

TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

SPECIAL JEUX DE PARIS 2024. STADE NAUTIQUE DE VAIRES-SUR-MARNE (77). NOUVEAU PONT SUR LA SEINE (93). REAMENAGEMENT DE L'ÉCHANGEUR DE L'A86 PLEYEL (93). LE FRANCHISSEMENT : OUVRAGE DU CENTRE AQUATIQUE. LE MARATHON DE LA LIGNE 14 SUD. TRAITEMENT DES REJETS POUR LES ÉPREUVES DE NAGE DANS LA SEINE. VILLAGE DES ATHLETES ET PARATHLETES. STADE NAUTIQUE DU ROUCAS BLANC A MARSEILLE. MISE EN SOUTERRAIN DE LIGNES A TRES HAUTE TENSION (93)

N°981 OCTOBRE 2022

JO
PARIS 2024

Convaincant à tous les niveaux

Le multi-talent de la logistique de stockage

Les chariots télescopiques Liebherr : rapides, faciles à manoeuvrer et puissants pour transporter de grandes quantités de matériaux jusqu'au stockage sous le toit.

www.liebherr.com

LIEBHERR

Chariot télescopique T 36-7

On your
side
site

Venez nous rencontrer à la

bauma

Munich, 24 - 30 octobre
Plus d'informations sur
www.liebherr-bauma.com

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@fnfp.fr**Comité de rédaction**
Jean-Bernard Detry (Setec),
Denis Etienne (Bouygues),
Philippe Gotteland (Fnfp),
Ziad Hajar (Systra),
Florent Imbert (Razel-Bec),
Nicolas Law de Lauriston (Vinci),
Romain Léonard (Demathieu Bard),
Claude Le Quéré (Egis),
François Louvel (Spie Batignolles),
Véronique Mauvisseau (Ingerop),
Stéphane Monleau (Soletanche Bachy),
Jacques Robert (Arcadis),
Claude Servant (Eiffage),
Nastaran Vivan (Artelia),
Michel Morgenthaler (Fnfp)**Ont collaboré à ce numéro**
Rédaction
Sophie Le Renard (actualités),
Marc Montagnon**Service Abonnement et Vente**
TBS GROUP
Service Abonnement Revue Travaux
235, avenue le Jour se Lève
92100 BOULOGNE BILLANCOURT
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
10, rue du Progrès - 93100 Montreuil
Tél. : 01 41 63 10 30
www.rive-media.fr**Directeur de clientèle**
Bertrand Cosson -
b.cosson@rive-media.fr
L.D. : 01 41 63 10 31**Site internet : www.revue-travaux.com****Édition déléguée**
Com'1 évidence
2, chemin dit du Pressoir
Le Plessis
28350 Dampierre-sur-Avre
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).Éditions Science et Industrie SAS
9, rue de Berri - 75008 Paris
ISSN 0041-1906

JO 2024

PARIS SE TRANSFORME



© DR

L'urgence climatique est là : elle nous oblige à transformer notre ville. Pour faire face aux conséquences des changements climatiques, Paris doit s'adapter et accompagner cette révolution mondiale qui implique de faire bouger nos manières de nous déplacer, de consommer, de construire et d'alimenter nos bâtiments.

C'est pourquoi, depuis 2014, j'ai engagé la transformation de Paris. Nous avons repensé nos infrastructures et leurs usages : c'est le cas des rues aux écoles rendues aux enfants, des berges de Seine piétonnisées rendues aux Parisiennes et aux Parisiens, des portes de Paris transformées pour offrir un environnement et un quotidien plus agréables aux riverains.

Paris se transforme, aussi, dans ses habitudes. Les vélos se multiplient partout grâce aux 1 089 kilomètres de pistes cyclables. Car, oui, quand les infrastructures sont là, qu'elles sont sécurisées et agréables, elles nous aident à changer nos habitudes et nos gestes.

Paris évolue aussi dans son rapport à la nature. Partout où c'est possible et au cœur de nos grands projets comme les abords de Notre-Dame, nous plantons des arbres pour rendre l'air plus pur, le paysage plus beau et apporter cette fraîcheur dont nous ne pouvons nous passer en temps de canicule.

C'est aussi le cœur de notre ambition pour l'embellissement des Champs-Élysées, ce projet si emblématique. Pour rendre toute sa splendeur à la plus belle avenue du monde, nous allons non seulement

réparer le mobilier et les sols, améliorer la cohabitation entre les différents moyens de transport, en prenant soin de laisser toute leur place aux piétons, mais aussi agrandir et étoffer nos espaces verts pour que les enfants, les familles, les personnes âgées puissent profiter du calme et des bienfaits de la nature.

Ces grandes transformations, Paris les défend à l'échelle nationale comme internationale. Confrontées aux mêmes défis, les villes doivent s'entraider, échanger, se parler, pour résister aux fortes chaleurs, pour en finir avec notre dépendance aux énergies fossiles et améliorer la qualité de notre air.

Les Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024 seront un rendez-vous décisif pour ce combat. Le monde entier aura les yeux rivés sur notre capitale. C'est une opportunité exceptionnelle, ils nous permettent de nous fixer un horizon : il y aura un avant et un après 2024.

L'accueil des délégations étrangères comme de l'ensemble des spectateurs et des touristes fait partie de ces enjeux. À cette fin, nous allons créer une voie réservée sur le boulevard périphérique afin de fluidifier le trafic entre les différents sites olympiques. Cette voie n'est qu'une étape dans notre projet de transformation du périphérique : elle participera à changer les usages de cette artère vitale du Grand Paris. En plus de la voie dédiée aux covoiturages, transports collectifs et taxis - que nous travaillerons à pérenniser par la suite - l'ensemble de l'infrastructure sera amené à évoluer, pour être végétalisé et apaisé.

Dans le même temps, nous continuerons à planter des arbres - 50 000 d'ici 2024 - et à faire plus de place aux cyclistes et aux piétons. En plus des berges, nous allons rénover plusieurs places et sites touristiques pour mieux les sécuriser, rendre leur accès plus facile et les inscrire dans un cadre plus vert et moins bruyant.

Les Jeux olympiques et paralympiques de 2024 vont léguer aux Parisiennes et aux Parisiens un héritage exceptionnel. Grâce aux Jeux, notre ville sera, non seulement plus belle et plus agréable, mais aussi en avance dans la course contre la montre du dérèglement climatique.

ANNE HIDALGO
MAIRE DE PARIS

SPÉCIAL JEUX DE PARIS 2024

LA SEINE OLYMPIQUE TELLE QU'IMAGINÉE PAR LE COLO PARIS 2024 © PARIS 2024



04 ALBUM

08 ACTUALITÉ



16

ENTRETIEN AVEC VALÉRIE PÉCRESSÉ
RÉGION ÎLE-DE-FRANCE - PARIS 2024 :
UNE AMBITION ET DES ENGAGEMENTS

24 SOLIDEO -
31 DÉCEMBRE 2023,
QUOIQU'IL ADVIENNE !



34 STADE NAUTIQUE
de Vaires-sur-Marne (77)

40 UN NOUVEAU PONT SUR LA SEINE
entre Saint-Denis
et l'île Saint-Denis

48 RÉAMÉNAGEMENT DE L'ÉCHANGEUR DE L'A86 PLEYEL
à Saint-Denis

54 LE FRANCHISSEMENT
Un ouvrage du centre aquatique,
au design soigné et optimisé

60 LE MARATHON DE LA LIGNE 14 SUD
du Grand Paris Express

68 LE TRAITEMENT DES REJETS
permettra la tenue des épreuves
de nage en eau libre dans la Seine

74 VILLAGE DES ATHLÈTES ET PARATHLÈTES
Lot E - Les Belvédères :
Éco-conception à la française

80 BASSIN DU STADE NAUTIQUE DU ROUCAS BLANC
à Marseille

86 MISE EN SOUTERRAIN DE LIGNES À TRÈS HAUTE TENSION À SAINT-DENIS
Creusement d'une galerie technique sous 4 bars de pression

LE VILLAGE DES ATHLÈTES VITRINE DE L'EXCELLENCE ENVIRONNEMENTALE

Solideo, Société de Livraison Des Ouvrages Olympiques créée spécialement le 27 décembre 2017, est le financeur, l'aménageur et le superviseur des 64 ouvrages réalisés pour les Jeux. Parmi ces ouvrages, le Village des Athlètes situé à Saint-Ouen accueillera 14 000 athlètes, parathlètes et accompagnants. Conçu comme un éco-quartier, il est une vitrine du savoir-faire français dans ce domaine avec l'ambition de réduire de moitié l'impact carbone par rapport à la construction classique. Le village est conçu en vue de son intégration dans le territoire une fois les Jeux terminés.

(Voir reportage page 24 et article page 74).

© PICHÉ/LEGENDRÉ/ JAY LUCKY/PIKEL/METROCHROME/ADVENTO



© SOLIDEO

LE FRAN- CHISSEMENT ENJAMBE 13 VOIES D'UN SEUL TENANT

Bouygues Travaux Public, mandataire d'exécution, réalise un ouvrage qui enjambe d'un seul tenant 13 voies de circulation dont celles de l'auto-route A1, la plus fréquentée de France, pour relier le Stade de France existant et le nouveau Centre Aquatique Olympique. La plus grande travée fait 73 m. Aucun appui n'est implanté en terre-plein central. À l'issue des jeux, il sera reconfiguré et laissé en héritage aux habitants de la métropole. (Voir article page 54).



© WES CHANOT

© ATELIERS 20/41 ET VENDEUVES

LA NOUVELLE ROUTE DU LITTORAL, AXE STRATÉGIQUE POUR LA RÉUNION, VOIT ENFIN LE JOUR

Le premier tronçon de 8,7 km de la Nouvelle route du littoral, à la Réunion, a été mis en service à la fin de l'été 2022. La réalisation de cet axe routier, qui relie Saint-Denis à La Possession, a subi de nombreux déboires (problèmes financiers, techniques et environnementaux). Cette infrastructure le long de l'océan Indien, ne devrait pas être livrée dans sa totalité, avant 2028.



Premier tronçon de 8,7 Km de la Nouvelle route du littoral.

Elle porte le surnom de "la route la plus chère de France". En effet, l'État a déjà investi 1,2 milliard d'euros et, à terme, le coût total de cette infrastructure, décidée en 2010, devrait dépasser les 2,2 milliards d'euros, soit 160 M€ par km. Malgré ce budget en fort dépassement et un calendrier semé d'embûches, la Nouvelle Route du Littoral (NRL) a enfin ouvert le 28 août 2022, sur l'île de la Réunion. Mais seul un premier tronçon a été mis en service. En effet, les usagers ne peuvent l'emprunter que sur deux voies, uniquement dans le sens Saint-Denis-La Possession et sur 8,7 km. Il faudra attendre début 2023, pour une

ouverture dans les deux sens de la NRL. La route, dans sa totalité, sera longue de 12,5 km, avec deux fois trois voies, dont deux couloirs de bus.

→ Sécurité

La portion ouverte est constituée par un viaduc de 5,4 km qui domine l'océan Indien, à 30 m de hauteur. Le groupement d'entreprises dont Vinci est le mandataire, associé à Bouygues Travaux Publics, Dodin Campenon-Bernard, et Demathieu Bard Construction, a réalisé le chantier. Des moyens techniques importants ont ainsi été mobilisés pour mettre en œuvre 300 000 m³ de béton et 38 000 tonnes d'acier : une barge de

la taille d'un terrain de football pour poser les 48 piles du pont, une structure métallique longue de 280 m pour assembler les 1 400 éléments du tablier.

La région Réunion, maître d'ouvrage, met en avant la sécurité pour justifier la construction de cet ouvrage d'art. « *Le premier enjeu de cette construction est prioritairement celui de mettre fin à une situation d'insécurité permanente pour les dizaines de milliers de professionnels et de particuliers qui empruntent chaque jour cet axe vital pour La Réunion. L'importance que revêt cette liaison stratégique pour notre économie exigeait la réalisation d'un nouvel axe de circulation totalement sécurisé.* » explique dans un communiqué le maître d'ouvrage. En effet, 80 000 automobilistes empruntent chaque jour la route du littoral exposée à de fréquentes chutes de pierres.

→ Un second viaduc

La NRL revient de loin. Sa réalisation a certes engendré des surcoûts financiers,

mais aussi des contraintes techniques et écologiques.

Dans sa première version de 2011, la route littorale comprenait un viaduc mais aussi une longue digue en mer. Cette solution nécessitait l'extraction de roches dans l'île pour aménager la chaussée. Mais la ressource en roches était insuffisante et nécessitait l'exploitation de nouvelles carrières, qui n'ont pas eu l'autorisation d'ouvrir au nom de la protection de l'environnement (décision du Conseil d'État, en 2020).

La solution de la digue en mer a donc été abandonnée et la réalisation d'un second viaduc a été actée, en 2022. Cet ouvrage d'art permettra alors de clore la construction de cette route.

La mise en service finale de la NRL devrait être effective aux alentours de 2028. Le montant estimatif de ce nouveau tronçon est de 846 M€, financé à part égale par l'État et la Région Réunion. ■



300 000 m³ de béton et 38 000 tonnes d'acier utilisés pour ce chantier d'ampleur.

DES MOYENS POUR LES RÉSEAUX DE CHAUFFAGE ET DE FROID DANS LES PETITES VILLES

Alors que les prix de l'énergie atteignent des sommets et sont particulièrement volatils, l'Ademe a lancé un appel à projet, qui court jusqu'en octobre 2022, pour encourager les collectivités locales de moins de 50 000 habitants à créer des réseaux de chauffage et de froid renouvelables. Les lauréats, communes ou Établissements

publics de coopération intercommunale (EPCI) vont voir leurs études de faisabilité financées à 90 % et pourront bénéficier d'aides à l'investissement. Une réévaluation des aides forfaitaires réservées aux installations qui produisent moins de 20 GWh est aussi prévue. Biomasse, géothermie, solaire thermique ou chaleur de récupération, les réseaux

de chauffage doivent s'appuyer sur des ressources locales. Certaines petites villes ont déjà enclenché cette conversion. Pour les autres, cet appel à projets appelé "une ville, un réseau", doit leur permettre d'accélérer la transition. Les métropoles qui ont déjà des infrastructures en centre-ville sont aussi concernées.

En effet, l'offre s'adresse aussi aux communes situées en périphérie des zones urbaines denses.

Cet appel à projet s'inscrit dans le cadre du "Fonds chaleur" qui a augmenté en 2022 de 40 % et est désormais doté d'un budget de 520 M€. Une première depuis sa création en 2009. ■

UN NOUVEAU PLAN DE PRÉVENTION DES INONDATIONS FRANCILIENNES



Crue de la Marne en janvier 2018, à Joinville-le-Pont.

« Les risques d'inondation constituent bel et bien une réalité sur le territoire francilien. Si l'action des 4 lacs-réservoirs et du nouvel ouvrage de rétention des crues de la Bassée permettent de limiter la hauteur de beaucoup d'entre elles, l'Île-de-France reste un territoire vulnérable lors des grandes crues, dont les tissus sociaux et économiques restent fortement exposés aux inondations. Il est donc indispensable de renforcer la conscience de ce risque et d'agir tous ensemble afin de repenser nos territoires. » a déclaré Patrick Ollier, président de l'Établissement public territorial de bassin (EPTB) Seine Grands Lacs, le 6 septembre 2022.

Cette date marquait le lancement de la consultation des parties prenantes dans le cadre du second programme d'action de prévention des inondations (Papi) de la Seine et de la Marne franciliennes, pour la période 2023-2029. Le premier plan, qui s'est déroulé entre 2014 et 2020, a permis de mettre en œuvre 160 actions dédiées à la gestion des inondations et à la réduction des dommages prévisibles liés à ces phénomènes. 2/3 des mesures concernent l'amélioration de la connaissance du risque, la sensibilisation et la réduction de la vulnérabilité, 12% ont été dédiées au ralentissement des écoulements et à la protection contre les inondations.

→ **168 M€, sur 6 ans**

Pour le Papi nouvelle version, les axes d'intervention restent identiques mais les moyens déployés ont été renforcés. 306 actions ont ainsi été listées. Elles seront portées par près de 60 maîtres d'ouvrage, (au lieu de 5), 168 M€ HT devraient être mobilisés, sur 6 ans.

Le nouveau budget prévisionnel permet un investissement plus important (120 M€) pour le ralentissement des écoulements et la gestion des ouvrages de protection hydraulique. Dans ce cadre, le projet du site pilote de la Bassée (Seine-et-Marne) doit permettre de retenir plusieurs centaines de millions de m³ et de réduire ainsi le niveau des eaux de plusieurs dizaines de centimètres en cas de crue. Cette infrastructure entre dans sa phase de construction. Elle est constituée d'une station de 8 pompes hydrauliques qui servira à transférer l'eau de la Seine dans un espace constitué d'une digue. Christophe Béchu, ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires est venu mi-octobre pour la pose de la première pierre de cet ouvrage, dont la mise en service est prévue en 2024.

Autre exemple de projet à développer : la renaturation des berges de l'Yerres et la restauration de ses zones humides à Villeneuve-Saint-Georges (Val-de-Marne).

Des études nécessaires au confortement et à la fiabilisation des systèmes d'endiguement seront aussi lancées. Lié aux grands axes fluviaux de la Seine et de la Marne, le second Papi voit aussi son périmètre évoluer en s'étendant vers l'aval du bassin de la Seine. Ces programmes d'action de lutte contre les inondations franciliennes sont financés par l'État, mais aussi l'agence de l'Eau Seine-Normandie, le Fonds européen de développement régional (Feder), le conseil régional d'Île-de-France, ou encore les conseils départementaux de Seine-et-Marne et l'Essonne et les intercommunalités concernées. ■



Le nouveau périmètre d'intervention du programme d'action de prévention des inondations.

PARTENARIAT ENTRE SYNTEC-INGENIERIE ET L'ESTP

La fédération professionnelle des métiers de l'ingénierie Syntec-Ingenierie et onze de ses entreprises adhérentes, va parrainer une promotion d'élèves ingénieurs de l'École supérieure des travaux publics (ESTP), qui seront diplômés en 2025. L'objectif est de valoriser les métiers et les entreprises d'ingénierie auprès des jeunes de l'ESTP, mais aussi de renforcer les liens entre les univers académique et professionnel. Tout au long des 3 années que durera ce parrainage, un ensemble d'actions sera mis en place : visites de chantiers, interventions de professionnels lors des cycles de conférences, ou encore accompagnement et sessions de recrutement des élèves ingénieurs.

UNE PREMIÈRE STATION DE DISTRIBUTION D'HYDROGÈNE, À ISSY-LES-MOULINEAUX

L'hydrogène, dans les domaines de la mobilité peut être une solution pour lutter contre la pollution de l'air et réduire les émissions de CO₂. La ville d'Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine) va implanter une première station de distribution d'hydrogène pour tous types de véhicules, triporteurs, bus, taxis, camions poubelles, poids lourds et véhicules individuels. Cette station permettra de distribuer jusqu'à 200 kg d'hydrogène par jour. Ce projet s'appuie sur un partenariat avec deux acteurs privés : REI Groupe - IntHy spécialisé dans l'accompagnement des collectivités locales pour l'installation de ce type d'infrastructure et Hype, plateforme de mobilité dédiée à l'hydrogène. Cette nouvelle station bénéficie du soutien de l'Ademe, de la Région Île-de-France et de l'Union Européenne.

LAURÉATS DE L'APPEL À PROJETS "ROUTES ET RUES"

Clément Beaune, ministre délégué chargé des Transports a dévoilé les huit lauréats de l'appel à projets "routes et rues" 2022. Lancé en association avec l'Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité (Idrriim) et le Cerema, il est présenté comme un outil pour encourager l'innovation routière.

Les entreprises lauréates pourront ainsi tester leurs solutions sur le terrain et bénéficier du suivi du Cerema, de l'Université Gustave Eiffel et du Centre d'étude des tunnels (Cetu). Dans la liste des lauréats, les grands groupes sont bien représentés : Vinci, Eiffage, Colas ou encore Spie Batignolles. Parmi les innovations retenues, on peut noter des enrobés à résistance au roulement optimisée (Eiffage Infrastructures), l'utilisation accrue du bois pour la réalisation d'ouvrages d'art de franchissement (Freyssinet France), l'adjonction d'une structure légère pour créer une voie piétonne ou cyclable sur un pont existant (TH composites - Groupe solutions composites - B&M engineering), le test d'un béton compacté routier composé de ciment bas carbone et de granulats recyclés (Spie Batignolles Malet), ou encore un enrobé à base de liant translucide majoritairement biosourcé (Colas).

LA VILLE DE PARIS ET SA RÉGIE INVESTISSENT POUR UN MEILLEUR RENDEMENT DU RÉSEAU



© FRANÇOIS GRUNBERG / VILLE DE PARIS

Usine d'eau non potable d'Austerlitz (13^e).

C'est une particularité de la ville de Paris, unique au monde, qui date de 150 ans. Le réseau d'eau non potable offre une ressource alternative à l'eau potable. Alimenté par le canal de l'Ourcq, la Seine et la Marne, il compte près de 1 700 km de canalisation (2 000 km pour le réseau d'eau potable). En 2021, une centaine de jardins publics ont été arrosés avec cette ressource, ainsi que des parcelles privées. Elle permet aussi le lavage de certains espaces publics et des activités telles que des garages ou blanchisseries l'utilisent. Elle peut être aussi vectrice d'énergie pour le chauffage et la climatisation.

Vétuste et dégradé, ce réseau fait l'objet depuis 2015 d'investissements pour optimiser les usines de production qui prélèvent l'eau dans la Seine et le canal de l'Ourcq. 25 M€ ont déjà été mobilisés. La ville de Paris a annoncé, en juillet dernier, 36 M€ supplémentaires d'ici 2026, notamment pour rénover le réseau de distribution vieillissant. La régie autonome Eau de Paris prendra en

charge la réalisation des travaux à hauteur de 26 M€.

→ Mieux détecter les fuites

Concernant l'eau potable, l'agence parisienne a aussi mis en place une stratégie d'investissement qui se veut durable. « L'objectif est de maximiser la performance de notre réseau tout en privilégiant des choix d'investissement raisonnés. Pour cela, nous le digitalisons à bon escient car la technologie doit rester au service de nos métiers, » explique Benjamin Gestin, directeur général de la régie parisienne. Pour une meilleure traçabilité et la maî-

trise des flux, 14 M€ seront mobilisés dans le cadre du plan pluriannuel d'investissement 2021-2026, pour un total de 488 M€. La pose de 3 000 capteurs acoustiques, 1 600 déjà en fonctionnement et 1 400 d'ici à la fin 2022, doit permettre de mieux repérer les fuites. Installés dans les bouches à clé à intervalle régulier de 600 m, ces détecteurs permettent une écoute plus fine du réseau. De plus, celui-ci a été découpé plus finement en 23 nouveaux secteurs hydrauliques, portant leur nombre à 67. Sur chacun des secteurs, les débits d'entrée et de sortie sont mesurés pour là encore, identifier les fuites les plus impactantes (de plus de 10 m³/h). Grâce à ces capteurs, Eau de Paris a développé son propre système d'information et traite 1,8 million de données quotidiennes. Ces investissements permettent aux équipes d'intervention chargées de réparer le réseau de mieux repérer les fuites et de gagner du temps. Autre axe pour gagner en performance, le déploiement de 95 000 nouveaux compteurs abonnés plus efficaces, d'ici 2024. Eau de Paris espère ainsi améliorer son rendement de 88,8 % fin 2021 à 92 % fin 2022. ■



© SOPHIE LE RENARD

L'eau du canal de l'Ourcq est prélevée, puis stockée dans des bassins et distribuée dans des canalisations qui alimentent tout Paris.

RÉNOVATION DES PONTS, UN PARTENARIAT ENTRE OXAND ET LA BANQUE DES TERRITOIRES

Pour le Sénat, la rénovation des ponts devait être le "chantier du siècle". En 2019, puis en 2022 (voir pages actualités revue Travaux 980), les sénateurs pointaient des moyens insuffisants, tant financiers qu'en matière d'ingénierie, pour enrayer la spirale de la dégradation de ceux-ci, qu'ils appartiennent aux collectivités ou à l'État. Dans le cadre du plan de relance, l'État via la Banque des Territoires

a décidé de débloquer une enveloppe globale de 2 milliards d'euros afin de financer la rénovation de ces ouvrages d'art. Dans ce cadre, un partenariat a été noué avec Oxand, une société de conseil spécialisée en management des risques. À partir de données fournies par les collectivités locales concernées, celle-ci élabore différents scénarios de maintenance et d'investissements prédictifs pour

la rénovation de leurs ponts. « Il suffit de renseigner le nom de la commune, la date de la dernière rénovation du tablier et des principaux éléments et la typologie du pont. À partir de ces éléments, nous pouvons déjà générer un premier niveau de scénario avec une note d'état globale pour chaque pont et les besoins d'investissement, » affirme Yann Genet, directeur général d'Oxand. ■

HESUS REMPORTE LE MARCHÉ DE GESTION DES DÉCHETS, DE LA FUTURE LIGNE DE TRAMWAY T1



Déblais à Montreuil, sur la future ligne de tramway T1.

L'entreprise Hesus spécialisée dans la gestion des déchets de chantier, s'est vu attribuer par Colas Île-de-France Normandie (IFDN) un marché pour l'évacuation des déblais issus des terrassements de la ligne de tramway T1. Longue de 25 km, elle relie Asnières et Gennevilliers-Courtilles (Hauts-de-Seine) jusqu'à Val-de-Fontenay (Val-de-Marne). Le marché concerne la partie Est du tramway qui dessert les villes de Noisy-le-Sec, Romainville, Montreuil, Rosny-sous-Bois et de Fontenay-sous-Bois. Cette infrastructure supplémentaire de transport en commun dans ce secteur, doit permettre de désenclaver certains quartiers. Des aménagements requalifiant les espaces publics seront aussi réalisés. L'entreprise Hesus a donc en charge

l'évacuation des terres et l'optimisation logistique de leur transport. Le process employé doit permettre de réduire l'empreinte carbone et les impacts environnementaux de cet important chantier francilien.

→ Démarche d'économie circulaire

Ce nouveau marché qui s'étend jusqu'en 2025, comprend le traitement de 25 000 tonnes de terres impactées et 10 000 tonnes de terres inertes. 700 m³ de terres par jour en zone urbaine très dense seront ainsi enlevés.

Hesus entend mener une politique de valorisation des terres déblayées qui s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire. L'entreprise met en place une optimisation logistique afin de valoriser les solutions de proximité entre les lieux

où sont prélevés les déblais et ceux où ils sont déposés et de réduire les trajets à vide.

Une géolocalisation assure une traçabilité de ces processus. De plus, la valorisation de la totalité des déchets et des terres permet une préservation des ressources naturelles et des écosystèmes. Les matériaux pourront servir au comblement de carrières. Une partie des matériaux pollués sera retraitée dans un centre de recyclage et bénéficiera d'un lavage physico-chimique.

La maîtrise d'ouvrage de cette ligne de tramway est assurée par la RATP (système de transport) et le conseil départemental des Hauts-de-Seine (insertion urbaine). Colas IFDN réalise le génie civil et les infrastructures. ■

NGE CRÉE UNE FILIALE SPÉCIALISÉE DANS LE PAYSAGE

Le groupe français NGE, spécialisée dans le BTP avec la construction et la rénovation des infrastructures et les bâtiments, diversifie ses activités. Il crée une nouvelle filiale, NGE Paysages, qui a pour cible les collectivités locales qui cherchent à végétaliser leurs territoires et en particulier les espaces urbains. Cette filiale pourra donc intervenir sur des chantiers de désimperméabilisation des sols ou de création d'îlots de fraîcheur grâce à la réintroduction et l'entretien de la nature dans les villes.

→ Grand Est, Bretagne, Pays de Loire

« L'aménagement du cadre de vie est une préoccupation des collectivités de plus en plus présente. Pour nous, cela représente un nouveau relais de croissance avec l'objectif à 3 ans de recruter 300 personnes et de réaliser un chiffre d'affaires de 40 à 50 M€. » explique Stéphane Perez, directeur général délégué de NGE.

Si l'objectif avec la création de cette filiale, est d'intervenir dans toutes les régions de France, elle est pour l'heure

présente en Bretagne, dans les Pays de Loire et dans le Grand Est. C'est dans cette région, à Moulins-lès-Metz (Moselle) que l'entreprise du paysage DHR a rejoint le groupe.

Une antenne NGE Paysages a vu le jour en Bretagne et dans les Pays de Loire, entraînant des recrutements. Aujourd'hui, elle réalise des projets d'aménagement paysager à Nantes et à Angers qui peuvent s'intégrer à des opérations de construction, de réhabilitation et d'entretien d'infrastructures. ■

SYSTÈMES D'INFORMATIONS ET DE SURVEILLANCE POUR LA LIGNE 18 DU GRAND PARIS EXPRESS

La Société du Grand Paris, a attribué au groupement Eiffage Énergie Systèmes (mandataire) et Vinci Énergies le marché pour la fourniture, l'installation et la maintenance du réseau multi-services et des systèmes de surveillance de la Ligne 18 du Grand Paris Express qui relie l'aéroport d'Orly (Val-de-Marne) à la gare Versailles Chantiers (Yvelines).

Ce contrat qui s'étend en trois phases jusqu'en 2030, pour un montant de 60 M€ s'applique sur l'ensemble de cet axe, soit 35 km de voies, 10 gares et une inter-station de 8 km. Il prévoit la mise en place d'un réseau multi-services, la colonne vertébrale des systèmes d'informations de la Société du Grand Paris.

→ Mécanismes de cybersécurité

Le marché porte aussi sur la fourniture des systèmes de vidéosurveillance, de contrôle d'accès et de détection des intrusions. Il intègre, par ailleurs une étude globale de mise en œuvre de la politique et des mécanismes de cybersécurité des systèmes du Grand Paris Express pour la Ligne 18. Les missions d'études ont d'ores et déjà débuté en vue de tenir le calendrier avec une première échéance pour permettre l'ouverture de la gare d'Orly. Le groupement s'est engagé à confier la réalisation de 20 % des travaux à des TPE et PME et à consacrer au minimum 10 % du volume horaires à l'insertion.

© EIFFAGE ÉNERGIE SYSTÈMES



Orsay Gif, future gare de La ligne 18 du Grand Paris Express.

VINCI VA RENOUVELER 675 km DE RAILS

SNCF Réseau a attribué le marché de renouvellement de rails à ETF, filiale de Vinci Construction.

Ce contrat prévoit le remplacement, sur cinq ans, de 675 km de rails pour un montant de 118 M€. Les chantiers débuteront en janvier 2024. 135 km de rails seront alors remplacés en moyenne chaque année.

ETF pourra s'appuyer sur deux technologies : un train-usine mobile de 550 m de long qui remplacera rails et attaches et une nouvelle rame de transport de rails de 432 m qui assurera l'acheminement des rails neufs et le chargement des rails anciens. Ce marché s'inscrit dans le cadre du plan de performance État - SNCF Réseau, signé le 6 avril 2022.

SPIE BATIGNOLLES RACHÈTE L'ENTREPRISE LE FOLL

Un accord de reprise a été signé le 6 septembre 2022, entre l'entreprise Le Foll et Spie Batignolles.

Historiquement implantée dans l'Eure, à Corneville-sur-Risle, cette entreprise familiale qui connaissait des difficultés, a mené de nombreux projets de travaux publics, plus particulièrement dans le domaine autoroutier. Elle s'est ensuite progressivement diversifiée vers des travaux d'aménagement urbain et de génie civil, auprès d'acteurs locaux. Elle dispose de trois agences situées à Pont-Audemer (Eure), Caen (Calvados) et Andrésy (Yvelines).

Ce rachat permettra à Spie Batignolles une implantation dans ce secteur géographique normand.

BIO-UV GROUP INSTALLE DEUX RÉACTEURS UV POUR DÉSINFECTER LES EAUX USÉES DE LUNEL



© BIO-UV GROUP

Réacteurs équipés de 48 lampes basse pression à haute puissance.

Les périodes de fortes chaleurs et de pénurie d'eau pointent la nécessité de réutiliser des eaux usées faiblement polluées, issus d'usages domestiques. Traitées, ces eaux peuvent servir à arroser des champs et autres espaces verts mais aussi à nettoyer les trottoirs et autres espaces publics à la charge des collectivités locales. C'est ainsi que la ville de Lunel (Hérault) dans le cadre de l'agrandissement de sa Station d'épuration aux eaux usées (STEP), a recours (via le mandataire Sources) à la technologie de l'entreprise BIO-UV Group, spécialisée

dans la désinfection des eaux par ultraviolets (UV).

→ Une eau conforme aux réglementations

Ainsi, deux réacteurs RW équipés de lampes UV basse pression amalgame ont été installés pour rendre pures les eaux usées. BIO-UV Group s'engage « à garantir en permanence une eau conforme aux réglementations qui peut être réutilisée par la suite, » sous l'appellation "Reuse", en référence à l'arrêté ministériel "réutilisation des eaux usées épurées". Chaque réacteur est équipé de 48 lampes basse pression à haute puissance amalgame qui émettent précisément à 254 nm. Ces lampes permettent de détruire les bactéries, virus et autres micro-organismes qui se trouvent dans l'eau clarifiée. Les UV sont situés en sortie après les traitements primaires que sont l'oxygénation, décantation, clarification et filtration. Chaque réacteur est capable de traiter 650 m³/h et répondre ainsi aux besoins de 42 000 habitants.

→ Préserver les ressources

« L'installation de ces deux réacteurs BIO-UV permet le déploiement de solutions de réutilisation des eaux usées retraitées. Un enjeu majeur pour notre

territoire où il devient impératif d'œuvrer pour préserver la ressource en eau. »

considère Noé de Bonnaventure, Directeur du territoire de l'Hérault pour l'activité eau de Veolia, qui est l'exploitant de la station d'épuration. La technologie développée n'est pas une innovation mais elle est appelée à se développer à la fois dans des grandes villes ou sur de plus petits territoires, comme à Lunel. BIO-UV Group a fourni des réacteurs UV dans les stations d'épuration aux eaux usées de La Grande Motte, Paulhan, Villeveyrac, Narbonne, Bressuire, Bonifacio en Corse mais aussi à Agadir, au Maroc. D'autres marchés sont en vue. ■



© BIO-UV GROUP

Les eaux usées peuvent être réutilisées pour arroser des champs.

BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS ACQUIÈRE UNE TECHNOLOGIE INNOVANTE POUR L'ÉOLIEN EN MER



© BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS

Technologie innovante d'embase flottante.

L'entreprise Bouygues Travaux Publics, associée à Saipem et Boskalis, fait partie du consortium en charge de la

construction, du transport et de l'installation en mer des fondations gravitaires sur lesquelles reposeront les éoliennes en

mer au large de Fécamp (Seine-Maritime). Aujourd'hui, la société de travaux publics annonce l'acquisition d'une innovation sur le marché de l'éolien offshore, la technologie d'embase flottante "OOSTAR", détenue par Floating Wind Solutions (FWS) mais développée à l'origine par Dr.techn. Olaf Olsen.

→ Coût compétitif

Le concept breveté d'embase au fonctionnement hydrodynamique rend la turbine très performante, avec une grande durabilité de l'ouvrage et un rendement satisfaisant. La production béton sera faite en série, à un coût compétitif et dans des délais resserrés. Autre atout de cette acquisition, cette technologie permet de réduire l'empreinte carbone de l'infrastructure des fermes éoliennes et de diminuer les coûts d'exploitation et de maintenance. ■

UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE INTELLIGENTE DES FLUX DE DÉPLACEMENT



Le système Cityvision calcule le nombre de vélos sur des pistes cyclables.

Une jeune entreprise Wintics, a développé une nouvelle technologie pour optimiser les flux de déplacement. Appelée Cityvision, cette innovation est un logiciel d'analyse vidéo par intelligence artificielle. Elle permet par exemple de compter le nombre de vélos sur des pistes cyclables ou de réaliser l'analyse de trafic sur les voies adjacentes. Le logiciel se veut aussi un système de détection et d'alerte de situations dangereuses telles que feux rouges non respectés, atterrissages, véhicules mal garés, poids lourds non autorisés à circuler. Il s'installe directement dans un mini-boîtier de calcul et se pose sur les caméras déjà existantes ou nouvellement mises en place dans l'espace public. Les statistiques de comptage sont produites en temps réel par le logiciel et sont envoyées

à intervalles réguliers au système central. Cityvision est un outil destiné aux collectivités locales qui souhaitent développer pour leur voirie des systèmes d'informations liés aux "smart cities". Il peut être aussi une aide à la prise de décision pour les futurs projets d'aménagement. Il s'adresse aussi aux gestionnaires d'infrastructures de mobilité.

→ Respect des données personnelles

Une trentaine de collectivités locales travaille déjà avec la jeune pousse et utilise cette méthode qui optimise de façon anonyme, les flux de déplacement de leur territoire. En effet, le système respecte strictement les données à caractère personnel et ne stocke ni ne transmet aucune image issue des caméras. En 2022, Wintics s'est associée avec

Citeos, spécialisée dans l'éclairage public, pour déployer plusieurs dispositifs d'analyse vidéo sur le territoire de l'Établissement public territorial Grand Paris Seine Ouest (GPSO) qui compte 320 000 habitants.

Le logiciel fournit des tableaux de bord présentant différents comptages qui sont actualisés tous les quarts d'heure. Mais, les équipes de Wintics ne souhaitent pas s'arrêter là et travaillent à la conception d'un système à une échelle plus large, permettant à l'établissement intercommunal d'avoir accès à toujours plus de données. Wintics est une société créée en 2017, par trois tertiaires : Levi Viana, polytechnicien, Quentin Barenne, diplômé de la Business School ESCP et Matthias Houllier, de l'école des Hautes études commerciales (HEC). ■

EXPÉRIMENTATION DES NAVETTES AUTONOMES DE SAINT-RÉMY-LÈS-CHEVREUSE

Les premiers voyageurs ont pu rejoindre, en navette autonome, les 2 km qui séparent la gare de RER de Saint-Rémy-lès-Chevreuse (Yvelines) du parking Coubertin à Chevreuse. Cette expérimentation doit permettre de proposer un nouveau service "au dernier kilomètre" une alternative au véhicule personnel. Le Groupe Milla, spécialisé dans ce type de mobilité a mis à la disposition du groupe RATP deux navettes, 100 % électriques et autonomes. Elles peuvent transporter 4 personnes accompagnées

par un opérateur de sécurité. En fonctionnement du lundi au vendredi, de 7h à 19h, la navette doit être réservée via une application dédiée.

Près de 10 000 voyageurs sont attendus, jusqu'à la fin 2022. Mais les essais pourraient être prolongés d'un trimestre, afin de tester ces véhicules en toute saison. Cette expérimentation est financée par le Programme d'investissements d'avenir (PIA) et l'ADEME en lien avec la stratégie nationale et France Véhicules Autonomes. ■



Les navettes autonomes peuvent transporter jusqu'à 4 voyageurs.

RECHARGE DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES AVEC UNE ÉNERGIE PROPRE GARANTIE

La société Juice Technology AG, spécialisée dans la production de bornes de charge et de logiciels de chargement pour les véhicules électriques a développé le système Juice Power. Chaque utilisateur a la possibilité de charger sa batterie avec de l'électricité certifiée d'origine hydraulique à la seconde même où elle est générée par la centrale électrique.

« Au lieu de poser physiquement une ligne entre la centrale et l'utilisateur, chez Juice Power, nous le faisons simplement avec un contrôle électronique en temps réel. » explique Christoph Erni, fondateur et directeur de Juice Technology AG.

→ Énergie renouvelable garantie

Au moment précis où la voiture s'alimente en électricité, l'automobiliste pourra vérifier via l'application j+ pilot, que l'énergie est renouvelable garantie. Ce système prévoit que l'électricité est uniquement chargée en même temps qu'elle est injectée dans la batterie.

Pour les créateurs de cette technologie labellisée TrueTime et certifié SQS, cela constitue une garantie pour que la source d'énergie soit réellement propre et ne soit pas produite à partir de centrales à charbon ou de centrales nucléaires.

« Les certificats pour l'électricité naturelle ne sont en réalité souvent que de la poudre aux yeux. » déplore Christoph Erni.

L'application permet de déterminer la quantité d'électricité disponible et fournit toutes les données relatives au véhicule et à la charge.

MOINS D'ACIER POUR LES STRUCTURES MÉTALLIQUES DES OUVRAGES D'ART

La technologie Stars (Splicing Technology Allows Reduction of Steel) développée par le Groupe Bartec Linxion, a pour ambition de réduire l'empreinte carbone de l'acier liée aux structures métalliques des ouvrages d'art. Cela concerne plus particulièrement les barres d'armature. La solution employée permet de réduire significativement le volume d'acier utilisé par construction, avec un potentiel qui peut dépasser 20 %. En effet, les structures utilisées sont de plus petite taille, d'une résistance supérieure et moins nombreuses qu'avec d'autres système d'armatures plus classiques.

→ 3000 tonnes d'acier économisées

Cette innovation a déjà été utilisée dans de nombreux projets de construction publics et privés internationaux avec des exigences de sécurité de haut niveau, tels que : sites nucléaires, ponts, bâtiments gouvernementaux, docks et fondations maritimes, stades, immeubles de grande hauteur, lignes de métro. Ainsi cette technologie est déjà présente (liste non exhaustive) dans la structure du viaduc de Millau, de l'anse du Portier à Monaco, dans le métro du Caire et de Riyad et sur les lignes du Grand Paris Express. Pour le nouveau métro francilien, l'entreprise revendique 3000 tonnes d'acier économisées et une réduction du nombre de camions qui transportent l'alliage métallique.



Les barres d'armature du viaduc de Millau bénéficient de la technologie Stars.

© GROUPE BARTEC LINXION

UNE INNOVATION POUR DÉPOLLUER LES EAUX PLUVIALES INFILTRÉES



Le bassin de rétention de Samazan (47) équipé d'aquatextile, permettant de restituer une eau dépolluée.

© TENCATE AQUAVIA

L'entreprise française TenCate AquaVia, a développé une solution pour gérer les eaux pluviales par l'infiltration à la source, en permettant de restaurer le cycle naturel de l'eau et ne plus encombrer les réseaux d'évacuation saturés. Mais l'eau infiltrée se charge en micropolluants au contact des surfaces et une partie de cette pollution peut contaminer les sols et les nappes phréatiques. Un traitement de l'eau pluviale lors de l'infiltration est alors nécessaire. L'entreprise a mis au point l'aquatextile GeoClean®, qui dépollue les eaux de ruissellement

des hydrocarbures lors de leur infiltration dans le sol. Cette innovation concerne également les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) particulièrement nocifs pour la santé. Cela permet de restituer aux sols une eau propre.

→ Protection de l'écosystème souterrain

Cette technique est particulièrement utile dans les projets de renaturation et permet aussi d'engendrer des économies pour les maîtrises d'ouvrage. Elle est désormais intégrée à 250 projets d'infrastructures en France et en Europe.

L'aménagement de la Zac Marmande Sud, à Samazan (Lot-et-Garonne) a bénéficié récemment de ce procédé.

Le Syndicat d'économie mixte (Sem 47) mandaté par Val de Garonne Agglomération pour l'aménagement de cette Zac, a fait évoluer le projet initial. Ainsi, 7680 m² d'aquatextile GeoClean® ont été installés dans le fond et sur les côtés du bassin de rétention à ciel ouvert. L'écosystème souterrain est protégé tout en restituant à la nature une eau entièrement dépolluée. Ce dispositif ne nécessite aucun entretien. ■

RÉACTION ET RÉSISTANCE AU FEU DANS LE SECTEUR FERROVIAIRE, UN PARTENARIAT ENTRE DEUX LABORATOIRES

Le Centre d'essais au feu (CEF) du Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton (CERIB) vient de signer un partenariat Eurailtest, une organisation indépendante, créée pour proposer les services et l'expertise de laboratoires, dont le Laboratoire essais et mesures (LEM) qui intervient pour la RATP. Cette collaboration porte sur une expertise globale de la sécurité incendie des infrastructures et véhicules ferroviaires. En effet, le LEM de la RATP va partager ses compétences en matière de réaction au feu tandis que le CFE interviendra sur la résistance du feu.

