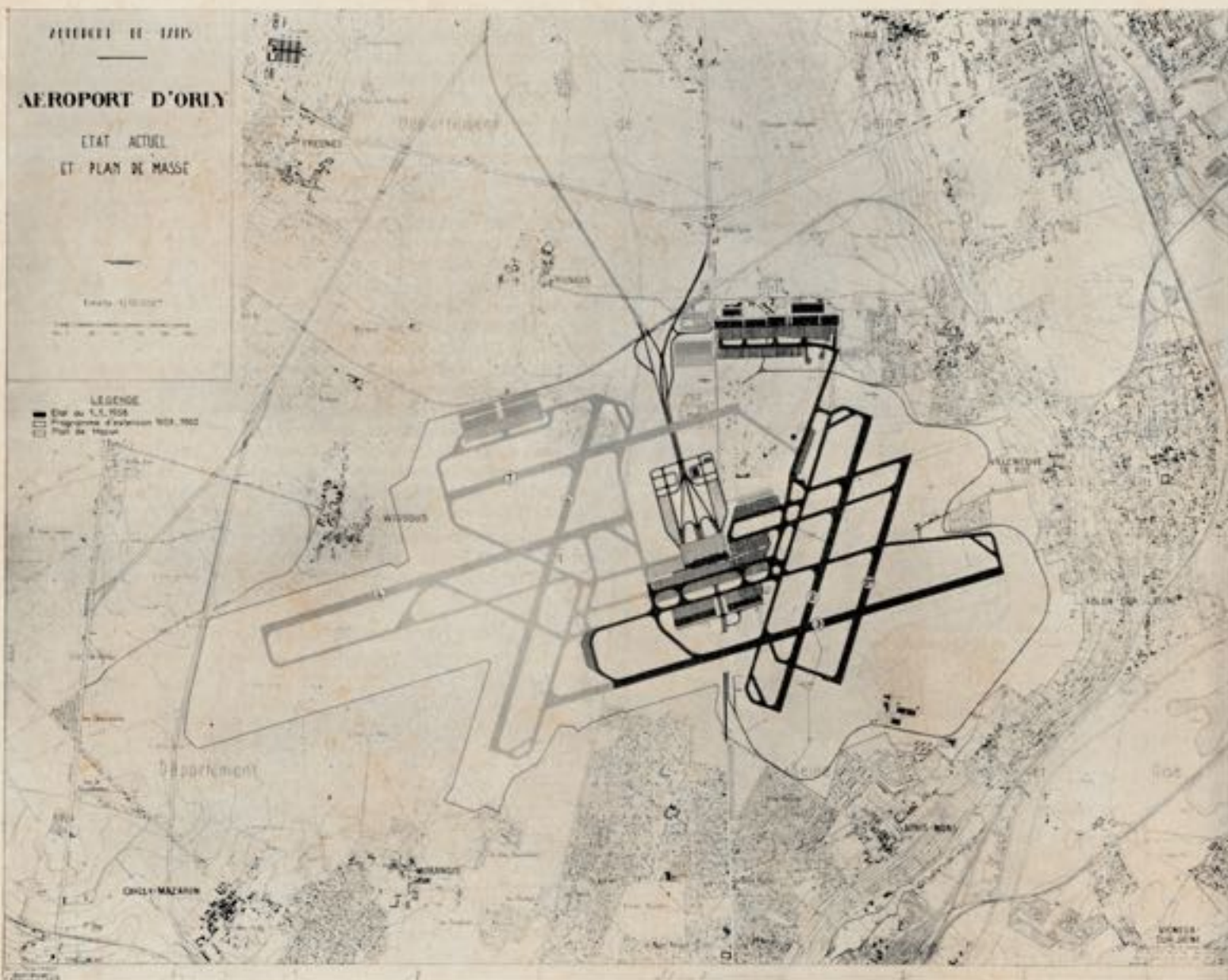
La longueur des pistes variera de 2 400 m pour la piste 2 à 3 000 m pour les pistes 3 et 4.

La zone centrale est axée sur un bâtiment enjambant la tranchée routière qui abritera les installations réservées au trafic des passagers : aérogare proprement dite et bureaux des compagnies aériennes, le bloc technique (tour de contrôle et dépendances) ainsi que des installations de fret.