→ Minimiser les effets de l'incendie

Par ce partenariat, les moyens d'essai au feu des deux laboratoires deviennent complémentaires, avec une offre globale capable de couvrir toutes les exigences en matière de sécurité incendie. Un guichet unique est mis en place et offre des prestations complètes pour couvrir les besoins des entreprises et des industriels du secteur ferroviaire. L'objectif premier de la sécurité incendie est de protéger les voyageurs et le personnel de bord des trains. Cela passe par des mesures de prévention, de limi-

tation des possibilités d'allumage ou de propagation des feux ou encore de gestion pour minimiser les effets de l'incendie, en termes de chaleur, fumée et gaz toxiques.

La résistance au feu nécessite l'installation d'un compartimentage dans les véhicules ferroviaires, avec la mise en place de cloisons séparant une cabine conducteur et un espace voyageur. Cela s'applique aussi aux boîtiers électroniques, aux locaux techniques et aux planchers intermédiaires. La partie réaction au feu exige des essais sur les câbles et sur les matériaux. ■

La CNETP regroupe **8 800 entreprises** de Travaux Publics et assure le calcul et le versement de prestations dues auprès de **284 000 salariés**.



NOS MISSIONS

- La gestion des congés payés auprès des salariés des Travaux Publics
- La mise en oeuvre du régime de chômage intérimaire auprès des entrepreneurs de Travaux Publics

**CAISSE NATIONALE
DES ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS**
Au service de la Profession des Travaux Publics

NOUS CONTACTER

📍 31 rue le Peletier 75453 PARIS CEDEX 09

☎ Entreprises : 01.70.38.07.70

☎ Salariés : 01.70.38.09.00


 sur Internet :
www.cnetp.fr


 sur l'appli mobile :
CNETP Salarié






Membre du Réseau Compétences Intégrées BTP

AGENDA

ÉVÉNEMENTS

Nous invitons les lecteurs à vérifier par internet que les événements annoncés dans cette rubrique sont maintenus, à quelle date et dans quelles conditions (en présentiel et/ou à distance).

• 24 NOVEMBRE

France Énergies Marines organise sa 4^e Tribune scientifique et technologique dédiée à l'éolien en mer
Lieu : Marseille

FORMATIONS

• 2 AU 4 NOVEMBRE

Amélioration et renforcement des sols de fondation
Lieu : Paris
<https://formation-continue.enpc.fr/>

• 7 ET 8 NOVEMBRE

Mesures compensatoires pour la biodiversité : enjeux, pilotage et suivi
Lieu : Paris
https://formation-continue.enpc.fr

• 7 ET 8 NOVEMBRE

Réaliser les enquêtes de déplacements (enquêtes OD, EMC², comptages...)
Lieu : Paris
https://formation-continue.enpc.fr

• 8 AU 10 NOVEMBRE

Résistance des matériaux : les fondements des calculs et du dimensionnement
Lieu : Paris
https://formation-continue.enpc.fr

• 14 AU 17 NOVEMBRE

Piloter l'exécution d'un chantier d'ouvrage souterrain
Lieu : Paris
https://formation-continue.enpc.fr

• 15 ET 16 NOVEMBRE

Exécution des travaux de réparation d'ouvrages d'art
Lieu : Paris
https://formation-continue.enpc.fr

NOMINATIONS

EGIS

Frédéric Walet est nommé Directeur exécutif de la Business Line Grands ouvrages, Eau, Environnement, Energie d'Egis. Il succède à Régis Dumay, qui occupera la fonction de Directeur général adjoint d'Egis en charge de la coordination opérationnelle et du développement commercial.

SIGNIFY FRANCE

Isabelle Tribotté est devenue Présidente de Signify France et

succède à Jean-Luc Lavenir en fonction depuis mai 2017.

INSTITUT PARIS RÉGION

Nicolas Bauquet nouveau directeur général de L'Institut Paris Région. Fouad Awada occupait ce poste depuis 2016.

AGENCE DE FINANCEMENTS DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS EN FRANCE

Jean Castex, ancien Premier ministre, est devenu président du conseil d'administration de l'Agence de financements des infrastructures de transports en France. Il succède à Christophe Béchu, actuel ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires.

RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

PARIS 2024

UNE AMBITION ET DES ENGAGEMENTS

En 2024, l'Île-de-France accueillera les Jeux olympiques et paralympiques. La Région finance cet évènement sportif international à hauteur de plus de 240 millions d'euros destinés à la construction et la rénovation de nombreuses infrastructures. Ce qui fait de la Région Île-de-France le 2^e financeur public après l'État. En qualité de membre fondateur du Comité de candidature, la Région Île-de-France a toujours été, et est aujourd'hui plus que jamais, un acteur essentiel de l'organisation des prochains Jeux olympiques et paralympiques. **Entretien avec Valérie Pécresse, Présidente de la Région Île-de-France.**

PROPOS RECUEILLIS PAR MARC MONTAGNON



1- Valérie Pécresse, Présidente de la Région Île-de-France.

En regard de l'ambition des Jeux, quels sont les engagements de la Région Île-de-France ?

La Région Île-de-France a joué un rôle central dans la candidature de Paris pour les Jeux Olympiques et Paralympiques 2024. Ses compétences ont été décisives pour emporter la décision : en matière de transports pour assurer le transport des athlètes et des spectateurs, de formation pour garantir la qualification de centaines de personnes dont les compétences seront requises pour réussir l'organisation des Jeux ou bien encore de tourisme pour assurer l'accueil des nombreux touristes étrangers et leur faire découvrir la destination France.

Mon premier engagement, comme partie prenante et grand financeur des Jeux est de vouloir que les Jeux soient sobres avec un budget maîtrisé. Nous avons dû faire face à de nombreuses crises (Covid-19, guerre en Ukraine notamment) qui ont des impacts sur l'économie et de fait sur les JOP. Dans ce contexte nous devons être exemplaires sur la maîtrise budgétaire sans renier notre ambition d'héritage. Mon deuxième engagement est d'être attentive à l'héritage matériel et immatériel des Jeux, qu'il soit durable et utile et qu'il profite à tous les territoires.

C'est pourquoi nous nous engageons ainsi auprès des Français et plus particulièrement des territoires d'Île-de-

FIGURE 1 © RÉGION ÎLE-DE-FRANCE - FIGURE 2 © REUTERS / BENOIT TESS - FIGURE 3 © PARIS 2024



France et de leur jeunesse, à travers de multiples dispositifs tels que : la mobilisation des lycées, des universités et de la "Génération 2024" ; la poursuite du dispositif des "1 000 stages de découverte des JOP" par an pour les élèves de 3^e créé en 2019 ou encore le programme des Volontaires du tourisme. Nous œuvrons dans de nombreux secteurs du quotidien pour permettre la réussite de ces JOP et leur donner de l'impact durable sur nos territoires, je pense par exemple à notre soutien au développement des TPE, des PME et des entreprises de l'économie sociale et solidaire locales pour accélérer la création d'emplois, à l'investissement massif dans les transports ou encore au

2- Les Jeux vont mettre un coup de projecteur unique sur la première destination mondiale.

3- Le Parc des Princes, une enceinte marquante de l'histoire du sport français (Robert Taillibert, architecte) accueillera les matchs... de football.

4- Le Grand Palais, après rénovation, sera au rendez-vous des Jeux : escrime, taekwondo.

5- Roland Garros sera non seulement le théâtre des compétitions de tennis et tennis-fauteuil, mais aussi de boxe et volley-ball assis.

VALÉRIE PÉCRESSE : PARCOURS

Diplômée de HEC en 1988, elle intègre l'ENA, dont elle sort deuxième de la promotion Condorcet en 1992.

De 1992 à 1998, elle enseigne le droit constitutionnel à l'Institut d'Études Politiques de Paris.

À sa sortie de l'ENA, elle entre au Conseil d'État. Auditrice en 1992, elle est promue maître des requêtes en 1993.

De 1993 à 1998, elle est conseillère juridique auprès du chef du service juridique et technologique de l'information.

Lors de ses débuts en politique, elle choisit de rejoindre Jacques Chirac et rallie l'UMP en 2002.

Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche de 2007 à 2011, elle mène la réforme de l'autonomie des universités. Elle est ensuite ministre du Budget, des Comptes publics et de la Réforme de l'État et porte-parole du troisième gouvernement François Fillon de 2011 à 2012.

En 2010, elle succède à Roger Karoutchi en tant que présidente du groupe UMP au conseil régional d'Île-de-France.

Députée des Yvelines de 2002 à 2007, Valérie Pécresse est réélue le 17 juin 2012 dans sa circonscription.

Elle démissionne du Conseil d'État en novembre 2015.

Fin 2015, elle remporte le scrutin des régionales en Île-de-France, offrant la région francilienne à la droite après 17 ans de gouvernance socialiste.

En juin 2019, elle quitte le parti Les Républicains après les élections européennes et fonde le mouvement "Soyons Libres !" pour une "droite ferme et humaniste".

Briguant un nouveau mandat de présidente de région, elle est réélue en 2021 avec 45,93% des suffrages exprimés au second tour.

développement de la pratique sportive et culturelle pour tous avec l'Olympiade culturelle régionale, la promotion de l'accès au sport, partout et pour tous, et le soutien des sportifs de haut niveau.

La Région est-elle déjà engagée dans la formation et le financement de sportifs de haut niveau ?

Bien sûr, notamment par le biais du soutien apporté au mouvement sportif dans le cadre des conventions pluriannuelles développées avec les ligues,

les comités régionaux mais aussi les fédérations sportives pour la détection et l'accompagnement des sportifs de haut niveau.

Il y a aussi le soutien en investissement massif apporté au CREPS Île-de-France pour qu'il devienne une référence dans la préparation des sportifs de haut niveau et la formation des encadrants. Nous soutenons le CREPS dans son projet de Grand CREPS pour augmenter ses capacités d'accueil des délégations sportives nationales ou internationales

notamment dans le cadre de sa fonction de Centre de préparation aux Jeux, pour laquelle il a obtenu un label du comité d'organisation des Jeux de Paris 2024. Notre objectif est de le hisser au niveau des standards internationaux. La Région Île-de-France est en effet le premier vivier national de talents et futurs champions et nous mettons le paquet pour faire émerger ces talents et encourager la pratique sportive de haut niveau. Nous avons ainsi récemment mis en place un nouveau dispositif d'aide à la professionnalisation des sportifs de haut niveau pour leur permettre de concilier carrière sportive, vie professionnelle et vie privée. En permettant au sportif d'être professionnalisé au sein même de son lieu d'entraînement, ce dispositif permet de rassembler en un lieu unique les acteurs et les infrastructures nécessaires à la réalisation de son projet de vie, tant sportif que professionnel. Optimisation des temps, sécurisation du quotidien, sérénité de la préparation, ce dispositif change la donne et place le sportif au centre du jeu. Il traite sur un même pied d'égalité les sportifs et parasportifs. Je dis souvent que nos Jeux Olympiques seront réussis si les Jeux Paralympiques le sont, car cela fait partie de l'ADN des JOP 2024.

Comment la Région envisage-t-elle de faire des Jeux un levier de développement économique ?

Les Jeux de Paris 2024 doivent être l'un des leviers de la relance de notre économie au bénéfice des Franciliens notamment en matière de développement économique, de formation, d'emploi, la Région Île-de-France est attentive à ce que l'activité engendrée par les Jeux soit pérenne et surtout constitue un héritage social et économique pour les Franciliens. ▶

© MARC MONTAGNON

4



© DOMINIQUE PERRAULT

5





6 © PARIS 2024

Nous devons être une Région "super DRH des Jeux" et ayant un effet d'accélérateur d'emplois (150 000 emplois mobilisés pour les Jeux de 2017 à 2024). Pour cela nous sommes au quotidien mobilisés sur la formation avec le déploiement d'une offre de 11 000 formations par an sur les métiers concernés par les Jeux de Paris 2024 destinées aux publics demandeurs d'emploi dans les secteurs en tension. Un programme de formation "e-learning" proposant 11 000 places de formation à distance a été aussi mis en place. À cela s'ajoute la création en 2020 d'une "Aide à la formation". Chaque demandeur d'emploi entrant sur une formation d'un secteur en tension et/ou sur les métiers des JOP se voit octroyer une aide d'un montant de 1 000 € en complément de sa rémunération et de

2 000 € pour les personnes en situation de handicap.

En matière de sécurité, quels sont les dispositifs prévus par la Région ?

La Région agit au quotidien pour améliorer la sécurité en Île-de-France, à travers plusieurs dispositifs tels que la vidéo protection qui ont déjà bénéficié à plus de la moitié des communes de la région, le financement des équipements des polices municipales mais aussi de la police nationale et de la gendarmerie, avec notamment l'achat de nouveaux véhicules, la rénovation des commissariats et des casernes ou encore l'installation de commissariats mobiles sur les sites touristiques. Toutes ses actions de fond permettent de renforcer au quotidien la sécurité des Franciliens.

6- La Seine olympique telle qu'imaginée par le COJO Paris 2024.

7- Pour la modernisation de Roland Garros, l'architecte Dominique Perrault a conservé les contours existants du court Suzanne Lenglen en insérant ce dernier dans un assemblage de structures métalliques où vient se déployer une toiture amovible légère.

8- Le stade nautique de Vaires-Torcy.

De plus, afin d'assurer la sécurité sur le réseau francilien nous avons ajouté, depuis 2015, près de 1 000 effectifs d'agents de sûreté dans les transports et nous allons en ajouter encore 1 000 sur les six prochaines années.

Par ailleurs, l'ouverture d'un centre de commandement unifié des transports permettra de réduire les temps d'intervention des équipes de sécurité. Ce centre, unique en Europe, a été massivement financé par la Région. Il réunira les forces de sécurité de la RATP et de la SNCF avec celles de la préfecture de police de Paris et prendra toute sa place dans le dispositif de sécurité des JOP prévu par l'État et sera un outil incontournable.

Néanmoins, comme l'a souligné le rapport de la cour des comptes, les besoins d'agents de sécurité sont énormes.

© DOMINIQUE PERRAULT

7



© RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

8





C'est pourquoi la Région a créé, depuis deux ans, un centre de formation aux métiers de la sécurité à Argenteuil pour répondre aux besoins de ce secteur. Nous allons aller au-delà de ce que nous faisons déjà avec la prime des métiers JOP en doublant le montant de la prime régionale à l'inscription dans les formations aux métiers de la sécurité dès septembre. Ainsi, un demandeur d'emploi qui accepte de se former à ces métiers, pourra percevoir jusqu'à 2 000 euros supplémentaires en complément de sa rémunération de formation professionnelle. C'est un effort massif de la Région qui permet encore de renforcer l'attractivité de ces filières.

Mais la Région ne peut pas tout et je rappelle que la sécurité est une compétence de l'État. C'est pourquoi j'ai

9- La cérémonie d'embarquement des athlètes sur la Seine.

10- Le vélodrome national de Saint-Quentin-en-Yvelines accueillera toutes les épreuves de cyclisme sur piste (vitesse, keirin, poursuite, omnium, madison).

11- Le Stade de France accueillera toutes les épreuves d'athlétisme (architectes Macary, Zublena, Regembal, Costantini).

demandé des garanties à l'État pour assurer la sécurité de cet événement planétaire et éviter de réitérer le fiasco du Stade de France. Je serai très attentive aux mesures qui nous seront présentées notamment pour assurer la sécurité de la cérémonie d'ouverture sur la Seine.

J'avais plaidé pour qu'Île-de-France Mobilités puisse faire des expérimentations en matière d'intelligence artificielle notamment sur des dispositifs de caméras qui auraient pu nous être utiles en matière d'accueil de grands événements sportifs mais malheureusement l'État l'a refusé. Il en va de même concernant la plateforme d'identification croisée des fraudeurs, toujours au point mort 6 ans après la loi Savary. Il doit y avoir un véritable choc de sécurité côté État.

Qu'en-est-il dans le secteur des transports ?

Notre objectif d'ici 2024, est d'avoir un réseau encore plus moderne, durable et rapide, en premier lieu pour les habitants mais aussi pour les visiteurs. Ma priorité, ce sont donc les transports du quotidien. Dès mon arrivée à la tête d'Île-de-France Mobilités, en 2016, j'ai initié la révolution des transports : 24 milliards d'euros pour des RER et des trains neufs ou renouvelés, tous accessibles, des bus écologiques et plus nombreux, de nouvelles lignes de transports...

Grâce à ces investissements massifs, prévus avant l'obtention des Jeux Olympiques, Île-de-France Mobilités et ses opérateurs pourront mettre en œuvre le plan de transport sur l'ensemble des modes (métro, tramway, ▷

© PARIS 2024

10



© PARIS 2024

11





© PARIS 2024

train, bus et autocars) et ainsi, répondre à l'ambition de Paris 2024 de rendre l'ensemble des sites de compétitions 100 % accessibles en transports en commun. Île-de-France Mobilités s'est engagée à adapter l'offre de transport public et assurer la desserte des sites de compétitions pour les millions de spectateurs, conformément aux engagements pris par le Comité de candidature des Jeux de Paris 2024. En complément de l'investissement dans les transports en commun, nous souhaitons également profiter du tremplin des Jeux pour désengorger le trafic automobile (250 millions d'euros ont été investis pour réduire les principaux points noirs de congestion sur la période 2017-2021) et pour développer les modes de transport du futur.

Qu'en-est-il en matière d'urbanisme ?

La Région Île-de-France est le principal territoire d'accueil des Jeux. Elle porte, accompagne et finance de nombreux projets d'infrastructures d'accueil des Jeux. La dynamique régionale engagée pour les Jeux se situe à tous les niveaux, le logement, les transports, les équipements sportifs, etc. avec toujours la même volonté de répondre aux besoins et aux attentes des Franciliennes et des Franciliens. En tant qu'aménageur du territoire francilien, la Région participe ainsi aux changements urbains et aux développements de nouveaux quartiers. Je pense par exemple au Village des athlètes qui permettra, en 2025, au

territoire de la Seine-Saint-Denis et de ses habitants de bénéficier d'un nouveau quartier répondant à leurs besoins et à leurs attentes (logement familial et étudiant ; activités économiques, commerces et services ; équipements publics (création de deux groupes scolaires, deux crèches et deux gymnases) ; espaces publics et espaces verts). Et tout cela naturellement en s'adaptant aux grandes évolutions en cours (climatiques, écologiques, sociétales...). Nous investissons avec les JOP massivement en Seine-Saint-Denis pour recoudre ce territoire et accompagner la transformation de ce territoire. C'est le cas avec le Village des médias qui laissera ensuite place à un nouveau quartier à Dugny et permettra l'exten-

sion du parc départemental Georges-Valbon à La Courneuve ainsi qu'un nouveau pôle sportif et scolaire au Bourget, l'ensemble s'intégrant dans un environnement exceptionnel, recréant du lien entre les territoires. À moins de 30 minutes de Paris, à proximité de la gare RER B du Bourget et de la gare de tramway T11 Dugny-La Courneuve, et grâce à l'arrivée future des Lignes 16 et 17 du Grand Paris Express, ce projet urbain favorisera l'utilisation des transports en commun et contribuera à faciliter l'accessibilité de la population. Plusieurs équipements publics prévus et nécessaires au territoire seront construits : le groupe scolaire de Dugny, le gymnase de Dugny, la renaturation du terrain des Essences à La Cour-



© MARC MONTAGNON



© MARC MONTAGNON

neuve et le réaménagement du Parc des Sports du Bourget.

Une passerelle piétonne au-dessus de l'A1 permettra de relier Le Bourget, Dugny et La Courneuve et de faire la Liaison entre le Village des médias à Dugny et le parc sportif et scolaire du Bourget, réduisant les ruptures urbaines entre ces 3 communes et favorisant l'accès des habitants aux différents espaces verts (Parc des sports, Aire des Vents, Parc Georges-Valbon).

Construite en bois issu de forêts gérées durablement, la passerelle est le symbole d'une construction qui se veut durable par sa composition et ses usages. Elle sera dédiée aux mobilités douces, c'est-à-dire réservée à la circulation des piétons et des cycles.

La Région Île-de-France accompagne ses projets urbains de grande envergure tant par les budgets JOP qu'avec nos dispositifs de droit commun.

Quelles mesures sont prises pour accompagner le développement durable et le tourisme ?

Livrer des Jeux propres et écologiques et en assurer un héritage durable sont des axes forts de notre stratégie d'accompagnement à l'organisation des JOP. En tant que partenaire incontournable du Comité d'organisation Paris 2024, la Région Île-de-France accompagne et challenge les objectifs d'excellence environnementale des Jeux, en cohérence avec ses propres engagements pour l'environnement et le climat.

C'est notamment en ce sens que les engagements environnementaux formulés à l'occasion de la COP Île-de-France 2020 permettent d'inscrire la préparation et la réalisation des Jeux, dans une perspective d'exemplarité, que ce soit en matière de biodiversité,

6 CENTRES DE PRÉPARATION RÉGIONAUX

Parmi les quelque 600 centres de préparation aux Jeux 2024, 6 sont des équipements régionaux emblématiques du sport francilien. Ces sites accueilleront les champions olympiques et paralympiques des délégations internationales pour des stages ou en tant que bases arrière entre 2020 et 2024.

Destinés à recevoir les délégations sportives du monde entier, les centres de préparation aux Jeux olympiques doivent non seulement proposer des équipements sportifs de qualité, mais aussi faire la différence avec des services d'accueil (hébergement, transports, sécurité, restauration...).

Pour 2024, 619 centres de préparation aux Jeux (CPJ) ont été sélectionnés en France, dont 127 situés en Île-de-France et 6 sous la responsabilité de la Région : le Centre de ressources, d'expertise et de performance sportive Île-de-France (Creps), situé à Châtenay-Malabry (92) et 5 îles de loisirs franciliennes : Vaires-Torcy, Buthiers, Jablines-Annet (77), Cergy-Pontoise (95) et Saint-Quentin-en-Yvelines (78).

Ces 6 sites régionaux se sont ouverts aux staffs sportifs dès 2020 dans le cadre d'une "Olympiade" de 4 ans qui vise à préparer les Jeux 2024. Chaque comité sportif international était libre de choisir le site qui correspond le mieux à ses besoins, en fonction du sport représenté. À la fois pour des stages ou en tant que bases arrière des compétitions olympiques.

12- De nombreux spectacles sont prévus sur la Seine.

13- La base de loisirs de Cergy-Pontoise.

14- Le stade d'eaux vives de Cergy-Pontoise, centre de préparation des jeux 2024.

15- Le "Village des Athlètes" est imaginé comme la "Cité-jardin du XXI^e siècle" ⁽¹⁾.

16- Le Mail Finot dans l'un des secteurs du "Village des Athlètes" ⁽²⁾.

de compensation carbone, de valorisation des circuits courts ou encore de sobriété énergétique.

Les Jeux de Paris 2024 doivent être considérés comme un projet fédérateur facteur de rassemblement et de cohésion sociale.

Avoir la perspective des Jeux en 2024 est une opportunité unique pour renforcer la solidarité, pour mobiliser nos territoires et ainsi rassembler tous les Franciliens et, avec eux, tous les Français.

Les Jeux sont un formidable outil d'attractivité notamment touristique.

L'Île-de-France se situe parmi les territoires les plus attractifs pour l'accueil des grands événements internationaux avec une expertise construite et entretenue année après année.

Les Jeux vont mettre un coup de projecteur unique sur la première destination mondiale. Depuis 2017, l'attractivité de l'Île-de-France n'a fait que croître jusqu'à atteindre le chiffre record de plus de 50 millions de visiteurs en 2018 et 2019 représentant 22 milliards d'euros de retombées économiques et 500 000 emplois.

Bien évidemment, la crise sanitaire liée au Covid-19 a largement impacté le secteur et, pour la première fois depuis la crise sanitaire, on a atteint cet été des niveaux proches de la fréquentation de 2019.

L'Île-de-France est la porte d'entrée de la France pour un grand nombre de nos visiteurs internationaux. L'expérience clients/spectateurs est l'enjeu majeur pour les touristes qui viendront voir les Jeux. Il est essentiel que la destination donne envie de revenir, l'expérience clients/spectateurs est la clé de voûte pour cela.

D'ores et déjà nous mettons tout en place pour accueillir le monde entier en 2024, un accueil de qualité dès l'arrivée dans nos aéroports et gares, une multitude de parcours touristiques à découvrir en dehors des compétitions, un savoir-faire à montrer également dans l'événementiel afin de maintenir notre première place européenne en termes de tourisme d'affaire.

Je fais confiance évidemment à l'ensemble de notre offre touristique, et en particulier aux hôteliers, aux restaurateurs, qui sauront montrer l'excellence du service à la française. Les Jeux permettront ainsi de réaffirmer notre envie d'accueillir le monde et le fait que cela se fera dans des conditions qualitatives et expérientielles uniques.

La perspective des Jeux est aussi une chance pour les Franciliennes et les Franciliens. ▶

© SOLIDEO

15



© SOLIDEO / ILLUMINENS

16



Entre les emplois qu'ils contribuent à mobiliser, mais aussi le programme de formation et de sensibilisation porté par l'Académie Paris 2024, les 50 000 Volontaires des Jeux, renforcés par les Volontaires du tourisme, tout ceci contribuera à renforcer des compétences de service fondamentales dans notre économie et l'employabilité des jeunes et moins jeunes en ayant bénéficié.

C'est enfin un événement qui mobilise les territoires et qui participera à leur développement. Les territoires franciliens et français sont fortement mobilisés et travaillent à leur valorisation afin de montrer nos richesses culturelles, naturelles, sportives, de loisirs, et notre dynamisme économique et touristique. Nous aurons ainsi à cœur de nous appuyer sur tous les territoires franciliens, pour encore mieux diffuser les flux de visiteurs locaux comme plus lointains, et renforcer ainsi les retombées économiques.

Comment les centres de préparation régionaux vont-ils s'inscrire dans les JO 2024 ?

Plusieurs CPJ sites régionaux accueilleront les Jeux. Je pense au Stade nautique Olympique d'Île-de-France à Vaires-sur-Marne, premier ouvrage olympique livré en juin 2019, qui sera le théâtre des épreuves olympiques et paralympiques de canoë-kayak et d'aviron ou bien encore le CREPS Île-de-France.

Plusieurs de nos îles de loisirs régionales seront aussi mobilisées et font partie des Centres de préparation aux Jeux (CPJ) proposés aux différentes délégations. C'est le cas pour l'Île-de-loisirs de Saint-Quentin-en-Yvelines ; l'Île-de-loisirs de Buthiers ; l'Île-de-loisirs de Cergy ou encore de l'Île-de-loisirs



17

© REGION ÎLE-DE-FRANCE

sirs de Jablines-Annet au niveau de son Centre équestre.

Véritable base arrière permettant aux athlètes de s'imprégner de l'ambiance du pays hôte et de se projeter dans l'aventure des Jeux trois ans à l'avance, les CPJ jouent un rôle déterminant dans la préparation des performances sportives.

Pour une collectivité territoriale, accueillir un CPJ contribue à l'attractivité du territoire. Pour les habitants, c'est l'opportunité de découvrir une discipline sportive, la fierté d'accueillir une délégation d'athlètes et d'accompagner sa préparation jusqu'au jour J. Ces CPJ constituent par ailleurs un véritable héritage post Jeux.

Pour la Région, que laisseront en héritage les Jeux de Paris 2024 ?

L'héritage des Jeux doit impacter plus particulièrement les territoires qui en

17- Soirée à la Région Île-de-France en l'honneur des athlètes olympiques et paralympiques franciliens ayant participé aux jeux de Tokyo 2020.

18- Le " Village des Médias " se veut trait d'union du territoire.

19- Le " Village des Médias " laissera place ensuite à un nouveau quartier de Dugny.

ont le plus besoin, fortement carencés et pour lesquels les Jeux font sens. Nous avons promis aux Franciliens que les Jeux bénéficieront à tous et que leur héritage s'inscrira dans la durée,

au cœur de leur vie quotidienne. Il en va de la crédibilité de notre projet commun en matière budgétaire, durable et environnementale dont nous sommes tous responsables.

L'aspect sociétal est aussi majeur, je pense par exemple à l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap ou encore à la formation de nos jeunes, autant de défis à relever. Il est crucial de réussir les Jeux Olympiques et Paralympiques, tout comme l'après Jeux. Et ce défi, la Région Île-de-France s'est engagée à le relever afin de toujours mieux répondre aux besoins futurs de son territoire et sa population. □

ont le plus besoin, fortement carencés et pour lesquels les Jeux font sens. Nous avons promis aux Franciliens que les Jeux bénéficieront à tous et que leur héritage s'inscrira dans la durée,

1- Solideo / Antonin Ziegler / Dominique Perrault / Ingérop / Une Fabrique de la Ville / Vitec / Agence TER / UrbanEco / Jean-Paul Lamoureux).

2- Solideo / Plasticine® / Dominique Perrault / Ingérop / Une Fabrique de la Ville / Vitec / Agence TER / UrbanEco / Jean-Paul Lamoureux).



18

© SOLIDEO



19

© SOLIDEO

Engineering a Better Solution

Découvrez le nouveau **Podcast de Maccaferri : « Immersion chantier »**, qui décortique les techniques de réalisations des ouvrages géotechniques et hydrauliques !



MACCAFERRI



Podcast : Immersion chantier



En haut : travaux de sécurisation contre les éboulements, route des Écouges, Isère.

Écrans pare-blocs RB3000
& EPFM5000

www.maccaferri.com/fr





© ARCHITECTURE VENHOEVENS & ATELIERS 234 IMAGE PROLOG

SOLIDEO, 31 DÉCEMBRE 2023 QUOIQUEL'IL ADVIENNE !

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

LIVRER LES OUVRAGES OLYMPIQUES DANS LE RESPECT DES DÉLAIS, DES COÛTS ET DES PROGRAMMES ET ASSURER LEUR TRANSFORMATION AU LENDEMAIN DES JEUX DE PARIS 2024 POUR GARANTIR AUX HABITANTS, AUX USAGERS ET AU TERRITOIRE UN HÉRITAGE AMBITIEUX, DURABLE ET EXEMPLAIRE. TELLE EST LA MISSION DE LA SOLIDEO - SOCIÉTÉ DE LIVRAISON DES OUVRAGES OLYMPIQUES - CRÉÉE SPÉCIALEMENT À CET EFFET LE 27 DÉCEMBRE 2017. NICOLAS FERRAND, SON DIRECTEUR GÉNÉRAL EXÉCUTIF, MET EN ÉVIDENCE CE QUI FAIT LA DIFFÉRENCE DANS L'ORGANISATION MISE EN PLACE AINSI QUE DANS LES CHOIX CONSTRUCTIFS PAR RAPPORT À CE QUI S'EST FAIT PRÉCÉDEMMENT POUR TOUS LES JEUX OLYMPIQUES ET PARALYMPIQUES, AVEC UNE PRÉOCCUPATION PRIORITAIRE : L'EXCELLENCE ENVIRONNEMENTALE.

Le 13 septembre 2017, Paris s'est vu attribuer par le Comité International Olympique (CIO) l'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024. Cette décision est formalisée dans le contrat de ville hôte, signé le même jour par le président du CIO, le président du Comité National Olympique et Sportif Français (CNOSF) et la maire de Paris Anne Hidalgo. Depuis cette date, la préparation de cet événement mobilise pleinement les services de l'État et des collectivités et a conduit à la mise en place de structures chargées de l'organisation.

Établissement public industriel et commercial (EPIC) de la loi du 28 février 2017 dont les statuts ont été fixés par décret le 27 décembre 2017, la Solideo est à la fois financeur, aménageur et superviseur des ouvrages. À ce titre, elle accompagne les 29 maîtres d'ouvrage publics et privés afin de garantir la livraison des projets dans le respect du programme, des coûts et des délais, mais aussi de ses ambitions. Une garantie : la Direction des programmes travaille avec les maîtres d'ouvrage pour maintenir un regard global au quotidien et accompagner l'application

1- Le Centre Aquatique Olympique (CAO) : démonstrateur de nouvelles techniques.

des ambitions de la Solideo. Elle met en œuvre des moyens de coordination et anime une démarche de gestion des risques. Elle est également maître d'ouvrage de plusieurs aménagements phares - la ZAC du Village Olympique et Paralym-

pique, la ZAC du Cluster des médias, ainsi que différentes infrastructures et équipements publics. Le budget global des ouvrages olympiques s'établit à 3,8 milliards d'euros d'investissements, dont 1,5 milliards proviennent de l'État et des collectivités territoriales. Un protocole financier, validé par le Premier ministre et l'ensemble des parties prenantes le 14 juin 2018, a arrêté un programme optimisé d'ouvrages pérennes à réaliser pour les Jeux de Paris 2024, cohérent avec les enveloppes financières ayant fait l'ob-

2- Nicolas Ferrand, Directeur général exécutif de la Solideo.

3- Pour les épreuves de voile, Paris 2024 navigue sur la Méditerranée : la Marina du Roucas-Blanc près de Marseille (13).

jet d'une délibération des financeurs. Ce protocole détermine, pour chaque ouvrage, son coût d'objectif global hors taxe en valeur 2016, les financements privés attendus sur certaines opérations et les besoins de subventions publiques à apporter par la Solideo avec les fonds des financeurs.

« Pour les Jeux de Paris 2024, indique Nicolas Ferrand, le programme comprend 64 ouvrages représentant de l'ordre de 3,8 milliards d'euros d'investissements. En volume financier cela correspond à 50% environ de celui des Jeux de Londres 2012. Cela est notamment dû au fait que le programme 2024 comporte beaucoup de réhabilitations d'équipements existants alors que le programme de Londres était constitué entièrement d'équipements neufs, sachant que réhabiliter est généralement plus compliqué que de faire du neuf.

Autre différence : alors que pour Londres 2012, il y avait un maître d'ouvrage unique - ODA (Olympic Delivery Authority) - les Jeux de Paris 2024 sont préparés par 29 maîtres d'ouvrage

© MARC MONTAGNON



NICOLAS FERRAND : PARCOURS

Nicolas Ferrand est ingénieur de l'École Polytechnique (1995), de l'École Nationale des Ponts et Chaussées (1999) et titulaire d'un "Master of City Planning" du Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Cambridge (1999).

Il est chef de l'Unité Territoriale de Reims à la DDE de la Marne (1999-2003), avant d'être chef du Bureau des Transports d'Île-de-France au ministère de l'Équipement (2003-2004).

Conseiller technique chargé de l'urbanisme et de l'aménagement au ministère de l'Équipement, des Transports, du Tourisme et de la Mer (octobre 2004-mai 2005), il est ensuite conseiller technique (urbanisme et transports urbains) dans ce même ministère de juin 2005 à janvier 2007.

Directeur général de l'EPA de Saint-Étienne qu'il a également préfiguré (2007-2011), Nicolas Ferrand est directeur général de l'aménagement urbain de Rennes Métropole de janvier 2012 à mars 2014.

D'avril 2014 à octobre 2017, il est directeur général des établissements publics d'aménagement de Marne-la-Vallée Eparmarne / Epafrance.

Le 26 octobre 2017, il est nommé par décret du Président de la République préfigurateur de l'établissement public chargé de livrer les ouvrages prévus pour les Jeux Olympiques et Paralympiques d'été de 2024 à Paris : la Société de Livraison Des Ouvrages olympiques (Solideo).

Par décret du Président de la République en date du 30 décembre 2017, il en est devenu le directeur général exécutif depuis le 1^{er} janvier 2018.

différents pour livrer les 64 "objets". Il s'agit d'ailleurs de maîtrises d'ouvrage pleines et entières. Par exemple, la piscine olympique est construite sous maîtrise totale de la Métropole du Grand Paris.

Cette disposition figurait dans le dossier de candidature avec l'idée que le gestionnaire futur de l'ouvrage, le construisant, sera plus au fait des besoins réels du territoire concerné, assurant ainsi la bonne adéquation entre ce qu'il construit et l'usage futur qu'il aura à prendre en charge. Celui qui construit sera ensuite propriétaire de l'ouvrage et aura en charge de le faire vivre le mieux possible. »

UN SUPERVISEUR UNIQUE

Cela pose une série de défis complètement inédits. Jusqu'aux Jeux de Paris 2024, la structure qui construisait les ouvrages avait également la responsabilité de tout.

Pour Paris 2024, la Solideo assure la supervision des 64 ouvrages neufs, rénovés ou adaptés dans lesquels se dérouleront les épreuves olympiques et paralympiques.

Son ambition comme maître d'ouvrage est de se positionner en aménageur exemplaire, de répondre aux grands enjeux sociétaux et environnementaux, pour livrer des ouvrages durables, "vitrines" des savoir-faire français, qui seront l'archétype de la ville européenne de 2030.

« Il a donc fallu inventer un dispositif nouveau, encore inconnu dans la sphère publique, poursuit Nicolas Ferrand, celui de la supervision. Cela nous permet de garantir que, quoiqu'il advienne, ▽



© GOLEM IMAGES



© PICHET-LEGENDRÉ / MY LUCKY PIXEL-METROCHROME-ADVENTO

4

les ouvrages seront livrés le 31 décembre 2023 selon les spécifications techniques nécessaires pour les Jeux, dans l'enveloppe financière définie et conformément aux fortes ambitions de la Solideo pour livrer un héritage qui répond aux grands enjeux de la ville du 21^e siècle. »

Cette supervision s'apparente à une direction de programme qui s'appuie sur plusieurs socles : une définition programmatique conventionnelle, par contrat entre la Solideo et le maître d'ouvrage concerné, d'un volume de 600 pages, définissant tout ce qui doit être réalisé tant en phase "Jeux" qu'au-delà des Jeux, définissant le niveau d'ambition environnementale avec l'objectif de -50% d'émissions de carbone par rapport à ce que l'on construit aujourd'hui, définissant les conditions financières, les conditions de reporting, de protection des chantiers, de communication...

UNE DATE IMPÉRATIVE

Et Nicolas Ferrand de préciser : « *Sur-tout, nous avons une annexe qui organise la manière dont les équipes suivent le déroulement des études et des chantiers. Sur une base mensuelle, les équipes de la Solideo font une revue de projet complète auprès de chacun des maîtres d'ouvrage et remontent un reporting qui est transmis à un comité d'audit. Ce dernier évalue le bon avancement de chacun des ouvrages, de manière à garantir à ce qu'ils soient tous livrés dans les temps, dans l'enveloppe financière et conformément au programme olympique.*

Si l'on s'aperçoit que l'on sort de la trajectoire, que ce soit d'un point de vue temporel, d'un point de vue financier ou d'un point de vue social, un dispositif

d'alerte se met en œuvre qui remonte au comité d'audit, voire au conseil d'administration de la Solideo avec, comme sanction ultime, le constat de la défaillance du maître d'ouvrage et la reprise en maîtrise d'ouvrage directe du projet par la Solideo. Ce cas ne s'est jamais présenté. Avant cette démarche ultime, si l'on constate une dérive vers une zone de risque, un audit est

4- Projet d'ensemble fluvial du Village des athlètes.

5- Cartographie du Village des athlètes à Saint Denis, Saint Ouen-sur-Seine et sur l'île Saint-Denis.

demandé à un tiers, indépendant de la Solideo, afin de définir les moyens de revenir dans la trajectoire nominale.

Un plan d'action est alors défini par un tiers, approuvé par la Solideo et le maître d'ouvrage concerné avec un compte-rendu au conseil d'administration. Nous avons déjà été amenés à déclencher 7 fois cette procédure d'audit, ce qui a permis d'objectiver



5

© SOLIDEO



© SOLIDEO - DRONEPRESS

6

une situation et de retrouver la trajectoire initiale. »

Ces trois étapes - un socle conventionnel par objet, des revues de projet par un reporting mensuel, en cas de risque un audit par un cabinet extérieur avec un plan d'action, constituent une démarche très nouvelle dans la sphère publique, déployée avec l'accord total des parties et qui permet aujourd'hui à la Solideo de pouvoir affirmer qu'elle est dans le calendrier, dans les enveloppes financières définies initialement et dans le niveau d'ambitions fixé.

La Solideo est composée d'une équipe de 150 collaborateurs dont 15 sont chargés de la supervision, 65 de la maîtrise d'ouvrage directe, 10 de la stratégie et de l'innovation, qui assure le maintien du niveau d'ambitions et notamment de l'excellence environnementale. Le reste de l'équipe est essentiellement affecté aux actions de support classique de maîtrise d'ouvrage.

6- Le Village des athlètes en mai 2022.

7- En juillet 2022, quelques-uns des bâtiments construits de l'Écoquartier fluvial sur l'île Saint-Denis.

8- L'un des bâtiments construits en bois de l'Écoquartier fluvial du Village des athlètes.

UN BILAN CARBONE RÉDUIT DE MOITIÉ : 2030 AVANT L'HEURE

Comme le souligne Nicolas Ferrand, il y a une dimension importante à prendre en compte et qui est d'ailleurs l'une des ambitions fortes définie par Emmanuel Macron lors de l'obtention des Jeux en septembre 2017 : les Jeux doivent servir de vitrine aux entreprises françaises.

La Solideo a ainsi fixé un niveau d'ambitions extrêmement fort sur l'excellence environnementale, orienté autour du carbone, la résilience climatique, la biodiversité ou encore le réemploi des ouvrages, sur les ambitions sociales, sur l'accessibilité universelle et sur l'innovation.

« Si je prends juste le carbone, précise Nicolas Ferrand, nous avons l'ambition de réduire de moitié l'impact carbone des ouvrages olympiques par rapport à des réalisations faisant appel à des modes constructifs classiques. Cet objectif est celui de la stratégie nationale de réduction des émissions carbone pour 2030. Ce que nous démontrons à travers les Jeux, et nous le démontrons à très grande échelle et dans un calendrier très restreint, est que ces objectifs de la stratégie nationale bas carbone sont accessibles dès aujourd'hui à Saint-Ouen, à Saint-Denis, à La Courneuve, au Bourget, à Marseille dans des

conditions de marchés classiques, sans subventions et pour des programmes à très large échelle puisqu'ils concernent de l'ordre de 450 000 m² d'aménagements, dont 330 000 m² avec le Village des athlètes. »

En termes d'héritage collectif, on peut dire qu'il est possible aujourd'hui, avec une forte dose de volontarisme politique appuyé par le gouvernement et par les élus, d'atteindre une réduction de 50 % des émissions de carbone. Cela signifie également qu'il est possible d'atteindre cet objectif dans toutes les préfectures françaises ou quasiment. La stratégie nationale bas carbone qui est la feuille de route pour lutter contre le dérèglement climatique est jouable et accessible dès maintenant. Si la Solideo est capable de le faire dans le cadre de la préparation des Jeux en moins de 6 ans, on peut envisager de le faire dès maintenant dans tous les développements urbains en France. ▶



7

© MARC MONTAGNON



8

© PICHET-LEGENDRE / MY LUCKY PIXEL-METROCHROME-ADVENTO



9

© ARCHITECTURE VEHICULES & ATELIERS 234 IMAGE

D'autant que si les 64 ouvrages qui composent son programme mobilisent évidemment tous les majors des Travaux Publics et du bâtiment en France, ce sont aussi près de 1 300 TPE/PME et structures de l'ESS venant de 80 départements français qui interviennent sur les chantiers olympiques. Pour Nicolas Ferrand, c'est bien toute la France qui, à un moment ou à un autre, participe à la création des ouvrages olympiques : « *Nous avons à la fois l'orgueil et l'humilité de croire qu'à travers les ouvrages que nous construisons pour les Jeux et leur héritage, nous avons ouvert des horizons nouveaux pour la profession, que nous n'avons pas encore explorés à fond, ce qui devrait permettre à d'autres d'aller beaucoup plus loin dans l'avenir.* »

La dynamique des Jeux a permis de débloquent des sujets abordés jusque-là trop timidement. Dans le cadre de ses chantiers, la Solideo a passé 15 ATEX avec l'appui du CSTB et de l'AQC pour atteindre le bas niveau de carbone. En juillet 2022, cela faisait 55 mois qu'elle était opérationnelle. Il lui restait 17 mois et quelques jours. Les trois quarts du

temps disponible entre sa création et la livraison des ouvrages sont derrière elle.

DES AMBITIONS ENVIRONNEMENTALES INÉDITES

Les ambitions environnementales constituent l'un des enjeux essentiels à mettre en avant pour la réalisation des ouvrages neufs. Nicolas Ferrand donne un exemple : « *la simulation thermique et dynamique réalisée avec Météo France pour tous les bâtiments et espaces publics du Village des athlètes fait apparaître qu'un été classique en 2050 correspondra à la canicule de 2003, avec notamment des épisodes extrêmes plus longs et plus fréquents. Nous avons ainsi défini un niveau de confort visant à ce que la température intérieure des futurs logements que nous construisons soit inférieure à 28° toute l'année, ou pour une durée maximum de 160 heures par an, sans recours à la climatisation.* »

Cet enjeu qui constitue un défi a été envoyé à tous les concepteurs et constructeurs d'espaces publics, de morphologie urbaine, d'urbanisme. Pour optimiser la conception et le suivi

9- Le CAO sera doté de la plus grande toiture concave en bois au monde.

10- En juillet 2022, le chantier du Centra Aquatique Olympique (CAO).

11- La toiture concave en bois en cours de montage sur le chantier du CAO.

digne pour tous les acteurs : ils ne construisent plus pour aujourd'hui, ni pour dans deux ans, ils doivent tout de suite anticiper les dérèglements climatiques (chaleur et épisodes climatiques et extrêmes) de 2050.

Parmi les acteurs de la constructin - architectes, urbanistes, entreprises de Travaux Publics et de bâtiment - s'est opérée la prise de conscience du long terme. Ils ont tous intégré la logique d'investisseurs de long terme comme s'ils étaient encore là dans 30 ans. « *C'est ainsi que le bois, précise à ce sujet Nicolas Ferrand, a été utilisé massivement tant au niveau des structures que des façades tandis que deux filières de béton ultra-bas carbone ont été développées à très large échelle par Exegy (Vinci Construction) et Hoffman Green, ce qui a entraîné des défis à relever dans la mise en œuvre : temps de pose, influence de la température extérieure et du cycle diurne/nocturne dans le temps de prise notamment. Mais, tous ont reconnu que cela leur avait fait prendre une longueur d'avance par rapport à ceux qui ne participent pas aux chantiers des ouvrages olympiques.* »

de ses projets, la Solideo a utilisé la méthode BIM. Elle a ainsi créé pour le Village des athlètes la plus grande maquette BIM en Europe - d'une superficie de 65 hectares (l'équivalent de 70 terrains de football) - sur laquelle elle a notamment simulé le climat de 2050 issu des études réalisées avec Météo France. Elle y a inclus les bâtiments et les espaces publics et a recherché les solutions pour respecter le seuil fixé de 28° maximum à ne pas dépasser. Cela a induit un changement de para-



10

© MARC MONTAGNON



11

© MARC MONTAGNON



12

Dans les sujets peut-être plus structurels, elle a inventé un dispositif d'engagement de garantie sur la qualité de l'air intérieur avec des systèmes d'adaptation du filtrage par intelligence artificielle par rapport aux polluants extérieurs. La même démarche est actuellement en phase de test pour l'air extérieur, pour lequel elle teste des dispositifs visant à créer des zones d'air extérieur purifié à 99%, luttant ainsi contre la pollution urbaine. Ces dispositifs bénéficient d'ailleurs d'une subvention du fonds innovation et écologie de la Solideo, favorisant leur développement et leur mise en œuvre.

Le cycle de l'eau a fait également l'objet d'études poussées : par exemple, un projet d'innovation sur un bâtiment du Village des athlètes doit permettre de recycler à l'échelle de la parcelle l'intégralité des eaux grises et des eaux noires, et de le débrancher totalement du réseau d'assainissement.

Sur le Centre Aquatique Olympique (CAO), sous la maîtrise d'ouvrage de la Métropole du Grand Paris et supervisé par la Solideo, la plus grande charpente concave en bois au monde, de 80 m de portée, va être réalisée pour la couverture de l'équipement.

Par ailleurs, la Solideo construit au-dessus de l'autoroute A1 au Bourget un franchissement en bois - en Douglas du Morvan - ce qui ne s'était pas fait depuis un siècle et qui contribue à offrir de nouvelles perspectives à la filière bois.

12- Intérieur du CAO avec la toiture concave en bois.

Enfin, dans le cadre du projet de la ZAC du "Cluster des médias" à Dugny/Le Bourget/La Courneuve, les 13 hectares du Terrain des Essences seront dépollués, permettant d'en faire un nouveau secteur du parc départemental Georges Valbon, troisième parc d'Île-de-France. Cette zone en friche, qui accueillait auparavant un entrepôt de carburant des armées, aura pour vocation, après dépollution, de favoriser la biodiversité et d'y éduquer.

TROIS ENSEMBLES DE REFERENCE

Les Jeux Olympiques et Paralympiques de 2024 vont contribuer à l'aménagement, la rénovation ou l'adaptation de plus de 60 infrastructures et équipements sportifs. Parmi eux, certains, par leur ampleur, méritent que l'on se penche plus longuement sur leur réalisation et les ambitions qu'ils portent : le Village des athlètes, le Centre Aquatique Olympique, l'Arena Porte de la Chapelle.

Le Village des athlètes : construit pour l'avenir

L'idée du Village Olympique vient du Baron Pierre de Coubertin et de son ambition d'accueillir, dans les meilleures

conditions possibles, l'ensemble des athlètes, le temps des compétitions. Le "Village Olympique" devenu "Village des athlètes" est aujourd'hui un élément central dans l'organisation et la réussite des Jeux, mais cela n'a pas toujours été le cas. Lors des premières éditions d'été des Jeux Olympiques modernes, il n'existait pas de véritable Village Olympique. Ce n'est qu'à partir de 1924 à Paris, que les règles changent et que le Comité organisateur se doit d'accueillir les athlètes dans des logements avec toutes les facilités nécessaires. C'est la naissance du "village" moderne, réunissant les délégations du monde entier en un lieu unique. Si les premiers étaient temporaires, les Villages des athlètes sont à présent construits pour l'avenir, contribuant à l'héritage urbain et bénéficiant au territoire et à ses habitants.

Pour cette 33^e édition des Jeux, le Village des athlètes a été conçu de manière inédite : le projet a été pensé pour les besoins du territoire avant de penser l'accueil durant deux fois 15 jours des plus grands athlètes du monde entier. Il s'établira sur 52 hectares au nord de Paris, en Seine-Saint-Denis, sur les communes de Saint-Denis, Saint-Ouen-sur-Seine et de l'île Saint-Denis.

Dès 2025, le quartier profitera d'une grande accessibilité en transports en commun, avec la gare Saint-Denis-Pleyel qui constituera l'un des principaux pôles d'interconnexion du futur réseau Grand Paris Express.

PARIS 2024 EN BREF

Paris 2024 a pour mission, dans le respect du contrat de ville hôte signé entre le CIO, le CNOSF et la Ville de Paris, de planifier, organiser, financer et livrer les Jeux en 2024.

C'est une association loi 1901 qui dispose d'un budget de 3,9 milliards d'euros HT (valeur 2024) et dont le financement est à 97% d'origine privée. Ces ressources proviendront majoritairement du CIO et de ses partenaires de marketing, de la billetterie et des entreprises partenaires de Paris 2024. Le financement public résiduel de 100 millions d'euros est destiné aux ressources de fonctionnement des Jeux Paralympiques.

Paris 2024 est présidé par Tony Estanguet, triple champion Olympique et membre du CIO. Son conseil d'administration réunit le CNOSF, la Ville de Paris, l'État, la Région Île-de-France, le CPSF, la Métropole du Grand Paris, le Conseil départemental de Seine-Saint-Denis et des représentants des collectivités locales concernées par les Jeux.

En outre, après les Jeux, le quartier bénéficiera d'aménagements réalisés pour la construction du Village, à l'image d'un nouveau pont sur la Seine, l'enfouissement de lignes très haute tension, et le mur antibruit de l'A86, enjambant la Seine.

« Le projet du Village des athlètes se veut exemplaire du point de vue de l'excellence environnementale, précise Nicolas Ferrand, tant par la qualité de ses infrastructures et aménagements, que par le recours durant la phase de conception à des solutions logistiques propres et respectueuses du cadre de vie des Franciliens. Grâce à l'expertise de VNF et de Haropa-Ports de Paris avec lesquels nous avons signé une convention aux côtés de la Préfecture de la Région Île-de-France, nous garantissons à travers le transport fluvial sur la Seine une grande maîtrise du bilan carbone du Village des athlètes, mais aussi des délais de construction. » Au total, 494 061 tonnes de déblais ont été évacuées par voie fluviale, soit l'équivalent de 24 703 camions évités sur les routes franciliennes. Les nombreux projets mis en place sur le Village permettent de réduire le bilan carbone du quartier de moitié par rapport à un projet classique.

Le Centre Aquatique Olympique : vitrine du savoir-faire français

Aux ambitions environnementales fortes dont il sera un exemple de ce qu'il est possible de réaliser dès aujourd'hui, le Centre Aquatique Olympique constituera également une vitrine du savoir-faire français grâce à une structure unique au monde⁽¹⁾.

Avec le Village des athlètes, le CAO, dont la construction a démarré en septembre 2021, est l'un des équipements phares des Jeux de Paris 2024 et de leur héritage. Attendu depuis plus de 10 ans par la France, ce centre incarne le grand équipement aquatique capable d'accueillir des compétitions internationales. En accord avec les ambitions de la Solideo, cet ouvrage possède des qualités architecturales et environnementales qui en font un bâtiment d'exception. Réalisé par la Métropole du Grand Paris, le CAO accueillera les épreuves de natation artistique, plongeon et waterpolo. Il bénéficiera ensuite aux associations, scolaires ou riverains. Son envergure doit permettre à la France une organisation régulière des grandes compétitions internationales.

« Le CAO sera une vitrine, un démonstrateur de nouvelles techniques, indique Nicolas Ferrand. Des subventions du "Fonds d'Innovation et Écologie" de

SOLIDEO ET LA VILLE DURABLE

Réaliser les premiers Jeux alignés sur l'accord de Paris sur le climat, 6 ans avant 2030 : telle est l'ambition de la Solideo, autour de trois orientations stratégiques :

- Objectif neutralité carbone à l'horizon 2050, sur tout le cycle de vie des bâtiments du quartier : utilisation de matériaux biosourcés et de matériaux faiblement carbonés, réemploi et recyclage des déchets de chantier, recours aux énergies renouvelables...
- Garantie de confort urbain sous le climat de 2050, prenant en compte la pression climatique et la recrudescence d'épisodes météorologiques extrêmes grâce à une atténuation des effets d'îlot de chaleur urbain, au développement d'ouvrages résilients et réversibles, et à l'attention portée sur la qualité de l'air intérieur...
- Contribution positive du projet urbain à la biodiversité : création d'un écosystème, de biotopes nouveaux, végétalisation adaptée aux enjeux climatiques de 2050 et pour accroître la trame verte, prise en compte des enjeux liés au cycle de l'eau...

13- Le chantier du cluster des médias en juillet 2022.

14- La place olympique, zone internationale ouverte sur la Seine, fera office de lieu de rencontres pour les athlètes avec leurs familles. Concepteurs : Dominique Perrault, architecte mandataire, (Groupement Dominique Perrault/ADAGP / Ingérop / Une Fabrique de la Ville / CITEC / Agence TER / UrbanEco / Jean-Paul Lamoureux).



13

© SOLIDEO-DRONEPRESS



14

© SOLIDEO



© SCAU-NP2F

15

la Solideo lui sont à ce titre dédiées, notamment pour la construction de sa charpente en bois mais aussi pour la fabrication des sièges en plastique recyclé. Avec le CAO, la France montre qu'il est possible, aujourd'hui, d'intégrer des enjeux environnementaux dans un projet architectural, de commencer à penser global pour construire différemment. Le CAO, avec sa forme et ses matériaux, sera un symbole de cette nouvelle façon de construire. »

Visible depuis l'extérieur comme depuis l'intérieur du bâtiment, le bois occupera une place de choix. Le CAO sera doté de la plus grande toiture concave en bois au monde. Cette technique de construction, peu utilisée du fait de sa technicité et de sa sensibilité, relève de la prouesse quand elle n'est pas réalisée en structures de câbles et acier. « L'excellence environnementale est au cœur du projet, poursuit Nicolas Ferrand. L'utilisation de techniques innovantes permet de réduire ses émissions

15- L'Arena de la Porte de la Chapelle : un modèle en termes de performances énergétiques.

16- Le chantier de l'Arena Porte de la Chapelle en juillet 2022, enserré entre boulevard périphérique, boulevard Ney et débouché de l'A1.

17- L'Arena Porte de la Chapelle vue de nuit.

et sa consommation. Le recours aux matériaux biosourcés, à l'image de sa charpente et de ses ossatures en bois, en est une illustration. »

L'équipement est implanté sur une emprise réduite qui fait la part belle à des espaces de pleine terre où seront

plantés une centaine d'arbres. Son toit est également recouvert de panneaux photovoltaïques sur une surface de 5 000 m², ce qui en fait une de plus grandes fermes solaires urbaines de France. Cela lui permet de couvrir l'ensemble de ses besoins en électricité pour en faire un bâtiment à faible consommation d'énergie.

Pour pousser plus loin l'utilisation de matériaux écoresponsables, la Solideo a également attribué une subvention pour la fabrication des sièges en plastique recyclé des tribunes. Les matériaux nécessaires à leur fabrication sont récupérés grâce à des points de collectes dans le département de Seine-Saint-Denis, notamment dans les écoles, et sont ensuite transformés en un matériau écologique, innovant mais aussi très esthétique.

La construction du CAO traduit de façon plus générale la volonté de laisser un héritage aquatique fort après les Jeux, avec notamment un total de 25 nou-

veaux bassins et 2 rénovés. La pertinence du CAO se trouve aussi dans sa configuration modulable. Le bassin de nage pourra être divisé en deux ou trois bassins différents selon les besoins des usagers, avec un fond mobile qui ajustera la profondeur de l'eau, et sera complété par un bassin de plongeon. En phase héritage, les tribunes permettront d'accueillir 2 500 personnes.

L'Arena Porte de la Chapelle : performance énergétique

L'Arena Porte de la Chapelle, future salle multisports, pourra recevoir près de 8 000 spectateurs pour les grands événements sportifs, mais aussi accueillir différents publics et activités, qu'elles soient sportives ou culturelles, grâce à la modularité de sa conception⁽²⁾. Cet espace très complet et multifonctions s'intègre dans un projet plus large de réaménagement, dont l'objectif est de redonner du dynamisme à ce quartier du nord de Paris. ▶



16

© MARC MONTAGNON



17

© SCAU-NP2F

© RTE



18

15 km DE LIGNES ÉLECTRIQUES EN SOUTERRAIN

Un des plus importants projets de mise en souterrain de lignes électriques à très haute tension en France, directement lié aux travaux des Jeux 2024, a franchi en juin dernier une étape-clé : l'achèvement du creusement d'un tunnel de 2 407 mètres (3,10 mètres de diamètre) destiné à accueillir des lignes électriques souterraines de 225 000 volts à Saint-Denis (93).

À terme, ce projet permettra de retirer 15 km de lignes électriques aériennes et 27 pylônes, libérant du foncier pour plusieurs projets d'aménagement du territoire métropolitain, dont la construction du Village des athlètes (Écoquartier fluvial de l'Île Saint-Denis), aménagé par la Solideo.

Le volet environnemental a fait l'objet d'un soin particulier. 75 % des déblais du chantier ont été valorisés, par exemple comme matériaux pour comblement de carrières. Afin de maîtriser l'empreinte carbone des opérations, 3/4 du volume total des déblais ont été évacués par voie fluviale. 100 % des aciers des 27 pylônes retirés et 100 % des câbles seront réutilisés ou recyclés par des filières spécialisées.

Réalisé par le groupement d'entreprises Arcadis, spie batignolles fondations, Setec, Spac et spie batignolles génie civil, il représente un investissement de 90 millions d'euros, porté par Solideo (34 %), RTE (31 %), La Métropole du Grand Paris (20 %), Villeneuve-la-Garenne (15 %).

Posée sur un socle vitré, futur hall d'accueil pour les événements et pour les différents publics, couronnée par une structure en aluminium recyclable, signature du projet, et entourée par une terrasse végétalisée accessible à tous, l'Arena Porte de la Chapelle est un des projets emblématiques de Jeux de Paris 2024. Elle doit accueillir les épreuves de badminton, gymnastique rythmique, para badminton, para taekwondo et para haltérophilie.

Il s'agit d'un aménagement respectueux de l'environnement : que ce soit pour sa construction ou son exploitation, l'Arena est un modèle en termes de performance énergétique.

Les infrastructures préexistantes au chantier vont être recyclées. Près de 95 % des matériaux de construction de

l'ancien parking ont été revalorisés, ce qui représente près de 19 000 tonnes de matériaux. Les 4 tonnes de mobilier ont quant à elles été distribuées à des structures locales pour être réemployées. Le recours aux matériaux biosourcés ou faiblement carbonés pour la construction va permettre de réduire le bilan carbone de 30 % par rapport à un chantier classique.

« Enfin en phase d'exploitation, conclut à son sujet Nicolas Ferrand, la consommation du bâtiment sera trois fois inférieure à celle d'une Arena classique. Elle sera alimentée à 100 % en énergie locale et renouvelable, avec notamment l'installation d'une usine de production de froid urbain basée sur la géothermie pour couvrir les besoins de l'Arena en froid et en chaleur. Un système de récu-



19

18- Le tunnelier "Ambre" mis en œuvre par spie batignolles pour le chantier d'enfouissement de lignes de 225 000 volts à Saint-Denis.

19- Le tunnel de 2 407 m de longueur et de 3,10 m de diamètre accueillera des lignes de 225 000 volts.

À titre d'exemple, la première poutre en bois du Centre Aquatique Olympique a été installée en avril 2022, permettant de lancer les travaux de construction de la plus grande charpente concave en bois au monde.

En termes d'effectifs aussi, puisque de 250 personnes début 2021, ils seront jusqu'à 8 000 au pic d'activité pendant le printemps 2023 ; 8 000 personnes dont il faut coordonner l'activité dans le respect des normes de prévention les plus strictes pour assurer la sécurité de tous : compagnons et riverains.

En termes d'innovation, ce sera également une année de concrétisation des efforts du superviseur. En effet, 2022 marque la fin des expérimentations et le début de leur mise en œuvre : les bâtiments ont commencé à s'élever et les projets se sont révélés à tous.

« À 17 mois de la livraison des ouvrages, conclut Nicolas Ferrand, nous sommes précisément là où nous devons être tant en termes opérationnels et financiers que sur le plan de nos ambitions, qui sont totalement respectées, et de l'acceptabilité des projets. » □

opération des eaux pluviales, 4 680 m² de panneaux photovoltaïques et près de 6 900 m² de toiture végétalisée complèteront l'installation et favoriseront le développement de l'écosystème. » L'Arena Porte de la Chapelle est un projet complexe aux multiples facettes, qui traduit l'ambition de la Solideo de transmettre un héritage pertinent et adapté à tous, au-delà des Jeux.

2022 : MONTÉE EN PUISSANCE

Pour la Solideo, si 2021 a été l'année de la bascule dans l'opérationnel, 2022 sera l'année de la montée en puissance.

En termes de travaux puisqu'elle va passer de 32 ouvrages en chantier à 58 à la fin de l'année ; du gros œuvre au second œuvre ; du béton au bois.

1- Le marché global de conception, réalisation et exploitation technique de l'Arena Porte de la Chapelle a été confié au groupement mené par Bouygues Bâtiment Île-de-France et les agences d'architecture SCAU et NP2F.

2- Imaginé par les agences d'architecture VenhoevenCS (Amsterdam) et Ateliers 2/3/4/ (Paris), la construction de ce projet est réalisée par Bouygues Bâtiment Île-de-France et le franchissement cycliste et piéton par Bouygues Travaux Publics.

Digitalisation des activités

Travail collaboratif

Partage des données



**Bienvenue
dans un monde
qui se construit autrement.**

L'univers de la construction se transforme. SMABTP adapte ses solutions d'assurance pour mieux vous accompagner. Avançons ensemble.

Notre métier : assurer le vôtre.

www.groupe-sma.fr

SMABTP - Société mutuelle d'assurance du bâtiment et des travaux publics
Société d'assurance mutuelle à cotisations variables, entreprise régie par le Code des assurances
RCS PARIS 715 684 764 - 8 rue Louis Armand - CS 71301 - 75709 PARIS CEDEX 15



SMABTP
BÂTIR L'AVENIR AVEC ASSURANCE

**1^{er} assureur
de la construction**



1

© MACCAFERRI

STADE NAUTIQUE DE VAIRES-SUR-MARNE (77)

AUTEUR : ALEXANDRE PLASTRE, DIRECTEUR TECHNIQUE, FRANCE MACCAFERRI

SPÉCIALISTE DANS LES TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES, MACCAFERRI EST INTERVENU À L'OCCASION DE PLUSIEURS JEUX OLYMPIQUES POUR PROPOSER ET DIMENSIONNER DES SOLUTIONS TECHNIQUES DANS LE CADRE DE LA RÉALISATION DE LEURS AMÉNAGEMENTS. EN PRÉVISION DES JEUX OLYMPIQUES DE PARIS 2024, LA FILIALE FRANÇAISE DE MACCAFERRI A ÉTÉ SOLLICITÉE POUR PLUSIEURS PROJETS, ET NOTAMMENT LE FUTUR STADE D'EAUX VIVES POUR LES ÉPREUVES DE CANOË-KAYAK RÉALISÉS À VAIRES-SUR-MARNE.

INTRODUCTION

Les Jeux Olympiques constituent l'évènement sportif le plus important dans le monde, avec plus de 10 000 athlètes et 200 nationalités représentées aux Jeux d'été. C'est de loin l'évènement le plus couvert médiatiquement avec près de 4,5 milliards de téléspectateurs et 2 millions de spectateurs affluant sur les différents sites. Ces chiffres vertigineux montrent l'ampleur de l'organisation pour accueillir autant de personnes, créer les installations nécessaires aux

différentes disciplines et construire les infrastructures de transport pour les déplacements des athlètes et des spectateurs des villes aux sites olympiques. Autant de défis pour les pouvoirs publics et les acteurs du BTP. Ayant une présence mondiale et spécialisée dans les ouvrages de soutènement et hydrauliques dans le domaine des infrastructures, Maccaferri a eu l'occasion de participer à différents Jeux et ne manquera pas le rendez-vous parisien.

1- Bassin d'eaux vives de Vaires-sur-Marne.

1- Vaires-sur-Marne wild watercourse.

TIRER PROFIT DES EXPÉRIENCES ACQUISES LORS DE PRÉCÉDENTS JEUX OLYMPIQUES

La modularité et l'universalité des solutions proposées par le groupe Maccaferri répondent à des critères techniques, esthétiques et économiques. En l'an 2000, au stade d'eaux vives de Penrith près de Sydney, le président du comité d'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024, Tony Estanguet, lève les bras pour sa première médaille d'or olympique.



© MACCAFERRI
2

Sur les photos et vidéos immortalisant cet instant, l'œil avisé peut apercevoir un mur en gabions défilant en arrière-plan, servant à soutenir les berges du stade d'eaux vives (figure 2). Plus de 12000 m³ de gabions, matelas Reno et modules en sols renforcés à parement gabions Terramesh system seront mis en place aux abords des sites olympiques pour des recalibrages de rivière, le confinement de matériaux pollués ou le modelage de terrain pour des installations olympiques.

En 2006, les Jeux d'hiver s'installent en Italie, dans le pays d'origine de

2- Plan d'eau d'aviron des JO de Sydney (Penrith, Australie).

3- Half Pipe de Bardonecchia (Italie).

2- Rowing course for the Sydney Olympics (Penrith, Australia).

3- Bardonecchia half-pipe (Italy).

Maccaferri. Ici ce sont l'étanchéité d'un bassin d'altitude de stockage d'eau pour canons à neige protégée par une carapace en Matelas Reno de 23 cm et la construction du half pipe de Bardonecchia en Terramesh Vert qui ont été réalisés (figure 3).

PARIS 2024 : UN CONTEXTE DIFFÉRENT

Les Jeux de Paris de 2024 marquent une rupture avec les éditions précédentes où les villes ont dépensé des sommes importantes dans le développement d'infrastructures et d'aména-

gement qui tombent au fil des années dans l'abandon et la ruine. C'est donc avec une ambition environnementale et sociétale caractérisée par une sobriété économique, que sont pensés les aménagements.

L'un des sites illustrant le plus cette philosophie est le village "éphémère" des athlètes situé sur l'écoquartier fluvial de l'île Saint-Denis au nord de Paris. Cette île accueillait à l'origine des entrepôts de grands magasins sur une surface de 125 000 m² qui ont successivement fermé dans les années 1990-2000.

Une vaste réflexion a été portée sur la mutation du site en quartier mixte assurant des fonctions urbaines (logement, activités commerciales...) avec une dimension écologique dans la réflexion de sa création. Ce sera notamment un quartier sans voiture, avec une gestion ambitieuse de l'eau de pluie, la gestion des pollutions, des déchets, du recyclage mais également le réaménagement des berges de Seine invitant à la promenade.

En somme un morceau de ville dans la ville. Ces travaux se déroulent en 2 phases, de 2006 à 2020 pour les étapes de consultations, de procédures administratives, de démolition et de premières livraisons et de 2020 à 2025 pour la construction des bâtiments et des espaces publics.



© MACCAFERRI
3

Le village des athlètes est conçu pour accueillir les 2800 athlètes et accompagnants durant les Jeux, puis être reconfiguré pour s'intégrer pleinement dans l'écoquartier.

Maccaferri a pris part à l'aménagement des bords de Seine avec la réalisation d'un mur de soutènement en mur poids gabions, permettant de soutenir la plateforme amont. D'une hauteur de 4 m, il présente un fruit de 6° par rapport à la verticale et dispose d'une base de 2 m de largeur reposant sur une semelle béton et des micropieux en raison de la faible portance du sol de fondation (figure 4). À l'arrière du massif un géotextile non tissé est mis en place pour empêcher le passage de fines entre le remblai arrière et le parement. Étant soumis aux crues de la Seine, le mur a été réalisé avec des gabions ayant un fil revêtu d'une gaine organique PVC très résistante qui protège le fil métallique de la corrosion pour une durée de service de 120 ans. En pied d'ouvrage, des techniques végétales ont été utilisées dans les zones moins sollicitées et apportent une touche verte à cet ouvrage minéral (figure 5).

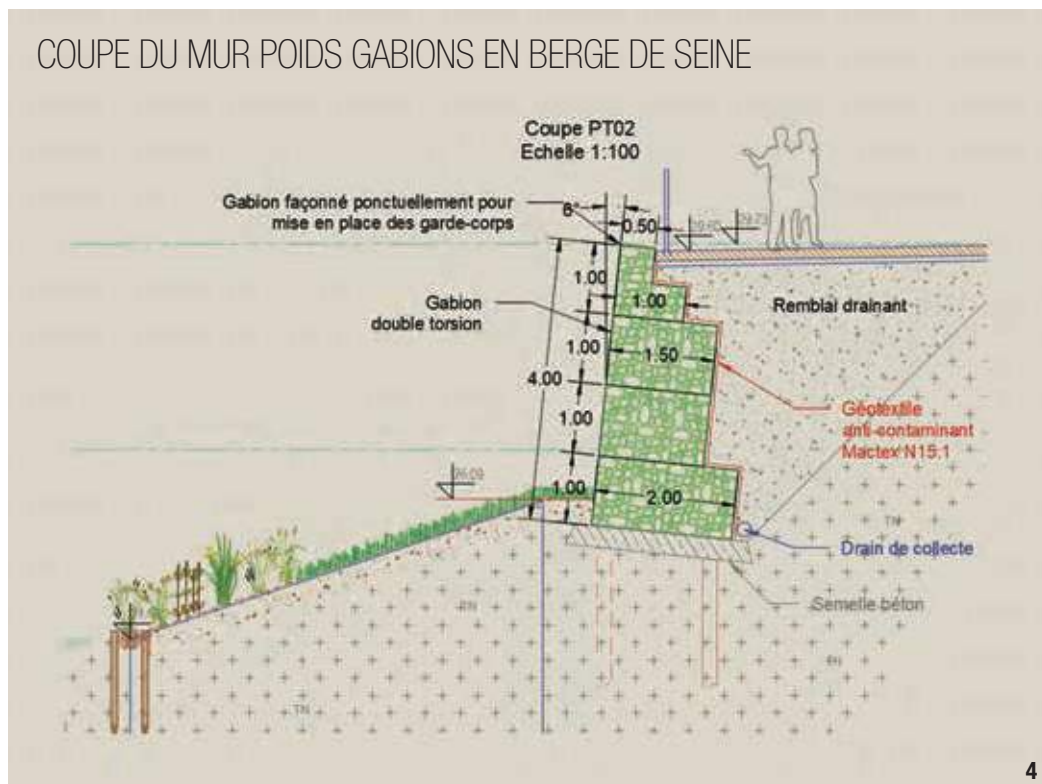
STADE NAUTIQUE DE VAIRES-SUR-MARNE

À l'instar de Sydney, c'est sur le stade nautique de Vaires-sur-Marne (77) que Maccaferri va surtout laisser son empreinte au travers de plusieurs aménagements techniques et paysagers. Inauguré en juin 2019 après 3 ans de travaux, le stade nautique est le 1^{er} équipement olympique nouvellement réalisé à être livré pour les JO Paris 2024. Conçu par le cabinet d'architectes Auer Weber et associés, le complexe s'articule autour de trois éléments majeurs de l'île de loisirs de Vaires-Torcy (figure 6) :

- Le lac, accueillant le parcours d'aviron et de canoë-kayak en ligne long de 2200 m de long ;
- Le stade d'eau vive constitué d'une rivière de compétition de 300 m de long et d'une rivière d'entraînement de 150 m de long ;
- Le plateau vif, qui accueille les nouveaux bâtiments.

Par ailleurs, le lac et le stade d'eau vive sont reliés par un canal d'amenée et une rivière de 250 m de long serpentant jusqu'au bord de Marne réalisée pour les amateurs de canoë loisir. Dans les bâtiments on retrouve des équipements sportifs (salle de musculation, annexe médico-sportive), administratifs, un media center et un centre de formation et d'hébergement.

COUPE DU MUR POIDS GABIONS EN BERGE DE SEINE



4

© MACCAFERRI



4- Coupe du mur poids gabions en berge de Seine.

5- Mur gabions en berge de Seine à l'île Saint-Denis.

4- Cross section of the gabion gravity wall on the edge of the Seine.

5- Gabion wall on the edge of the Seine on Saint-Denis island.

Le site a été pensé pour accueillir près de 24 000 spectateurs pour les courses d'aviron et 14 000 spectateurs autour du stade d'eau vive dont 2 000 sur des gradins "naturels" permanents. Il s'agit à ce jour du plus grand équipement sportif dédié à la pratique du canoë-kayak dans le monde, ouvert aux professionnels comme aux amateurs. Sur le plan géologique, le site est implanté sur des matériaux argileux à très faible portance et sensibles à l'érosion générée par le courant présent dans le stade d'eau vive. Si le parcours de canoë-kayak slalom est complètement artificialisé en béton, les canaux d'amenée reliant la raquette d'arrivée au lac sont fondés directement sur le sol en place. Les flancs des canaux sont stabilisés par des palplanches et, pour éviter l'érosion ainsi que l'enfonce-

5

© MACCAFERRI



© WWW.PARIS2024.ORG
6



© MACCAFERRI
7

**6- JO Paris 2024
Base nautique.
7- Matelas Reno
en fond du canal
du parcours
canoë-kayak de
Vaires-sur-Marne.**

**6- The 2024 Paris
Olympics: nautical
base.
7- Reno mattress
at the bottom of the
channel of the
Vaires-sur-Marne
canoe-kayak
course.**

ment du fond du canal, une protection en Matelas Reno d'épaisseur 30 cm a été mise en place par les équipes de travaux Maccaferri (figure 7). Cette technique présente la particularité d'allier robustesse (par l'association d'une enveloppe en grillage double torsion extrêmement résistante à la traction et d'encrochements de calibre adapté), durabilité (avec l'utilisation de fils métalliques revêtus d'un alliage Zinc-Aluminium et d'une gaine polymère insensible à la corrosion) et souplesse, ▷

8- Schéma d'un module Terramesh Vert.

9- Coupe des gradins en Terramesh Vert.

10- Gradins en Terramesh Vert du bassin d'eaux vives de Vaires-sur-Marne.

8- Diagram of a Green Terramesh module.

9- Cross section of Green Terramesh terraces.

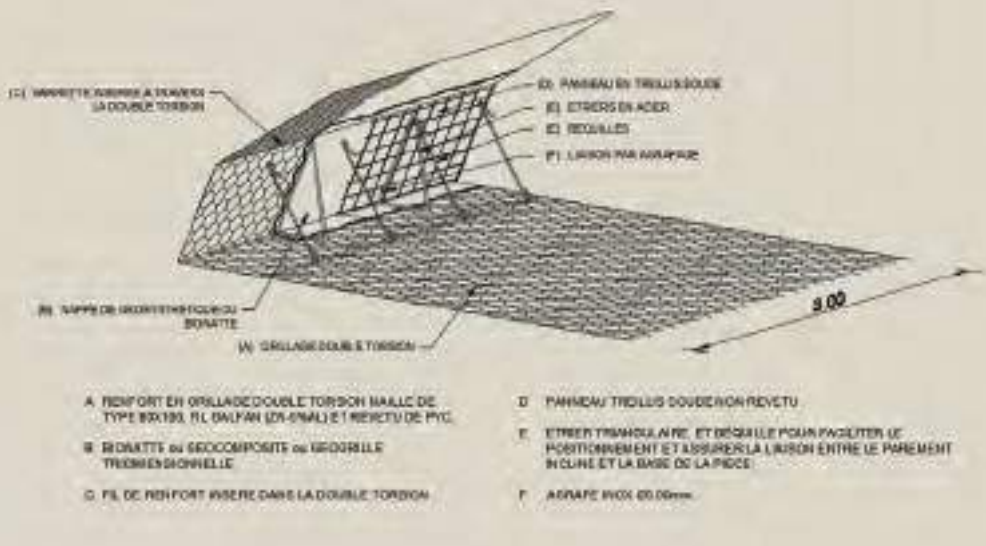
10- Green Terramesh terraces of the Vaires-sur-Marne wild watercourse.

s'adaptant particulièrement à des contraintes en milieu hydraulique.

Une attention particulière a été portée pour bien protéger l'espace entre le creux des palplanches et les Matelas Reno ; le géotextile présent en sous face des matelas a été prolongé dans cette zone et a été remonté le long de la palplanche, puis un comblement en pierre à gabions a été réalisé pour s'assurer qu'aucune zone ne soit laissée exposée à l'érosion.

Si la protection en Matelas Reno est complètement immergée, les spectateurs des épreuves de canoë-kayak auront l'occasion de s'asseoir sur les gradins naturels végétalisés réalisés avec des modules de sol renforcé Terramesh Vert (figure 8). Il s'agit d'un module de grillage double torsion dont les fils sont protégés par une gaine polymère qui s'insère horizontalement dans le remblai et effectue un retour au parement selon une inclinaison définie par la conception (figure 9). Des modules de dimensions spécialement adaptées à la géométrie des gradins ont été fabriqués, ayant une hauteur de 45 cm, une inclinaison de 13° par rapport à la verticale et une longueur de renfort de 3 m. Huit rangs ont été superposés pour une hauteur totale de 3,60 m et une berme de 68 cm entre chaque rang, ce qui laisse la place aux spectateurs pour s'asseoir et se déplacer sur les gradins (figure 10). La technique Terramesh Vert a permis d'assurer la stabilité des gradins ainsi que la réutilisation des déblais du site en remblai, limitant l'empreinte carbone de l'ouvrage tout en assurant une intégration parfaite dans l'environnement. Enfin, les aménagements paysagers

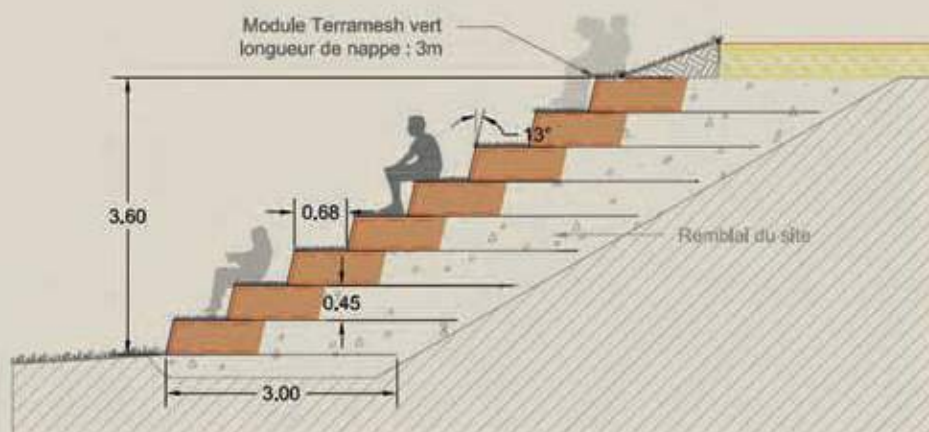
SCHÉMA D'UN MODULE TERRAMESH VERT



8

© MACCAFERRI

COUPE DES GRADINS EN TERRAMESH VERT



9

© MACCAFERRI



10

© MACCAFERRI



11

© MACCAFERRI



12

© MACCAFERRI

périphériques aux bâtiments du stade d'eau vives ont nécessité la constitution de talus raidis végétalisés à 45° ainsi que la réalisation de murs de soutènement en gabions.

Les équipes de Maccaferri ont conçu et mis en place des remblais renforcés Terramesh Vert inclinés à 45° pour répondre aux exigences techniques et esthétiques. La végétalisation du parement a particulièrement bien réussi (figure 11).

Pour les murs de soutènement en gabions, le choix architectural s'est porté vers la mise en place de gabions électrosoudés de 3 m de hauteur (figure 12). Ils sont obtenus par l'as-

11- Aménagements périphériques en Terramesh Vert.

12- Aménagements paysagers en gabions électrosoudés.

11- Peripheral developments in Green Terramesh.

12- Landscaping with electrically welded gabions.

semblage de panneaux à fils métalliques de diamètre 4,5 mm revêtus d'un alliage Zinc Aluminium soudés par thermocollage pour former une maille de dimension 50 mm (horizontalement) x 100 mm (verticalement). À l'instar des gabions double torsion, le remplissage en pierres de granulométrie adaptée (80/150 mm) est une étape cruciale, un soin particulier doit être notam-

ment apporté pour l'appareillage des parements, nécessaire pour la tenue de l'ouvrage et le rendu esthétique du parement.

Étalé sur plusieurs mois et différentes phases de travaux, l'ensemble des aménagements cités a été réalisé en coactivité avec l'ensemble des entreprises présentes sur site, avec succès et professionnalisme. □

PRINCIPALES QUANTITÉS

ÉCOQUARTIER FLUVIAL DE L'ÎLE SAINT-DENIS

GABIONS : 350 m³

VAIRES SUR MARNE

TERRAMESH VERT : 1 055 m²

MATELAS RENO : 1 300 m²

GABIONS ÉLECTROSOUDÉS : 310 m³

PRINCIPAUX INTERVENANTS

ÉCOQUARTIER FLUVIAL DE L'ÎLE SAINT DENIS

MAÎTRE D'OUVRAGE : SEM Plaine Commune Développement

MAÎTRE D'ŒUVRE : Otci / Architecte Inuits

ENTREPRISE MANDATAIRE : Terideal

FOURNISSEUR ET POSEUR DES GABIONS : France Maccaferri

VAIRES SUR MARNE

MAÎTRE D'OUVRAGE : Région Île-de-France

MAÎTRE D'ŒUVRE : Auer Weber (architecte mandataire)

et Octant Architecture (architecte cotraitant)

ENTREPRISE MANDATAIRE : Demathieu Bard Construction

FOURNISSEUR ET POSEUR DES GABIONS, MATELAS RENO,

GABIONS ÉLECTROSOUDÉS ET REMBLAIS RENFORCÉS :

France Maccaferri

ABSTRACT

VAIRES-SUR-MARNE NAUTICAL STADIUM

ALEXANDRE PLASTRE, FRANCE MACCAFERRI

This article describes the development and infrastructure works performed by Maccaferri for the 2024 Paris Olympic Games, and more specifically the various work done at the Vaires-sur-Marne nautical basin. Due to the modularity of its manufactured products and new developments, and its technical expertise in environmental engineering, Maccaferri can provide an answer to numerous applications related to organisation of the Olympic Games requiring the development of facilities and infrastructure. □

ESTADIO NÁUTICO DE VAIRES-SUR-MARNE (77)

ALEXANDRE PLASTRE, FRANCE MACCAFERRI

Este artículo presenta las obras realizadas por Maccaferri en las áreas acondicionadas y las infraestructuras de los Juegos Olímpicos de París (2024), y en particular los distintos trabajos realizados en el estanque náutico de Vaires-sur-Marne. Por su modularidad, su desarrollo, la evolución de sus productos manufacturados y su técnica en la ingeniería medioambiental, Maccaferri tiene capacidad para responder a numerosas aplicaciones relacionadas con la organización de Juegos Olímpicos que exigen acondicionamientos e infraestructuras. □



© LAVIGNE CHERON / PHILIPPON-KALT / ARTELIA

UN NOUVEAU PONT SUR LA SEINE ENTRE SAINT-DENIS ET L'ÎLE SAINT-DENIS

AUTEURS : VIVIEN HALLER, DIRECTEUR DE PROJET, EIFFAGE GÉNIE CIVIL - VIRGILE EYHERABIDE, CHEF DE SECTEUR AMÉNAGEMENT ET INFRASTRUCTURES, BIEP/EIFFAGE - MATHIEU JEROME, CHEF DE PROJETS, EIFFAGE MÉTAL - ARNAUD SALMON, CHEF DE PROJETS, GREISCH

DANS LE CADRE DES AMÉNAGEMENTS DU FUTUR VILLAGE OLYMPIQUE PARIS 2024, UN GROUPEMENT D'ENTREPRISES MENÉ PAR EIFFAGE GÉNIE CIVIL RÉALISE UN PONT ROUTIER QUI FRANCHIRA LA SEINE ET QUI SERA ACCESSIBLE AUX TRANSPORTS EN COMMUN (BUS), AUX MODES PASSIFS (CYCLES ET PIÉTONS) ET INTERDIT AUX VOITURES. CE PONT RELIE L'ALLÉE DE SEINE AU SEIN DE L'ÉCOQUARTIER UNIVERSEINE EN RIVE DROITE À SAINT-DENIS À LA ZAC ECOQUARTIER FLUVIAL (QUI FERA ÉGALEMENT L'OBJET D'AMÉNAGEMENTS) EN RIVE GAUCHE SUR L'ÎLE SAINT-DENIS.