L'aérogare, flanquée de deux jetées latérales prolongeant sa façade Sud, desservira une aire de stationnement pour

(1) Conformément aux règles internationales une piste doit être implantée dans l'axe d'une bande dégagée de tout obstacle qui constitue une zone de recueil pour les avions qui quitteraient accidentellement la piste.

Fig. 2. — Plan de masse d'Orly.



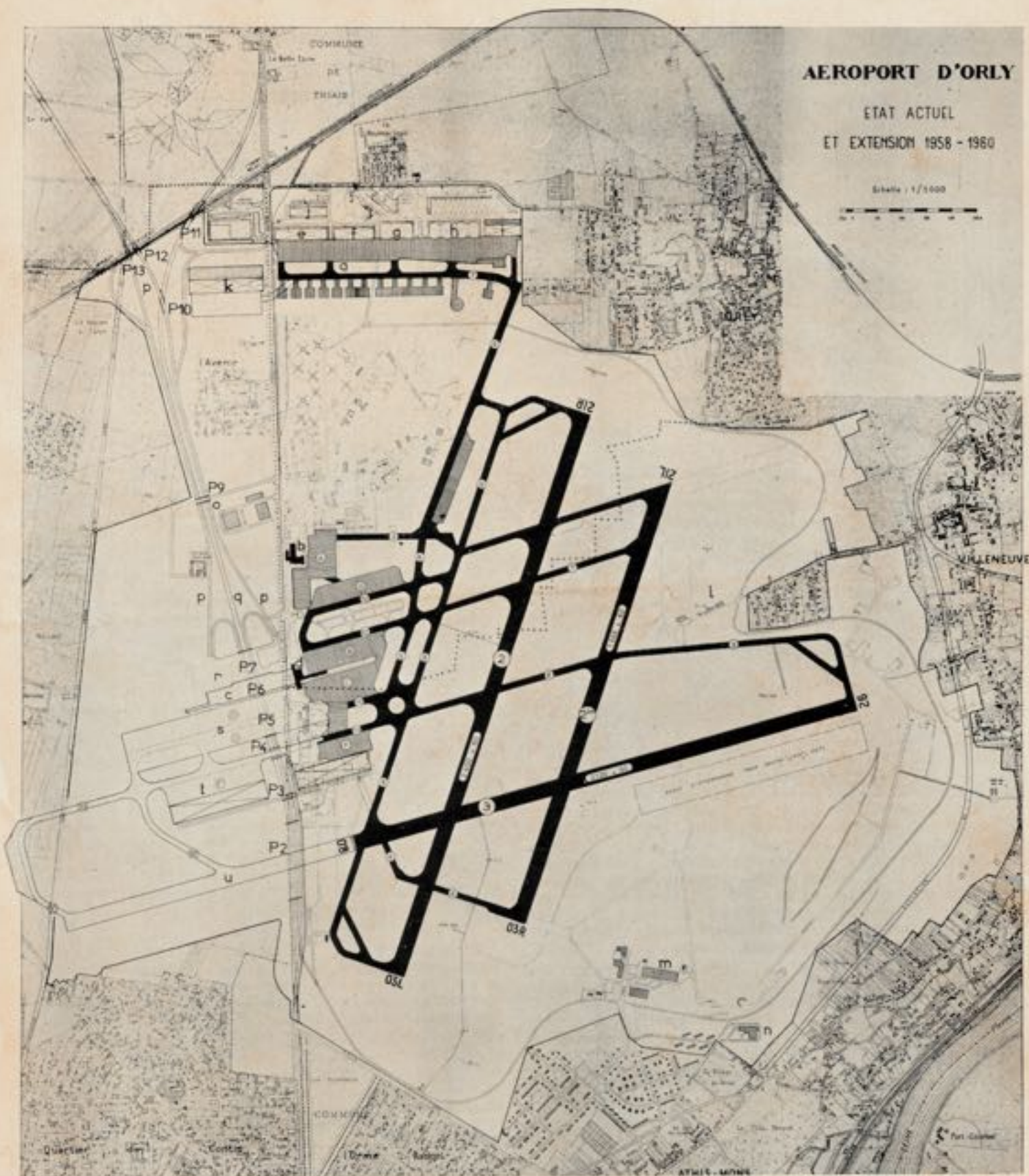


Fig. 3. — Plan de repérage général.