INTRODUCTION

La construction de cet ouvrage, dans le cadre des aménagements du Village Olympique Paris 2024, consiste à réaliser un tablier précontraint à ossature mixte d'une longueur totale de 138 m. Il repose à ses extrémités sur deux culées. D'une part une culée mur de front (Culée C0) côté île Saint-Denis et d'autre part une culée contrepoids (C2) côté Saint-Denis reliée à une pile intermédiaire (P1) qui supporte les appuis des béquilles (figure 2). L'ouvrage est équipé de plusieurs

types d'appareils d'appui. Sur C0, des appareils d'appui à pot seront mis en place. Ils seront libérés dans le sens longitudinal. Au droit de la pile P1, le point fixe longitudinal est réalisé à l'aide d'appareils d'appui à balancier à contact linéique (plus couramment appelés appareils d'appui à grain). Au droit de C2, des bielles métalliques horizontales et verticales permettront le transfert des efforts de traction du tablier à la culée C2. Le schéma statique de l'ouvrage est donné dans la figure 3.

1 - Vue 3D de l'ouvrage.

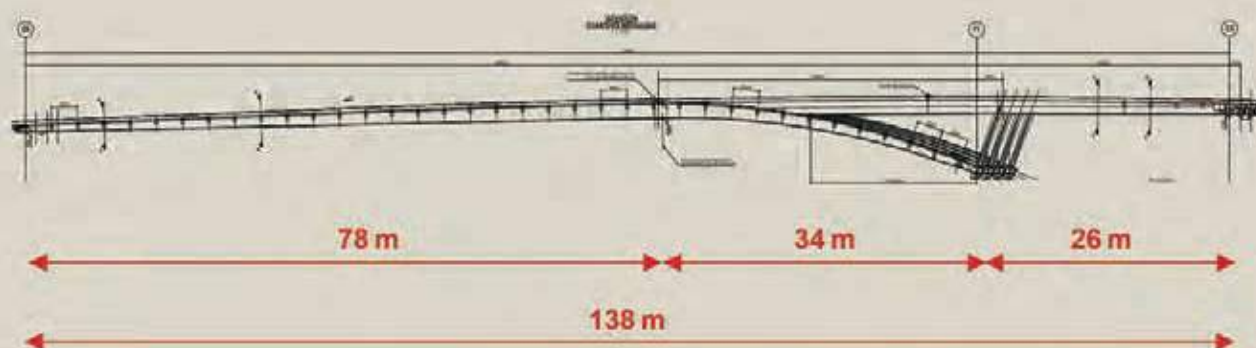
1 - 3D view of the structure.

LA CULÉE C0

Les appuis sont constitués de deux culées et d'une pile. La culée C0 est située en rive gauche de la Seine. Elle est disposée en retrait de la berge pour permettre l'aménagement d'un

cheminement piéton/cycle sous l'ouvrage. Elle est constituée de six pieux Ø 1 400 mm de 25 m de longueur, d'une semelle de 20,4 m de longueur, 7,75 m de largeur et 1,50 m d'épaisseur. Elle est complétée par un mur de front de 0,50 m d'épaisseur avec quatre contreforts de 0,70 m x 0,90 m et un chevêtre filant de 1,50 m d'épaisseur et 2,72 m de largeur. Elle est également entourée de chaque côté par des murs de soutènement aux parements matricés (figures 4 et 5).

COUPE LONGITUDINALE DE L'OUVRAGE



© ARTELIA

2

L'ensemble des travaux a dû être réalisé dans un planning ambitieux afin de limiter au maximum les nuisances des riverains et usagers. Pour cela, une coupure complète de l'axe routier majeur de l'île Saint-Denis (la RD1Bis) était nécessaire.

Les fondations profondes, les terrassements, le génie civil et la reconstitution d'une nouvelle RD1Bis déviée, devaient alors être effectués en moins de 6 mois (entre juillet 2021 et décembre 2021).

Les travaux ont été réalisés dans le couloir de la RD1Bis du nord vers

2- Coupe longitudinale de l'ouvrage.
3- Schéma statique de l'ouvrage.

2- Longitudinal section of the structure.
3- Static diagram of the structure.

le sud, en suivant un phasage étroitement lié entre les différents corps de métiers (fondations profondes, terrassements, génie civil) afin de tenir les dates clefs.

PRÉSENTATION DE L'ENSEMBLE P1 C2

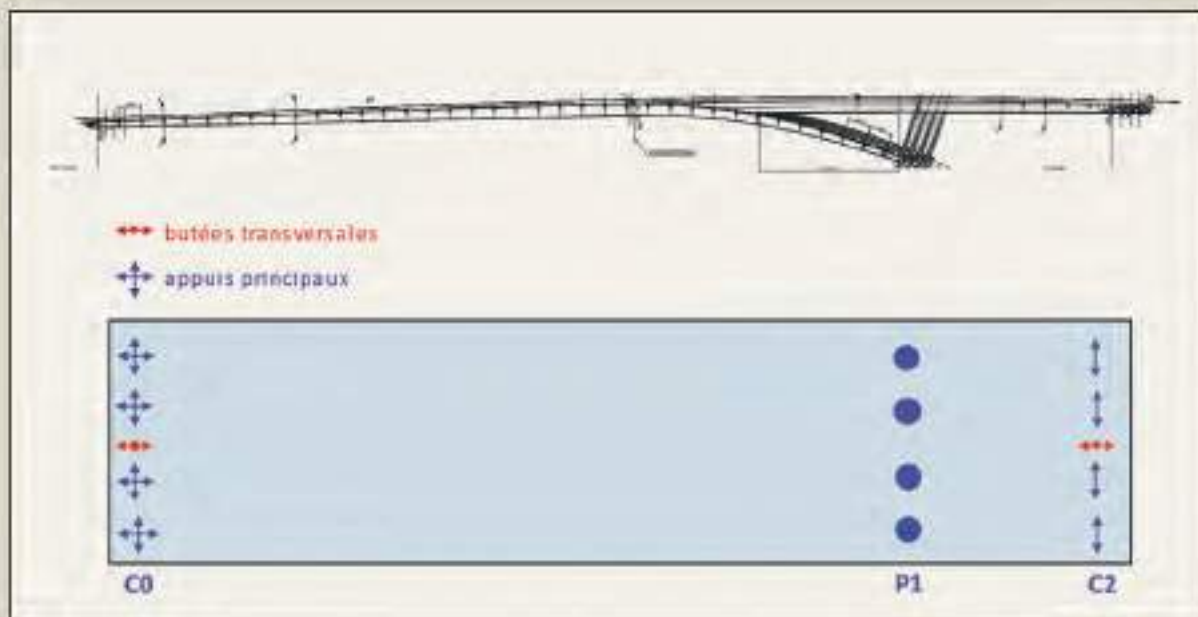
La pile P1 et la culée C2, situées en rive droite, forment un ensemble non dissociable et très complexe à appréhender. Le tout est fondé sur des barrettes (figure 6).

La pile P1 constitue le massif d'ancrage qui permet de supporter les béquilles.

Elle est composée de plusieurs éléments en béton armé dont les sabots sur lesquels s'appuient les béquilles ainsi qu'une semelle en béton armé de 18,15 m de longueur droite, 9,40 m de largeur et 2,00 m d'épaisseur, fondée sur deux barrettes de 1,20 m x 6,20 m x 26 m de profondeur.

La culée C2 est une culée contre-poids, d'environ 42 m de longueur par 22 m de largeur. Elle est constituée d'alvéoles, dont certaines (les plus éloignées de P1) seront remplies d'un matériau de lestage afin de contribuer à la stabilité générale de l'ouvrage. ▷

SCHÉMA STATIQUE DE L'OUVRAGE



© EIFFAGE

3

4- Vue du ciel du ferrillage de la semelle C0.

5- Vue 3D de l'ensemble culée C0 et murs de soutènement.

6- Fonctionnement mécanique de l'ensemble P1/C2.

7- Vue du modèle aux éléments finis de l'ensemble P1/C2.

4- Aerial view of the reinforcement of foundation slab C0.

5- Overall 3D view of abutment C0 and retaining walls.

6- Mechanical operation of the P1/C2 unit.

7- View of the finite element model of the P1/C2 unit.

La dalle de couverture qui supportera des charges routières de type LM1 ainsi que des charges de foule de type LM4 sera précontrainte à l'aide de 8 rangées de 3 paires de câbles constitués chacun de 42 torons T15S (2 rangées par poutre principale) soit un total de 24 câbles. Ces câbles permettent la transmission des efforts d'un bout à l'autre de la culée, de la partie où s'ancre le pont (mur garde-grève) jusqu'au mur arrière de la culée.

La culée C2 est fondée profondément à l'aide de six barrettes de 1,20 m x 7,00 m x 20,5 m de profondeur.

Des butons, de sections variables entre 1,5 m x 1,5 m et 1,70 m x 1,50 m servent de liaison entre la Pile P1 et la culée contrepoids C2, rendant l'ensemble indissociable.

L'ensemble doit par ailleurs résister à un choc de bateau de 10 000 kN frontal (1 000 t) et 4 000 kN transversal (400 t).

LES ÉTUDES D'EXÉCUTION DE L'ENSEMBLE P1 C2

Les études d'exécution de cet ensemble ont été réalisées à l'aide d'un modèle global intégrant la précontrainte ainsi que l'interaction sol-structure.

La semelle de P1 ainsi que le radier et les voiles de C2 ont été modélisés à l'aide d'éléments surfaciques.



4

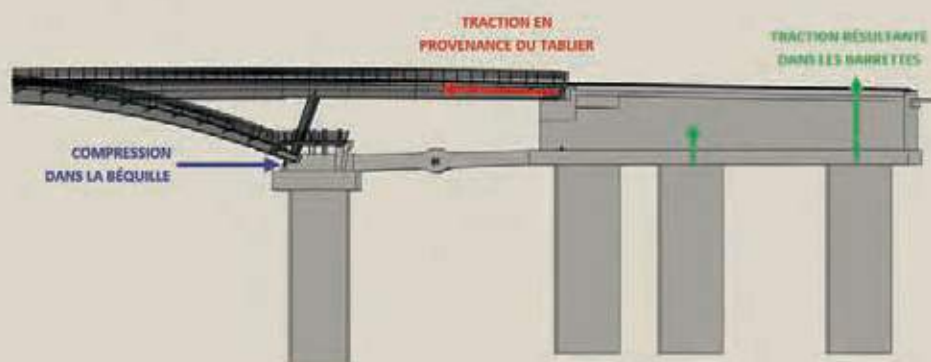
© EIFFAGE



5

© EIFFAGE

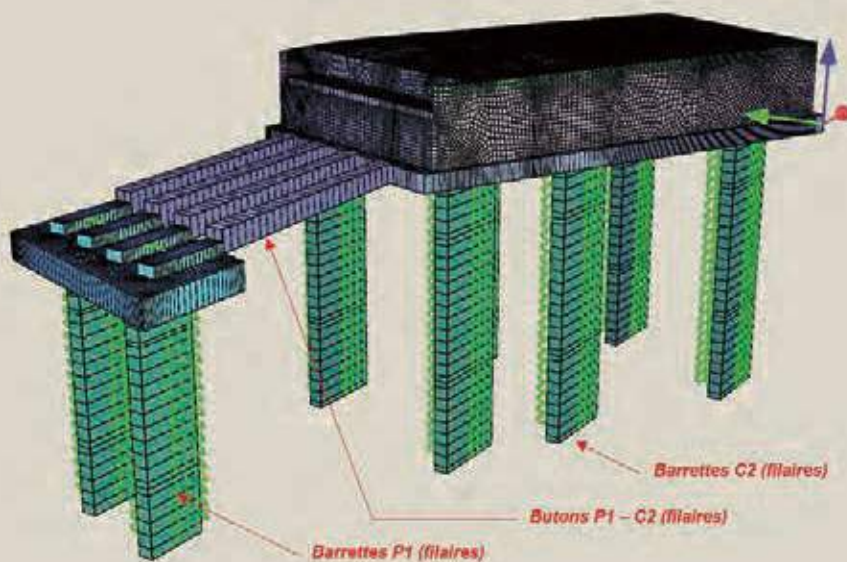
FONCTIONNEMENT MÉCANIQUE DE L'ENSEMBLE P1/C2



6

© EIFFAGE

VUE DU MODÈLE AUX ÉLÉMENTS FINIS DE L'ENSEMBLE P1/C2

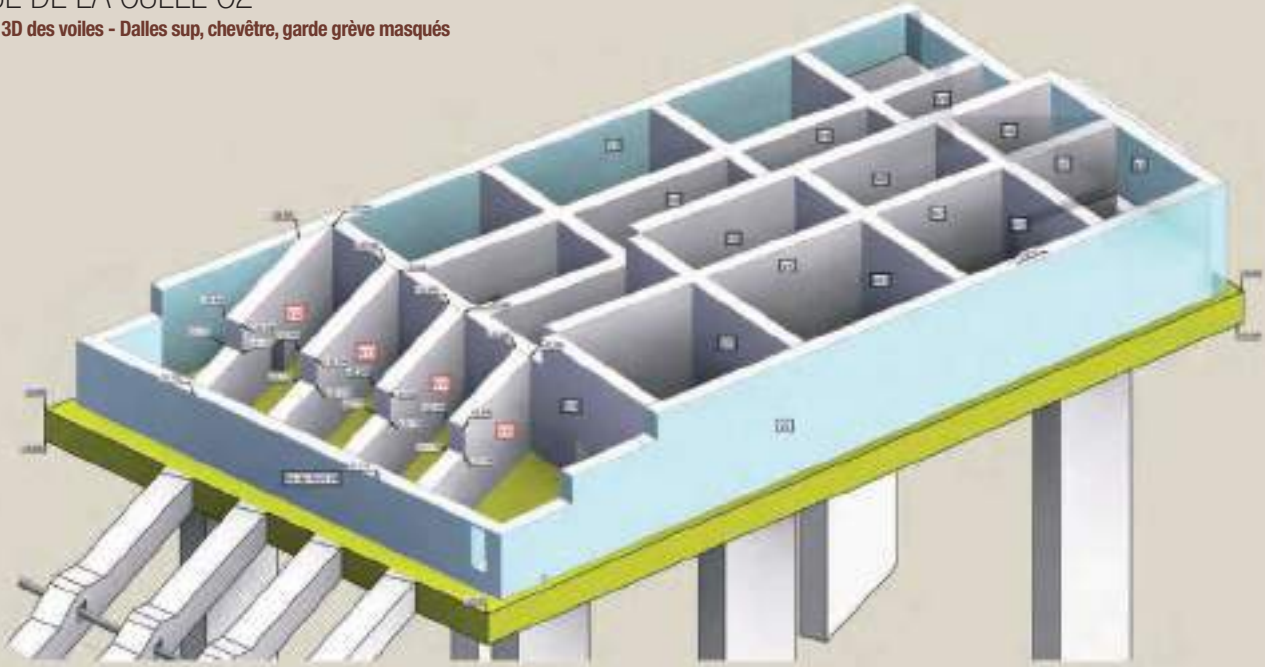


7

© EIFFAGE

VUE DE LA CULÉE C2

Vue 3D des voiles - Dalles sup, chevêtre, garde grève masqués



© EIFFAGE

8

L'ensemble des barrettes et des butons a été réalisé à l'aide d'éléments filaires (figure 7).

L'interaction sol-structure a été prise en compte par la modélisation de ressorts non linéaires en respectant la méthode de Frank et Zaho.

Plusieurs types de raideurs ont ainsi été modélisés : des raideurs horizontales et verticales sur toute la longueur des barrettes ainsi que des raideurs ponctuelles en pointe.

Cette méthode de modélisation intégrait donc directement la vérification de la

8- Vue de la culée C2.

9- Ferrailage d'un plot de radier de C2.

10- Ferrailage des butons entre P1 et C2.

8- View of abutment C2.

9- Reinforcement of a C2 foundation raft block.

10- Reinforcement of struts between P1 and C2.

non plastification du sol du fait de son caractère non-linéaire, surtout sous l'effet des charges accidentelles de choc de bateau.

Tous les cas de charges ont été modélisés. Les cas de charges directement appliqués à la culée C2 et à la pile P1 ont été implémentés directement dans le modèle. Les cas de charges en provenance du tablier de pont ont été transmis par Eiffage Métal à Eiffage Génie Civil suivant une dénomination bien définie et discutée en amont. Une fois tous les cas de charges appli-

qués, des échanges entre Eiffage Génie Civil et Eiffage Métal ont été nécessaires pour calibrer les modèles dans le but d'avoir des résultats cohérents. Un premier jeu de raideurs horizontales et verticales a été transmis à Eiffage Métal afin de l'intégrer à son modèle global. Par la suite, de nouvelles descentes de charges ont été fournies à Eiffage Génie Civil afin d'affiner les résultats. Cette étape, primordiale dans le processus de validation a nécessité une étroite collaboration entre les différents acteurs du chantier. ▷



9

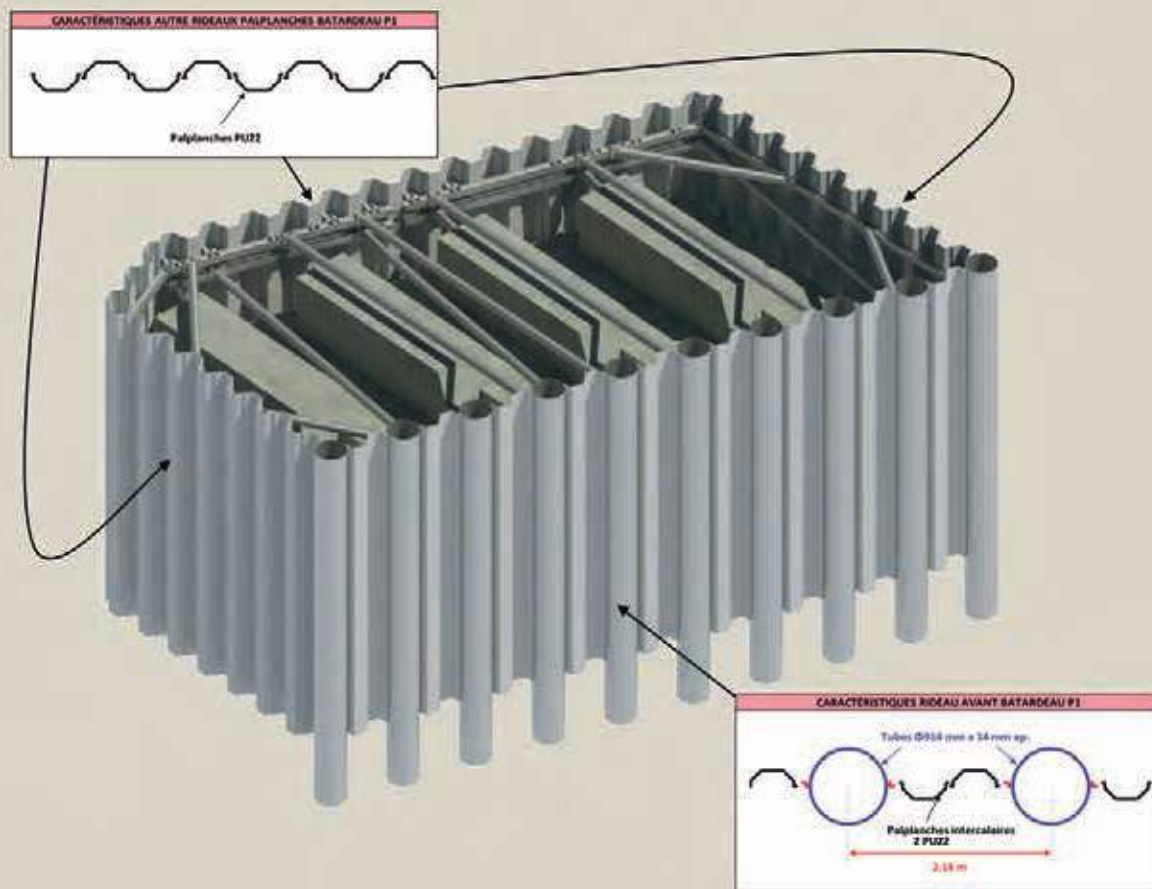
© EIFFAGE



10

© EIFFAGE

VUE 3D DU BATARDEAU



11

© EIFFAGE

LES TRAVAUX DE RÉALISATION DE L'ENSEMBLE P1 C2

L'appui C2 (hors pile P1) est une culée contrepoids qui représente un bloc de 5000 m³ de béton aux dimensions hors du commun pour une culée de pont (figure 8).

Ce n'est qu'après une campagne de diagnostic pyrotechnique et un confortement des sols que les travaux de fondations profondes ont pu commencer par la réalisation de barrettes de 7 m x 1,20 m x 20,50 m de profondeur en arase haute d'environ 6 m par rapport au niveau de la future semelle.

Après une phase de terrassement et de recépage des barrettes, la semelle de la culée a été réalisée en 3 plots afin de tenir compte des différentes interfaces avec la réalisation de blindage (interface avec la RD1 d'un côté et avec les chantiers du Village Olympique de l'autre). Ensuite une série d'une dizaine de voiles longitudinaux et transversaux (épaisseur 80 à 90 cm) a été réalisée afin de soutenir la dalle supérieure d'épaisseur 2,10 m côté Nord et 0,80 m côté Sud. Cette forte épaisseur de dalle côté Nord s'explique par la mise en place des trois niveaux

11- Vue 3D du batardeau.

12- Réalisation des barrettes de P1.

13- Ferrailage de la semelle de P1 dans le batardeau.

11- 3D view of the cofferdam.

12- Execution of P1 barrettes.

13- Reinforcement of the P1 foundation slab in the cofferdam.

de précontrainte 42T15 nécessitant des espaces importants entre les gaines. La dalle supérieure et le chevêtre de la culée ont été exécutés sous étalement et coulés en place. Le dernier plot, côté chevêtre, intègre l'ensemble des ancrages métalliques du futur pont (figure 9).

La réalisation de la culée C2 s'inscrit dans un phasage plus global du chantier avec quatre déviations de la RD1 (dont une sur une partie de la semelle de la culée C2) afin de pouvoir relier les deux appuis C2 et P1 avec les 4 butons en béton armé (figure 10).



12



13

© EIFFAGE

© EIFFAGE

Tout d'abord, une première déviation côté C2 a été mise en place afin de pouvoir réaliser l'appui en bord de berge P1. Ensuite, une deuxième déviation a été effectuée sur la semelle C2 réalisée en première phase dans le but de pouvoir réaliser une première moitié des butons sous la RD1. Pour finir, une troisième déviation côté Seine a été nécessaire afin de terminer la culée C2 et réaliser la deuxième moitié des butons sous la RD1.

La présence d'une canalisation GRTGaz, traversant 4 butons, a été découverte durant des sondages d'Eiffage Génie Civil

14- Illustration du modèle 3D contrefléché.

15- Vue des 4 poutres-caissons principales métalliques précontraintes.

14- Illustration of the cambered 3D model.

15- View of the 4 main prestressed steel box girders.

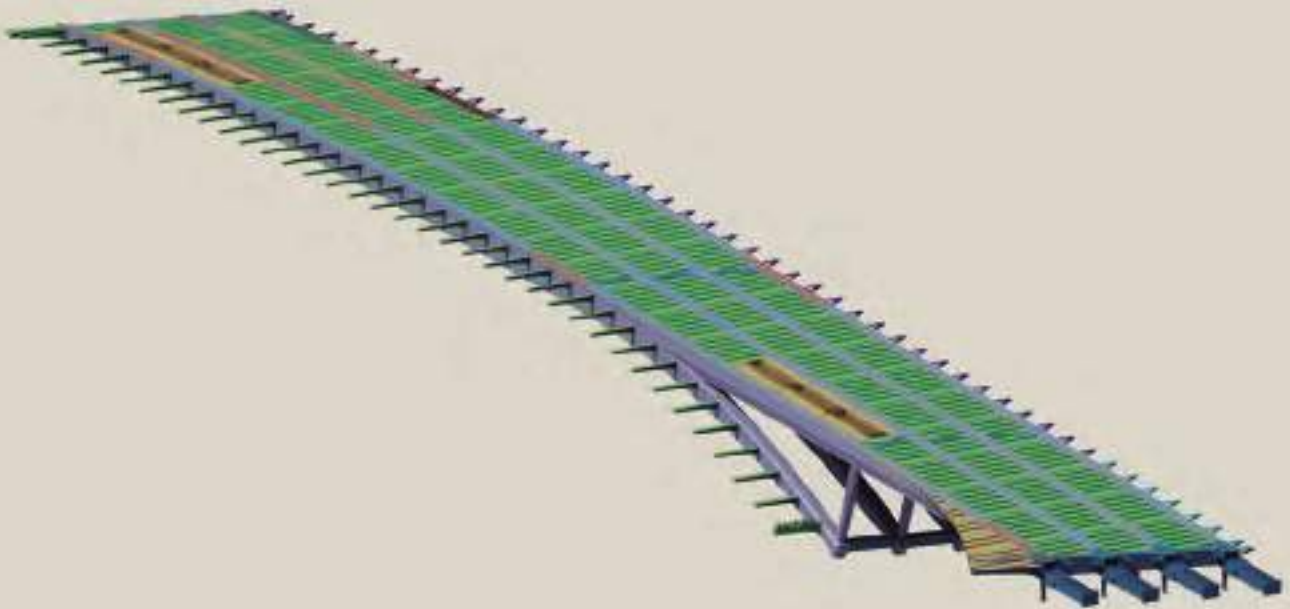
et a entraîné la mise en œuvre de méthodes spécifiques de réalisation afin de répondre aux contraintes imposées par ce type de réseau et d'assurer le déroulement des opérations en toute sécurité.

LE BATARDEAU DE LA PILE P1

Afin de soutenir la route départementale RD1 et rester à l'abri de la Seine lors des travaux de terrassement de la pile P1, un batardeau a été réalisé. Ses dimensions en plan devaient envelopper celles de la pile soit au moins 18,15 m de longueur droite et 9,40 m de largeur (figure 11).

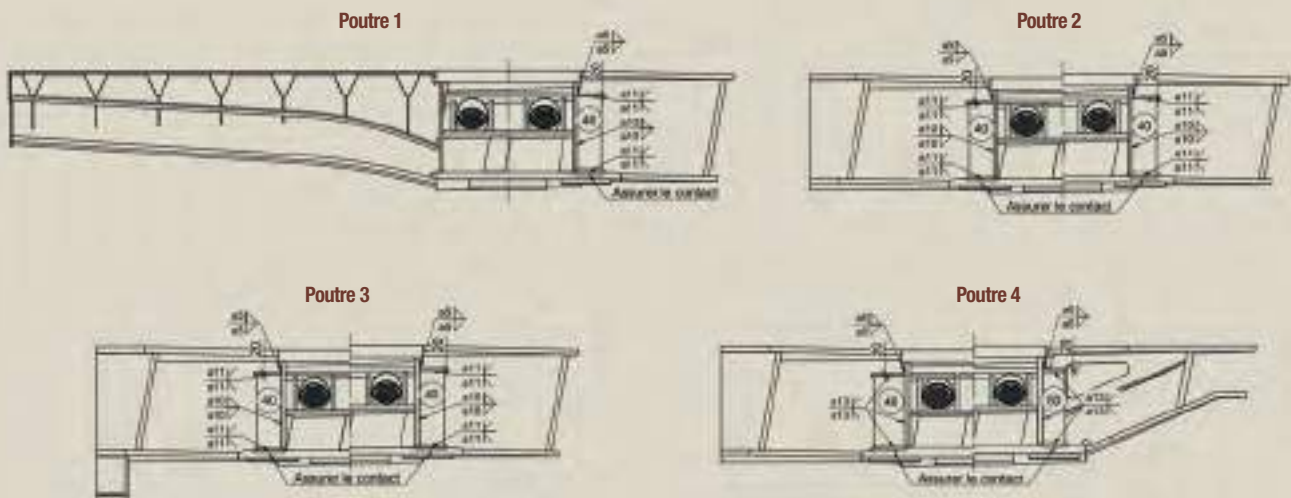
Afin d'éviter les remontées d'eau dans l'enceinte du batardeau, un bouchon immergé de 1,50 m d'épaisseur servant de buton en pied a été réalisé avant de commencer les opérations de pompage. Il était nécessaire pour garantir la stabilité, notamment en phase de terrassement. Le fond de fouille était situé environ 3,20 m sous le niveau des Eaux de Chantier (EC). À l'avant, côté Seine, le batardeau était constitué d'un combi-wall composé de tubes métalliques ($\varnothing 914$ mm, épaisseur 14 mm, nuance S235) et de palplanches intercalaires de type PU22 (nuance S235). ▷

ILLUSTRATION DU MODÈLE 3D CONTREFLÉCHÉ



14

VUE DES 4 POUTRES-CAISSONS PRINCIPALES MÉTALLIQUES PRÉCONTRAINES



15

16- Assemblage des tronçons d'amorce de béquilles dans les ateliers de lemants (mai 2022).
17- Montage de l'ossature métallique dans le port de Gennevilliers (juin 2022).

16- Assembly of the start-of-strut sections in the lemants workshops (May 2022).
17- Erection of the steel frame in the port of Gennevilliers (June 2022).



16

© EIFPAGE

Il était relié à un rideau arrière en palplanches de type PU22 par l'intermédiaire de boutons circulaires afin de garantir la stabilité durant la phase de réalisation des barrettes. La réalisation du batardeau s'est faite en deux temps.

Dans un premier temps, après avoir battu l'intégralité des palplanches, une première phase de terrassement d'environ 1 m a été effectuée. Elle a permis de mettre en place le premier niveau de liernes et de boutons qui avait pour objectif de lier le rideau avant au rideau

arrière. Les boutons devaient ici pouvoir fonctionner en traction. Une fois ces éléments mis en place, le batardeau a été remblayé jusqu'à son niveau initial pour permettre la réalisation des barrettes (figures 12 et 13). Lors de ces travaux, la grue était au milieu de l'en-

ceinte du batardeau ce qui avait pour conséquence de solliciter le rideau avant qui avait besoin de mobiliser l'inertie du rideau arrière par l'intermédiaire des boutons (sous la forme d'efforts de traction) afin de respecter les déformations imposées par le marché.



17

© EIFPAGE

LES ÉTUDES TECHNIQUES DE LA CHARPENTE MÉTALLIQUE

Le tablier est constitué de quatre poutres-caissons longitudinales accueillant la précontrainte du tablier, liaisonnées transversalement par des pièces de pont courantes et par des caissons transversaux au droit des culées et dans les nœuds de la zone triangulée aux jonctions béquilles/ contre-béquilles/tablier. Le belvédère et l'escalier d'accès filant sur la béquille en rive Sud sont composés de consoles latérales liaisonnées par des longerons support du platelage bois. En rive Nord, des consoles supportent le trottoir en porte-à-faux. L'ensemble du tablier est équipé de tôles de fond de coffrage raidies évitant les fuites de laitance lors du bétonnage du hourdis.

Le dimensionnement des éléments de structure a été réalisé à l'aide d'un

DATES CLÉS

Fin des travaux de Génie civil de la culée :	09 / 2022
Mise en précontrainte de la culée :	10 / 2022
Pose de l'ouvrage :	10 / 2022
Mise en précontrainte de l'ouvrage :	03 / 2023
Fin du génie civil :	03 / 2023
Livraison de l'ouvrage :	06 / 2023

modèle 3D à poutres dans un premier temps, puis avec un modèle 3D à plaques surfaciques de la totalité de la structure.

Ce second modèle a permis d'une part de valider les choix de modélisation qui ont été faits durant l'élaboration du modèle 3D à poutres, et d'autre part de réaliser les vérifications locales et les dimensionnements des soudures au droit des nœuds complexes de la structure.

Les plans d'exécution et de fabrication sont réalisés par projection du modèle 3D paramétrique global réalisé sur Digital Project, qui intègre les contreflèches longitudinales et de

torsion ainsi que l'altération linéaire (figures 14 et 15).

DESCRIPTION DES TRAVAUX DE CHARPENTE

Afin de pallier l'augmentation des délais de livraison des tôles de fortes épaisseurs, conséquence de la forte demande d'acier laminé à la suite de la pandémie du Covid-19, le façonnage des tronçons de l'ossature métallique a été scindé entre les ateliers d'Eiffage Métal à Lauterbourg (Fr) et de lemants (groupe Smulders, filiale d'Eiffage) à Arendonk (Belgique) (figure 16).

Les 1800 t de charpente métallique, décomposées en 47 tronçons princi-

aux, ont ainsi été préfabriquées en parallèle par les ateliers de deux entités du groupe Eiffage et transportées par convois exceptionnels routiers sur la plateforme de montage provisoire dans le port de Gennevilliers (figure 17). Après assemblage des tronçons composant la travée principale ainsi que les zones triangulées des béquilles/ contre-béquilles/tablier, les 1500 t de charpente seront transférées sur barges par transporteur modulaire autopropulsé puis dévériées afin de permettre le passage du convoi fluvial d'environ 110 x 20 m sous les 11 ponts lors de la remontée de la Seine sur 9 km jusqu'au site de pose. Celle-ci se fera de nuit, sous coupure de la circulation fluviale à l'aide de pieux d'amarrage et de treuils assurant la rotation et le réglage en position des barges. Afin de supprimer tous efforts parasites et d'assurer l'alignement des joints à souder des derniers tronçons franchissant la RD1, posés de nuit sous coupure de la circulation routière, l'ouvrage sera mis en place dans une situation provisoire avec l'appuis C0 à +5,60 m de son niveau final. Après assemblage et ancrages des derniers tronçons dans la culée contrepoids C2, la charpente sera dévériée en C0, ce qui activera l'appui à contact linéaire en pied de béquille et placera l'ouvrage dans sa configuration statique finale.

CONCLUSION

La fin des travaux de l'ouvrage de franchissement de la Seine entre Saint-Denis et l'île Saint-Denis est prévue pour le mois de mars 2023. En octobre 2022 le génie civil et l'assemblage du tablier sur le port de Gennevilliers seront achevés. Il restera à mettre en tension les 24 câbles 42T15 de la culée puis à mettre en place le tablier métallique à sa position définitive. □

PRINCIPALES QUANTITÉS

BÉTON :

- Barrettes : 2 000 m³
- Culée C0 : 900 m³
- Pile P1 et culée C2 : 5 600 m³

ARMATURES :

- Barrettes : 172 t
- Culée C0 : 120 t
- Pile P1 et culée C2 : 1 080 t

CHARPENTE MÉTALLIQUE :

- Tablier : 1 800 t

PRÉCONTRAINTÉ :

- Culée : 24 câbles 42T15S - 66 t
- Tablier : 8 câbles 37T15S - 50 t

BATARDEAU :

- Liernes et butons : 20 t
- Palplanches et tubes : 111 t

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Conseil départemental du département de la Seine-Saint-Denis

MAÎTRE D'ŒUVRE : Artelia

ARCHITECTES : Lavigne - Chéron

ARCHITECTES URBANISTES : Philippon-Kalt

ENTREPRISES : Eiffage Génie Civil (mandataire groupement) - Eiffage Métal - Eiffage Fondations - Eiffage Travaux Maritime et Fluviaux - Aevia - Capocci (co-traitants)

BUREAUX D'ÉTUDES : génie Civil : Biep - Eiffage Génie Civil, métal : Greisch & Equilibre

ABSTRACT

A NEW BRIDGE OVER THE SEINE BETWEEN SAINT-DENIS AND SAINT-DENIS ISLAND

VIVIEN HALLER, EIFFAGE GÉNIE CIVIL - VIRGILE EYHERABIDE, BIEP/EIFFAGE - MATHIEU JEROME, EIFFAGE MÉTAL - ARNAUD SALMON, GREISCH

As part of the development works for the future Paris 2024 Olympic Village, a consortium led by Eiffage Génie Civil is constructing a road bridge over the Seine which is accessible to public transport (buses) and soft transport modes (bikes and pedestrians) and prohibited to motor cars. It will first allow athletes to easily obtain access to the two parts of the future Olympic village separated by the Seine, and then, subsequently, it will make the island more accessible by bringing it closer to the future emblematic Saint-Denis-Pleyel railway station. In future this will be an iconic bridge in the Seine-Saint-Denis "département", for which its construction will in itself be a big step forward. □

UN NUEVO PUENTE SOBRE EL SENA ENTRE SAINT-DENIS Y LA ÎLE SAINT-DENIS

VIVIEN HALLER, EIFFAGE GÉNIE CIVIL - VIRGILE EYHERABIDE, BIEP/EIFFAGE - MATHIEU JEROME, EIFFAGE MÉTAL - ARNAUD SALMON, GREISCH

En el marco de los acondicionamientos de la futura Villa Olímpica París 2024, un consorcio de empresas liderado por Eiffage Génie Civil está tendiendo un puente vial sobre el Sena, cuyo acceso estará abierto al transporte público (autobús) y a los modos pasivos (bicicletas y peatones), y prohibido a los coches. Durante los Juegos, permitirá a los atletas acceder fácilmente a las dos partes de la futura villa olímpica separadas por el Sena y, posteriormente, mejorará el acceso a la isla, acercándola a la futura estación emblemática de Saint-Denis-Pleyel. La realización de las obras de este futuro puente icónico constituye en sí mismo un gran avance para el departamento Seine-Saint-Deins. □



1

© OBJECTIF-AÉRO

RÉAMÉNAGEMENT DE L'ÉCHANGEUR DE L'A86 PLEYEL À SAINT-DENIS

AUTEURS : NICOLAS FREIXES, RESPONSABLE TRAVAUX ET OPC, INGÉROP - ANIS CHAAR, DIRECTEUR TRAVAUX, INGÉNIAC - DAVY PRYBYLA, CHEF DU DÉPARTEMENT DES PROJETS OLYMPIQUES, DRIEAT - JEAN WARYN, DIRECTEUR DE PROJET, EUROVIA

LA VILLE DE SAINT-DENIS ACCUEILLERA PLUSIEURS ÉPREUVES DES JEUX OLYMPIQUES ET PARALYMPIQUES DE PARIS 2024, MAIS AUSSI LE VILLAGE OLYMPIQUE. LES INFRASTRUCTURES CRÉÉES OU MODERNISÉES PARTICIPENT À LA TRANSFORMATION URBAINE ET ÉCOLOGIQUE DE LA VILLE. LE RÉAMÉNAGEMENT DES ÉCHANGEURS PLEYEL (A86) ET PORTE DE PARIS (A1) S'INSCRIT DANS CETTE STRATÉGIE. CE PROJET VISE À AMÉLIORER LES CONDITIONS DE DES-SERTE DU SECTEUR, EN PARTICULIER DU VILLAGE OLYMPIQUE ET À LIMITER L'EFFET DE COUPURE ENTRE QUARTIERS.

LE PROJET

Actuellement, le boulevard Anatole-France supporte un trafic de liaison entre les autoroutes A1 et A86 traversant la ville de Saint-Denis (figure 1). Dans une démarche d'apaisement de ce boulevard, il a été acté de supprimer ce flux de transit sur le réseau local, ce qui induit la fermeture des bretelles de la Porte-de-Paris (A1). Cela nécessite de recréer, au niveau de l'échangeur de Pleyel (A86), les mouvements supprimés de et vers l'est pour garantir la bonne desserte du territoire.

Le système d'échangeurs se trouvant à la croisée du futur Village des athlètes en bord de Seine, de deux sites d'épreuves sportives - Stade de France et futur Centre aquatique olympique - et de l'aéroport Paris-Charles-de-Gaulle, le projet contribue à accueillir les Jeux de Paris 2024 dans de bonnes conditions. Faisant partie à ce titre des ouvrages nécessaires aux Jeux de Paris, il s'inscrit dans les ambitions olympiques portées par la Solideo et Paris 2024, en particulier en matière d'excellence environnementale et d'insertion sociale, et devra être mis en

1- Vue du site.

1- View of the site.

service fin 2023. La maîtrise d'ouvrage de l'opération est assurée par la Direction des Routes d'Île-de-France (DiRIF). Le projet procurera plusieurs bénéfices environnementaux aux habitants du territoire. Il favorise le déploiement de la mobilité douce et enrichit la ville en espaces verts (figure 2), ce qui favorise la résilience au changement climatique. Il prévoit aussi la mise en place de dis-

positifs de protection contre le bruit et la pollution atmosphérique.

Lors des travaux, la DiRIF accentue ses efforts pour participer à la dynamique de l'emploi au niveau local. Ainsi, en collaboration avec les entreprises et prestataires de l'opération, ce sont 10% des heures travaillées qui sont réservées à des personnes très éloignées de l'emploi, alternants ou résidents des quartiers prioritaires de la politique de la ville. Il est également visé d'attribuer 25% du montant des marchés à des TPE, PME ou structures de l'économie sociale et solidaire.



© DIRIF
2

- 2- Aménagements urbains et paysagers.
- 3- Profil en travers au droit de l'écran végétal.
- 4- Projet de l'écran végétal.

- 2- Urban and landscaping developments.
- 3- Cross section at the level of the plant screen wall.
- 4- Plant screen wall plan.

LES RÉAMÉNAGEMENTS URBAINS...

La route de la Révolte, le boulevard Anatole-France et le boulevard de la Libération sont aménagés en boulevards urbains composés de trottoirs accessibles à tous, de carrefours à feux et de pistes cyclables. Une voie dédiée aux bus est prolongée sur le boulevard Anatole-France jusqu'au pont de la Révolte.

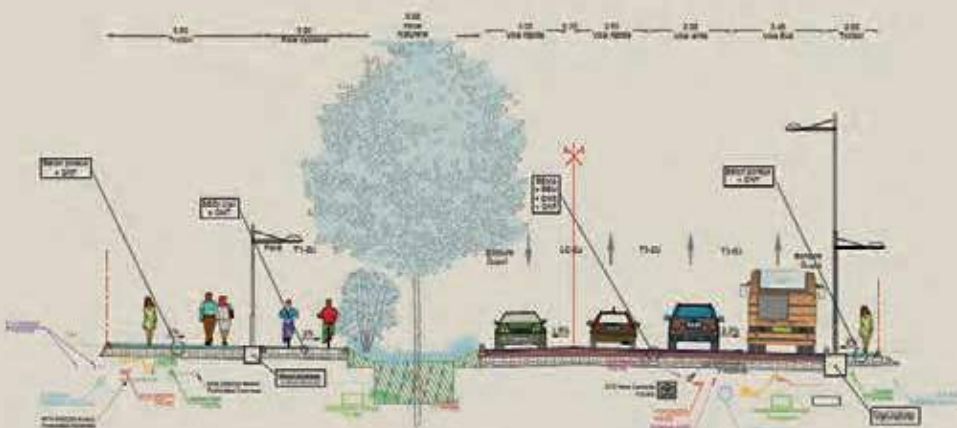
CIRCULATIONS DOUCES

Les trottoirs sont revêtus d'un béton drainant, produit à la fois esthétique et résistant. Le principe de formulation est de retirer la totalité du sable dans la composition du béton afin de rendre le béton caverneux. Les gravillons sont enrobés de pâte de ciment qui fait office de colle. La structure granulaire permet ainsi d'obtenir une perméabilité de haute efficacité dans le temps, capable de traiter les pluies exceptionnelles.

Les pistes cyclables sont enrobées d'un béton bitumineux drainant coloré synonyme d'aménagement qualitatif. Le liant utilisé est un bitume de synthèse modifié par des polymères auquel est incorporé un pigment permettant d'assurer une couleur franche et tranchée, oxyde de titane dans le cas présent.

Le choix de revêtements de couleurs claires, grise pour le béton et beige pour le béton bitumineux, permet d'atténuer l'intensité des îlots de chaleur en renvoyant les rayons lumineux au lieu de les absorber. Ils permettent ainsi à l'espace urbain de se rafraîchir, notamment pendant la nuit. Leurs perméabilités de surface facilitent l'évaporation d'eau et assurent le rafraîchissement de l'air en journée. Par ailleurs, le contraste chromatique favorise le repérage des personnes malvoyantes (figure 3).

PROFIL EN TRAVERS AU DROIT DE L'ÉCRAN VÉGÉTAL



© INGÉROF
3



© DIRIF
4



5

© DIRIF

ASSAINISSEMENT

Le projet d'assainissement des eaux pluviales a été conçu afin de réduire significativement les rejets aux réseaux départementaux de Seine-Saint-Denis et territoriaux de Plaine-Commune.