a. Voie de circulation en béton précontraint. — b. Aérogare Nord. — c. Installations terminales. — d. Aérogare Sud. — e. Hangar de 216 m (N. 1). — f. Hangar de 162 m (N. 2). — g. Hangar triple tonneau. — h. Hangar double tonneau. — i. Hangar de 150 m (N. 5). — j. Bâtiment technique. — k. Hangar projeté (N. 6). — l. Bloc technique et tour de contrôle. — m. Ateliers généraux. — n. Bâtiments du B. C. T.-C. C. R. — o. Centrale électrique et thermique. — p. Branches Orly de l'autoroute du Sud. — q. Déviation de la R. N. 7. — r. Esplanade de l'aérogare. — s. Aire de trafic. — t. Aire d'entretien. — u. Prolongement de la piste n° 3.

— P. 2. Pont de la piste n° 3. — P. 3. Pont-route. — P. 4. Pont de la voie de circulation. — P. 5. Pont de l'aire de trafic principale. — P. 6. Pont de l'aérogare. — P. 7. Pont de l'esplanade. — P. 9. Pont-route. — P. 10. Pont de la chaussée Est de la branche d'Orly. — P. 11. Pont par lequel la R. N. 7 dévie franchit la voie ferrée de Massy-Palaiseau à Valenton. — P. 12. Pont par lequel la chaussée Est de la branche d'Orly de l'autoroute du Sud franchit la voie ferrée de Massy-Palaiseau à Valenton. — P. 13. Pont par lequel la chaussée Ouest de la branche d'Orly de l'autoroute du Sud franchit la voie ferrée de Massy-Palaiseau à Valenton.

avions comportant une trentaine de postes de stationnement.

On y accédera :

— pour les véhicules venant du Sud, par la route de Paris deux chaussées séparées raccordée à l'autoroute du Sud et qui empruntera la tranchée routière jusqu'à l'aérogare ;

— pour les véhicules venant du Sud, par la route de Paris à Fontainebleau raccordée à cet effet à l'esplanade de l'aérogare par des voies en trompette.

En outre, une voie ferrée raccordée au Nord de l'aérogare au réseau S. N. C. F. assurera une liaison directe entre la gare d'Orsay et l'aérogare d'Orly.

Des parcs de stationnement pour véhicules automobiles seront aménagés devant l'aérogare et de part et d'autre de la tranchée routière.

On trouvera enfin dans la partie Nord de la zone centrale quelques installations annexes à l'usage des compagnies aériennes et une centrale thermo-électrique assurant pour l'ensemble de l'aéroport à la fois le chauffage des bâtiments et la fourniture du courant électrique aux équipements prioritaires (balisages lumineux et aides radio-électriques).

Les installations industrielles affectées à l'entretien du matériel volant basé à Orly seront groupées au Nord de la piste 7 directement raccordée au réseau routier, sans qu'il soit nécessaire de passer par la zone centrale.

..

Un plan de masse n'est pas une œuvre rigide et constitue plutôt un guide qui doit être repensé au fur et à mesure que les besoins du transport aérien sont mieux connus et que la doctrine sur l'aménagement des grands aéroports se précise.

Dans le cas de l'aéroport d'Orly, les études poursuivies depuis les trois dernières années ont conduit à cette conclusion que les dispositions primitivement prévues pour l'ensemble des trois pistes Est-Ouest devraient être révisées :

— le plan de masse ne prévoit en effet, dans sa version actuelle, qu'une distance de 600 m entre les deux pistes 3 et 4 utilisées l'une pour les atterrissages, l'autre pour les décollages. Or, cet écartement a été reconnu insuffisant pour éliminer dans tous les cas le risque de voir un avion, remettant les gaz après une approche défectueuse, entrer en collision avec un autre avion décollant sur la piste parallèle. L'écartement minimum à prévoir pour respecter cette condition étant de 900 m, il est devenu nécessaire de reporter vers le Nord l'implantation de la piste 4. L'implantation retenue a réservé une marge de sécurité en fixant cet écartement à 1 200 m ce qui a l'avantage d'éviter que l'alignement de la nouvelle piste ne soit trop proche du bâtiment de l'aérogare.

Il est apparu d'autre part que la capacité unitaire des avions avait augmenté depuis les premières études du plan de masse dans une proportion bien supérieure à toutes les prévisions. Il en résulte qu'un même trafic est assuré par un nombre d'avions plus faible, ce qui réduit la fréquence des mouvements et diminue beaucoup l'intérêt que pourrait comporter la multiplication du nombre des pistes. En fait, il a été reconnu que dans le cas de l'aéroport d'Orly la capacité de deux pistes parallèles conduisait à un trafic, exprimé en nombre de passagers, qui excède le rendement maximum que l'on peut espérer tirer des installations terminales. Il s'ensuit qu'il est devenu improbable que l'on soit conduit un jour à construire la piste n° 7.

C'est là une conséquence très favorable car elle permettrait d'ouvrir largement le parti vers le Nord, autorisant ainsi dans l'avenir une extension de la zone centrale qui risque, bien qu'elle ait été à l'origine largement dimensionnée, au moins d'après les conceptions de l'époque, de s'avérer insuffisante par l'effet combiné du développement de l'automobile qui impose des parcs de stationnement toujours plus étendus et de

la multiplication des installations diverses suscitées par cet incomparable pôle d'attraction que constitue un grand aéroport.

### Description des travaux en cours.

Le programme des travaux en cours tel qu'il est défini par le plan quinquennal 1957-1961 comprend l'ensemble des opérations nécessaires pour couvrir les besoins d'un trafic de l'ordre de 4 millions de passagers qui sera vraisemblablement atteint entre 1963 et 1965.

Voici, succinctement décrit, l'état d'avancement de ces travaux :

#### 1° Déviation de la route nationale n° 7 et ouvrages de franchissement.

Les terrassements, les déviations de canalisations diverses et les ouvrages d'assainissement de la tranchée ont été exécutés entre 1955 et 1957.

La construction des ponts a été entreprise en 1956 sauf pour deux ouvrages qui ne seront nécessaires que dans une phase ultérieure du plan de masse et qui sont le pont de la piste n° 7 — encore, ainsi qu'on l'a vu plus haut, la réalisation de cet ouvrage est-elle devenue entre temps improbable — et le pont par lequel la future route périphérique franchira la route nationale au Sud de l'aéroport.

Six de ces ouvrages sont des ponts-routes classiques analogues à ceux que l'on rencontre dans tous les aménagements routiers ; trois d'entre eux sont spécialement conçus pour le franchissement de la voie ferrée électrifiée de Massy-Palaiseau à Valenton qui constitue la limite Nord de l'aéroport ; deux autres sont des ponts-routes qui franchissent perpendiculairement à son axe la tranchée routière ; le dernier (pont n° 10) par lequel la chaussée Est de l'autoroute franchira la route nationale déviée sera remarquable par les dispositions adoptées pour éviter les inconvénients inhérents au franchissement d'une route par un pont très biais. Les accès étant largement dégagés on a pu prévoir des culées en retrait permettant la construction d'un pont droit dont les appuis centraux sont constitués par des piles circulaires n'ayant pas, comme des piles classiques, l'inconvénient de fermer la perspective pour les usagers de la route. Les difficultés entraînées par les grandes portées admises ont été résolues par l'emploi du béton précontraint qui a permis de conserver des poutres principales de hauteur modérée qui contribuent à alléger l'aspect général de l'ouvrage.

Les ponts compris dans la zone centrale et qui franchissent la tranchée au droit de l'aérogare et de ses dépendances, des aires de stationnement, des voies de circulation et de la piste n° 3 présentent des caractéristiques exceptionnelles du fait de leur grande longueur dans le sens de la voie franchie et pour certains d'entre eux de l'importance des charges qui y seront appliquées.

Le pont n° 7 (pont-route supportant l'esplanade devant l'aérogare), le pont n° 5 (pont de l'aire de stationnement des avions devant l'aérogare), le pont n° 4 (pont de la voie de circulation n° 13) et le pont n° 2 (pont de la piste n° 3) ont été conçus d'après un projet présenté dans le cadre d'un concours par l'Entreprise Campenon Bernard et dans lequel le recours au béton précontraint a procuré une solution élégante des problèmes difficiles issus des grandes dimensions des ouvrages. Cette solution évite, en effet, tout joint de dilatation transversal qui eût imposé de coûteux renforcements, les variations thermo-hygrométriques très importantes pour des ouvrages de cette dimension étant absorbées par des appuis en néoprène dont l'épaisseur atteint 5 cm.

La construction du pont n° 6 qui supporte le corps central



Fig. 4. — Vue générale de la tranchée prise en direction du Sud. (10-2-58.)