Les eaux issues des bretelles créées ou réaménagées du réseau DIRIF sont collectées dans deux bassins de rétention fermés, l'un situé dans l'ancien tunnel passant sous l'autoroute A86, l'autre au pied de la future bretelle d'insertion à l'A86 intérieure. Ces bassins sont dimensionnés, débits de fuite et volumes, afin de répondre aux autorisations de rejet délivrées par les gestionnaires des réseaux locaux.

Concernant les voiries locales, les eaux de pluie sont principalement collectées dans des ouvrages d'infiltration et de stockage intégrés au volet paysagé : noues d'infiltration minérales ou naturelles et jardin de pluie.

ÉCRAN VÉGÉTAL

Le long du boulevard Anatole France, un écran végétal sera aménagé (figure 4). Certaines études montrent que, sous réserve d'une densité et d'une largeur suffisante, celui-ci peut jouer un rôle de barrière vis-à-vis des particules fines. Ainsi, l'écran végétal, de 5 m de large, sera composé de 3 strates de végétaux : une strate basse, une haie arbustive et une strate d'arbres pouvant atteindre 20 m de hauteur. L'évaluation de l'effet de cet écran sera réalisée dans le cadre du projet.

...ET LEURS OUVRAGES

LA BRETELLE D'INSERTION À L'A86 INTÉRIEURE

Elle est constituée d'un ouvrage d'art avec un tablier en caisson mixte béton-acier. L'ossature principale de l'ouvrage est réalisée en acier à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique dit "auto-patinable" de nuance S355W (figure 5). L'ouvrage d'une longueur totale de 186 m est composé de quatre travées de longueurs allant de 34,9 m à 57,6 m avec une partie rectiligne de 104 m et une partie courbe de 82 m, de rayon constant égal à 112,5 m. L'ouvrage prend appui sur trois piles intermédiaires construites au début des années 1990 en même temps

5- Travée courante du caisson métallique.

6- Étaie et coffrage du tablier du PSDN.

5- Main span of the steel box girder.

6- Strutting and formwork of the ribbed slab overpass deck.

que le viaduc portant l'A86 intérieure. Les appuis de rive sont composés de nouvelles culées fondées sur pieux. Elle franchit le réseau ferré SNCF Paris-Nord et les voies du technicentre SNCF du Landy. L'ouvrage a été lancé en deux segments, l'un droit, l'autre courbe qui se raccordent au-dessus des voies de service.

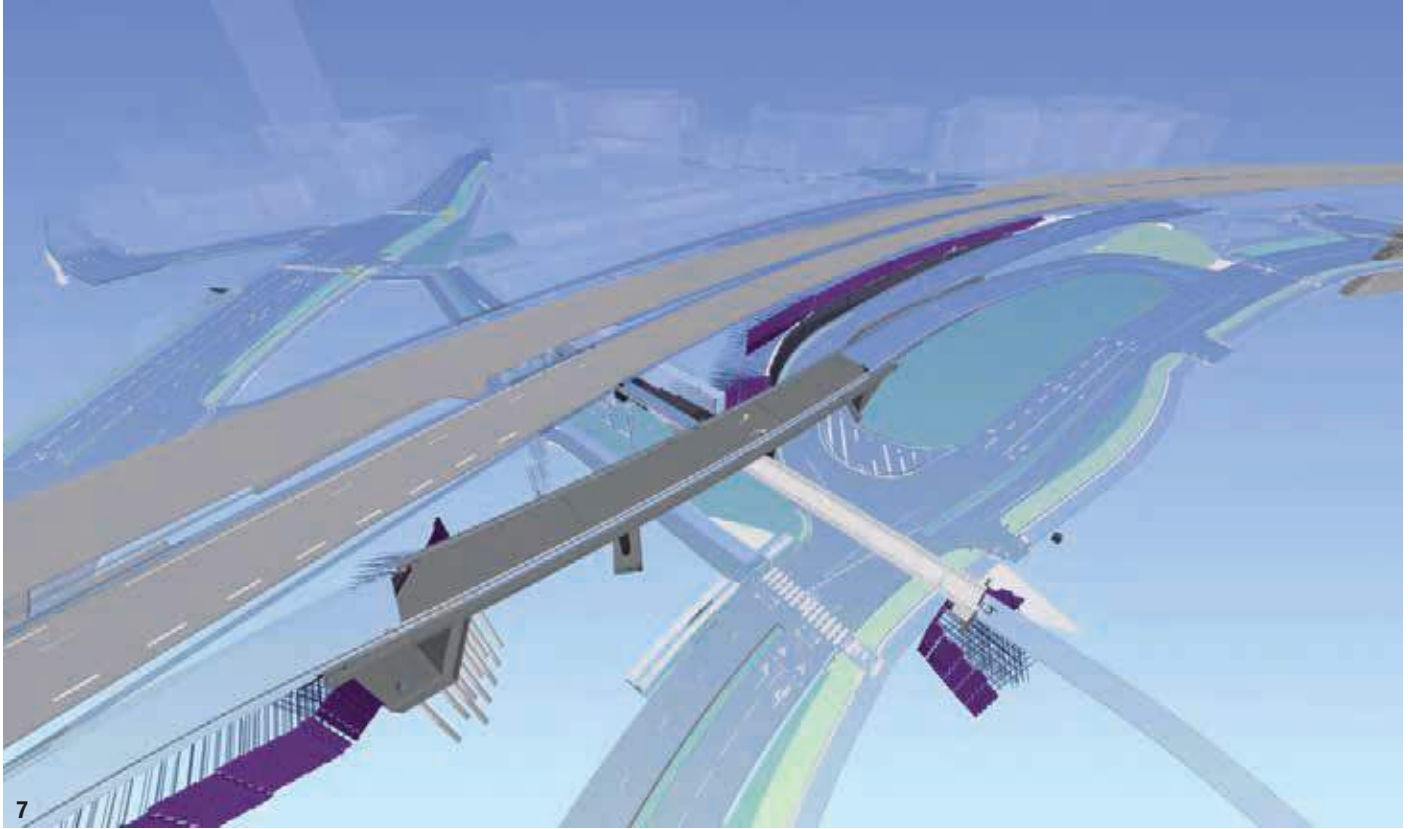
LE PSDN

Le passage supérieur en dalle nervurée est un ouvrage précontraint portant la bretelle de sortie de l'A86 extérieure. Sa longueur de franchissement est de 80 m suivant un profil en long en raccordement parabolique, puis en pente à 6% (figure 6). L'ouvrage comporte trois travées respectivement de 25 m, 30 m et 25 m. Le tablier comporte, en intrados, une nervure de 5,75 m sur piles pour une hauteur de 1,15 m en travées et 1,40 m sur piles. La longueur des encorbellements est de 1,67 m en rive Sud et de 1,69 m en rive Nord. L'ouvrage s'appuie sur deux culées de rive et deux appuis intermédiaires. Les piles de 11 m de hauteur ont un fût dédoublé en V avec tirant en tête reposant sur des fondations superficielles. Les deux culées avec mur de front, chevêtre et murs en retour sont fondées l'une sur pieux et l'autre sur semelles superficielles (figure 7). Les armatures de précontrainte longitudinale sont composées de 4 câbles 19T15 et 13 câbles 13T15 de classe de résistance 1 860 MPa.



6

© DIRIF



© OGER INTERNATIONAL

7

LA PASSERELLE PIÉTONNE

Description

Réalisée en béton fibré à ultra-hautes performances, elle permet de recréer le lien en circulation douce entre la place Pleyel au sud du projet et le quartier des industries situé au nord de celui-ci. Elle est constituée d'une travée unique de 45 m (figure 8). Transversalement, la section en U délivre un passage de 3 m de largeur entre deux poutres latérales de hauteur 1,75 m. Les âmes des poutres sont ajourées dans un schéma treillis de type Warren, avec diagonales alternativement comprimées et tendues. Le tablier, construit en voussoirs préfabriqués (figure 9) conjugués collés précontraints par post-tension, est découpé en 13 voussoirs courants de

7- Extraction BIM du projet.

8- Projet de la passerelle piétonne en BFUP.

9- Prototype d'un voussoir de la passerelle.

7- BIM output of the plan.

8- Plan of the UHPFRC pedestrian bridge.

9- Prototype of a segment of the foot bridge.

2,28 m à 3,46 m de longueur et 2 voussoirs d'abouts de 2 m de longueur (figure 11).

La précontrainte est constituée de câbles droits sur toute la longueur courante du tablier. Un câble 4T15S dans la membrure supérieure de chaque poutre latérale, un câble 12T15S dans la membrure inférieure de chaque poutre latérale et neuf câbles 7T15S dans la dalle.

Mise en place

Les voussoirs sont posés depuis la culée Sud en direction de la culée Nord, en passant au-dessous du PSDN. Le voussoir d'extrémité Sud est posé à la grue sur la culée réalisée à l'arrière de la terre armée existante. Les voussoirs sont ensuite posés sur un étaie-

ment construit en 2 parties : de jour sur les 30 m situés en zone chantier et de nuit avec une passe charretière sur la zone de 10 m surplombant la voirie et la circulation piétonne au nord de la passerelle (figure 11).

Dans le cadre de la pose des 5 premiers voussoirs courants, des patins sont mis en place sur la zone de platelage sous-jacente au PSDN. Ces patins situés tous les mètres permettent le ripage de ces voussoirs à l'aide d'un dispositif de tirage. Afin d'orienter latéralement la pose, des rails de guidage métalliques sont fixés aux deux extrémités du platelage avec un jeu d'un centimètre par rapport à la dimension des voussoirs afin de permettre une mise en place fine des éléments préfabriqués. ▷



8

© DIRIF



9

© INGÉROP

Les 4 voussoirs contigus hors de l'interface avec le PSDN et hors zone circulée sont ensuite soulevés et emboîtés successivement dans les taquets du précédent voussoir.

Les 5 derniers voussoirs courants et le voussoir d'extrémité Nord en interfaces directes avec les circulations sont, quant à eux, posés sous coupure de circulation de nuit suivant la même méthode que les 4 voussoirs précédents.

LES INTERFACES FERROVIAIRES...

La bretelle d'insertion à l'A86 intérieure survole 9 voies du faisceau ferroviaire du technicentre du Landy qui permet d'assurer la maintenance et le remisage des trains, et 12 voies principales de la ligne Paris-Nord - Hauts-de-France.

Les directives de sécurité ferroviaire applicables à l'opération sont celles définies dans le référentiel SNCF réseau IG94589 relatif aux MOA Tiers. Les travaux dans le domaine ferroviaire sont réalisés sous interruption temporaire de circulation avec consignation caténaire.

Lors de la conception du projet et en coordination avec les services de la SNCF, des besoins capacitaires ont été validés pour la réalisation des travaux de la semaine 20 2021 à la semaine 50 2022.

Une notice de sécurité ferroviaire a été établie par le maître d'œuvre et intégrée dans les marchés travaux des entreprises.

Lors de la réalisation des travaux, les procédures d'exécution des entreprises sont soumises à la validation de la mission de sécurité ferroviaire de la SNCF



10

© INGÉROP

dans le respect de l'IG90033 qui définit les règles de conception, réalisation et contrôle concernant les ouvrages provisoires et les opérations de construction en domaine ferroviaire (figure 10).

...DE PROJET TIERS...

Le projet est en jonction avec deux projets majeurs.

Le Village des athlètes des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024 qui se situe en limite ouest du projet et génère des interfaces de dessertes de chantier et de report de trafic.

Le franchissement urbain Pleyel, porté par Plaine-Commune, qui permettra de relier la Plaine-Saint-Denis, les quartiers Pleyel et Landy-France qui se trouvent à 150 m au sud du projet avec des contraintes importées d'accès aux voies ferrées et de programmation des coupures des voies ferroviaires utilisées par les trains travaux.

10- Viaduc au-dessus des voies ferrées.

11- Schéma synoptique de pose des voussoirs.

10- Viaduct over the railway tracks.

11- Block diagram of segment placing.

...D'EXPLOITATION...

Menés sous circulation, sur une emprise restreinte et en milieu dense, les travaux sont assujettis au respect de dossiers d'exploitation sous chantier décrivant les phases de travaux, les balisages et les déviations mises en place (figure 12).

Le maintien des circulations piétonnes et cyclistes, des fonctionnalités de la circulation routière et plus particulièrement des bretelles autoroutières, des accès aux riverains, au Technicentre SNCF du Landy et à l'Agence Nationale de la Sécurité du Médicament sont à assurer.

De même, les multiples opérations de dévoiement des réseaux concessionnaires existants sont prises en compte dans des délais et emprises contraints. Les dossiers sont transmis pour instruction à la Solideo qui coordonne l'ensemble des chantiers olympiques menés simultanément sur le territoire en lien étroit avec les différents gestionnaires des axes de circulation.

Une communication adaptée aux usagers de la route, cyclistes, piétons, riverains et entreprises du quartier a été établie. De nombreux outils et supports ont été déployés : réunions d'information, site internet, panneaux de déviation, panneaux minutés piétons, flashes infos, lettres d'information riverains précisant l'avancement et le déroulement des travaux, et sont renforcés par la présence quotidienne d'un agent de proximité.

...DANS LE RESPECT DU PLANNING

L'opération revêt un caractère exceptionnel puisqu'elle s'inscrit dans les opérations dites "olympiques" où le délai constitue un élément primordial des marchés notifiés. Les marchés des entreprises sont ainsi soumis à de très fortes pénalités journalières en cas de rendu après la date jalon spécifiée avec un montant progressif de pénalités suivant le nombre de jours de retard. Ces pénalités sont plafonnées à 15% des marchés de travaux.

SCHÉMA SYNOPTIQUE DE POSE DES VOUSSOIRS

Coupe longitudinale passerelle piétonne - État projeté



PHASE TYPE DU DESC



© iGenium

12

12- Phase type du DESC.

12- Typical DESC phase.

Pour la maîtrise d'œuvre, cette pénalité est forfaitaire suivant une date définie dans son CCAP qui représente une part supérieure à un tiers de son marché de base. En contrepartie de ces pénalités et afin de rendre les entreprises plus motrices sur des propositions d'adaptations pouvant amener un gain de délai sur l'opération, une prime par jour d'avance est également définie dans les marchés de travaux pouvant

PRINCIPALES QUANTITÉS

CHARPENTE MÉTALLIQUE : 810 t
DÉBLAIS : 32 000 m³
REMBLAIS ISSUS DU SITE : 25 000 m³
MATÉRIAUX TRAITÉS IN SITU : 9 000 m³
REVÊTEMENTS DRAINANTS : 11 000 m²
ENROBÉS : 18 000 t
BÉTON : 3 500 m³

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Direction des routes d'Île-de-France
MAÎTRE D'ŒUVRE CONCEPTION, ARCHITECTE : Ingérop, Strates OA
MAÎTRE D'ŒUVRE RÉALISATION : Ingérop, Ingéniciac
ENTREPRISES : Eurovia, Chantiers Modernes Construction, Vinci Construction Terrassement, Botte Fondations
SOUS-TRAITANT CHARPENTE MÉTALLIQUE : Cimolai

atteindre un montant de 500 000 €. Un suivi exhaustif et maîtrisé de tous les interfaces, retards et propositions d'optimisations pouvant être réalisées sur le planning général des travaux est ainsi effectué sur l'opération.

LES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES

Lors des études de conception, une analyse du cycle de vie a été effectuée, permettant de fixer un budget carbone pour la phase de construction. Les méthodologies de travaux et les matériaux sont ainsi retenus afin de diminuer l'impact carbone de l'opération.

En phase construction, les émissions proviennent principalement de la fourniture des matériaux (60%) et des déchets (17%). Les entreprises ont l'obligation de privilégier l'utilisation de matériaux bas carbone ou recyclés et d'expédier vers des filières de valorisation les déchets qui ne peuvent être réemployés sur place. Ainsi, 80% des bétons sont bas carbone, 98% de l'acier employé est recyclé, 70% des matériaux excavés pendant les travaux sont réutilisés sur place et 50% des matériaux apportés proviennent de chantiers environnants ou de filières de recyclage.

En ce qui concerne le transport des matériaux, le recours à des filières courtes et l'utilisation de la voie fluviale (par la Seine) sont privilégiés pour l'évacuation des terres.

Pour les aménagements paysagers, afin de réduire l'apport extérieur de terre végétale, un support de culture favorable au système racinaire, composé de déblais limoneux issus du site et de compost, sera mis en place dans les zones jouxtant les plantations. Seule la terre dans laquelle seront plantés arbres, arbustes, vivaces et couvre-sols est prévue en apport. □

ABSTRACT

RENOVATION OF THE PLEYEL INTERCHANGE ON THE A86 AT SAINT-DENIS

NICOLAS FREIXES, INGÉROP - ANIS CHAAR, INGÉNIAC - DAVY PRYBYLA, DRIEAT - JEAN WARYN, EUROVIA

The renovation of the Pleyel interchange on the A86 motorway will permit improved access to the Olympic village sector. It consists of several civil engineering structures including a steel frame, a ribbed slab overpass and a foot bridge with a deck in prestressed ultra-high-performance fibre-reinforced concrete. This project corresponds to the environmental and social ambitions of Solideo and Paris 2024, promoting the use of construction materials and methodologies reducing the carbon footprint of the works. The rail, operating and third-party project interfaces are taken into account in the overall project schedule with a view to acceptance inspection by the end of 2023. □

REMODELACIÓN DEL ENLACE PLEYEL DE LA A86 EN SAINT-DENIS

NICOLAS FREIXES, INGÉROP - ANIS CHAAR, INGÉNIAC - DAVY PRYBYLA, DRIEAT - JEAN WARYN, EUROVIA

La remodelación del enlace Pleyel (A86) permitirá mejorar el acceso al sector de la villa olímpica. Consta de varias obras de ingeniería civil, que incluyen una estructura metálica, un paso superior en losa nervada y una pasarela con tablero de hormigón pretensado de ultra alto rendimiento reforzado con fibras. Este proyecto refleja las ambiciones medioambientales y sociales de la Solideo y de París 2024, ya que prioriza la aplicación de materiales y metodologías de ejecución que reducen la huella de carbono de la operación. Las interfaces ferroviarias, de explotación y de proyectos ajenos a los Juegos se han tenido en cuenta en la planificación general de la operación, cuya recepción está prevista para finales de 2023. □



© ATELIERS 2/3/4/ ET VENHOEVENS

LE FRANCHISSEMENT, UN OUVRAGE DU CENTRE AQUATIQUE, AU DESIGN SOIGNÉ ET OPTIMISÉ

AUTEUR : THIBAUT CALLIES, RESPONSABLE DE PRODUCTION FRANCHISSEMENT, BOUYGUES TP RÉGION PARISIENNE

À LA SUITE DE LA DÉSIGNATION DE PARIS EN TANT QUE VILLE HÔTE DES JEUX DE 2024, LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS LANCE EN 2018 UN APPEL D'OFFRE EN VUE DE L'ATTRIBUTION DU CONTRAT DE CONCESSION DU CENTRE AQUATIQUE DE LA PLAINE SAULNIER. CE CONTRAT INCLUT ÉGALEMENT LA CONCEPTION ET CONSTRUCTION DE L'ÉQUIPEMENT. IL INCLUT PAR AILLEURS LA CONCEPTION, LA CONSTRUCTION ET LA MAINTENANCE D'UN FRANCHISSEMENT. CET OUVRAGE ENJAMBE 13 VOIES DE CIRCULATION COMPRENANT L'AUTOROUTE A1 ET L'AVENUE DU PRÉSIDENT WILSON. IL CONTRIBUERA AU DÉSENCLAVEMENT DE LA PLAINE SAULNIER ET À LA LUTTE CONTRE LES COUPURES URBAINES.

INTRODUCTION

Le Franchissement est un ouvrage réalisé en conception-construction. Bien qu'il présente le gabarit d'un pont autoroutier, il s'agit d'un ouvrage destiné aux modes de mobilité douce. La réalisation de l'ensemble des lots (qu'il s'agisse du gros œuvre, de la charpente métallique, des corps d'état architecturaux ou encore des corps d'état techniques) est pilotée par Bouygues Travaux Publics. La réalisation du projet fait appel au processus BIM. Ce dernier a été déployé dès la phase de conception.

L'ouvrage connaîtra deux vies. Pour la phase dite JOP (Jeux Olympiques et Paralympiques), le gabarit de pas-

sage sera maximal, le tablier étant dépourvu de tout obstacle. À l'issue des jeux, l'ouvrage sera reconfiguré en phase HDE (Héritage Définitif). La largeur utile chutera alors de 18 m à 12 m, cela en raison de l'installation de jardinières et de mobilier urbain. Alors qu'en phase JOP l'ouvrage sera simplement fonctionnel, il sera transformé en phase HDE en un véritable espace de vie (figure 1).

STRUCTURE DU FRANCHISSEMENT

L'ouvrage est composé de trois espaces qui forment un ensemble. D'ouest en est : **le plateau** longe la façade nord du Centre Aquatique et permet la jon-

1- Le centre aquatique et de son franchissement - modélisation depuis le stade de France - phase HDE.

1- The aquatic centre and its crossing - modelling from Stade de France - HDE phase.

tion entre l'extrémité Est de la passerelle et le parvis du Stade de France (figure 2).

LE PLATEAU

Cette partie de l'ouvrage fait partie intégrante du bâtiment. En effet, la dalle du plateau abrite les futurs locaux de la Fédération Française de Natation. En raison des fortes sollicitations de la dalle et des contraintes d'épaisseur, celle-ci est précontrainte.

Contrairement à la majorité des ouvrages de franchissement routiers, le plateau ne se comporte pas comme une culée. Au droit de l'amorce de la passerelle, deux locaux techniques abritent la première file d'appui du Franchissement.

tion entre la ZAC Saulnier à l'ouest et la traversée à l'est. Vient ensuite **la traversée**, pièce maîtresse du Franchissement et entièrement métallique. **L'atterrissage**, enfin, permet la jon-

SCHÉMA DE LA FAÇADE NORD DU CENTRE AQUATIQUE ET DE SON FRANCHISSEMENT

Repérage



2- Schéma de la façade Nord du centre aquatique et de son franchissement - repérage.

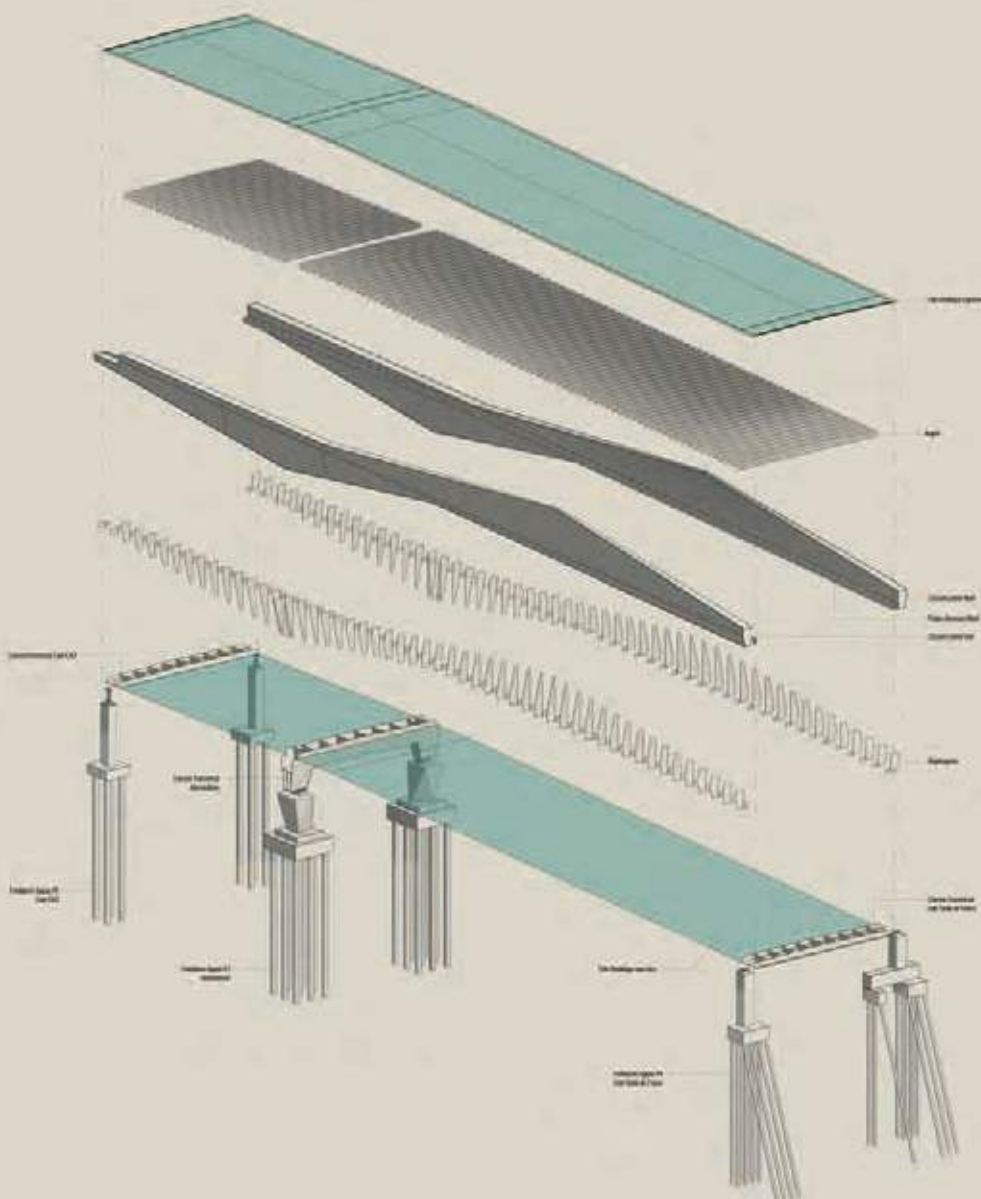
3- Vue éclatée du Franchissement - fondations, piles, et charpente.

2- Diagram of the North facade of the aquatic centre and its crossing - spotting.

3- Exploded view of the "Franchissement" crossing - foundations, piers and framework.

VUE ÉCLATÉE DU FRANCHISSEMENT

Fondations, piles, et charpente



LA TRAVERSÉE

C'est un ouvrage métallique de 1 300 t. Il repose sur trois files d'appui asymétriques. Deux se trouvent dans l'enceinte du futur Centre Aquatique alors que la troisième se trouve dans l'emprise des locaux techniques du Stade de France. Long de 104 m et large de 18 m, le tablier de l'ouvrage présente une superficie comparable à celle du bassin aquatique. À noter que ce dernier n'a pas des dimensions ordinaires. Il mesure en effet 73 m de long et 25 m de large.

L'ATTERRISSAGE

Sur le plan architectural, cette structure de 1 000 m² permet l'ouverture du Franchissement sur le parvis du Stade de France. Sur le plan technique, elle permet la jonction entre deux sites présentant un écart altimétrique proche du mètre. L'atterrissage prend place sur des locaux techniques nécessaires à l'exploitation du stade. Il sera équipé de deux jardinières pourvues de fosses à arbres, de rampes à multiples facettes et de coursives le long du parapet existant. La végétalisation de l'atterrissage et la présence d'un pin majestueux marqueront le point d'entrée de la ZAC de la plaine Saulnier.

SINGULARITÉS TECHNIQUES

Le Franchissement s'inscrit dans un site fortement urbanisé. Les ambitions architecturales et programmatiques invitent à jouer sur les hauteurs et travailler sur les masses. Un pas de géant est également nécessaire pour enjamber d'un seul tenant 13 voies de circulation. Cela conduit à un schéma statique hors du commun.



© YVES CHANOT 4

JOUER SUR LES HAUTEURS

La géométrie de l'ouvrage est conditionnée par un ensemble de paramètres. Parmi eux :

- Le gabarit des voies de circulation (5,20 m sur l'autoroute A1, et 4,85 m sur l'avenue du président Wilson) ;
- Près de 2,5 m d'écart altimétrique entre le parvis du Centre Aquatique et celui du Stade de France ;
- L'accessibilité universelle qui nécessite des pentes strictement inférieures à 4%.

L'épaisseur retenue pour le tablier est de l'ordre de 50 cm. Sa pente est de 0,2% d'un côté, et 3,75% de l'autre.

TRAVAILLER SUR LES MASSES

Le premier travail consiste en la réalisation d'une charpente métallique légère. Les données calculatoires sont pour autant exigeantes : foule dense (500 kg/m²), camion pour l'entretien de l'ouvrage (12 t), charges climatiques et accidentelles usuelles conformément aux Eurocodes. L'ouvrage métallique est composé d'un tablier encastré entre deux poutres longitudinales. Une dalle métallique orthotrope est retenue pour le tablier. Elle est composée d'une tôle supérieure d'épaisseur de 16 mm, de tôles pliées de 12 mm donnant lieu à des augets et d'une tôle de fermeture en sous-face présentant une épaisseur

de 10 mm. Cette dernière répond à un souhait architectural et non technique. Pour les poutres longitudinales, la répartition de la matière et la courbe des moments se superposent. La matière se trouve ainsi à sa juste place (figure 3). Le second travail consiste en la réalisation de l'atterrissage dans le respect des charges admissibles du parvis du Stade de France. L'indispensable réalisation de micropieux et poteaux au droit des fosses à arbres a permis de répondre au surcroît de charges. En revanche, le reste de la structure doit être allégé. Pour cela, le remblai initialement présent sur le parvis est décapé et substitué par un matériau léger.

UN PAS DE GÉANT

L'autoroute A1 est l'axe le plus fréquenté de France. Il assure notamment la liaison directe entre l'aéroport Roissy Charles de Gaulle et Paris. La réalisation d'une file d'appui intermédiaire sur son terre-plein central (TPC) n'était pas envisageable pour des questions d'exploitation, mais également en raison de la présence de nombreux réseaux sensibles.

En conséquence, l'ouvrage enjambe d'un seul tenant les 13 voies de circulation (figure 4). Pour autant une file d'appuis "intermédiaire" située le long du trottoir permet de limiter la plus grande travée à 73 m. Sans cette file,



© BOUYGUES TP 5



© BOUYGUES TP 6

4- Le Franchissement enjambe 13 voies de circulation.

5- Morcellement de la dalle du parvis du stade de France.

6- Réalisation des fondations du franchissement à proximité immédiate des fondations du stade de France.

4- "Le Franchissement" straddles 13 traffic lanes.

5- Fragmentation of the slab of the Stade de France square.

6- Execution of the crossing foundations in the immediate vicinity of the Stade de France foundations.

la portée serait supérieure à 100 m. Il en résulte une asymétrie franche sur les deux travées de l'ouvrage. Alors que la file d'appui côté CAO travaille en traction, les files d'appuis intermédiaires et côté stade sont en compression. La file d'appuis intermédiaire reprend jusqu'à 1 600 t, soit 800 t par pile.

SCHÉMA STATIQUE ET DILATATION

Du fait de sa grande largeur, la dilatation de l'ouvrage ne doit pas seulement être considérée dans la direction de la longueur, mais également celle de la largeur. La structure entièrement métallique conduit à une dilatation importante pouvant aller jusqu'à 7 cm côté stade contre 3 cm côté Centre Aquatique. Des joints à hiatus sont retenus en raison du caractère piéton de l'ouvrage. À l'ouest, l'ouvrage est retenu par des bielles bi-articulées permettant deux degrés de liberté. Au niveau de la file d'appui intermédiaire et côté Stade, ce sont des appuis sphériques qui sont retenus. Le point fixe se trouve sur la pile Sud de la file intermédiaire. Les autres appuis sont glissants dans la direction Nord-Sud ou dans les deux directions.

TRAVAUX ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES

Deux choix ont permis de limiter l'impact de la construction sur les conditions de circulation. D'une part les appuis du Franchissement ont été réalisés de part et d'autre des voies de circulation (aucun appui en terre-plein-central). D'autre part, la grande travée de l'ouvrage a été préfabriquée le long de l'avenue Wilson, puis roulée vers sa position définitive lors d'une coupure du lundi 8 août 2022 à 22h au jeudi



7 © BOUYGUES TP

7- Piles architectoniques du franchissement.

8- Assemblage de la grande travée sur la plateforme de préfabrication.

9- Levage, retournement, et pose d'un tronçon du franchissement.

7- Architectonic piers of the crossing.

8- Assembly of the main span on the prefabrication platform.

9- Lifting, overturning and placing a section of the crossing.

11 août 2022 à 4h, soit 54h. Ainsi, en dehors de ces 54h, l'impact du chantier sur la circulation a été presque nul.

APPUIS ET ATERRISSAGE CÔTÉ STADE DE FRANCE

L'insertion d'une file d'appuis et de fosses à arbres dans les locaux techniques du stade a nécessité le recours à de la démolition suivie de la réhabilitation de la structure existante. Les travaux se sont déroulés au droit de la porte T du stade. Ils ne devaient ni impacter l'exploitation de l'arène, ni perturber la circulation automobile. Ces deux prescriptions ont conduit à la réalisation des travaux dans un espace restreint.

Dans le but de limiter les vibrations et de réaliser une reconstruction de qualité, l'hydrodémolition et le sciage au disque ont été privilégiés. Une fois la dalle ouverte, les travaux de fondation ont pu débuter (figure 5).

Afin d'éviter la déstabilisation du trottoir et des nombreux réseaux avoisinants,

les semelles de fondation ont été réalisées à une profondeur modeste avec un blindage de 1,30 m de hauteur. La désolidarisation des anciennes fondations du Stade des nouvelles fondations du Franchissement a nécessité la réalisation d'un chevêtre pour le pontage de longrines de redressement (figure 6). S'agissant des locaux techniques, les structures réalisées sont simples. Pour les appuis du Franchissement, ce sont des piles rectangulaires d'approximativement 1 m². Pour les poteaux des fosses à arbres, ce sont des petites sections carrées.

Une fois les fondations et appuis réalisés, la dalle du parvis a été reconstituée. Elle intègre quatre nouvelles structures : deux fosses à arbre et deux empochements au droit des piles. Ces derniers permettront la maintenance des appareils d'appui. À l'issue des travaux de gros œuvre le paysage n'a finalement pas évolué. L'étanchéité a été reprise, puis la réalisation de l'atterrissage a débuté.

L'atterrissage est une structure qui regorge de singularités : reprise du schéma hydraulique du parvis et ajout de caniveaux, rechargement léger, réalisation de pavage et de résine sur béton de sorte à imbriquer la nouvelle structure dans l'ancienne.

APPUIS CÔTÉ CENTRE AQUATIQUE

Deux des quatre piles se trouvent dans les locaux techniques du Centre Aquatique alors que les deux autres se trouvent aux abords du trottoir de l'avenue du président Wilson. Contrairement aux piles côté Stade, celles côté Centre Aquatique reposent sur des pieux. Ils sont au nombre de 22 et ont une profondeur moyenne de 18 m. ▷



8 © SILVERE KOULOURIS



9 © BOUYGUES TP



10

© BOURGUES TP

10- Réalisation d'une plateforme en GNT pour le ripage de la grande travée du franchissement.

11- Phase 1 du ripage : rotation et translation contre le terre-plein central de l'A1.

12- Phase 2 du ripage : translation longitudinale vers la position finale de l'ouvrage.

10- Execution of a platform in as-dug gravel for skidding the main crossing span.

11- Skidding Phase 1: slewing and travelling against the central reserve of the A1.

12- Skidding Phase 2: lengthwise travel to the structure's final position.

Les fondations des piles intermédiaires sont les plus massives. Elles sont dignes de celles d'un ouvrage routier. Chacune des piles repose sur une semelle de 50 m³, elle-même fondée sur huit pieux pour le point fixe et six pieux pour le point glissant.

Les piles de la file intermédiaire mesurent 4 m de haut et présentent un volume de l'ordre de 20 m³ chacune. Elles ont été coulées en une seule levée de sorte à obtenir un rendu parfaitement uniforme. Le moule est composé de quatre éléments. Une fois assemblés, ils ont été maintenus par des filières et ancrés au sol (figure 7).

CHARPENTE MÉTALLIQUE

La charpente métallique est composée de 48 pièces préfabriquées en usine, à Lauterbourg en Alsace. Chacune d'entre elles pèse entre 20 t et 55 t. Les poutres longitudinales étant trop hautes pour être transportées à la verticale, elles l'ont été couchées. Elles

ont donné lieu à des convois exceptionnels d'une largeur proche de 5 m. Les 36 éléments de platelage mesurent quant à eux 18 m de long et 3 m de large (à l'exception de deux). Leur gabarit est conventionnel.

Les pièces de pont ont été assemblées sur des palées provisoires. Elles permettent le réglage des éléments les uns par rapport aux autres. Alors que la petite travée (33 m) a été assemblée à sa position définitive, la grande travée (71 m) l'a été sur une plateforme de préfabrication (figure 8).

L'assemblage de chacun des tronçons a été effectué pendant un cycle de deux semaines, qui s'est répété six fois. Après deux jours de transport, deux convois exceptionnels arrivaient aux portes de Paris le mercredi soir. Dans la nuit suivante, les convois étaient escortés et arrivaient sur chantier à 2 h. Tôt dans la matinée, deux ou trois grues étaient acheminées en vue des levages. Le matin, la première poutre

longitudinale était mise en place sur palées, puis la seconde l'après-midi. La nuit suivante, les éléments de platelage étaient livrés puis assemblés les jours qui suivaient. C'est ainsi qu'ont été réalisés les tronçons 1 à 2 de la petite travée et 3 à 6 de la grande travée. Pour l'assemblage des deux derniers tronçons, l'exiguïté de la zone de travail a nécessité le concours de trois grues mobiles avec translation en charge. Il s'agit d'une configuration atypique qui a fait l'objet d'études approfondies (figure 9).

FERMETURE DE L'AUTOROUTE ET RIPAGE UNE FERMETURE EXCEPTIONNELLE

L'autoroute A1, de la même manière que l'ensemble des autoroutes, est régulièrement fermée. Bien que cela ait lieu en moyenne une semaine par mois, les fermetures sont peu connues des usagers. En effet, les fermetures ont lieu du lundi au jeudi entre 22 h et 4 h.

Lorsque l'autoroute A1 est fermée, les usagers sont redirigés de manière fluide vers l'autoroute A3 et l'avenue du président Wilson.

Du lundi 8 août 22 h au jeudi 11 août 4 h, l'autoroute A1 et l'avenue du président Wilson ont été fermées de manière simultanée pendant 54 h consécutives. Cette fermeture exceptionnelle a fait l'objet d'une étude de trafic préliminaire afin de déterminer le créneau de coupure le moins impactant, d'une part, et les itinéraires de substitution à mettre en œuvre, d'autre part.



11

© YVES CHANOT



12

© YVES CHANOT



© YVES CHANOT

13

54 HEURES DE COUPURE

Préalablement à la grande coupure, trois mois de travaux ont été nécessaires afin de fiabiliser le ripage : abatage d'arbres, modification de la police de circulation, restructuration du terre-plein central entre l'avenue du président Wilson et l'autoroute, dépose de mobilier urbain, déplacement d'un portique autoroutier, déviation de réseaux et confortements.

Lors des 54h de coupure avec la fermeture lourde des voies de circulation, les derniers travaux préparatoires ne pouvant être anticipés (figure 10), le ripage de la grande travée du Franchissement, ainsi que l'ensemble des travaux de remise en état de la voirie ont été effectués. Cela a permis de ne pas réintervenir sur l'autoroute à l'issue de l'opération.

L'opération a mobilisé 12 entreprises et près de 120 personnes. Trois métiers du groupe Bouygues ont été représentés par Bouygues TP, Bouygues Energies et Services ainsi qu'Aximum (groupe Colas).

13- Vue générale de l'ouvrage en position finale.

13- General view of the structure in its final position.

UN RIPAGE EFFECTUÉ PAR ROULAGE

Opération phare de la grande coupure, le ripage, a eu lieu entre 8h et 18h le mardi 9 août. La cinématique de l'ouvrage était conditionnée par le

maintien du terre-plein central (TPC) de l'autoroute A1. À l'issue des travaux préparatoires il s'agissait du seul obstacle résiduel entre la position initiale et la position finale de la grande travée. Deux files de SPMT (self-propelled modular transporter) ont été insérées sous l'ouvrage. Chacune d'entre elles mesurait environ 30 m de long. L'ouvrage a été vériné de quelques dizaines de centimètres, puis roulé jusqu'à se trouver en butée contre le TPC de l'autoroute. Cette première phase de roulage (figure 11) a nécessité une alternance de translations et rotations. Une fois en butée contre le TPC, le transfert de charge a été effectué : une troisième file de SPMT a été insérée de l'autre côté du TPC, puis la file en butée a été retirée (figure 12). La seconde phase du roulage a alors pu commencer. L'ouvrage a été déplacé transversalement puis longitudinalement vers sa position finale (figure 13). À 3h45, le jeudi 11 août 2022, la circulation a repris conformément aux objectifs. □

CHIFFRES CLÉS

- Masse du Franchissement : 1300 t
- Longueur : 104 m - largeur : 20 m
- 13 voies de circulation enjambées

PRINCIPAUX INTERVENANTS

CONCÉDANT : Métropole du Grand Paris
ARCHITECTES : VenhoevenCS architecture et Ateliers 2/3/4/
MOA : Simbala
MOE : A234 (architecte), SBP (BE structure), CL Infra (VRD), et Inex (fluides)
MANDATAIRE EXÉCUTION : Bouygues Travaux Publics
SOUS-TRAITANT CHARPENTE MÉTALLIQUE : Eiffage Métal

ABSTRACT

"LE FRANCHISSEMENT" (THE CROSSING), A METICULOUS, OPTIMALLY DESIGNED STRUCTURE FOR THE AQUATIC CENTRE

THIBAUT CALLIES, BOUYGUES TP RÉGION PARISIENNE

"Le Franchissement" is a crossing structure constructed for the 2024 Olympic Games. At the end of the games, it will be reconfigured and left as a legacy for the inhabitants of the metropolis. It straddles 13 traffic lanes, connecting the Stade de France stadium and the Aquatic Centre. The steel structure rests on 3 rows of concrete supports. It consists of two longitudinal steel girders of variable geometry and an orthotropic slab. On the architectural level, the inside of the side girders has wooden cladding. Their lower part is provided with glass guard rails. The steel deck is coated with a resin and provided with urban furniture and flower boxes. □

"LE FRANCHISSEMENT", UNA OBRA DEL CENTRO ACUÁTICO DE DISEÑO CUIDADO Y OPTIMIZADO

THIBAUT CALLIES, BOUYGUES TP RÉGION PARISIENNE

"Le Franchissement" es una obra realizada en el marco de los Juegos Olímpicos de 2024. Al término de los mismos, será objeto de una reconfiguración para dejarla al servicio de los ciudadanos de la metrópolis. Franquea 13 vías de circulación y conecta el Estadio de Francia y el Centro Acuático. Esta construcción de acero reposa sobre tres filas de apoyos de hormigón. Está formada por dos vigas metálicas longitudinales de geometría variable y una losa ortotrópica. En el plano arquitectónico, la cara interior de los cajones laterales está revestida de madera. Su parte baja dispone de barandillas de vidrio. El tablero metálico está revestido de resina y equipado con mobiliario urbano y jardineras. □



1- Descente de la roue de coupe en fond de boîte pour assemblage du tunnelier Claire (lot GC03).

1- Lowering the cutting wheel to the bottom of the box for assembly of the Claire TBM (work package GC03).