*Au premier plan et à droite, le pont 7, puis successivement : le pont 6 terminé et le chantier des sous-sols de l'aérogare; le pont 5 terminé; le pont 4 (pont de la voie de circulation); le pont 3 (pont route). Au fond, le chantier de construction du pont 2 (pont de la piste).*

de l'aérogare a été attribuée après concours à l'Entreprise Labalette. Ce pont est construit en béton armé et fait appel aux techniques classiques. Il est toutefois remarquable par son échelle inhabituelle, les poutres principales ayant dû être calculées pour supporter des charges ponctuelles atteignant 450 t.

Tous ces ouvrages sont actuellement en voie d'achèvement sauf le pont n° 2 dont la construction sera poursuivie pendant toute l'année 1958 de telle manière que l'équipement des ouvrages et des chaussées auxquelles il donne passage soit terminé pour le 1<sup>er</sup> juillet 1959, date prévue pour la mise en service de la déviation de la route nationale.

Les souterrains ainsi réalisés dans la zone centrale de l'aérogare comportent, si l'on fait abstraction du pont de la voie de circulation n° 4 dont la longueur n'est que de 40 m, deux sections dont les longueurs sont respectivement de 310 et 320 m environ. En raison de l'intensité de la circulation à prévoir qui atteindra fréquemment la capacité limite des chaussées, il a été jugé nécessaire de ne pas se reposer sur la ventilation naturelle pour l'aération de ces souterrains et les projets en cours de réalisation comportent la mise en place d'une ventilation semi-transversale.

L'éclairage des souterrains est un problème toujours délicat

pour des ouvrages susceptibles d'être parcourus à des vitesses relativement élevées surtout lorsque, comme c'est le cas, ces ouvrages sont orientés dans le sens Nord-Sud qui est le plus défavorable du point de vue de l'éblouissement. Les dispositions prévues pour l'éclairage ont été mises au point en tenant compte de l'expérience acquise ces dernières années en France et à l'étranger et comportent en particulier la mise en place devant les têtes des souterrains, sur 50 m de longueur environ, de persiennes supportées par des ouvrages légers en béton qui assureront la transition entre la lumière extérieure et l'éclairage artificiel intérieur.

## 2° Pistes et voies de circulation.

Deux des pistes prévues par le plan de masse sont actuellement construites : ce sont les pistes n° 2 d'une longueur de 2 400 m et n° 3 d'une longueur de 2 100 m. Il existe en outre une deuxième piste orientée Nord-Sud, la piste n° 2 bis, qui provient de l'aménagement d'ouvrages exécutés naguère par l'armée américaine mais dont il n'est pas prévu de développer l'exploitation.

La piste n° 3 a vu sa longueur limitée vers l'Ouest par la route nationale et des projets en cours de réalisation en prévoient



Fig. 5. — Maquette des installations terminales (vue perspective en direction du Sud-Ouest).

le prolongement jusqu'à une longueur de 3 300 m correspondant aux exigences les plus sévères des nouveaux quadri-réacteurs. Ce prolongement est rendu possible par la construction de la déviation de la route et entre dans le cadre du programme de travaux en cours. Il a été entrepris à la fin de 1957 et sera terminé au milieu de 1959, ce long délai s'expliquant par le fait qu'il a fallu prévoir une exécution en plusieurs tranches tenant compte du développement progressif des autres ouvrages. A ces travaux de piste sont associés les travaux concernant les voies de circulation correspondantes et l'aire de stationnement devant l'aérogare ; ils portent au total sur 260 000 m<sup>2</sup> de revêtement en béton de ciment de 40 cm d'épaisseur.

La construction de la piste n° 4, parallèle à la piste n° 3, n'est pas comprise dans le plan quinquennal 1957-1961 et ne sera vraisemblablement entreprise qu'en 1962.

### 3° Installations terminales. Aérogare et dépendances.

Le bâtiment principal abritant l'aérogare est implanté sur un rectangle d'environ 200 x 60 m disposé symétriquement par rapport à la route nationale qu'il franchit par le pont 6. Ce bâtiment sera flanqué de deux jetées latérales, la jetée Est incorporant l'aérogare Sud actuelle dont les aménagements seront transformés en bureau.

Le bâtiment principal abritera, outre l'aérogare proprement dite, le bloc technique (tour de contrôle et services qui en dépendent) et un ensemble de bureaux affectés aux compagnies aériennes et à divers services publics qu'il y a intérêt à regrouper autour de l'aérogare.

Le nombre de postes de stationnement directement desservis par l'aérogare risquant de devenir insuffisant lorsque le trafic excédera 6 millions de passagers par an, il est prévu dans une phase ultérieure encore à l'étude que de nouveaux postes de stationnement pourront être desservis à partir d'une jetée construite à 200 m au Sud environ parallèlement à la façade de l'aérogare et reliée au bâtiment central par un passage souterrain qui sera vraisemblablement équipé de trottoirs roulants pour faciliter le transport des passagers.

Le bâtiment principal en cours de construction constitue un ensemble très important qui représente une surface de

planchers d'environ 90 000 m<sup>2</sup>. Le gros œuvre de ce bâtiment est constitué par une charpente métallique avec dalles d'étages en béton armé reposant dans sa partie centrale sur le tablier du pont 6 et dans ses parties latérales sur des sous-sols en béton à deux étages.

Les fondations et les sous-sols en béton sont actuellement terminés et le montage de la charpente métallique, dont le tonnage total est de l'ordre de 5 500 t, est en pleine activité : cette partie des travaux sera terminée au cours de l'année 1958.

L'architecture de ce bâtiment fait appel aux conceptions les plus modernes et comporte notamment la mise en place de façades en murs rideaux métalliques, technique relativement nouvelle en France, et qui constituera à Orly un développement de celle qui a été adoptée en 1954 pour la construction de l'aérogare Sud actuellement en service. Les équipements intérieurs du bâtiment sont actuellement en préparation de telle manière qu'il soit possible de mettre en service les nouvelles installations dans le courant de l'année 1960.

### 4° Equipement thermique et électrique.

La centrale thermo-électrique en construction dans la partie Nord de la zone centrale est destinée à assurer à la fois, par des groupes turbo-alternateurs, la fourniture du courant nécessaire pour l'alimentation des services prioritaires de l'aéroport et, par la récupération de la vapeur en contre pression des turbines, l'alimentation par l'intermédiaire d'échangeurs d'un réseau de distribution d'eau chaude à haute pression desservant l'ensemble des bâtiments de l'aéroport. En cas de défaillance accidentelle de la centrale, le secours du réseau prioritaire sera assuré par branchement sur le réseau d'Électricité de France.

La mise en service de cette centrale permet d'assurer à la fois la sécurité de l'alimentation et l'économie maximum, le couplage de la fourniture de courant et de la fourniture de chaleur comportant un bilan financier particulièrement avantageux.

La construction de la centrale ainsi que du réseau des câbles électriques et des canalisations d'eau chaude qui en dépendent a été entreprise en 1956 et sa mise en service interviendra à la fin de 1958.



→  
Fig. 6. — Vue de la centrale thermo-  
électrique, en cours de construction  
(10-2-58).



Fig. 7. — Vue générale  
de la zone industrielle Nord.



### 5<sup>e</sup> Zone industrielle Nord.

La zone industrielle Nord groupe les grands hangars affectés à la réparation des avions ainsi que les ateliers, magasins et diverses installations des compagnies aériennes locataires de ces hangars qui sont : Air France, la Compagnie T.W.A. et la Compagnie T.A.I. Rappelons que les hangars les plus modernes ont fait appel à une technique nouvelle comportant la mise en place de charpentes métalliques en porte à faux dont la façade côté aire de stationnement des avions se trouve complètement dégagée assurant ainsi la plus grande souplesse d'utilisation et le meilleur rendement des surfaces couvertes. Deux hangars de ce type ont été construits en 1954, à l'extrémité Ouest de la zone industrielle. Un nouveau hangar du même type vient d'être terminé, c'est le hangar n° 5 de 150 m d'ouverture qui comporte, par rapport à ses devanciers, diverses améliorations de détail et une augmentation de deux mètres de la portée des poutres en porte à faux, de manière à tenir compte de l'augmentation de la longueur des fuselages des avions qui a excédé ce que l'on pouvait prévoir en 1954.