© YVES CHANOIT

LE MARATHON DE LA LIGNE 14 SUD DU GRAND PARIS EXPRESS

AUTEURS : LAURENT CHASSAGNE, CHEF DE PROJET L14S DU POLE INFRASTRUCTURE, RATP - ARNAUD DELGA, DIRECTEUR DE TRAVAUX DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE, SETEC TPI - MICHEL BOUSQUET, DIRECTEUR DE PROJET AME05, RAZEL-BEC - THIBAUT CESTERO, DIRECTEUR DE PROJET AME06, RAZEL-BEC

EN VUE DES JEUX OLYMPIQUES ET PARALYMPIQUES DE 2024, LA LIGNE 14 SERA PROLONGÉE DE 15,5 KM DONT 14 KM VERS L'AÉROPORT D'ORLY ET 1,5 KM VERS SAINT-DENIS PLEYEL AVEC 8 STATIONS INTERCONNECTÉES À HORIZON 2030, AVEC LES LIGNES 15, 16, 17 ET 18, ELLE DEVIENDRA AINSI LA COLONNE VERTÉBRALE DU GRAND PARIS EXPRESS ET TRANSPORTERA QUOTIDIENNEMENT 1 MILLION DE VOYAGEURS. UNE FOIS N'EST PAS COUTUME EN MATIÈRE DE TRANSPORT EN COMMUN, C'EST BIEN LA PONCTUALITÉ DU PROJET QUI SERA GAGE DE RÉUSSITE. À MOINS DE DEUX ANS DU CENTENAIRE DES JEUX OLYMPIQUES QUI SE DÉROULERA À PARIS, LE PLANNING DEVIENT L'ENJEU FONDAMENTAL DU PROLONGEMENT DE LA LIGNE 14 SUD. IL GUIDE LES ÉQUIPES DE LA MOA, DE LA MOE ET DES ENTREPRISES DE CONSTRUCTION.

ÉTUDES : À CHAQUE PHASE SES AMBITIONS

Les études de maîtrise d'œuvre doivent permettre d'affiner la conception de l'ouvrage au fur et à mesure que les données se précisent et que le projet se stabilise.

Les études d'avant-projet se doivent d'arrêter de grandes décisions structurantes pour le projet. Les gares, qui sont la raison d'être du projet, sont étudiées fonctionnellement avec plusieurs scénarii. Ces derniers permettent d'essayer des configurations différentes qui varient soit en fonction d'orientations urbaines extérieures, d'échanges multimodaux avec le réseau de transport disponible à proximité de l'implantation, soit de présence ou non d'opérations connexes (type bureaux/logements) portées par la gare.

L'étape d'avant-projet est mise à profit pour stabiliser le parcours voyageur dans sa composante efficace, lisible et sécuritaire (temps d'évacuation). Il est aussi important que le dialogue concourant entre l'architecte et l'ingénierie du bâtiment soit continu pour que les choix de l'un soient confirmés techniquement et économiquement par l'autre dans le but de rester dans un volume contraint.

Les dimensions des gares sont minimalistes, définies en longueur par celle du train sur les quais, en largeur par celle des quais nécessaires pour avoir



2- Tracé de la Ligne 14 prolongée.

2- Alignment of extended Line 14.

un bon niveau de confort en heure de pointe (augmenté par les escaliers nécessaires pour une bonne maîtrise des flux en service et en évacuation) et en profondeur par les connexions au tunnel dictées principalement par la géotechnique et la présence de bâti. Ce volume doit permettre de combiner deux grands types d'espaces aux réglementations et conceptions bien différentes. D'un côté l'espace voyageur (figure 3), qualitatif architecturalement, lisible et efficace en termes de temps de parcours, offrant des commerces, des services et un confort aux utilisateurs. De l'autre l'espace technique pensé pour la maintenance et conçu techniquement pour fournir un haut niveau de service et de sécurité pour le passager. Ces deux volumes sont intimement liés et rappellent aux architectes à quel point ils ont pu être passionnés dans leur enfance par l'art du Tétris !

Côté tunnel, les études ont permis de "remonter" certaines gares et de choisir un tracé "variante".



3

© FRANKLINAZZI

Ce dernier avait été identifié dès les études préliminaires pour éviter au tunnelier de traverser les carrières de calcaires grossiers présentes dans le sud parisien sur trois niveaux au niveau du Kremlin-Bicêtre. Après de nombreux comités d'experts alimentés par des analyses de risques, le résultat de campagnes géotechniques pour identifier les zones blanches (zones dont la présence de carrières est inconnue) des cartes de l'Inspection Générale des Carrières (IGC), il est décidé de faire passer le tunnelier dans une zone où la présence d'eau et d'un calcaire de moindre qualité peu propice à son exploitation et donc exempt de grand volume de vide à risque pour sa bonne course. En parallèle, la faisabilité technique de traiter des carrières depuis la surface selon les méthodes prescrites par l'IGC a été vérifiée, et ce dans un contexte urbain pavillonnaire dense. La société Eiffage a réalisé un puits d'essai de façon à capitaliser avant le démarrage des travaux sur la connaissance du terrain et sur les formulations de béton de traitement en fonction de l'inclinaison des forages (jusqu'à 45°).

La phase projet qui s'en suit est bivalente. La priorité est clairement mise sur le génie civil qui initie les travaux de l'opération et se concentre sur le dimensionnement fin des structures, la vérification de l'impact du projet sur le bâti environnant (la sensibilité intrinsèque des bâtis prioritaires ayant été déterminée par l'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) bâti en phase avant-projet), le choix du type de tunnelier, le tout sur la base d'hypothèses géotechniques qui auront évolué au fur et à mesure que la compréhension du contexte géotechnique se précise avec les résultats des campagnes G12 et G2. Alors que la rédaction des dossiers de consultation des entreprises (DCE) débute, arrêtant ainsi les grands principes de fonctionnement du chantier, les équipes de second œuvre réalisent leurs études de projet, concevant en détail et en étroite relation avec le mainteneur et le contrôleur technique, les corps d'états secondaires et architecturaux. Résumés en quelques lignes, ces 3 ans d'études et DCE auront été un défi pour que les thématiques rencontrées soient traitées dans tous leurs

3- Vue 3D de l'espace voyageurs de la future gare de Chevilly-Trois-Communes.

4- Réalisation des parois moulées sur le site de la future gare de Pont-de-Rungis (lot GC03).

5- Pose des voies dans la section du tunnel entre les gares de Pont-de-Rungis et M.I.N.-Porte-de-Thiais.

aspects (techniques, coûts, délais et risques) à un niveau suffisant pour permettre d'éclairer au mieux le choix du MOE auprès du MOA et de le mettre dans de bonnes conditions pour arbitrer dans les temps. Finalement, la phase d'achat aura été le point d'orgue se terminant en conformité avec le planning directeur de l'opération.

CONSTRUCTION : TERMINUS, LES JEUX OLYMPIQUES
2018 - 2022 : TROIS ANNÉES DE GÉNIE CIVIL

Le démarrage quasi simultané des quatre marchés de génie civil a nécessité une pré-mobilisation des équipes de MOE et MOA pour s'assurer que les procédures soient maîtrisées par tous au plus tôt. De même, une forte mobilisation initiale des entreprises a permis de faire un départ "lancé" dans la poursuite des échanges techniques initiés lors de la phase de négociation et de mise au point des marchés.

La première année a été charnière. Une fois l'ensemble des emprises transférées aux entreprises, l'objectif était

3- 3D view of the passengers area of the future Chevilly-Trois-Communes station.

4- Execution of diaphragm walls on the site of the future Pont-de-Rungis station (work package GC03).

5- Track laying in the section of the tunnel between Pont-de-Rungis and M.I.N.-Porte-de-Thiais stations.



4

© JULIEN BELASCEN



5

© RATP / GILBERT LASNE



© FRANKLINNAZI
6

de maîtriser les études d'exécution étant sur le chemin critique des travaux, à savoir les parois moulées des ouvrages devant accueillir des tunneliers (figure 4). Sur certains sites, des thématiques d'amiante présente en quantité supérieure à celle initialement diagnostiquées sont venues retarder les premiers travaux de démolition qui n'avaient pas pu être anticipés dans des marchés de travaux préparatoires. Néanmoins, au bout de 12 mois, les tunneliers étaient réceptionnés en usine et chaque site prêt pour permettre leur montage sur chantier (figure 1).

L'analyse planning a rapidement identifié trois écueils. Le premier consistait à être au rendez-vous du ripage du tunnelier Allison dans la gare de l'Institut Gustave Roussy sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris (SGP). Si le démarrage n'a pas été optimum, avec une durée de montage du tunnelier plus longue que prévue du fait de conditions particulièrement exiguës, les cadences réelles du tunnelier fonctionnant en 7j/7 ont permis de respecter les engagements vis-à-vis du tronçon 3 de la L15. Le deuxième a été de finaliser le radier de la gare de Kremlin-Bicêtre (KBH) pour accueillir le tunnelier. L'enjeu était complexe du fait d'emprises phasées, de démolitions de bâtiments et de prétraitements de calcaire grossier à réaliser avant de pouvoir initier les parois moulées.

Le dernier challenge a été de traiter les quatorze zones de carrières, depuis le domaine public comme privé dans un contexte urbain dense, et ce avant que le tunnelier n'arrive dans les zones.

Enfin, comme tous les chantiers en France, le projet de la Ligne 14 Sud a été frappé par la crise sanitaire. En anticipation des prescriptions de l'Opbtpt, les équipes du maître d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre, du coordonnateur de sécurité et de protection de la santé et

6- Vue du parvis de la future gare de Chevilly-Trois-Communes.

6- View of the square of the future Chevilly-Trois-Communes station.

des entreprises ont préparé, en télé-travail sous confinement, la reprise de l'activité de travaux. Après avoir formé les intervenants aux nouvelles règles sanitaires et mis en conformité les installations, il aura fallu quelques mois pour revenir à une situation de cadence quasiment "normale". Les chantiers

sont restés touchés ponctuellement par les disponibilités de compagnons, de sous-traitants et les difficultés d'approvisionnements associées. Dès lors, des mesures d'accélération pour respecter les engagements olympiques ont été mises en place permettant ainsi de livrer l'ouvrage avec quinze jours d'avance, trois ans après la notification du marché.

UN BÉTON OLYMPIQUE !

Moins spectaculaire que le creusement au tunnelier et la pose des voussoirs à l'avancement, la réalisation du béton de rechargement ou béton sous voie (BSV) est aussi une opération essentielle à la réalisation du tunnel de la Ligne 14 Sud. Ce BSV constitue en effet la future plateforme de pose des voies en tunnel. Il est constitué d'un volume de matériau mis en œuvre par couche dans la demi-section inférieure du tunnel. Cette partie des travaux présente essentiellement deux enjeux. Un enjeu de planning d'abord. La réalisation du béton de rechargement peut être en effet sur le chemin critique de l'achèvement des tunnels si elle est planifiée après la fin du creusement du tunnel (une fois que le tube foré est libéré des contraintes logistiques inhérentes à l'approvisionnement du tunnelier). Un enjeu environnemental ensuite, lié à l'importance du volume de matériaux à mettre en œuvre (environ 29 000 m³ pour le lot GC03 de la Ligne 14 Sud piloté par Razel-Bec). Pour répondre à ce double enjeu, le groupement Razel-Bec - Eiffage - Fayat Fondations a fait le choix de recourir à la réalisation du BSV à l'avancement, c'est-à-dire en coactivité avec les activités de creusement du tunnelier, et d'utiliser un matériau de type grave de béton concassé recyclé en lieu et place de la solution béton compacté au rouleau.

La réalisation à l'avancement est permise par la composition du matériau compatible avec une mise en œuvre au moyen d'engins de terrassement. L'approvisionnement du matériau depuis la surface est réalisé par le biais d'une goulotte, pour être ensuite déchargé dans une benne pousseuse qui l'achemine jusqu'à sa zone de mise en œuvre dans le tunnel. Chaque couche déversée est immédiatement étalée, nivelée et compactée pour maintenir la circulation des engins assurant la production du tunnel. Une pente de 5% est mise en place à l'interface entre les différentes couches pour assurer la circulation mais également éviter des arrêts de bétonnage verticaux, sources de fissuration ultérieure. Les différentes couches d'environ 40 cm sont ainsi toutes pianotées à l'avancement pour obtenir un béton sous-voie final d'une épaisseur avoisinant les 2 mètres.

Sur le plan environnemental, le recours à une grave de béton recyclé permet une amélioration importante du bilan carbone de l'opération en permettant une économie d'environ 3000 t de CO₂. Le facteur d'émission d'une grave de béton recyclé est en effet bien inférieur à celui d'un béton classique nécessitant du ciment et des granulats de carrière.

2021 : L'ANNÉE DE LA POSE DE VOIES

Le tunnel une fois creusé est dédié à la pose de voies et de tous les équipements nécessaires pour déployer le système automatique de pilotage des trains, entre le site de maintenance et remisage des trains à Morangis et Maison-Blanche Paris XIII^e (MBP) ainsi qu'entre Mairie-de-Saint-Ouen et Saint-Denis-Pleyel (SPL). Pour maîtriser et optimiser le calendrier de pose de la voie sur le prolongement au sud, le chantier est découpé en 14 zones. Des trémies provisoires de grande section (adaptées à la manutention des profilés des rails, pistes et barres de guidages) sont préservées dans sept ouvrages répartis le long du tracé. La configuration des ouvrages permet de faire démarrer les travaux de pose de la voie au plus près de la réalisation du génie civil, et surtout autorise la multiplication des fronts à partir des trémies d'approvisionnement. Depuis avril 2022, la voie est entièrement posée (figure 5) à l'exception des gares SPL au nord et MBP au sud, prévues fin 2022, et le tunnel de liaison entre MBP et Olympiades pour septembre 2022.

2021 - 2023 : LA COURSE AUX AMÉNAGEMENTS

Dans le cadre du marché AME05, Razel-Bec intervient sur les gares de Kremlin-Bicêtre-Hôpital (KBH), M.I.N.-Porte-de-Thiais (PDT), et Chevilly-Trois-Communes (C3C) (figure 6).



7

© VALODE & PISTRE

En groupement avec Fayat Métal Grands Projets, Razel-Bec aménage les gares de Maison-Blanche Paris XIII (MBP) et Pont-de-Rungis (PDR) (figure 7) ainsi que les ouvrages annexes dans le cadre du marché AME06.

Pour ces deux marchés, les travaux consistent en la réalisation du gros œuvre, de la charpente métallique et bois, des corps d'états architecturaux et techniques.

Bien que les études de synthèse et d'exécution ne soient pas terminées, le MOA a mis à disposition les premiers niveaux des gares de PDT et PDR pour démarrage des travaux de maçonnerie dès l'été 2021. Cela a permis aux équipes travaux Razel-Bec de ces deux ouvrages d'ouvrir la voie pour identifier et traiter les sujets techniques et organisationnels liés à la coactivité que nécessite ce genre de projet. Les travaux ont débuté par la maçonnerie des locaux techniques (sur la base d'une

synthèse partielle) et le génie civil des bâtiments voyageurs, peu concernés par la synthèse.

Aujourd'hui, sur PDR, les travaux de gros œuvre sont terminés et ceux de corps d'état secondaires démarrent. Le bâtiment voyageurs (figure 8) avance normalement avec un hors d'eau-hors d'air prévu pour cet automne. Sur PDT malgré des mises à disposition plus morcelées du fait d'une présence du lot génie civil jusqu'en juin 2022, les équipes Razel-Bec ont mis à disposition les locaux techniques prioritaires dans les temps. En surface les deux émergences sont bien avancées, l'émergence Nord située sous une ligne à haute tension est terminée. La charpente de l'émergence Sud est en cours de finition (figure 8).

Dans un deuxième temps, le MOA a mis à disposition l'intégralité de la gare de KBH en septembre 2021, sans aucune coactivité avec le génie

7- Vue du bâtiment voyageur de la future gare de Pont-de-Rungis (AME06).

8- Pose de la charpente métallique par Fayat Metal Grands Projets sur la gare de Pont-de-Rungis (chantier AME06).

7- View of the passenger building of the future Pont-de-Rungis station (AME06).

8- Mounting of the steel frame by Fayat Metal Grands Projets on Pont-de-Rungis station (sub-project AME06).

civil, seule était présente l'entreprise de pose de voie qui utilisait la trémie d'accès pour approvisionner son chantier en tunnel. Une première à la RATP. En effet, les marchés prévoyaient les mises à disposition de chaque niveau de manière indépendante. Ce faisant, Razel-Bec est autonome pour piloter ses différentes équipes d'un niveau à l'autre, en fonction de l'avancement des études d'exécution et de la synthèse associée et ce dans le respect des objectifs dictés par l'OPC (ordonnancement, pilotage et coordination) de la gare, garant du planning directeur et disposant d'une vision globale de l'opération.

Les travaux de gros œuvre sont quasiment achevés avec la réalisation des cloisonnements, rechargements, nez de quais, emmarchements des escaliers... Les corps d'état techniques sont en cours et bientôt les travaux de second œuvre vont pouvoir démarrer.



8

© JJO PHOTOGRAPHY



9

© JIO PHOTOGRAPHY



10

© JIO PHOTOGRAPHY

La charpente bois du bâtiment voyageurs a été posée et attend sagement son moucharabieh (figure 9).

Enfin, en janvier 2022, les premiers niveaux des gares de C3C et MBP ont pu être mis à disposition. Sur C3C, à ce jour les travaux d'aménagement avancent bien et l'objectif est de livrer au plus tôt le poste de redressement aux lots systèmes. En parallèle les équipes sont mobilisées sur le bâtiment voyageurs jusqu'à fin 2022.

La gare de MBP est un cas particulier, avec une mise à disposition tardive en deux zones. La zone Sud, qui représente les 40 m le plus au sud de la gare, a été mise à disposition début 2022 alors que le génie civil de la partie Nord était en cours. En effet, le phasage de l'opération nécessitait de prioriser le génie civil de la zone Sud pour sécuriser la sortie du tunnelier Allison, sur le fil rouge de l'opération. Ainsi, en forte coactivité avec les travaux de génie civil du nord de la gare, les travaux de cloisonnements, rechargements et les corps d'état techniques

9- Charpente bois de la future gare de Kremlin-Bicêtre-Hôpital (AME05).

10- Travaux de cloisonnement sur la gare de Maison-Blanche-Paris XIII (chantier AME06).

11- Site de Maintenance et de Remisage (SMR) de Morangis.

9- Wooden frame of the future Kremlin-Bicêtre-Hôpital station (AME05).

10- Partitioning works on Maison-Blanche-Paris XIII station (sub-project AME06).

11- Morangis Maintenance and Storage Site (SMR).

ont pu démarrer permettant les mises à dispositions des premiers locaux techniques (figure 10). La zone Nord sera mise à disposition début 2023. Le marathon des gares se terminera donc par un sprint sur MBP.

ÉTAPES À VENIR ET ARRIVÉE PLUSIEURS MOIS D'ESSAIS DU SYSTÈMES TRANSPORT

Alors que le pari de la mise à disposition du génie civil et des locaux et liaisons techniques pour les équipements du système de transport est en passe d'être tenu, l'enjeu de mise en service repose essentiellement sur la capacité à déployer et surtout qualifier les équipements de distribution de l'énergie, du SAET. Tous les partenaires du projet sont mobilisés.

En parallèle des derniers mois dédiés aux aménagements, les premières mises sous tension interviennent. L'ensemble des installations de distribution de l'énergie de traction deviennent progressivement disponibles pour réaliser les premiers essais dynamiques.

À partir de 2023, les premiers trains circuleront sur la ligne prolongée à partir du Site de Maintenance et de Remisage (SMR) de Morangis (figure 11) qui accueille les équipes du département du matériel roulant ferroviaire de la RATP. D'abord en conduite manuelle, puis en conduite automatique, l'ensemble des configurations du système de transport sera testé et vérifié, jusqu'à l'ultime étape de marche à blanc (exploitation en configuration nominale sans voyageurs) qui précède la mise en service de la ligne (figure 12), cruciale pour le bon déroulement des Jeux Olympiques.

UNE ORGANISATION DE PROJET AU SERVICE DE L'EFFICACITÉ ET LA CONFIANCE

Pour tenir la cadence jusqu'à la fin et garantir la mise en service pour les Jeux Olympiques, les équipes s'appuient sur une organisation miroir et une confiance tripartite entre les MOE Elios et RATP, la MOA et le groupement de constructeurs.



11

© RATP / BÉNÉDICTE BOUTIER-TRANT



12

© GROUPE-6

Cette organisation miroir offre une plus grande autonomie à chaque chef de projet MOA par la proximité opérationnelle qu'elle procure et elle est gage d'une prise de décision rapide face aux réalités du terrain. Elle permet aussi un dialogue plus constant du MOE avec l'entreprise, d'une part, et le MOA, d'autre part. Associé à une chaîne de décision efficace du fait de l'organisation déployée, le développement d'une relation de confiance entre les trois acteurs qui œuvrent selon leurs compétences complémentaires à la réussite du projet facilite la tenue du planning ambitieux.

UNE MISSION D'OPC TRANSVERSE

Dès les premières phases de travaux d'équipement et d'aménagement, la RATP a confié au groupement Selene (Setec Opency (Mandataire) & Egis Rail) une mission d'OPC général et travaux de l'ensemble des périmètres du projet. Objectifs : mettre tout en œuvre pour favoriser le déploiement du système de transport sur l'ensemble de la ligne (mise à disposition des locaux et liaisons techniques prioritaires pour le système de transport) et réaliser l'OPC des gares en en co-MOE (Gustave-Roussy, et Orly). La présence d'un OPC par gare est un atout pour le bon avancement du projet.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

LA MAÎTRISE D'OUVRAGE (MOA) :

- La RATP : Prolongement Sud, Nord et mise à niveau de la ligne existante.
- La Société du Grand Paris : Financier de l'opération.
- Île-de-France Mobilités : financeur du matériel roulant en tant qu'autorité organisatrice du réseau de transport francilien.

LA MAÎTRISE D'ŒUVRE (MOE) :

- Maître d'œuvre des infrastructures, corps d'états techniques et architecturaux des tunnels, gares et ouvrages annexes : le groupement Elios, composé de Setec (mandataire), Systra et des architectes Groupe-6 (gare de Maison-Blanche-Paris XIII - MBP), Jean-Paul Viguier et Associés (gare Kremlin-Bicêtre-Hôpital - KBH), Franklin Azzi Architecture (gare Chevilly-Trois-Communes - C3C), Brunet Saunier Architecture (gare Porte-de-Thiais - PDT), et Valode & Pistre (gare Pont-de-Rungis - PDR).
- Maître d'œuvre des systèmes de transport, du site de maintenance et de remisage et de l'adaptation de l'atelier de maintenance : Groupe RATP.

LES CONSTRUCTEURS :

- Travaux de génie civil (5 gares, 12 ouvrages annexes et 14 km de tunnel) : Léon Grosse ; Soletanche Bachy ; Dodin Campenon Bernard ; Vinci Construction ; Spie Batignolles ; Razel-Bec ; Eiffage; Nge et Salini Impregilo.
- Pose des voies réalisée et équipement du tunnel : Etf et Colas Rails (ETCO).
- Aménagements des gares : Razel-Bec (mandataire), Fayat Métal, Kone et Schindler.
- Basse tension et courants faibles de tous les ouvrages : Spie Citynetworks et Séméru (Groupe Fayat).
- Désenfumage tunnel : Equans.

12- Perspective du quai de la future gare de Maison-Blanche-Paris XIII.

12- Perspective view of the platform of the future Maison-Blanche-Paris XIII station.

LES RISQUES

Si la crise du Covid a pu être absorbée par le projet en modifiant le phasage des travaux et en actionnant des leviers permettant d'accélérer certaines tâches, le calendrier du projet reste aujourd'hui olympique, mais rien n'est acquis. Aux habituels aléas rencontrés dans ce type d'opération complexe, le contexte de tensions internationales ajoute une nouvelle difficulté liée aux incertitudes sur l'approvisionnement de certaines matières premières telles que celles nécessaires à la fabrication des câbles électriques garants de la sécurité incendie dans les tunnels. À l'heure où nous écrivons ces lignes tous les approvisionnements ne sont pas encore sécurisés, et des solutions/scénarios de repli sont en cours d'élaboration. □

ABSTRACT

THE MARATHON OF LINE 14 SOUTH OF THE 'GRAND PARIS EXPRESS' METRO PROJECT

LAURENT CHASSAGNE, RATP - ARNAUD DELGA, SETEC TPI - MICHEL BOUSQUET, RAZEL-BEC - THIBAUT CESTERO, RAZEL-BEC

With a view to the 2024 Olympic and Paralympic Games, Line 14 will be extended by 15.5 km, of which 14 km to Orly Airport and 1.5 km to Saint-Denis Pleyel, and by eight stations interconnected, by around 2030, with lines 15, 16, 17 and 18. It will thus become the backbone of the 'Grand Paris Express' project, carrying 1 million passengers every day. For once in the case of a public transport system, the success of the project will clearly depend on meeting deadlines. Less than two years from the centenary of the Olympic Games which will be held in Paris, the schedule is becoming the fundamental challenge facing the extension of Line 14 South. This is what guides the personnel of the contracting authority, the Project Manager and the construction firms. □

EL MARATÓN DE LA LÍNEA 14 SUR DEL GRAND PARIS EXPRESS

LAURENT CHASSAGNE, RATP - ARNAUD DELGA, SETEC TPI - MICHEL BOUSQUET, RAZEL-BEC - THIBAUT CESTERO, RAZEL-BEC

Con vistas a los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de 2024, la Línea 14 se prolongará 15,5 km, 14 de los cuales hacia el Aeropuerto de Orly y 1,5 km hacia Saint-Denis Pleyel. Contará con ocho nuevas estaciones y, en el horizonte 2030, estará interconectada con las líneas 15, 16, 17 y 18. De este modo, se convertirá en la columna vertebral del Grand Paris Express y transportará a diario 1 millón de viajeros. Una vez no hace costumbre en materia de transporte público: la puntualidad del proyecto será la garantía de su éxito. A menos de dos años del centenario de los Juegos Olímpicos que se celebrarán en París, la planificación constituye el desafío clave de la prolongación de la Línea 14 Sur, en tanto que guía para los equipos del promotor, del director de obra y de las empresas de construcción. □

NOUS AVANÇONS SUR LA MÊME ROUTE QUE LES TRAVAUX PUBLICS

Nous connaissons bien votre métier et tous ses risques.
Nous les couvrons avec des garanties adaptées pour mieux vous
protéger, mieux vous assurer et vous soutenir en cas de besoin.
Et comme nous faisons aussi partie de la famille du BTP,
nous ferons toujours route commune.



PRO BTP
GROUPE

www.probtp.com





1 © ARTELIA

LE TRAITEMENT DES REJETS PERMETTRA LA TENUE DES ÉPREUVES DE NAGE EN EAU LIBRE DANS LA SEINE LORS DES JO 2024

AUTEURS : AMINE KORICHE, DIRECTEUR DE PROJETS, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES - TONY PEREIRA CORREIA, DIRECTEUR TRAVAUX SPÉCIAUX, SOLETANCHE BACHY FRANCE - THOMAS LEVEL, SURVEILLANT DE TRAVAUX PRINCIPAL, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES

AFIN DE LIMITER LES REJETS EN SEINE DES EAUX UNITAIRES LORS D'ÉVÈNEMENTS PLUVIEUX ET D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DU FLEUVE, IL A ÉTÉ DÉCIDÉ DE CONSTRUIRE UN OUVRAGE DE STOCKAGE/RESTITUTION AINSI QU'UNE CANALISATION D'AMENÉE DES EFFLUENTS VERS CET OUVRAGE SITUÉE À UNE PROFONDEUR D'ENVIRON 25 m MISE EN PLACE AU MICROTUNNELIER. LES LIAISONS ENTRE CETTE CANALISATION, APPELÉE DANS CE QUI SUIT INTERCEPTEUR, ET LES COLLECTEURS DIDEROT, RAPÉE ET LE DÉVERSOIR D'ORAGE BUFFON DU RÉSEAU UNITAIRE DE LA VILLE DE PARIS SONT RÉALISÉES PAR L'INTERMÉDIAIRE DE DEUX Puits DE CHUTE PROFONDS. LA RÉALISATION DE CE PROJET EN COMPLÉMENT D'ACTION DÉJÀ ENGAGÉES PLUS EN AMONT PERMETTRA L'ORGANISATION D'ÉPREUVES DE NAGE EN EAU LIBRE EN SEINE DURANT LES JO 2024 ET PLUS LARGEMENT LA CRÉATION DE ZONES DE BAINNADE PÉRENNES OUVERTES AU PUBLIC EN SEINE.

LE PROJET

Le réseau d'assainissement parisien, conçu dans la seconde moitié du XIX^e siècle par Eugène Belgrand, fonctionne avec 36 déversoirs d'orage qui permettent de délester le réseau unitaire vers la Seine afin de protéger

la ville des fortes pluies. Ces déversements entraînent une pollution du fleuve.

La qualité de l'eau de la Seine a été grandement améliorée ces dernières années suite aux différents travaux entrepris sur le réseau, mais cer-

1- Vue aérienne du bassin d'Austerlitz.

1- Aerial view of the Austerlitz basin.

tains critères, notamment bactériologiques, restent incompatibles avec la création de zones de baignade en Seine.

Dans le cadre d'un plan d'action métropolitain, la Ville de Paris s'est engagée à limiter ces rejets afin de permettre la

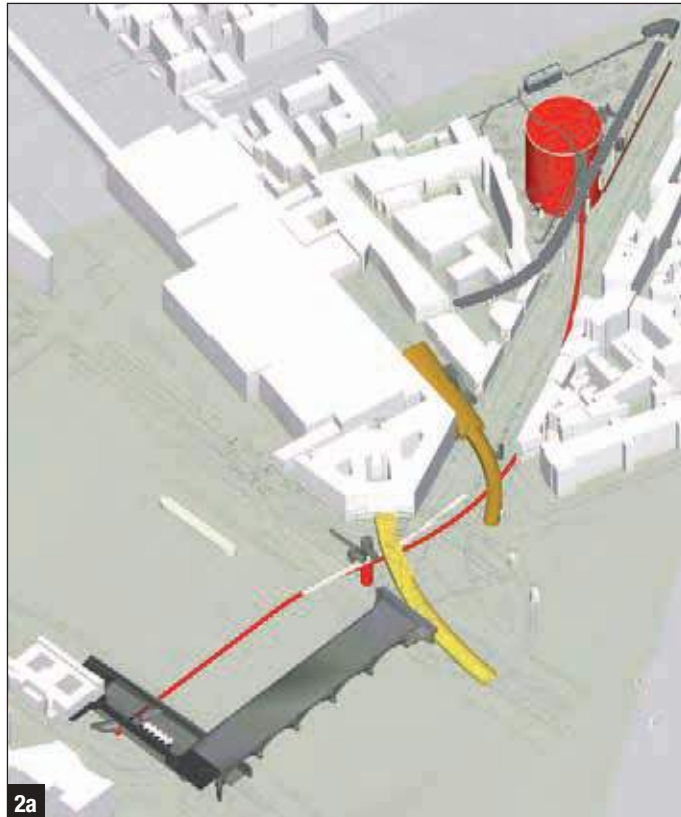
baignade en Seine à partir de 2024. Pour atteindre cet objectif, Paris s'est doté dès 2018 d'un plan de zonage pluvial dans le but de réduire les apports d'eaux pluviales au réseau d'assainissement et d'un plan de modernisation de ce réseau qui prévoit la construction d'un bassin de stockage-restitution situé sous le square Marie Curie dans le 13^e arrondissement de Paris (figure 1). Du fait de l'occupation des sols et du contexte géologique parisien, la canalisation d'alimentation du bassin, appelée intercepteur, sera mise en place par l'intermédiaire d'un microtunnelier à pression de boue à environ 25 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

La liaison entre les collecteurs existants du réseau unitaire de la ville de Paris et l'intercepteur est réalisée par des ouvrages de prise au droit des collecteurs Diderot et Rapée sous le square Tournaire dans le 12^e arrondissement et au droit du déversoir d'orage Buffon sous la place Valhubert dans le 13^e arrondissement.

Les effluents chutent dans deux puits profonds construits dans le cadre du même projet jusqu'à l'intercepteur (figure 2a).

CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

Les reconnaissances géotechniques réalisées lors des phases d'études de conception ont montré les successions géologiques suivantes :



2a
© ARTELIA

2a & 2b-
Maquettes 3D
du projet.

2a & 2b-
3D models
of the project.

- Remblais probablement anthropiques ;
- Alluvions de Seine modernes et anciennes ;
- Marnes et Caillasses ;
- Calcaire Grossier ;
- Sables Supérieurs ;

- Fausses Glaises ;
- Sables d'Auteuil ;
- Argiles Plastiques ;
- Marnes de Meudon ;
- Craie Campanienne.

Les puissances de ces différentes formations varient selon les zones concernées par le projet et certaines peuvent ne pas être présentes au droit de certains ouvrages.

En terme d'hydrogéologie, une succession de nappes libres et captives est constatée à l'endroit des travaux, à savoir la nappe du Lutétien s'écoulant vers la Seine avec un gradient de 0,2%, la nappe de l'Yprésien en lien avec les Sables Inférieurs légèrement en charge sous les formations du Lutétien et la nappe de la Craie, fortement en charge sous les Argiles Plastiques.

BASSIN DE STOCKAGE PRINCIPAL "AUSTERLITZ"

L'ouvrage principal a la particularité d'avoir un grand diamètre, à savoir 50 m, et une profondeur de 36 m. Ce choix conceptuel a été motivé par des considérations d'ordre structurel ; la forme circulaire du bassin permet d'assurer sa stabilité par effet annulaire, sans nécessiter la mise en place de butonnage (figure 2b).

D'autre part, le bassin Austerlitz est constitué d'une paroi moulée descendue à 61,3 m de profondeur ancrée sous les argiles plastiques, permettant de couper l'alimentation des deux nappes superficielles et bénéficier de l'effet de bouchon naturel que constitue ces argiles. Cependant, la forte mise en charge de la nappe de la craie nécessite un écrêtement préalablement au terrassement du bassin de stockage afin d'éviter un soulèvement généralisé du fond de fouille.

L'ouvrage est fondé sur un radier généralisé et 32 barrettes descendues à environ 80 m de profondeur dont 20 servant de poteaux pré-fondés en partie supérieures supportant la dalle de couverture du bassin et 12 construits en arase basse (figure 3).

La réalisation de ces fondations n'a été possible qu'après un essai de traction sur une barrette test permettant de s'affranchir du seuil des 15% de la résistance limite sous combinaison quasi-permanente imposée par les Eurocodes et leurs normes d'application nationale. Cet essai a consisté à construire une barrette test, abandonnée pour la suite du projet, d'une profondeur de 70 m dans laquelle ont été placés deux vérins Osterberg à une profondeur de 63 m.



2b
© ARTELIA

Ces vérins d'une capacité de 3 500 t, permettent une mise en charge bidirectionnelle de la barrette (figure 4). La réalisation d'un tel essai, une première en France, par la société "Load-test" filiale de Fugro Geoconsulting, a permis d'optimiser le mode de fondation de bassin et de réduire la durée des travaux.

Les barrettes sont liaisonnées à un radier généralisé. Afin de s'affranchir des effets de gonflement mécaniques et hydriques des argiles situées sous ce radier, ce dernier est prévu d'être construit sur un coffrage biodégradable constituant à terme un vide sanitaire.

Les parois moulées et les barrettes ont été construites avec une Hydrofraise dont le fonctionnement est entièrement électrique.

L'utilisation de ce type de matériel est une première en France métropolitaine et a permis une économie de 150 000 l de fuel, soit une réduction considérable de l'impact carbone du projet, ainsi qu'une réduction du bruit et des vibrations pour les usagers riverains (figure 5).

La dalle du bassin située à 4 m sous le terrain naturel est construite à même le sol avant terrassement.

Les terrassements seront réalisés donc "en taube" au travers des trémies permettant le passage des engins de creusement et l'évacuation des déblais. Ces trémies permettent également la descente des équipements hydro-mécaniques (pompes, augets, etc.) en fond de bassin.

Les déblais, pour l'essentiel, n'étant pas inertes, il était nécessaire de les évacuer vers des installations spécifiques pour déchets non dangereux et



dangereux. Ces déblais ont été évacués par camions jusqu'au quai de Gennevilliers, chargés dans des péniches et envoyés en centres de traitement adaptés.

En limitant le transport terrestre, ce mode d'évacuation a permis de réduire les nuisances environnementales en termes de bruit, de salissures et d'émission de gaz à effet de serre (trafic routier au fuel des camions utilisés pour l'évacuation). Cette évacuation par péniches contribue également à réduire l'empreinte carbone du projet.

L'exploitation de l'ouvrage est réalisée, soit localement depuis un local technique situé dans l'enceinte du bassin, soit à distance par un système de télégestion depuis les locaux de l'exploitant du réseau d'assainissement de la Ville de Paris. Les locaux techniques

3- Ferrailage d'une barrette.

4- Essai de traction sur barrette.

5- Atelier de forage des parois moulées à l'hydrofraise équipée d'un powerpack électrique.

3- Reinforcement of a barrette.

4- Tensile test on barrette.

5- Hydro-cutter rig fitted with an electric powerpack for diaphragm wall drilling.



© ARTELIA



© ARTELIA



6
© ARTELIA



7
© ARTELIA

ont été mis en place dans l'enceinte du bassin enterré du fait de l'impossibilité de créer des émergences sur l'emprise du square qui retrouvera sa vocation paysagère et florale à l'issue des travaux.

Afin de protéger les équipements électriques et d'automatismes mis en place dans ces locaux contre des remontées d'eau remplissant le bassin même en situation accidentelle, les locaux techniques ont été rendus complètement étanches par la mise en place de portes étanches et des joints de type Afimes au droit de toutes les traversées de parois.

6- Blindage du puits Tournaire.

7- Atelier de la paroi moulée sur le site Valhubert.

8- Atelier de micro-tunnelier dans les puits d'attaque.

6- Tournaire shaft shielding.

7- Diaphragm wall equipment on the Valhubert site.

8- MBTM equipment in the entry shaft.

PUITS DE RACCORDEMENT AUX COLLECTEURS DU RÉSEAU UNITAIRE

Le réseau d'eaux unitaire qui alimente le bassin Austerlitz intercepte le déversoir d'orage (DO) Buffon et deux collecteurs du réseau d'assainissement parisien, à savoir les collecteurs Diderot et Rapée, situés en rive droite de Seine dans le 12^e arrondissement de Paris.

Deux puits de chute constituant les ouvrages de prise sont prévus, le premier, à paliers brise charge, nommé Tournaire est situé en rive droite de Seine et le second, à descente héli-

coïdale, nommé Valhubert, est situé quant à lui en rive gauche.

Le puits Tournaire permet d'intercepter les eaux issues des collecteurs Diderot et Rapée. D'une profondeur d'environ 25 m, il est construit par une méthode traditionnelle en palfeuilles et ceintures en profilés métalliques placés horizontalement tous les 1,20 m environ (figure 6). Préalablement à la réalisation du puits Tournaire, les terrains ont été traités par jet grouting sur les parties alluvionnaires et par injection au coulis de ciment dans le calcaire grossier. L'objectif de ces injections étant d'étancher le terrain et réduire les arrivées d'eau lors de la construction du puits. Le puits Tournaire est raccordé aux collecteurs Diderot et Rapée par l'intermédiaire d'un canal construit en sous-cœuvre par méthode traditionnelle sous un mur de soutènement soutenant les terres de la voirie d'accès à l'institut médico-légal de Paris et le square Tournaire. La semelle de fondation de ce mur de soutènement se situant au niveau du seuil du déversoir d'orage, sa structure sera reprise partiellement pour restituer les parties démolies.

Quant au puits Valhubert, dont le diamètre est de 5,50 m, il est construit en 10 panneaux de parois moulées sécants de largeurs unitaires (figure 7). L'amenée de l'eau au fond du puits est assurée par un escalier hélicoïdal servant également d'accès au personnel d'exploitation. Au vu de la proximité du tunnel du RER C, aucun rabattement de nappe n'est autorisé sur la zone Valhubert.



8
© ARTELIA

Pour cela, la galerie de raccordement du puits au DO Buffon est précédée par le traitement du terrain en jet grouting.

CANALISATION D'AMENÉE DES EFFLUENTS

Les eaux alimentant le bassin sont amenées depuis les puits Tournaire et Valhubert par l'intermédiaire d'une canalisation en béton armé de diamètre utile de 2,5 m. Cette canalisation appelée "intercepteur" est mise en place par une technique de micro-tunnelier à pression de boue (figure 8). Le microtunnelier servant à ce forage a été construit spécifiquement pour le présent projet.

Le forage est réalisé depuis un puits circulaire en paroi moulée de diamètre égal à 11 m et de 30 m de profondeur (figure 9). Il est construit sur le square Marie Curie à proximité immédiate du bassin avec lequel il sera connecté hydrauliquement par une canalisation



construite en technique traditionnelle. Ce puits sera comblé à la fin des travaux par des déblais non inertes issus des terrassements du bassin. Par ailleurs, le puits Tournaire sert de puits de sortie du microtunnelier.

9- Puits d'attaque sur le square Marie Curie.

10- Profil en long géologique de l'intercepteur.

11- Vue en plan de l'intercepteur.

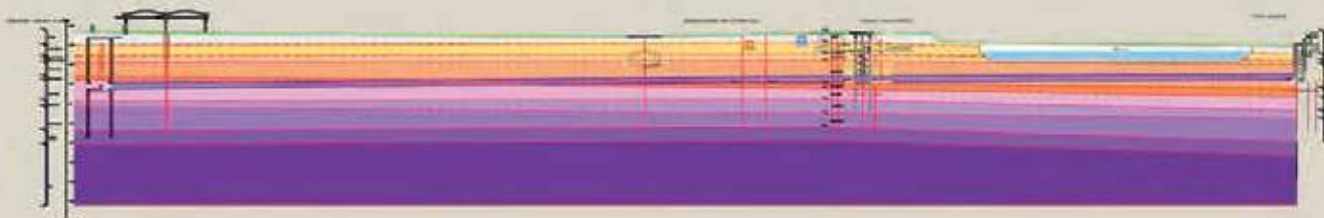
9- Entry shaft on Marie Curie square.

10- Longitudinal geological section of intercepting sewer.

11- Plan view of intercepting sewer.

9 © ARTELIA

PROFIL EN LONG GÉOLOGIQUE DE L'INTERCEPTEUR



10

© SADE TRAVAUX SPECIAUX

VUE EN PLAN DE L'INTERCEPTEUR



11

© SADE TRAVAUX SPECIAUX

12- Élément de l'intercepteur équipé d'un joint JackControl.

12- Intercepting sewer part fitted with a Jack-Control seal.

La dimension de ce puits ne permettant pas la sortie du microtunnelier en un seul élément, une galerie souterraine sera construite à l'amont permettant le démontage du microtunnelier et sa sortie en plusieurs éléments. Le puits Tournaire étant situé à proximité immédiate de la Seine, la construction de cette galerie a nécessité un traitement préalable des terrains par des injections au coulis de ciment. Elle sera construite en sous-œuvre par une technique traditionnelle ; ceintures métalliques et blindage en palfeuilles.

L'intercepteur fait 611 m de long et il passe sous des ouvrages sensibles : le viaduc de la Ligne 5 du métro, le tunnel de la Ligne 10 du métro, le RER C et la Seine (figures 10 et 11).

Afin de s'assurer de la pérennité de ces ouvrages lors des travaux situés à proximité, un système d'auscultation a été mis en place permettant un recueil automatisé des déplacements. Ce suivi est consultable à chaque instant depuis un site internet mis en place à cette occasion. En cas de dépassements des limites de déplacements autorisées pour chaque phase de tra-



12
© ARTELIA

PRINCIPALES QUANTITÉS

LINÉAIRE DE PAROI MOULÉE : 208 m
SURFACE DE PAROI MOULÉE : 6 240 m²
LINÉAIRE DE BARRETTES : 4 480 m
LONGUEUR DE L'INTERCEPTEUR : 611 m
VOLUME DES TERRASSEMENTS : 100 000 m³

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Ville de Paris
MAÎTRE D'ŒUVRE : Artelia (mandataire) / Prolog Ingénierie
G4 / SUIVI DES TERRES POLLUÉES : Terrasol / Hydratec
CONTRÔLEUR TECHNIQUE : Btp Consultant
CSPS : Quartet
GROUPEMENT D'ENTREPRISES : Urbaine des travaux - Sade - Soletanche Bachy France - Bessac - Sefi Intrafor

vaux, des alertes sont envoyées de jour ou de nuit aux différents intervenants sur le projet (maître d'ouvrage, entreprise en charge des travaux ; bureaux d'études en charge des missions géotechnique G3 et G4, maître d'œuvre, etc.) par courriel et sms.