L'équipement de la zone industrielle Nord ne s'arrêtera pas là car les commandes nouvelles passées par les compagnies aériennes et notamment par la Compagnie Nationale Air France leur imposent un développement et une modernisation accélérés des installations d'entretien à terre. Il s'ensuit qu'il faut prévoir le remplacement, d'ici deux ou trois ans, des deux anciens hangars (dits hangars triple et double tonneaux) qui équipent la partie centrale de la zone industrielle et que dès maintenant il a fallu entreprendre une extension vers l'ouest par la construction au-delà de la route nationale d'un nouveau grand hangar, semblable au hangar n° 5, mais dont la longueur sera de 300 m au lieu de 150 m.

..

Telles sont sommairement décrites les réalisations en cours sur cet aéroport d'Orly qui constitue aujourd'hui et restera l'élément principal de l'équipement aéronautique de la région parisienne. Dès maintenant d'autres réalisations sont également en cours ou prévues dans un proche avenir sur l'aéroport du Bourget afin d'y mettre à la disposition des compagnies aériennes une infrastructure qui corresponde à leurs équipements nouveaux. Le développement prévu du trafic par appareils à voilure tournante motive d'autre part la poursuite des

études sur la réalisation d'héliports qui ont donné lieu, dès 1957, à la mise en œuvre d'une première étape de l'équipement d'Issy-les-Moulineaux.

Ces études ne sont pas limitées à l'avenir immédiat. Elles prennent en considération, non seulement les 4 à 5 millions de passagers par an prévus à l'issue des travaux en cours, soit vers 1963-1964, mais aussi les développements auxquels on doit s'attendre jusque vers 1975-1980, période au cours de laquelle le trafic total des aéroports de la région parisienne est susceptible d'atteindre 12 millions de passagers par an.

Un tel développement aura exigé l'exploitation complète des possibilités offertes à Orly et notamment la construction de la deuxième piste de 3 000 m de longueur prévue au plan de masse et l'extension des installations terminales. On peut raisonnablement escompter que l'aéroport d'Orly pourra ainsi recevoir un trafic de l'ordre de 8 millions de passagers par an, le complément, soit 4 millions de passagers, étant absorbé par l'aéroport du Bourget dont l'équipement, complété dès 1960 par une nouvelle piste dont la construction sera prochainement entreprise, devra être développé par de nouvelles installations à l'usage des passagers sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire de déborder sensiblement sur les limites géographiques actuelles du terrain.

L'expérience américaine où le transport aérien est de dix ans en avance sur l'Europe nous enseigne d'ailleurs qu'une marge si considérable existe entre le trafic actuel et le trafic potentiel qu'on doit s'attendre à élaborer d'ici peu d'années pour la période 1980-1990 des prévisions où les chiffres évoqués plus haut seront largement dépassés. Cette circonstance aura certainement imposé entre-temps des études nouvelles sur l'aménagement de nos installations d'infrastructure et très vraisemblablement la recherche d'un site propre à l'implantation d'un troisième aéroport au voisinage de Paris.

C'est donc à l'une des étapes d'une œuvre de longue haleine que vous assistez aujourd'hui. Cette œuvre sera poursuivie dans le double souci de doter la région parisienne d'un équipement aéronautique digne de sa place dans le monde et d'intégrer cet équipement dans un programme d'urbanisme qui tienne compte dans tous les domaines et notamment dans ceux de l'habitat et des moyens de transport des impératifs qui découlent de l'évolution des mœurs et des techniques.

J. VASSEUR.

Fig. 8. — Vue intérieure du hangar n° 5.



# PRO BTP & moi

Ensemble pour protéger  
la santé de mes salariés

*Éric, 53 ans*


*Patron d'une PME  
du BTP*



**3 millions** de personnes assurées  
par PRO BTP en **complémentaire santé**

[www.probtp.com](http://www.probtp.com)

**PRO BTP**  
GROUPE



## Colas, une expertise reconnue au service des acteurs du transport

### INFRASTRUCTURES TCSP

Acteur majeur de la construction, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures de transport en commun en site propre, Colas a acquis un savoir-faire et une expérience uniques dans ce domaine.

De l'étude du projet jusqu'aux phases de construction et d'entretien, Colas accompagne les collectivités publiques tout au long du cycle de vie de leurs infrastructures.

**Un réseau de commerciaux à votre écoute**

**Tél. 01 47 61 75 00**

**7, place René Clair - 92653 Boulogne-Billancourt**

**[www.colas-france.fr](http://www.colas-france.fr)**

**COLAS**