L'intercepteur traverse les parois du puits Valhubert avant son terrassement. Toutes les zones des puits traversées par le microtunnelier sont armées de fibres de verre.

Le microtunnelier traverse plusieurs formations géotechniques très différentes : Calcaire Grossier, Argiles Plastiques, etc. Afin de permettre la traversée de ces différentes formations géologiques, une tête mixte composée de racleurs et de mollettes est prévue. À proximité du passage du microtunnelier dans les calcaires, une intervention aura lieu pour vérifier l'état de la roue de coupe et monter des mollettes adaptées aux forages dans des terrains durs. Toujours lors du forage, six stations de poussée intermédiaires seront mises en place. Ces stations seront déposées à la fin des travaux de l'intercepteur.

Le tracé en plan de l'intercepteur présentant des faibles rayons descendant jusqu'à 200 m, un système de monitoring spécifique, appelé "Jack-Control" est mis en place au droit des joints (figure 12). Il permet un suivi en temps réel des contraintes au niveau des interfaces entre tubes et le déclenchement d'interventions immédiates en cas de détection d'anomalies ou de problèmes. □

ABSTRACT

WASTE DISCHARGE TREATMENT WILL ALLOW THE SWIMMING EVENTS TO BE HELD IN OPEN WATER IN THE SEINE AT THE 2024 OLYMPICS

AMINE KORICHE, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES - TONY PEREIRA CORREIA, SOLETANCHE BACHY FRANCE - THOMAS LEVEL, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES

The project involves the construction of a combined sewage and rainwater underground storage and retrieval tank of 46,000 m³ capacity under Marie Curie square in the 13th arrondissement of Paris in order to reduce pollutant discharges into the natural environment. It aims to allow Olympic events to be held in the Seine in 2024. Subsequently, bathing in the Seine is planned on a permanent basis. The enclosures of this tank consist of deep diaphragm walls and are supported by a system of combined foundation raft/barrette foundations subject mainly to tensile stresses in order to absorb uplift forces due to groundwater. The effluent intake pipeline 2,500 mm in diameter will be executed by slurry shield microtunnel boring machine. The pipeline is built between two deep shafts, one with a diaphragm wall located on the square and serving as a work shaft and the other built by the conventional technique, serving as an exit shaft for the microtunnel boring machine in the works phase and used to intercept waters from the Diderot and Rapée main drains in wet weather. A second effluent interception shaft is being built by diaphragm wall technique under Valhubert square. □

EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS PERMITIRÁ CELEBRAR LAS PRUEBAS DE NATACIÓN EN AGUAS ABIERTAS EN EL SENA DURANTE LOS JJOO 2024

AMINE KORICHE, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES - TONY PEREIRA CORREIA, SOLETANCHE BACHY FRANCE - THOMAS LEVEL, ARTELIA VILLES ET TERRITOIRES

El proyecto consiste en construir un depósito subterráneo de almacenamiento y restitución de las aguas unitarias, con una capacidad de 46 000 m³ bajo el square Marie-Curie, en el distrito 13 de París, para reducir los residuos contaminantes para el medio natural. Su objetivo es permitir la celebración de pruebas olímpicas en el Sena en 2024, con la idea de recuperar permanentemente el baño en el Sena tras los Juegos. La cámara de este depósito está formada por profundas pantallas de hormigón y sustentada sobre un sistema de cimentación mixtos de tipo losa de cimentación/pilotes flotantes, que trabajan básicamente en tracción para absorber las subpresiones debidas a las capas subterráneas. El conducto de llegada de los efluentes, de 2500 mm de diámetro, se realizará con microtuneladora con confinamiento por presión de lodos. El conducto se construirá entre dos pozos profundos, uno de pantalla de hormigón situado en el square, y que servirá de pozo de trabajo, y otro realizado según la técnica tradicional, que servirá de pozo de salida de la microtuneladora durante la fase de obras, y para interceptar las aguas de los colectores Diderot y Rapée en períodos de lluvias. Se construirá un segundo pozo de interceptación de efluentes con pantallas de hormigón bajo la plaza Valhubert. □



VILLAGE DES ATHLÈTES ET PARATHLÈTES - LOT E - LES BELVÉDÈRES ÉCO-CONCEPTION À LA FRANÇAISE

AUTEURS : JORDI CORNUDELLA, INGÉNIEUR STRUCTURES-CHEF DE PROJET, SETEC TPI - FRANÇOIS LEBRUN, DIRECTEUR D'ACTIVITÉ, SETEC TPI

L'ÉTÉ 2024, UN TOTAL DE 14 000 ATHLÈTES, PARATHLÈTES ET ACCOMPAGNANTS LOGERONT DANS LE VILLAGE DES ATHLÈTES, GRANDE OPPORTUNITÉ POUR MONTRER AU MONDE ENTIER QUE LA FRANCE EST À LA POINTE EN ÉCO-CONCEPTION ET CONSTRUCTION INNOVANTE ADAPTÉE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE. L'INNOVATION A ÉTÉ PLACÉE AU CŒUR DE SON FONCTIONNEMENT ET DES OPÉRATIONS DE CONSTRUCTION ET D'AMÉNAGEMENT. APRÈS LES JEUX, CE PROJET LAISSERA EN HÉRITAGE UN ÉCOQUARTIER VIVANT, OUVERT À TOUS ET OFFRANT UNE MIXITÉ D'USAGES.

PRÉSENTATION DU PROJET

Le lot E du Village des Athlètes et Parathlètes (figure 1) est divisé en 5 îlots différents :

- Îlot E1 composé de 6 immeubles de logements et commerces-activités de 14 817 m² SDP, 3 R+9/10 et 3 R+5/6 conçus par SOA Architectes et Lambert Lenack ;
- Îlot E2 composé de 6 immeubles de logements et commerces-activités de 15 545 m² SDP, 3 R+9/10 et 3 R+5/6 conçus par Koz Architectes, Atelier Georges et Cobe ;
- Îlot E3, un immeuble de bureaux et commerce de 14 878 m² SDP, conçu par Dream ;
- Îlot E4A, deux immeubles de logements de 4 192 m² SDP conçus par Koz Architectes ;
- Îlot E5, 4 immeubles de logements, commerces et une crèche de 8 025 m² SDP conçus par Barrault Pressacco.

Les immeubles comprennent un parking en sous-sol, des rez-de-chaussée avec des commerces, une crèche et des locaux pour des entreprises locales (artisanat). Les cœurs d'îlot sont aménagés avec des jardins bioclimatiques en pleine terre. Des terrasses végétalisées sont au premier étage et en toitures ; certaines toitures verront la mise en œuvre de panneaux photovoltaïques.

DÉFINITION DES CONTRAINTES / MODULARITÉ

Les principales contraintes du projet sont le planning, tant en phase de conception qu'en phase travaux, et les objectifs d'éco-conception fixés par l'aménageur.

Le projet a été lancé en 2019 avec un concours remporté en novembre 2019 par le groupement Nexity/Eiffage Immobilier/Cdc Habitat en partenariat avec EDF et Groupama. À partir de cette date les différentes phases de

projet se sont enchaînées rapidement pour pouvoir lancer les travaux dès la libération du site à partir de mi-2021, livrer tous les immeubles fin 2023 et accueillir les athlètes et parathlètes en juillet 2024 :

- Les différents permis de construire ont été déposés avant l'été 2020, et obtenus au 4^e trimestre 2020 ;
- En parallèle, les études de conception de tous les lots ont démarré en janvier 2020 avec l'APS pour ter-

1- Vue 3D de la maquette BIM Structures de l'ensemble du lot E.

1- 3D view of the BIM Structures model of the whole of work package E.

- miner dès décembre de la même année avec les Dossiers de Consultation des Entreprises ;
- Le premier semestre 2021 a vu la mise au point des marchés pour permettre le lancement des études d'exécution ;
- Les travaux ont démarré avant l'été 2021, pour une mise en place des premiers éléments en bois dès janvier 2022 ;
- Les travaux de gros-œuvre se dérouleront jusqu'à la fin du premier trimestre 2023 pour une livraison en décembre 2023.

Compte tenu de la forte contrainte de planning, dès la phase concours il s'est avéré comme une évidence qu'il était nécessaire de recourir le plus possible à la préfabrication et à la standardisation de la structure. En conséquence, des trames structurelles par typologie d'immeubles ont été choisies afin de faciliter la préfabrication tout en permettant

des adaptations et ainsi permettre aux architectes d'exprimer leur créativité. Deux trames ont ainsi été fixées :

- 5,6 m x 2,8 m pour les immeubles de logements ;
- 5,4 m x 5,4 m pour les immeubles de bureaux.

En ce qui concerne les objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, il a paru évident que leur respect rendait nécessaire le recours à la construction bois. À l'exception des immeubles R+10, tous les immeubles ont été conçus en structure mixte béton/bois.

D'autres paramètres ont permis de maîtriser l'empreinte carbone : en ce qui concerne le gros-œuvre, le recours généralisé aux bétons bas carbone et la recherche de l'éco-sobriété ("le bon béton au bon endroit") sont d'autres leviers utilisés qui ont permis le respect des objectifs de l'aménageur, la Solideo. Outre ces enjeux et les contraintes classiques d'un projet en construction bois tels que la sécurité incendie, l'acoustique et le coût de construction, l'équipe

2- Vue du chantier du lot E4.

3- Vue 3D de la trame des immeubles R+5.

2- View of the works for work package E4.

3- 3D view of the layout of the 5-storey buildings.



© KOZ ARCHITECTES-SCCV, 2022

projet a fait le choix de concevoir les immeubles pour permettre de maximiser la surface de bois visible.

IMMEUBLES DE LOGEMENTS R+5

La structure est la suivante (figure 2) :

- Infrastructures et rez-de-chaussée en béton bas carbone ;
- Noyaux en béton bas carbone pour sanctuariser les voies verticales ;
- Planchers en structure mixte bois-béton (figure 3) : prédalle de 6 cm avec chape de compression de 9 cm reposant sur des poutres bois en lamellé-collé (épicéa) de 30 cm de haut munies de connecteurs (principalement Technaria) ;
- Poteaux internes en lamellé-collé ;
- Façades porteuses en Mur Ossature Bois.

UTILISATION DU PLANCHER MIXTE BOIS-BÉTON

Le plancher mixte bois-béton permet de garantir de bonnes performances acoustiques par lui-même. Il est cependant nécessaire de prévoir soit des joints de fractionnement entre les différents logements, soit des plafonds acoustiques si la cloison séparative ne coïncide pas avec la poutraison.

Ces dispositions obligent à anticiper, lors de la conception, les différents aménagements, pour optimiser les zones avec plafond acoustique.

De même, les planchers mixte bois-béton ont permis de laisser une grande partie des poutres bois visibles tout en respectant les exigences de la sécurité incendie. Pour valider ces dispositions, Efectis a réalisé une étude d'ingénierie incendie pour confirmer les dimensions

et espacement de poutres permettant de s'affranchir des risques de ré-inflammation après la fin de l'incendie. Cette conception innovante a permis de développer les usages des connecteurs bois-béton dans des situations non prévues au début du projet, comme les terrasses-jardins avec 50 cm de terre.

CONTREVENTEMENT DE L'IMMEUBLE

Le choix d'un noyau en béton armé abritant les circulations verticales et le couloir de distribution entre les logements permet d'assurer à lui seul le contreventement de l'immeuble. De ce fait, la façade en mur ossature bois n'assure structurellement qu'un rôle porteur.

Compte tenu des charges importantes liées aux planchers bois-béton, ainsi qu'aux aménagements prévus en terrasse, il a été nécessaire de renforcer les montants bois de la façade avec des poteaux en Baubuche (Laminated Veneer Lumber (LVL) de hêtre). Ce matériau innovant et très résistant (70 MPa en flexion) dispose d'un agrément technique européen, ce qui a permis de l'utiliser en France sans devoir recourir à des ATEX.

Les poutres bois s'appuient sur le Mur Ossature Bois conçu par Eiffage Savare avec la collaboration de Setec tpi/Tess à l'aide d'une muralière (poutre de rive) périphérique continue, située sur la face intérieure du mur et permettant ainsi de découpler la position des ouvertures de façade de la trame intérieure. Pour les planchers les plus sollicités les muralières sont situées à l'intérieur du Mur Ossature Bois (figure 4) : cette disposition plus complexe en termes de fabrication est nécessaire pour éviter un fort excentrement des charges sur les montants.

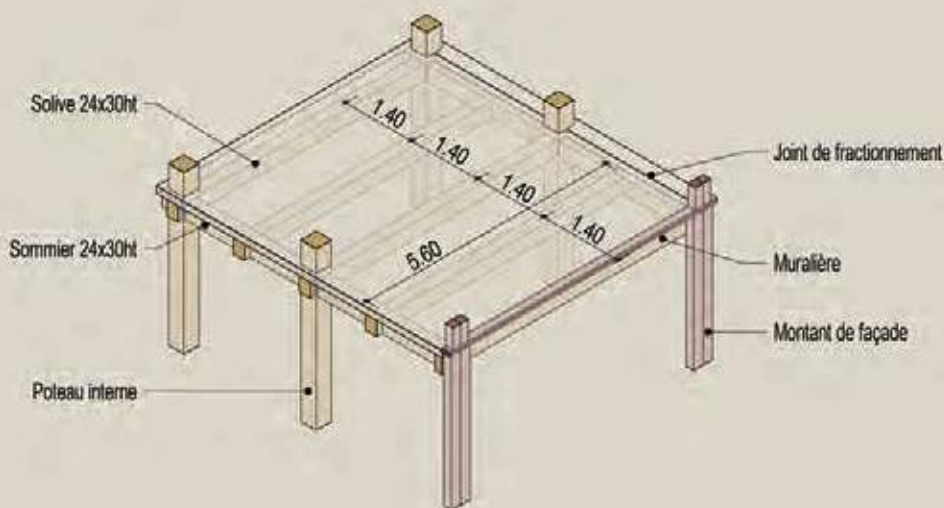
Les planchers béton complètent le système de contreventement de l'immeuble, assurant par effet diaphragme le transfert des charges de vent jusqu'au noyau.

La présence des joints de fractionnement a complexifié la conception de ces planchers : il a été nécessaire de connecter toutes les zones des planchers au noyau et de ceinturer les planchers par la muralière (figure 5).

BALCONS ET LOGGIAS

Un des points sensibles dans le projet a été la conception des balcons et des loggias, désolidarisés du plancher interne compte tenu la présence d'une façade MOB, dont la structure consiste en :

VUE 3D DE LA TRAME DES IMMEUBLES R+5



- Pour les loggias : une dalle en béton bas carbone reposant sur des cornières métalliques connectées directement à la façade MOB ;
- Pour les balcons (figure 6), des dalles béton :
 - Supportées par des suspentes inclinées attachées à la façade MOB ou,
 - Supportées via des potences métalliques placées à l'intérieur des panneaux MOB ou,
 - S'appuyant sur des cornières métalliques côté façade et sur des poteaux reposant sur des consoles béton au rez-de-chaussée.

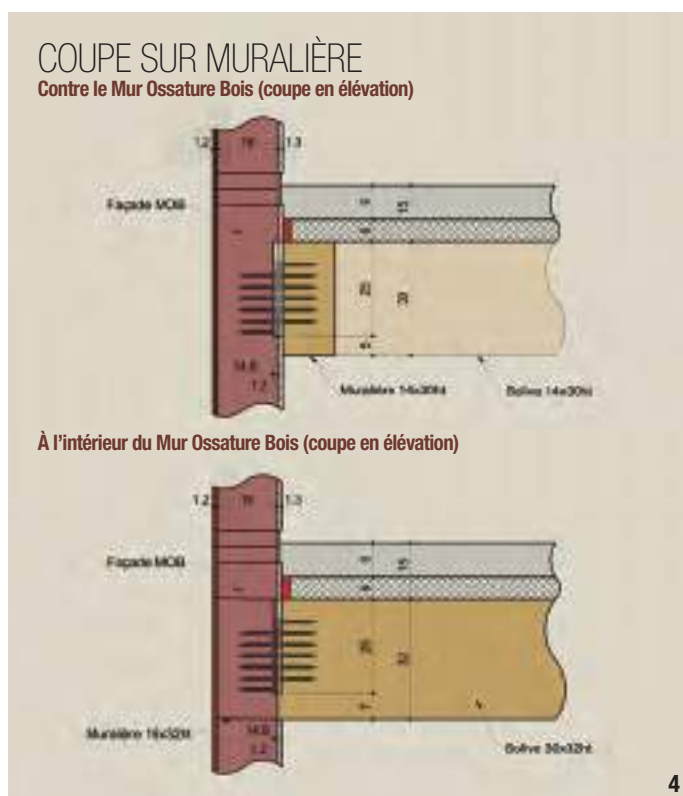
FAÇADE REZ-DE-CHAUSSÉE EN PIERRE

La majeure partie des façades des rez-de-chaussée des immeubles R+5 est en béton coulé sur place avec finition architecturale (béton teinté matricé, avec finition sablée ou acide). Pour l'immeuble E5_3 (figure 7), la façade est prévue en pierre porteuse (Pierre de Bonneuil) avec une résistance moyenne à la compression de 13,8 MPa.

La pierre est utilisée pour la plupart des trumeaux et linteaux. Pour les linteaux les plus sollicités, des éléments en béton armé sont prévus.

IMMEUBLE DE BUREAUX R+7

Les principes de conception des immeubles de logements ont été reconduits pour l'immeuble de bureaux



4- Coupe sur muralière : en haut contre le Mur Ossature Bois, en bas à l'intérieur du Mur Ossature Bois.
5- Vue en plan immeuble R+5 avec les joints de fractionnement (en bleu) et la muralière périphérique (en rouge).

4- Cross section of trimming joist: top, against the wooden frame wall; bottom, inside the wooden frame wall.

5- Plan view of 5-storey building with expansion joints (blue) and the peripheral trimming joist (red).

4

© SETEC TP-SCOV, 2022

(figure 8), en s'adaptant aux contraintes particulières :

- Compte tenu de la hauteur plus importante de l'immeuble et donc des charges plus fortes à supporter, la structure de façade est constituée de poteaux et de poutres en lamellé/collé, complétés par une Façade Ossature Bois (FOB) non porteuse ;
- Les dimensions en plan (environ

60 m x 70 m) ont obligé à prévoir des joints de dilatation découpant l'immeuble en trois blocs ;

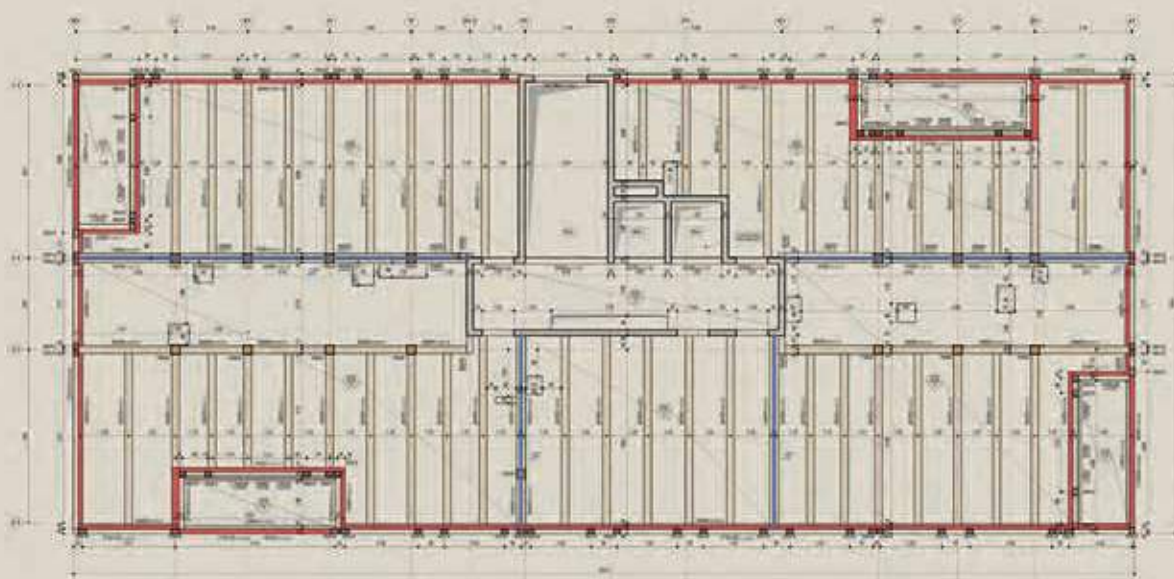
- La position des noyaux de contreventement a rendu nécessaire le rajout de voiles en CLT périphériques, au niveau des façades opaques, pour compléter le contreventement et éviter des efforts de torsion.

SYSTÈME DE PLANCHER

Comme pour les immeubles de logement, les planchers sont en structure mixte bois/béton ; les contraintes acoustiques étant moins contraignantes, leur épaisseur a pu être réduite à 12 cm, avec des solives disposées tous les 5,4 m x 1,35 m pour respecter les contraintes d'aménagement des bureaux (figure 10).

VUE EN PLAN IMMEUBLE R+5

avec les joints de fractionnement (en bleu) et la muralière périphérique (en rouge)



5

© SETEC TP-SCOV, 2022

Des sommiers (poutres principales en lamellé/collé de 63 cm de haut) supportant les solives - également en lamellé/collé - ont été mis en œuvre et intègrent des percements pour le passage des réseaux. Ces percements ont été conçus et justifiés suivant la méthodologie qui sera incluse dans la future révision de l'Euro-

code 5. Cette démarche a été validée par le Bureau de Contrôle.

INTERACTION FAÇADE FOB ET STRUCTURE

Un des points sensibles de la conception est l'interaction entre la façade FOB et les structures intérieures, en particulier les déplacements différentiels entre

le noyau béton situé ponctuellement en façade et des poteaux en lamellé collé dus aux différences de comportement entre noyau béton et poteaux en lamellé/collé (fluage, taux de contrainte, reprise d'humidité et séchage). Il a ainsi été nécessaire de désolidariser verticalement le noyau des structures des plateaux à proximité de la façade

(figure 9) pour assurer un déplacement uniforme des porteurs, notamment avec l'ajout des contre-poteaux en façade contre le noyau et la mise en œuvre de goujons munis de trous oblongs permettant de transmettre les efforts horizontaux tout en assurant le libre déplacement vertical du plancher par rapport au noyau. ▷

6- Vue 3D des systèmes de support des balcons :
à gauche système avec suspente, à droite système avec potence.

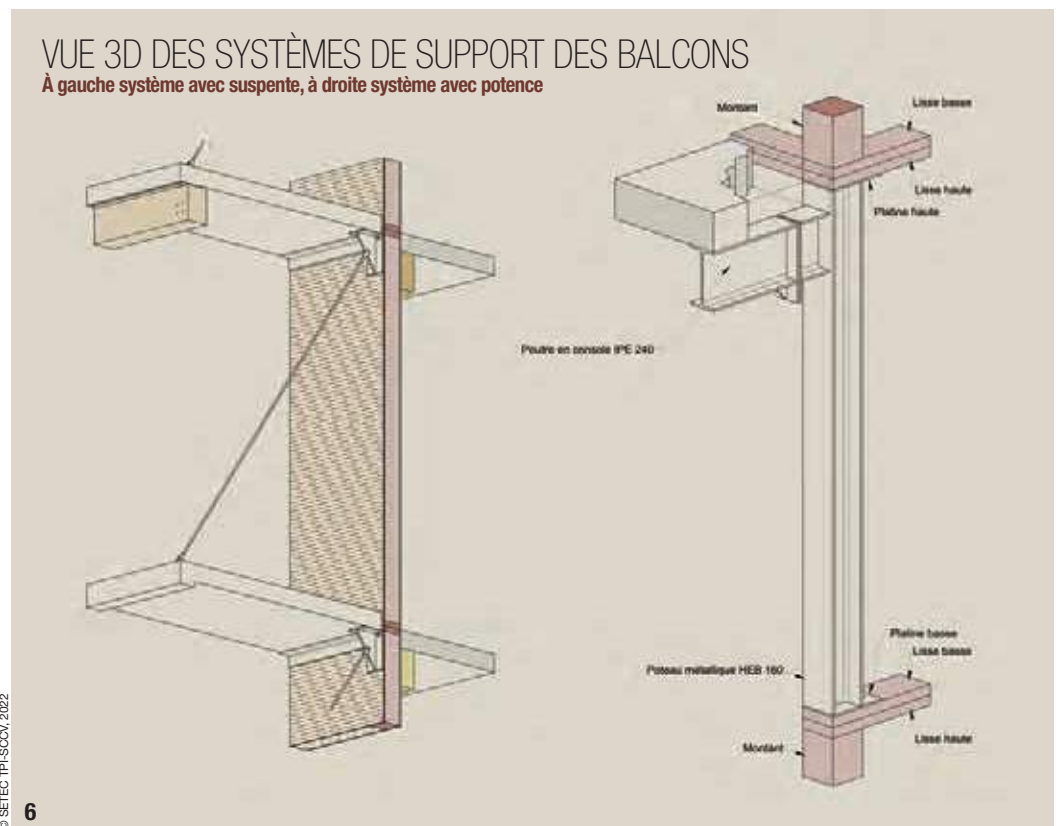
7- Vue de l'immeuble E5_3 avec le rez-de-chaussée en pierre porteuse en façade.

8- Vue de l'immeuble de bureaux E3.

6- 3D view of balcony support systems:
left-hand, system with hanger; right-hand, system with bracket.

7- View of building E5_3 with the ground floor in loadbearing stone on the facade.

8- View of office building E3.



© BARRAULT PRESSACO - SCCV-LOTOARCHILAB, 2020



© DREAM-SCCV-RSI STUDIO, 2020

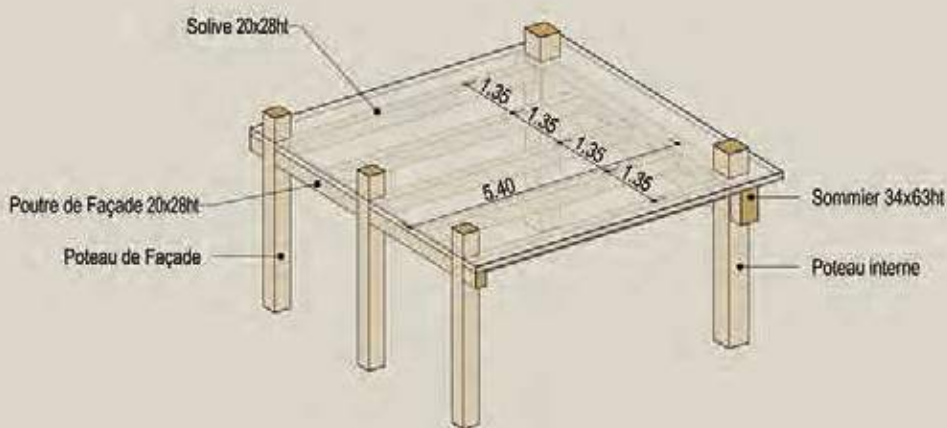
SCHÉMA DU SYSTÈME DE DÉSOLIDARISATION ENTRE PLATEAUX ET NOYAU



9

© SETEC TPI-SCOV, 2022

VUE 3D DE LA TRAME STRUCTURELLE DE L'IMMEUBLE DES BUREAUX



10

© SETEC TPI-SCOV, 2022

9- Schéma du système de désolidarisation entre plateaux et noyau.

10- Vue 3D de la trame structurale de l'immeuble des bureaux.

11- Modélisation aux éléments finis de l'immeuble E3 - Logiciel Acord Bat 3D.

9- Diagram of the system of separation between planks and core.

10- 3D view of the structural layout of the office building.

11- Finite element modelling of building E3 - Acord Bat 3D software.

TERRAIN DE BASKET PANORAMIQUE

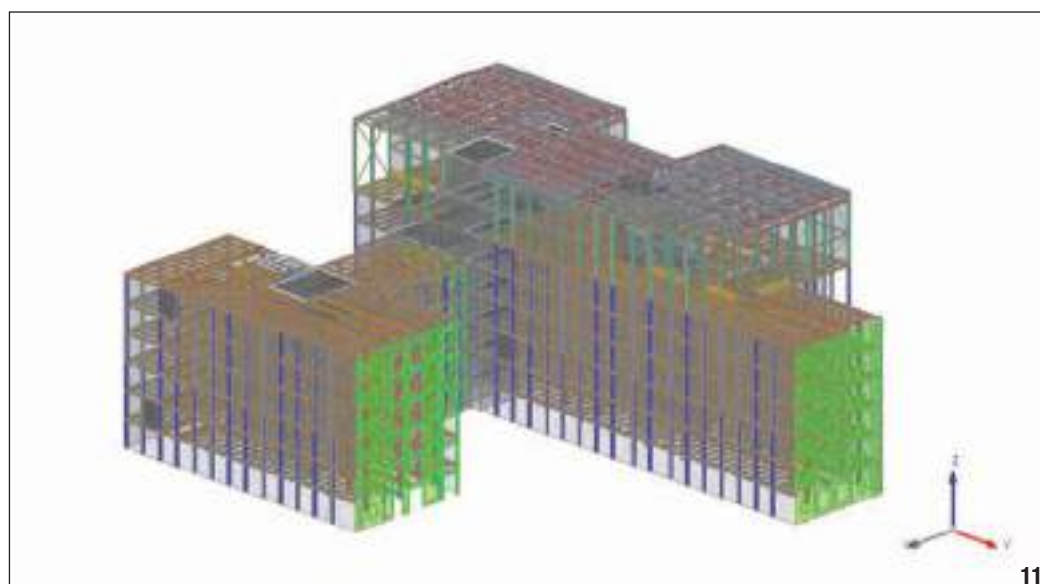
L'immeuble de bureaux intègre un terrain de basket au dernier étage. Afin d'assurer le confort des usagers des bureaux, une dalle sur plots anti-vibratiles est prévue pour éviter le transfert des vibrations entre gymnase et bureaux. La couverture du gymnase est constituée de portiques en bois composés de poteaux et de poutres treillis tri-dimensionnelles pour franchir des portées de 18 m. La stabilité horizontale des portiques est assurée d'une part par les poutres treillis et d'autre part par des câbles métalliques permettant de les rendre presque invisibles. Cette conception, réalisée avec le logiciel Acord Bat 3D (figure 11), permet de donner un caractère spectaculaire au gymnase.

IMMEUBLES R+10

Les 6 immeubles de logements R+10 (figure 12) ont une structure 100 % béton bas carbone, pour éviter la mise en œuvre de poteaux bois de trop grandes dimensions.

Les infrastructures supportent un rez-de-chaussée à façade porteuse conçue en béton teinté dans la masse. Pour assurer une grande qualité de finition, la façade a été complètement préfabriquée avec des poteaux et lin-

teaux assemblés entre eux sur place. Le contreventement de l'immeuble est assuré par le noyau et la façade porteuse (voile percé) ; les planchers en dalle pleine de 18 à 20 cm pour assurer les contraintes acoustiques



11

© SETEC TPI-SCOV, 2022

reposit principalement sur le noyau et la façade. Ponctuellement le système porteur est complété par des poutres et des poteaux intérieurs. Enfin, les balcons sont en continuité des planchers intérieurs, avec des bandes noyées en console pour permettre la réduction du pont thermique.

La conception de ces immeubles a été animée par la recherche d'une sobriété structurelle, en cherchant systématiquement quel ensemble épaisseur/classe de béton limitait au plus juste l'empreinte carbone ; ainsi par exemple :

→ Pour les éléments travaillant en flexion (planchers) ou soumis à des taux de compression faibles (noyau), des bétons de classe C25/30, peu dosés en ciments, ont été retenus ;

→ Pour les poteaux, les études ont conduit à augmenter la classe de béton à C40/50 plutôt que d'augmenter leurs dimensions : un poteau de dimensions réduites en béton C40 est plus vertueux qu'un poteau en C25 plus volumineux.

Cette recherche de sobriété, mise en place dès la conception, a été pour-



12 © LAMBERT LENACK-SOA-SCCV-DOUG AND WOLF, 2020

12- Vue de l'îlot E1 avec les immeubles R+10 en premier plan.

12- View of unit E1 with 10-storey buildings in the foreground.

PRINCIPALES QUANTITÉS

- 19 immeubles divisés en 6 îlots
- 12 logements R+5/6 ; 1 immeuble de bureaux R+7 et 6 logements R+9/10
- 56 600 m² SDP
- 44 360 m³ de béton bas carbone
- 1 270 t de bois lamellé collé
- 325 t de LVL (Laminated Veneer Lumber) de hêtre

ABSTRACT

ATHLETES AND PARATHLETES VILLAGE - WORK PACKAGE E - LES BELVEDERES. FRENCH-STYLE ECODESIGN

JORDI CORNUDELLA, SETEC TPI - FRANÇOIS LEBRUN, SETEC TPI

The Nexity, Eiffage Immobilier and CDC Habitat consortium in partnership with EDF and Groupama is the successful tenderer for work package E of the Athletes Village for the Paris Games located in Saint-Ouen, comprising 18 residential buildings (six 10-storey and twelve 5-storey buildings with a total of 527 housing units and 39,420 m² of floor space), a 13,491 m² office building and 4,611 m² of shops and businesses and a 452 m² day nursery. One parking level is planned under these buildings. The project is a showcase of French ecodesign expertise. Greenhouse gas emissions, during construction and processing, comply with the limits demanded by the developer and the certifications aimed at by the client. For the building fabric, low-carbon concrete and timber construction is the preferred choice, complying with the fire safety regulations and recommendations of France Bois 2024, while maximising the quantity of visible wood. □

VILLA DE LOS ATLETAS Y PARATLETAS - LOTE E - LOS BELVEDERES. ECO-DISEÑO A LA FRANCESA

JORDI CORNUDELLA, SETEC TPI - FRANÇOIS LEBRUN, SETEC TPI

El consorcio Nexity, Eiffage Immobilier, CDC Habitat, en asociación con EDF y Groupama, ha conseguido el proyecto para la construcción del lote E de la Villa de los Atletas, situada en Saint-Ouen (departamento 93), para los Juegos de París. Consta de 18 edificios de viviendas (seis de diez pisos y doce de cinco pisos, para un total de 527 viviendas y 39.420 m² de suelo), un edificio de oficinas de 13.491 m² y 4.611 m² de comercios-actividades y una guardería de 452 m². Se ha previsto un nivel de parking debajo de los edificios. El proyecto es un apartador de las competencias de Francia en eco-diseño. Las emisiones de gases de efecto invernadero durante la construcción y la explotación respetan los límites exigidos por el planificador y las certificaciones aprobadas por el promotor. Para la obra mayor, se ha apostado por una construcción con hormigón bajo en carbono y madera, con arreglo a la normativa de seguridad contra incendios y las recomendaciones France Bois 2024, maximizando a la vez la cantidad de madera visible. □

suivie pendant les études d'exécution avec l'optimisation de la classe de béton au niveau des poutres de transfert : pas de généralisation de la classe de béton, mais au contraire une recherche d'optimisation poutre par poutre.

CONCEPTION BIM

Toute la conception et les études d'exécution réalisées par les différents lots l'ont été en 100% BIM.

Demandée par l'aménageur, cette conception 100% BIM a facilité le travail de l'équipe de maîtrise d'œuvre facilitant la coordination entre les différents lots tout en simplifiant la visualisation du projet. □

PRINCIPAUX INTERVENANTS

AMÉNAGEUR : Solideo (Société de livraison des ouvrages olympiques)

MAÎTRISE D'OUVRAGE : Sccv Saint-Ouen Héritage - Nexity, Eiffage Immobilier et Cdc Habitat

PARTENAIRES PRIVILÉGIÉS : Groupe EDF et Groupama.

ARCHITECTES : Cobe et Koz Architectes (architectes coordonnateurs), Lambert Lenack, Soa, Atelier Georges, Dream, Barrault Pressacco

CONTRÔLEUR TECHNIQUE : Socotec

BET STRUCTURES : Setec tpi

EXPERTISE INCENDIE : Efectis

BET GEOTECHNIQUE ET POLLUTION : Geolia/Élément terre.

BET FAÇADES : Setec tpi / Tess (immeubles de logement) ; Joseph Ingénierie (immeuble de bureau)

BET LOT TECHNIQUES : Pouget (E1, E4) ; P.CE Tech (E2, E5) et Setec bâtiment (E3)

BET ACOUSTIQUE : Aida

BET VRD : CI Infra

AMO ENVIRONNEMENT : Arp Astrance

PAYSAGISTE : Atelier Georges

MOEX : Amoprim, B27-Codibat, Calq

ENTREPRISE DE CONSTRUCTION : Eiffage Construction ; Dsb et EDF Enr



© INGÉROP

BASSIN DU STADE NAUTIQUE DU ROUCAS BLANC À MARSEILLE

AUTEUR : SÉBASTIEN RESPAUD, CHEF DU SERVICE OUVRAGES MARITIMES, INGÉROP CONSEIL & INGÉNIERIE

SITUÉ AU CŒUR DE LA RADE EXCEPTIONNELLE DE MARSEILLE, LE BASSIN DU ROUCAS BLANC POSSÈDE TOUTES LES QUALITÉS REQUISES POUR ORGANISER LES ÉPREUVES DE VOILE DES JEUX OLYMPIQUES DE PARIS 2024. UN PROGRAMME AMBITIEUX D'AMÉNAGEMENT, AUSSI BIEN SUR LES TERRE-PLEINS PÉRIPHÉRIQUES QU'AU NIVEAU DU BASSIN, EST ENGAGÉ PAR LA VILLE DE MARSEILLE, POUR METTRE CE SITE EN LUMIÈRE ET EN TIRER UN HÉRITAGE À LA HAUTEUR DU POTENTIEL QU'IL PRÉSENTE.

CONTEXTE DU SITE

Créé en 1970, la base nautique du Roucas présente un plan d'eau protégé d'environ 5 ha (figures 1 et 2), permettant une exploitation sur 365 j/an dans des conditions sécuritaires.

Ce site accueille ainsi plus de 2500 stagiaires (enfants et adultes) par an. Il reçoit également de nombreuses compétitions, que ce soit de planches à voile, kayak, paddle, dériveurs, ou encore catamarans et accueille alors les embarcations semi-rigides des accompagnants.

Par ailleurs, ce site abrite les embarcations des services institutionnels comme l'unité de surveillance du littoral, ainsi que l'un des trois Pôles France Voile qui entraîne environ 75 athlètes

de haut niveau pour le travail desquels il faut assurer "la tranquillité et l'évolutivité".

Toutes ces fonctionnalités doivent conserver leur exploitation en phase travaux et retrouver une place dans le stade nautique rénové.

Dans le cadre de la création de la première tranche du Parc balnéaire du Prado, cet ensemble s'est construit par une succession d'implantations sans cohérence particulière depuis 2000 (figure 3) et montrant aujourd'hui plusieurs dysfonctionnements voire une certaine vétusté.

Les principaux dysfonctionnements relevés sont les suivants :

→ Site soumis au *coup de Labé* (forte houle de sud-est) ;

1- Vue du bassin depuis le ponton central existant.

1- View of the basin from the existing central pontoon.

- Envasement du site, d'où faiblesse du tirant d'eau et donc perte de capacité d'usage, d'une part, et accumulation de laisses de posidonies en décomposition participant encore à la réduction du plan d'eau et entraînant parfois des odeurs nauséabondes, d'autre part ;
 - Saturation de la capacité d'accueil des stagiaires sur terre ;
 - Croisement des flux et cohabitation dangereuses entre les différents occupants et activités : club de la Pelle, résidents du NHow Hotel (figure 4), athlètes du Pôle France Voile, écoliers et stagiaires du Centre Municipal de Voile ;
 - Déconnexion totale du stade avec l'économie et la vie locale de la promenade G. Pompidou / Corniche J.F. Kennedy ;
 - Implantation de bâtis dégradés et inadéquation des locaux aux usages d'aujourd'hui.
- Ces dysfonctionnements doivent donc trouver une réponse dans le cadre de la réhabilitation du site, tout en répondant au programme affiché d'accueil des épreuves de voile pour les Jeux



© INGÉROP
2

Olympiques 2024. Il doit également tenir compte du fait que différentes compétitions pourront être accueillies sur le site, et s'adapter au programme du quotidien des pratiques de la voile et des jeux d'eau, tant loisirs, éducatifs ou entraînements.

Les travaux maritimes du Stade nautique du Roucas Blanc s'inscrivent dans un programme plus vaste d'aménagement de cette aire nautique (figure 5) avec en parallèle :

- Un marché de conception-réalisation des aménagements terrestres associés ;
- L'aménagement d'un giratoire et des accès à la base depuis la promenade Georges Pompidou ;
- La création d'un ouvrage de rétention des macro-déchets et d'assainissement pluvial ;

2- Vue générale du bassin depuis le glacis Est.

3- Vue générale du bassin depuis les buttes du Prado.

2- General view of the basin from the East ramp.

3- General view of the basin from the mounds of the Prado.

- Les institutions présentes sur le site : NHow Hotel, Club de la Pelle, bureaux de la direction de la mer, un aménagement pour l'accueil du village Olympique, etc.

Ainsi, l'aménagement de cette partie maritime se doit d'être compatible et complémentaire des aménagements terrestres et limitrophes.

Les travaux envisagés doivent permettre de répondre à quatre objectifs majeurs :

- Organiser des épreuves de voile des Jeux Olympiques 2024 avec un *test event* en juillet 2023 avec accueil à flot des différentes unités (notamment celles des accompagnants) ;
- Conforter et même optimiser ce bassin comme activité nautique toute l'année, permettant par la même occasion, le développement économique du secteur ;
- Arrêter l'envasement du site et protéger les digues et plans d'eau des *coups de Labé* notamment, tout en

garantissant et en favorisant la préservation de l'environnement existant et la restauration écologique des petits fonds côtiers ;

- Améliorer la lisibilité du site et son accessibilité pour augmenter sa fréquentation tous publics.

La participation de la Ville de Marseille à l'organisation des Jeux Olympiques va créer une dynamique économique sur l'ensemble du territoire communal et métropolitain. Les retombées économiques iront au-delà des structures sportives et intéresseront, entre autres, le monde touristique.

La modernisation des équipements du stade nautique et l'optimisation de ses espaces se traduira par une augmentation de l'offre municipale de services nautiques et des associations en lien avec le nautisme. ▷



© INGÉROP
3



4

© INGÉROP

En outre, la Ville de Marseille souhaite rendre possible un usage plus aisé et plus visible de la base nautique tout au long de l'année et par tous les publics. L'augmentation des capacités d'accueil des groupes ou des individuels, l'amélioration des conditions d'accueil, la facilitation des accès, la meilleure lisibilité du site devraient permettre de développer une politique sportive ambitieuse, à la hauteur de la qualité des sites de navigation marseillais. Autour du site pivot du stade nautique du Roucas Blanc, c'est à terme l'ensemble des sites nautiques qui bénéficiera de cette dynamique, de l'Estaque à la Pointe Rouge.

Par ailleurs, la requalification du bassin du Roucas Blanc comme la reconstruction de la base nautique doivent respecter la stratégie d'excellence environnementale du projet olympique et s'inscrire dans les objectifs et actions du contrat de baie de l'agglomération marseillaise.

Elle s'articule autour de 3 axes :

- Un budget carbone maîtrisé pour anticiper la trajectoire vers la neutralité carbone 2050 ;
- Une qualité de vie garantie avec le climat 2050 ;
- Des écosystèmes valorisés et renforcés pour 2050.

**4- Nhow Hotel.
5- Photomontage
du projet.**

**4- Nhow Hotel.
5- Photomontage
of the project.**

LES TRAVAUX MARITIMES

Sous la maîtrise d'œuvre complète portée par le groupement Ingérop/331 Corniche Architectes, les travaux maritimes pour répondre à ces objectifs prévoient en particulier :

- La création d'une digue intérieure mixte (enrochements/blocs préfabriqués) pour contribuer à l'apaisement du plan d'eau et aux impacts des *coups de Labé* (figure 6) ;
- La création d'ouvrages d'avivement sur la digue extérieure et la contredigue ;
- 24 000 m³ de dragage au sein du bassin en exploitation (dont 15 000 m³ en recherche de valorisation) ;
- La création d'extensions de quais sur pieux ;
- La création d'une aire de carénage à l'arrière du quai technique (avec



5

© 331 CORNICHE ARCHITECTES



grue de levage et station d'avitaillement) ;

→ La mise en place d'un plan de mouillage distinguant les besoins pour les JO 2024 et prévoyant l'héritage du site avec accessibilité aux personnes à mobilité réduite : passerelle périphérique, pontons flottants avec mise en place de corps morts et pieux de guidage.

LA DIGUE MIXTE

La digue mixte, d'une longueur ramenée à 67,00 m (suite à un test de navigation en grandeur réelle) est composée :

6- Digue intérieure.

7- Préparation du bassin de ressuyage.

8- Dragage, filet MES et bassin de ressuyage.

9- Extraction mécanique en action.

6- Internal breakwater.

7- Preparation of the drying basin.

8- Dredging, suspended solids net and drying basin.

9- Mechanical excavation in action.

→ D'un quai bloc au nord permettant l'amarrage de navires et permettant de dégager de l'espace pour un chenal de distribution ;

→ D'un corps du talus réalisé par des matériaux d'apport 1-500 kg ;

→ D'une carapace en enrochements 100-300 kg d'épaisseur 0,85 m ;

→ D'une sur-carapace en partie supérieure avec des matériaux plus lourds sur 1,85 m d'épaisseur (1-3T).

L'assise de la digue est constituée d'une couche d'enrochements 1-50 kg de 1,00 m d'épaisseur jusqu'à la cote de fond de dragage dans la passe d'entrée à -2,70 NGF

LE DRAGAGE

Les objectifs de tirants d'eau affichés dans les différentes zones du bassin nécessitent 24 000 m³ de dragage au sein du bassin en exploitation (dont 15 000 m³ de sables propres en recherche de valorisation). Les travaux de dragage sont les premiers à être menés (figures 7, 8 et 9). Une étude de la qualité des sédiments à draguer a été réalisée par la maîtrise d'œuvre permettant de définir :

→ Les différentes zones de dragage ;
 → Les hauteurs de sédiment à draguer pour atteindre les côtes d'objectifs ;
 → Une évaluation des volumes bruts à draguer ;





10

© INGÉROP

chimique. La présence de contaminants dépassant les valeurs seuils N1/N2 définies dans l'arrêté du 9 août 2006 modifié oblige généralement à envisager une gestion à terre des sédiments pour les déshydrater et/ou les traiter avant de les évacuer vers un site de valorisation ou de stockage des déchets.

En règle générale, pour du rechargement de plage, il convient de considérer que la médiane D50 des sables d'apport doit être supérieure au D50 des sables de la plage. Cette approche succincte peut être complétée en prenant en compte les conditions météorologiques auxquelles est soumise la plage candidate, notamment les houles du large et leur propagation vers la plage.

10- Déshydratation des terres sur les glacis.

11- Retrait de l'appontement central.

12- Retrait des caissons de l'appontement central.

10- Dehydration of earth on the ramps.

11- Removal of the central-wharf.

12- Removal of the central-wharf box girders.

→ La qualité physico-chimique des sédiments prélevés : résultats d'analyses physiques et granulométriques, résultats d'analyses chimiques des micropolluants pour quantification par rapport aux seuils N1 et N2 (arrêté du 09/08/2006 modifié), résultats des analyses physico-chimiques visant à caractériser les déchets de sédiments et effectuées sur le sédiment brut et sur l'éluât

obtenu après test de lixiviation 10 l/kg en 24 h ;

→ La non-dangerosité des vases polluées pour définition du critère de dangerosité H14 (écotoxicité).

Dès leur sortie de l'eau, en fonction de leur qualité, les sédiments peuvent être, en fonction de l'organisation de l'entreprise :

→ Évacués en décharge suivant une filière agréée ;

→ Valorisés directement à proximité du site de dragage en rechargement de plage ;

→ Immergés au large ;

→ Gérés à terre en sites de transit pour déshydratation (figure 10) et prétraitement éventuel.

La détermination du devenir immédiat des déblais de dragage repose en grande partie sur leurs caractéristiques granulométriques et leur qualité



11

© INGÉROP



12

© INGÉROP

La bonne qualité chimique des sables propres permet leur utilisation en rechargement de plage si des besoins locaux étaient identifiés. Malheureusement, ces sables paraissent trop fins (D50 de 134 à 142 µm) pour un rechargement des plages locales, notamment celle du Prado.

Pour ce qui concerne l'identification des filières "génie civil en zone littorale" et "BTP", les sables marins sont trop riches en chlorures et trop fins pour être utilisés en BTP (bétons d'ouvrages structurels et liants hydraulique), leurs propriétés mécaniques les rendent peu compatibles avec un usage en sous-couche de voirie.

La solution d'immersion en mer reste possible en fonction des sites disponibles, notamment dans le golfe de Fos. De nouveaux sites d'immersion plus proches du site peuvent être envisagés sous réserve d'une étude préalable pour déterminer les sites candidats et les conditions d'immersion permettant de minimiser les impacts sur le milieu (35 m de fond, modèle hydro sédimentaire permettant de prévoir la dispersion en fonction des conditions météo-océaniques, faisabilité technique avec les engins dont on dispose, immersion par clapage ou élinde, étude de l'endofaune benthique).

En cas de non-aboutissement de l'une de ces filières de valorisation, les déblais issus des dragages sont évacués en décharge agréée.

LES AIRES TECHNIQUES ET EXTENSIONS DE QUAIS

L'amélioration de la lisibilité technique du site se traduit par un regroupement des équipements sur une extension de quai à créer, qui accueillera également une station d'avitaillement.

Pour les extensions de quais, il s'agit d'une structure entièrement sur pieux. Elle ne nécessite pas la réalisation

d'écran de soutènement préalable pour sa construction et permet donc une libre circulation de l'eau sous les dalles. Pour la superstructure, il est toujours recherché le maximum de pré-fabrication avec clavages hors d'eau.

Le projet prévoit une aire de carénage, immédiatement à l'arrière du quai technique, pour le rinçage des bateaux de la ville de Marseille. Les bateaux sont rincés avec de l'eau à haute pression à tour de rôle pour éviter la production de fouling sur les coques de bateaux et permettre une gestion optimisée du parc navigant sans utiliser de produit nocif pour l'environnement (type biocide ou antifouling).

L'aire de carénage couvre une superficie totale de 180 m² (permettant les

activités de rinçage et de léger carénage de 2 semi rigides compris entre 6 et 8 m de longueur maximum).

L'aire technique doit être équipée d'un dispositif de traitement des effluents et être capable de "tamponner" les eaux de ruissellement, engendrées par l'imperméabilisation de cette plateforme de carénage.

Les eaux de carénage ainsi récupérées et traitées sont ensuite dirigées par l'intermédiaire d'une pompe de relevage vers le réseau d'assainissement, pour éviter tout rejet en mer.

LE PLAN DE MOUILLAGE

La réorganisation du plan de mouillage doit concilier les besoins pour les JO 2024 et l'héritage dont bénéficiera

le site, notamment une passerelle périphérique et des pontons flottants opérationnels.

L'apportement central en dur coupant le bassin en deux doit être préalablement retiré (figures 11 et 12).

Un dispositif de circulation piétonne (dite passerelle périphérique) doit être mis en place le long de la rive Nord du bassin jusqu'à la digue mixte. Ce cheminement se prolonge sur la digue mixte jusqu'au musoir.

Il permet l'amarrage de pannes flottantes perpendiculaires (en fonction de l'aménagement prévu en phase événementielle) et a une largeur minimale de 2,5 m. Il est équipé d'un réseau d'eau (pour l'entretien des navires) et d'électricité (pour la connexion de bornes) sur son linéaire.

Il reste détaché de la rive actuelle d'environ 2,00 m et s'y connecte par un système de passerelles. Le linéaire est d'environ 230 m et est accessible aux piétons et PMR.

Les travaux maritimes ont été scindés en trois lots et été attribués en février 2022 :

→ Lot 1 : dragages (VCMF - Alzéo Environnement) ;

→ Lot 2 : ouvrages maritimes (SPAC - Trasomar - Negri - Poralu) ;

→ Lot 3 : Restauration de la biodiversité et suivi (Ecocéan).

Ces travaux qui ont débuté par la purge du bassin et les opérations de dragage doivent se poursuivre jusqu'en mai 2023 pour permettre le déroulement d'un *test event* estival en juillet 2023.

Il s'agira de la dernière grande répétition générale pour procéder aux ultimes ajustements techniques et organisationnels avant les Jeux Olympiques. Les acteurs du projet ont pris la pleine mesure des enjeux de l'opération pour le bassin, mais surtout pour la notoriété de la Ville de Marseille. □

PRINCIPALES QUANTITÉS

VOLUME DE DRAGAGE TOTAL : 24 000 m³

VOLUME DE SABLES NON CONTAMINÉS : 15 000 m³

VOLUME DE BÉTON : 1 200 m³

LINÉAIRE DE PIEUX : 700 m

CORPS MORTS : 402 u

CHAÎNES MÈRE / FILLES : 3 145 m

QUANTITÉ D'ENROCHEMENTS + BALLAST DIGUE : 4 410 m³

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Ville de Marseille - Direction de la Mer

MAÎTRE D'ŒUVRE :

- Mandataire : Ingérop Conseil & Ingénierie
- Co-traitant : 331 Corniche Architectes
- Sous-traitants : Océanide, O.C.E., Fondasol, Deaworks, Biotope

OPC INTER-CHANTIERS : Planitec BTP

ENTREPRISES DE TRAVAUX :

- Lot 1 - Dragages : Vcmf - Alzeo Environnement
- Lot 2 - Ouvrages maritimes : Spac, Trasomar, Negri, Poralu
- Lot 3 - Restauration de la biodiversité et suivi : Ecocéan

ABSTRACT

BASIN OF THE ROUCAS BLANC NAUTICAL STADIUM IN MARSEILLE

SÉBASTIEN RESPAUD, INGÉROP CONSEIL & INGÉNIERIE

The renovation project for the Roucas Blanc basin, located in the heart of the Marseille roadstead, brings together numerous maritime work techniques to be implemented before the test event in the summer of 2023. These works are also an opportunity to leave a worthwhile post-Olympic legacy for users of the basin in the coming decades by providing them with not only a calm stretch of water, less silting, a reorganised space that is more inclusive and easily discernible, but also structures of improved sustainability and harmonious, revamped peripheral architecture. This major project also involves the restoration of a biodiversity that has been lost due to scattered construction work carried out since the 1970s. □

ESTANQUE DEL ESTADIO NAÚTICO DEL ROUCAS BLANC EN MARSELLA

SÉBASTIEN RESPAUD, INGÉROP CONSEIL & INGÉNIERIE

El proyecto de reacondicionamiento del estanque del Roucas Blanc, situado en el corazón de la rada de Marsella, agrupa por sí solo numerosas técnicas de obra marítima, que deberán aplicarse antes del test event, en el verano de 2023. Asimismo, tras los JJOO, dichas obras dejarán una herencia interesante durante las próximas décadas para los usuarios del estanque, a los que ofrecerá una superficie de agua tranquila, un encenagamiento reducido, un espacio reorganizado más inclusivo y comprensible, construcciones más resistentes y una arquitectura periférica armoniosa y renovada. Asimismo, esta importante operación contribuye a la restauración de una biodiversidad perdida como resultado de construcciones dispersas realizadas desde los años 1970. □



1
© ALEXANDRE SORIA

MISE EN SOUTERRAIN DE LIGNES À TRÈS HAUTE TENSION À SAINT-DENIS - CREUSEMENT D'UNE GALERIE TECHNIQUE SOUS 4 BARS DE PRESSION

AUTEURS : GÉRAUD LACAILLE, CHEF DE PROJET, ARCADIS - LAURENT BUISSART, DIRECTEUR DE PROJET, SPIE BATIGNOLLES GÉNIE CIVIL - LOUIS CANOLLE, DIRECTEUR DE TRAVAUX, SETEC TPI

LA CONSTRUCTION D'UNE GALERIE SOUTERRAINE À GRANDE PROFONDEUR À L'AIDE D'UN TUNNELIER POUR UN PROJET DE MISE EN SOUTERRAIN DE LIGNES ÉLECTRIQUES EST UNE PREMIÈRE EN FRANCE. D'UNE LONGUEUR DE 2,4 km, ELLE A ÉTÉ RÉALISÉE ENTRE MAI 2021 ET MAI 2022 À SAINT-DENIS (93) POUR LE COMPTE DE RTE. À TERME, CE PROJET PERMETTRA DE RETIRER 15 km DE LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES ET 27 PYLÔNES, LIBÉRANT DU FONCIER POUR PLUSIEURS PROJETS D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE DONT LA CONSTRUCTION DU VILLAGE DES ATHLÈTES POUR LES JO 2024.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET

Les travaux principaux consistent en la création d'une galerie technique de 2408 m excavée principalement le long de la Seine sur la commune de Saint-Denis et de 2 puits d'accès de profondeur respectives de 47 m (figure 1) et 20 m.

Le creusement de cette galerie s'est déroulé entre mai 2021 et mai 2022. Cet article a pour objectif de présenter les aspects techniques propres à ce creusement, en particulier le lancement du tunnelier sous 4 bars de pression, les interventions hyperbares et la sortie du tunnelier en puits immergé.

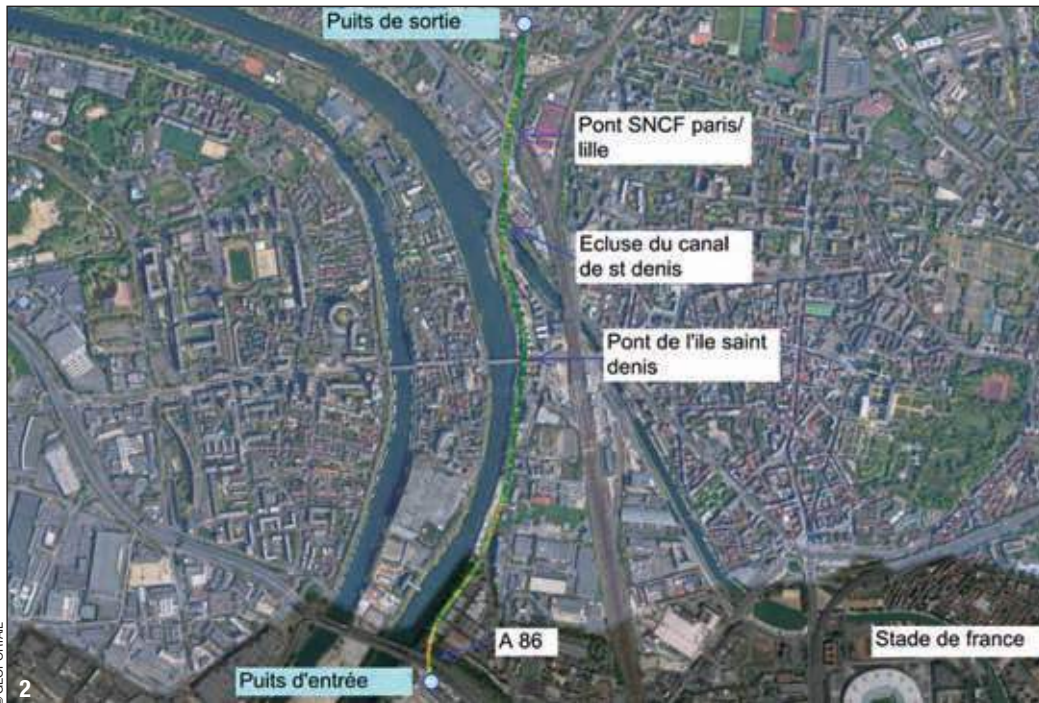
1- Vue d'ensemble depuis la grue à tour.

1- Overall view from the tower crane.

Un article publié dans le n°965 (décembre 2020) décrivait le contexte général du projet et les travaux spéciaux (parois moulées des puits et injections).

PRINCIPALES CONTRAINTES DU PROJET

Afin de réaliser la mise en souterrain, plusieurs solutions ont été envisagées :



- Travaux en tranchée : cette solution a été écartée en raison des impacts inacceptables qui auraient été générés sur des axes urbains structurants ;
- Travaux de tirage de liaisons en affouillement dans la Seine : cette solution a été abandonnée en raison de son coût.

Afin de minimiser les risques liés aux avoisinants, une solution de tracé en profondeur a été retenue. Ce tracé intègre les contraintes principales suivantes :

- 2- Tracé de la galerie entre les puits Seine et le puits Briche.**
- 3- Servitudes en surface, stockage des voussoirs.**

- 2- Alignment of the duct between the Seine shaft and the Briche shaft.**
- 3- Surface support systems, segment storage.**

- En plan : la nécessité de s'inscrire au droit de parcelles publiques afin de ne pas pénaliser le planning par des procédures d'acquisitions foncières ;
- En profil en long : la nécessité de se positionner à une distance minimale de 8 m par rapport au collecteur Siaap Clichy-la Briche puis par rapport au collecteur DEA Garges - Épinay. La nécessité de positionner les principaux équipements d'exploitation au niveau du puits Seine, correspondant au point bas unique de la galerie.



Le tracé de la galerie technique engage un virage depuis le puits Seine en direction des quais de Seine. Le tracé suit les quais de Seine sur environ 1 200 m puis vire au nord pour suivre la RD24 pendant 500 m. La galerie amorce une remontée (la pente passant de 0,5% à 4% puis 6%) pour aboutir au puits de sortie sur une parcelle jouxtant le fort de la Briche.

Pour des raisons essentiellement de planning, RTE a opté pour une forme de contrat en conception - réalisation. Le groupement attributaire du marché est constitué de Spie Batignolles génie civil (mandataire), de Spie Batignolles fondations, Spac et de Setec tpi (maître d'œuvre intégré). Le périmètre du marché couvre :

- Le génie civil des puits Seine et la Briche ;
- Le génie civil de la galerie ;
- Les équipements et systèmes de l'ensemble ;
- La pose des câbles HTB ;
- La 1^{re} année de maintenance de l'infrastructure.

Après une 1^{re} phase de préparation du programme et de finalisation du dossier de consultation en 2018 et début 2019, le marché a été attribué en novembre 2019.

Les études de projet PRO ont été réalisées pendant les 6 premiers mois.

Les premiers travaux de préparation de la plateforme au puits Seine ont débuté en janvier 2020.

Étant donné la mise à disposition tardive du site de La Briche, le groupement a retenu une entrée en terre depuis le puits Seine, ce qui impose des conditions de démarrage avec une hauteur d'eau de 40 m. L'autre élément différenciant est le mode de confinement du tunnelier à la boue qui permet un marirage hydraulique des déblais. Le choix d'un confinement à pression de terre imposait la réalisation d'une galerie de recul à réaliser en méthode conventionnelle pour régler les questions de logistique tunnelier.

CONTEXTE GÉOTECHNIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET POINTS SINGULIERS RENCONTRÉS

La galerie technique traverse les horizons géologiques suivants : Marnes et Caillasses (MC), Sables de Beauchamp (SB) et Marno-calcaire de Saint Ouen (MCSO). Elle est creusée sous nappe, avec les nappes du Lutétien pour la première partie du tracé et du Bartonien pour la seconde partie.

Parmi les points singuliers du tracé (figure 2), on compte :

- 2 passages sous le collecteur Siaap CLB ;
- 1 passage à proximité du pont de l'île Saint-Denis ;
- 1 passage sous un viaduc SNCF (ligne Paris-Lille) ;
- 1 passage sous un collecteur de la DEA (distance de 5 m de nu à nu entre les 2 ouvrages).

CONCEPTION DU TUNNELIER ET LOGISTIQUE

Le contexte hydrogéologique (4,2 bars) a amené le groupement à choisir un tunnelier à pression de boue. Le choix s'est porté vers un tunnelier Herrenknecht (HK) de type AVND 2500, de 3,85 m de diamètre extérieur. La taille du puits d'entrée (ellipse de 16,5 m de diamètre dans le sens de sa longueur) a impliqué la conception d'un bouclier de taille réduite (12 m de longueur), avec un back up constitué de 14 remorques. La station de traitement des boues, en surface, également de fourniture HK est de type HKS500 (500 m³/h) + HKS300 + 2 centrifugeuses afin de traiter les différentes granulométries rencontrées le long du parcours (figure 3).

La logistique en tunnel consiste principalement à convoier les voussoirs et tirer les servitudes (figure 4).

Les conduites en tunnel, situées côté droit sont les suivantes : 1 amenée de slurry DN200, 1 retour slurry, 1 aller refroidissement TBM DN150, 1 retour refroidissement, 1 air comprimé DN100, 1 composant A bicomposant DN50, 1 composant B bicomposant DN25. Les câbles électriques sont les suivants : 1 câble 11 kV et 1 torsade d'éclairage 400 v.

Enfin, la gaine de ventilation est de diamètre 800 mm.

CONCEPTION DES VOUSOIRS

Les anneaux sont de type universel, constitués de 6 voussoirs par anneau. La largeur des voussoirs est de 1,2 m, diamètre intérieur 3,1 m, épaisseur 0,25 m.

Une attention particulière a été prise pour la formulation des bétons (vis-à-vis de l'alcali-réaction et le mode de bétonnage en poste fixe-maturation) et le choix du joint ancré (tenue à 5 bars minimum + intégration d'un joint hydro gonflant).

MODE DE CONFINEMENT

La chambre d'abattage étant complètement noyée, la maîtrise de la pression de confinement du front est assurée par une bulle d'air et une cheminée d'équilibre entre l'avant et l'arrière de



4 © SBGC

la paroi étanche. 2 vannes Samson permettent une sécurisation du confinement par une bonne régulation de la pression de front. Le tunnelier peut également fonctionner sans bulle d'air mais ce mode de pilotage n'a pas été mis en œuvre. Le confinement du front a nécessité l'utilisation d'une boue bentonitique, en particulier dans les Sables de Beauchamp et au niveau des transitions de couches (MC-SB et SB-MCSO), en raison de perméabilités

4- Vue en tunnel avec les servitudes.

5- Vue 3D du bouclier avant.

4- View in the tunnel with support systems.

5- 3D view of the front shield.

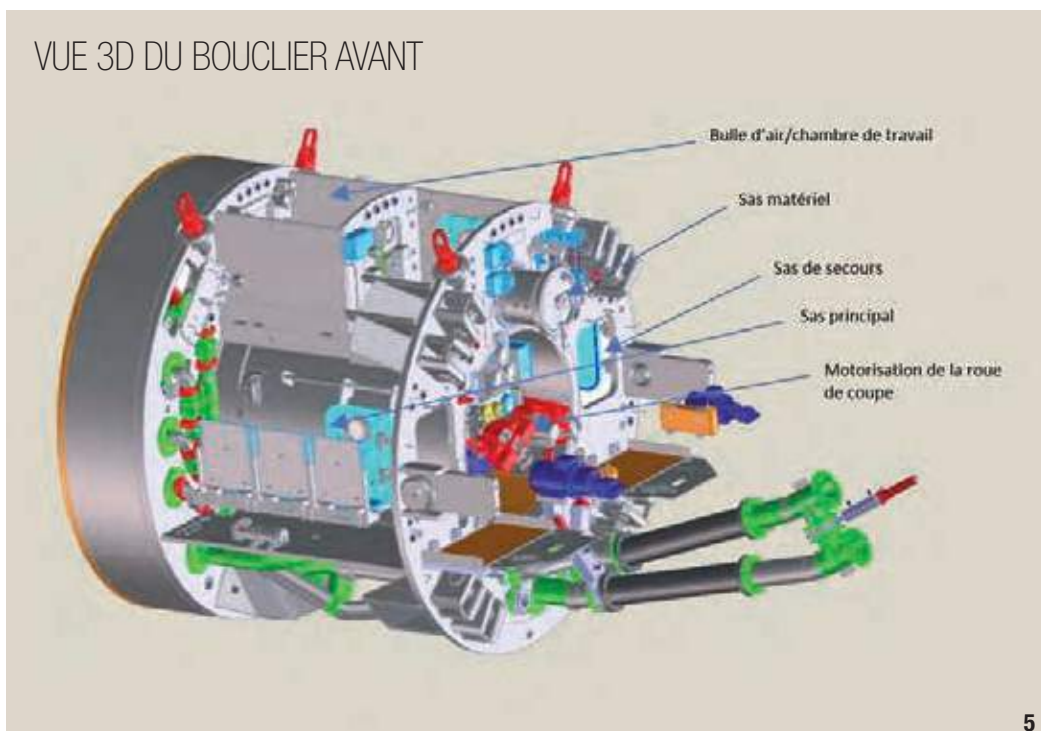
plus importantes nécessitant un bon confinement du front et une fermeture des microfissures dans le terrain.

BOUCLERS

Le tunnelier est constitué :

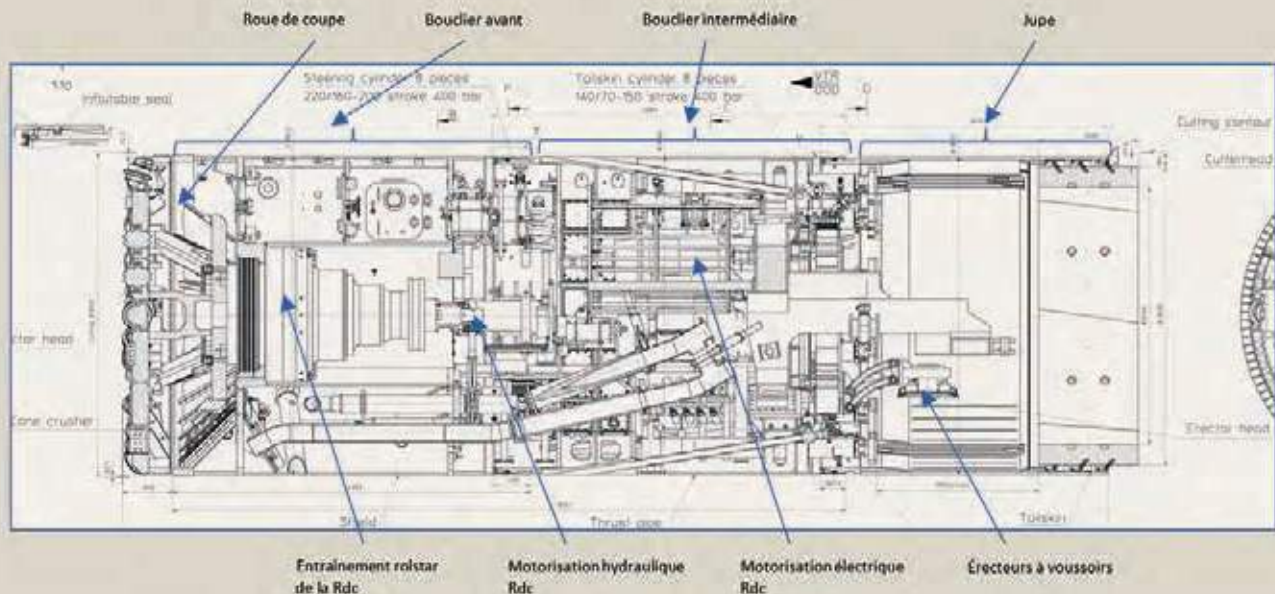
- Du bouclier frontal (figure 5) équipé des sas de compression, de la distribution des flushings - buses d'injection du circuit de marinage - "aller", de la motorisation de l'entraînement de la roue de coupe, vannes etc. ;

VUE 3D DU BOUCLIER AVANT



5 © HERRENKNECHT

PLAN DU TUNNELIER



© HERRENKNECHT

6

6- Plan du tunnelier.
7- Roue de coupe.

6- Drawing of the TBM.
7- Cutting wheel.

→ Du bouclier intermédiaire équipé des motorisations électriques, des vérins de poussée et de l'érecteur à voussoir principalement ;
→ Et enfin de la jupe, dans laquelle sont posés les anneaux (figure 6). Une articulation active permet un guidage du tunnelier à l'avant (entre les boucliers frontal et intermédiaire) et l'articulation passive permet à la jupe de suivre l'excavation réalisée.

TSP DE LONGUEUR RÉDUITE

Le chantier dispose de 2 trains sur pneus (TSP). Usuellement, dans ces gammes de diamètre, l'utilisation de trains sur rail est privilégiée. Du fait de la pente élevée en fin de parcours (6%), l'entreprise s'est orientée vers des trains sur pneus (meilleure adhérence sur pneus). Les 2 trains sont identiques, le croisement de 2 TSP en tunnel n'étant pas possible (gabarit faible), un TSP est équipé en mode "transport de voussoirs", et l'autre en mode "drainage et personnel".



7
© ALEXANDRE SORIA

Ces TSP ont été développés par Tms et ont été équipés avec un système d'asservissement de la vitesse à l'inclinaison du véhicule pour renforcer la sécurité.

DESIGN DE LA ROUE DE COUPE

La roue de coupe (figure 7) est équipée de 21 molettes. Son taux d'ouverture est de 32% ; faisant suite aux retours d'expérience dans ce type de géologie, il permet le passage de blocs de 30 cm au maximum. Le concassage des blocs à l'intérieur de la chambre d'abattage se fait en mode crusher, les blocs sont broyés entre les barreaux des 6 bras de la roue de coupe et des barreaux disposés sur le stator, dans le bouclier. La taille maximale de blocs pouvant passer à travers la grille de protection des pompes de slurry est de 8 cm.

BACK UP DU TUNNELIER

Le tunnelier est constitué de 14 remorques, dont 3 remorques sur bogies (embarquant les pompes de slurry, la cabine de pilotage et la cabine de survie) permettant le passage des voussoirs par un segment feeder et 11 remorques sur rails.

En fonctionnement nominal, le tunnelier y compris son back up (figure 8) fait 140 m de longueur. Pendant toute la période de démarrage (PM 0 à 150), la longueur réduite du puits Seine a entraîné un démarrage dégradé. La liaison du tunnelier avec ses remorques était réalisée via des ombilicaux. ▷



8

© SBGC

DÉMARRAGE DU TUNNELIER

Le phasage de démarrage du tunnelier se décompose en une vingtaine d'étapes. Les éléments essentiels de ce démarrage sont :

- 1- Au début de l'entrée en terre (environ 12 m), l'utilisation de 4 vérins de poussée déportés à l'extérieur de la machine en mode "pipe jacking" (figures 9, 10 et 11) ;
- 2- L'utilisation de blocs de ripage et d'un spacer dans la jupe du tunnelier permettant une reprise des efforts lors de la rentrée des 4 vérins déportés (à noter que la pression hydrostatique amène à elle seul une contre-poussée de presque 500 t à l'entrée en terre).

CONCEPTION DE LA VIROLE

La pression d'eau au démarrage étant de 4,2 bars, une virole porte-joint

(figure 12) équipée de 3 rangées de joints a été développée (2 joints type "note de musique" protégés par des écailles anti-retournement et une colerette protégée par des guillotines). Ce type de joint, utilisé en particulier en petit diamètre (micro-tunnelier type "pipe jacking") a été performant et a permis une entrée en terre réussie. La virole porte-joint a été équipée de vannes permettant de vérifier le bon fonctionnement de chacun des 3 compartiments. Un bouchon d'entrée en terre de dimensions 13 m x 8 m x 8 m permettait également de se prémunir contre le risque de venue d'eau massive.

PILOTAGE DU TUNNELIER

Les contraintes liées à ce type de tunnelier telles que la gestion du circuit de slurry, la gestion de l'avance et du pas de pénétration, le réglage de l'articula-

8- Vue depuis le back up vers l'avant.

9- Dernier stroke avec les vérins auxiliaires.

8- Forward view from the back-up system.

9- Last stroke with the auxiliary jacks.

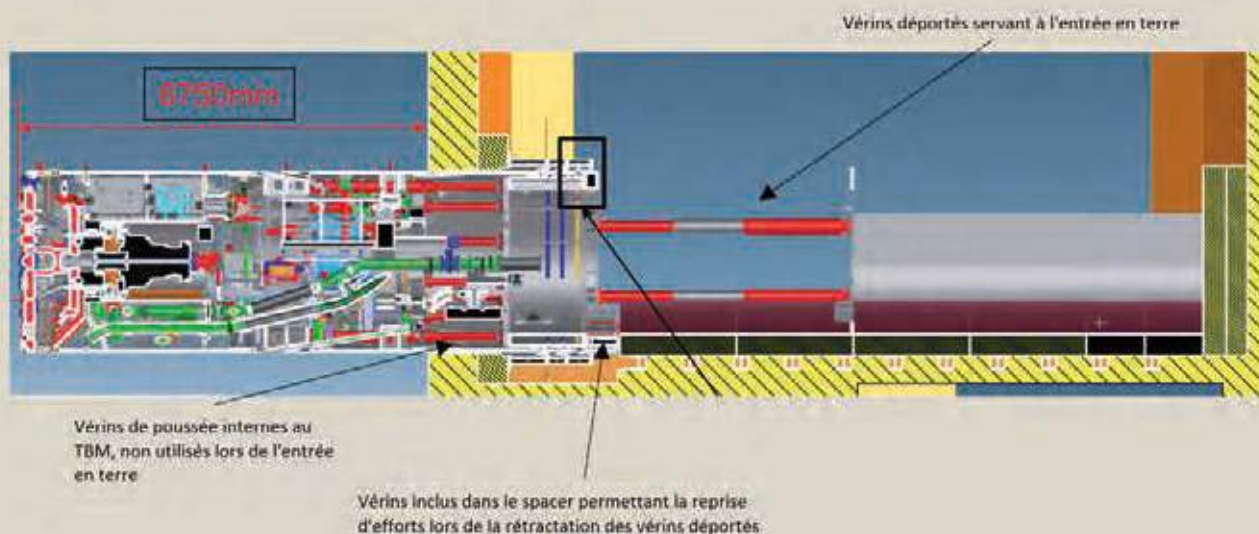
tion active, l'utilisation du système de guidage embarqué en machine, l'injection du bicomposant, ou encore la gestion de la bulle d'air nécessitent du personnel hautement qualifié. La cabine de pilotage de taille réduite (figure 13) est équipée de l'ensemble des écrans répéteurs et de toutes les commandes.

PLONGÉE HYPERBARE

Sur l'ensemble du linéaire, environ 40 opérations hyperbares ont été nécessaires. Réalisées à fréquence régulière, elles avaient principalement pour objet de réaliser le nettoyage et la maintenance de la roue de coupe. Sur la fin du tracé après environ 2000 m d'excavation, certaines molettes ont été changées du fait de leur usure ainsi que du passage dans les Sables de Beauchamp. Du fait de la pression exceptionnelle sur la majeure partie du tracé (>3 bars sur plus de 75% du tracé), outre les procédures classiques, les mesures de sécurité suivantes ont été déployées :

- Mise à disposition d'un caisson de sauvetage sur le chantier fourni par la Comex ;
- Déclarations préalables des plongées aux autorités sanitaires et de secours compétentes (BSPP et APHP) ;

DERNIER STROKE AVEC LES VÉRINS AUXILIAIRES



9

© HERRENKNECHT



10

© ALEXANDRE SORIA



11

© SBGC

→ Mobilisation d'entreprises de travaux subaquatiques.

Les premières interventions, du fait de la pression à 4,2 bars ont duré 1 heure au maximum avec 2 heures de décompression. Les décompressions ont été réalisées à l'oxygène pur.

Préalablement à chaque intervention, une attention particulière est donnée sur les équipements de sécurité (compresseur, caisson, rack et lyres d'oxygène), sur l'imprégnation faite du front dans la chambre d'abattage (yield, viscosité, densité) et sur l'ouverture éventuelle des vannes Samson.

ÉTAT DES BROSSES

Le tunnel étant borgne sur 2400 m, aucun puits ne permet un entretien des 3 rangées de brosses. Le groupement a néanmoins réalisé une opération de maintenance en découvrant une partie

10- Remorque du back up en surface au moment du démarrage du tunnelier.

11- Entrée en terre du tunnelier - premier stroke.

12- Détail de la virole porte-joint.

13- Cabine de pilotage.

10- Back-up system trailer on the surface during TBM starting.

11- TBM entrance underground - first stroke.

12- Detail of the seal holder ring.

13- Control cabin.

de la première rangée de brosses en tunnel suite à un endommagement constaté à l'endoscope.

GESTIONS DES DÉBLAIS

Le marché étant vertueux sur ses aspects environnementaux, la gestion des déblais est contrainte par un objectif de transport par voie fluviale à hauteur de 70 % minimum et un taux de revalorisation des déblais de 75 %.

La proximité du chantier avec le quai de Saint-Ouen a permis d'atteindre ce but, avec l'utilisation de péniches de capacité 1500 t et, in fine, le comblement d'anciennes gravières en Normandie, le long de la seine.

SÉCURITÉ

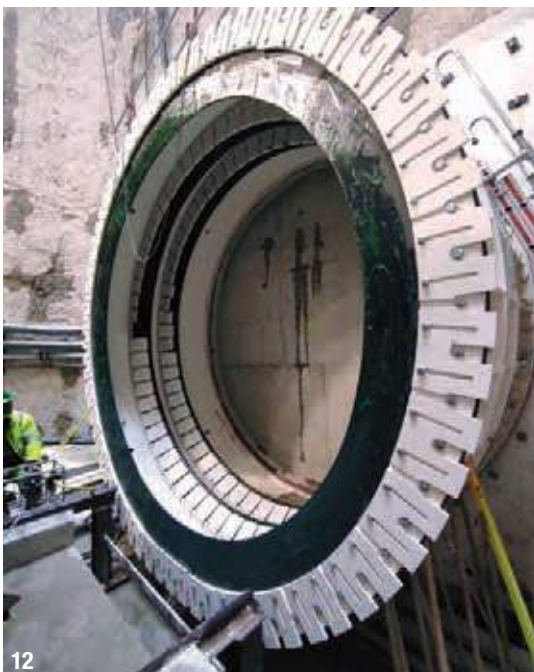
Ce type de tunnelier de petit diamètre a nécessité des échanges réguliers

avec les services de secours. De nombreuses Cellules de Gestion des Secours ont permis de mieux appréhender les conditions d'évacuation et d'intervention en cas d'accident ou d'incendie en tunnel.

Une cabine de survie est installée sur le tunnelier (10 personnes, 24 heures), mais aussi une seconde à mi-distance, au PM 1200.

Des masques auto-sauveteurs régulièrement espacés ainsi qu'un réseau de communication et la mise en place d'une défense incendie complétaient le dispositif de sécurité.

Du fait du faible diamètre du tunnel, des zones de croisement engins/piétons ont été installées tous les 100 m (promontoires), avec raccords pompiers et un système de téléphonie + borne wifi pour radio + alarme en cas d'incident / incendie tous les 200 m. ▷



12

© SBGC



13

© PASCAL TOURNAIRE



© SBGC



© SBGC

BICOMPOSANT

La taille réduite du tunnelier ne permet pas l'approvisionnement d'un mortier de bourrage classique. Il a donc été retenu une solution de remplissage du vide annulaire par injection de bi-composant. La formulation a été adaptée afin de prendre en compte la charge hydraulique ainsi que les éventuelles circulations de la nappe.

SORTIE DU TUNNELIER

La sortie du tunnelier s'est faite dans le puits Briche, à 15 m de profondeur. Le groupement a choisi une sortie en puits noyé (1 500 m³ d'eau) pour éviter des circulations hydrauliques entre l'extérieur et l'intérieur du puits (figure 14). Un massif béton de contre-poussée a été aménagé afin que le tunnelier puisse creuser son berceau (figure 15).

SUITE DES TRAVAUX

La bascule entre les anciennes lignes aériennes et les nouvelles lignes souterraines est prévue courant 2023 et se fera sans aucune interruption de l'alimentation électrique pour les 800 000 foyers desservis par ces lignes.

PRINCIPALES QUANTITÉS

TERRASSEMENTS :

- Puits Seine : 9 000 m³
- Puits Briche : 3 500 m³
- Galerie : 29 500 m³

LONGUEUR DE LA GALERIE : 2 408 m

DIAMÈTRE DE CREUSEMENT : 3,95 m

VOUSSOIRS : diamètre intérieur 3,1 m, épaisseur 0,25 m, largeur 1,2 m

NOMBRE DE VOUSSOIRS : 12 040 pièces préfabriquées

VOLUME DE BÉTON DE GÉNIE CIVIL : 5 000 m³

PRINCIPAUX INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : RTE (Réseau de transport d'électricité)

ASSISTANT AU MAÎTRE D'OUVRAGE : Arcadis

GROUPEMENT DE CONCEPTION RÉALISATION :

MANDATAIRE : Spie Batignolles génie civil

MAÎTRE D'ŒUVRE : Setec tpi

FONDATIONS : Spie Batignolles fondations

POSE DES CÂBLES HTB : Spac

14- Mise en eau

du puits Briche.

15- Sortie

du tunnelier.

14- Water filling

of the Briche

shaft.

15- TBM exit.

L'installation des liaisons électriques de 225 000 V dans la galerie souterraine permettra de retirer d'ici 2024 15 km de lignes électriques aériennes surplombant les communes de Saint-Denis, L'Île-Saint-Denis et Villeneuve-la-Garenne, et de démonter 27 pylônes. Les 80 ha de foncier ainsi libérés permettront aux communes de réaliser leurs projets d'aménagement comme la ZAC de l'Écoquartier Fluvial de L'Île-Saint-Denis et faciliteront la construction de la ZAC du Village Olympique et Paralympique à Saint-Denis. □

ABSTRACT

UNDERGROUNDING OF VERY HIGH VOLTAGE LINES IN SAINT-DENIS - EXCAVATION OF A MAIN SERVICES DUCT UNDER A PRESSURE OF 4 BAR

GÉRAUD LACAILLE, ARCADIS - LAURENT BUISSART, SPIE BATIGNOLLES GÉNIE CIVIL - LOUIS CANOLLE, SETEC TPI

The works on the main services duct are designed for the undergrounding of 15 km of overhead lines in Saint-Denis (France). In addition to its entry and exit shafts, this project involves the construction of a tunnel 2,408 metres long and 3.9 metres in diameter, excavated by means of a Herrenknecht Slurry Shield TBM. This article describes in detail the specific features of the TBM's design. It also gives details of critical phases of the works: from its complex entrance underground in a narrow shaft under a pressure of 4 bar to its exit in a submerged shaft. □

SOTERRAMIENTO DE LAS LÍNEAS DE MUY ALTA TENSIÓN EN SAINT-DENIS - PERFORACIÓN DE UNA GALERÍA TÉCNICA A 4 BARES DE PRESIÓN

GÉRAUD LACAILLE, ARCADIS - LAURENT BUISSART, SPIE BATIGNOLLES GÉNIE CIVIL - LOUIS CANOLLE, SETEC TPI

Las obras de realización de la galería técnica tienen como objetivo soterrar 15 km de líneas aéreas en Saint-Denis (Francia). Además de los pozos de entrada y salida, este proyecto incluye la realización de un túnel de 2408 m de longitud y 3,9 m de diámetro, excavado mediante una tuneladora de presión de lodos de la marca Herrenknecht. Este artículo detalla las especificidades del diseño de la tuneladora, así como las fases críticas de la obra: de su entrada en tierras complejas por un pozo exiguo y a 4 bares de presión a su salida a través de un pozo sumergido. □



C'est le métier
qui parle

LA BANQUE PROFESSIONNELLE DU BTP

www.btp-banque.fr



Être proche de vous,
c'est de loin
le plus important.

Parce que confiance mutuelle
et proximité sont pour nous
l'assurance de projets bien menés.

 **L'Auxiliaire** BTP
L'assurance toujours à votre hauteur.