

# Newsletter Soletanche Bachy France - N°77 - Février 2025

## Édito



Soletanche Bachy France participe à de très nombreux ouvrages vertueux : lutte contre les inondations, transports moins carbonés, qualité de l'eau, rénovation pour éviter la reconstruction, énergies décarbonés ...

Nous avons désormais décidé de faire figurer un logo « Green is great » à côté de chacun de ces chantiers dans nos newsletters.

Vous découvrirez également un article très complet sur le puits Terrasse du métro de Toulouse. Nous y décrivons l'ensemble des optimisations environnementales mises en œuvre sur cet ouvrage.

Très bonne lecture !

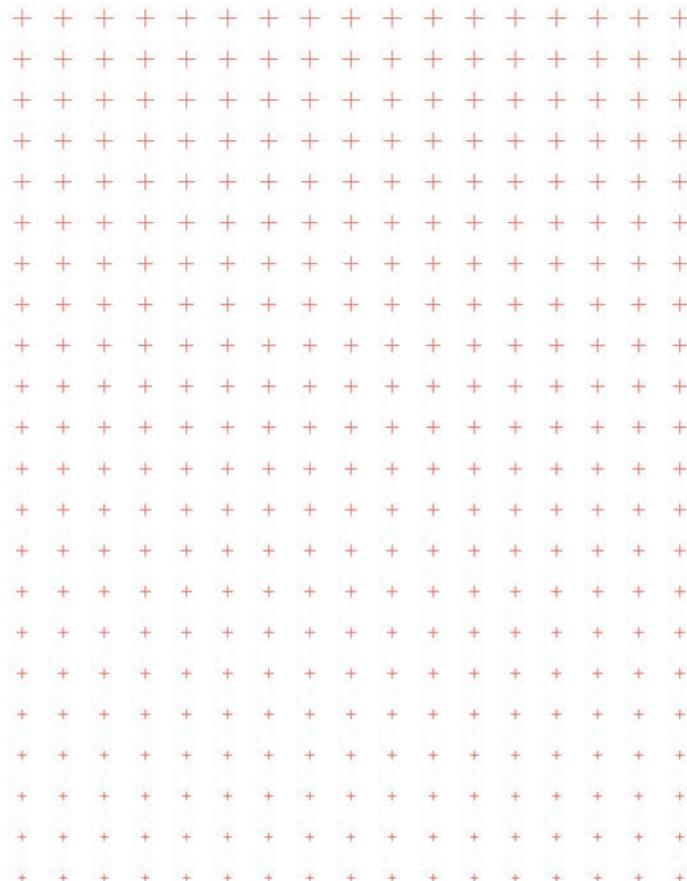
Stéphane Monleau  
Directeur commercial

## À la une

### Clap de fin pour le chantier du parking des Épinettes à Lausanne

**Le projet Léman 2030 franchit une étape avec l'achèvement de la construction des parois moulées du futur parking des Épinettes à la gare de Lausanne. Ce chantier d'envergure, mené par Soletanche Bachy France via sa filiale suisse SIF, et en sous-traitance de l'entreprise Grisoni, participe à la modernisation des infrastructures ferroviaires suisses.**

Ce parking souterrain, intégré dans un bâtiment de neuf étages dont cinq niveaux en sous-sol, a nécessité la réalisation de près de 7 000 m<sup>2</sup> de parois moulées. Les panneaux, atteignant des profondeurs comprises entre 19 et 31 m, présentent une épaisseur de 800 et 1 000 mm. La complexité géologique du site, avec des remblais, des moraines et une molasse compacte, a exigé des solutions techniques innovantes. Parmi elles, l'utilisation de l'Hydrofraise HC05 alimenté par un powerpack électrique, un équipement à faible impact environnemental permettant de réduire significativement les émissions de CO<sub>2</sub> et les nuisances sonores.





Le chantier a démarré en juillet 2023 avec l'installation des équipements, suivie par le début des activités d'excavation en septembre 2023. Les travaux se sont déroulés dans un espace particulièrement restreint, limité à des plates-formes de 12 m de large à proximité immédiate des voies ferrées en service.

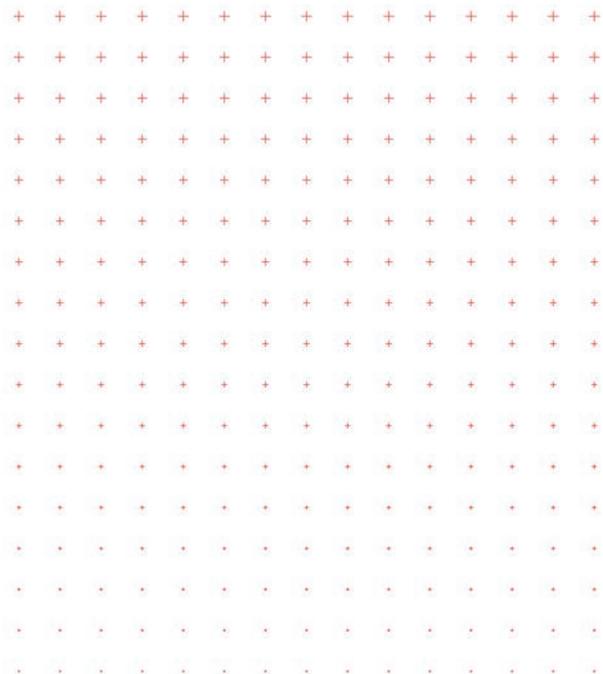
Cette configuration exigeante a demandé une organisation minutieuse, où cohabitaient plusieurs équipements : benne à câble, grue de 220 tonnes et Hydrofraise compacte. La gestion des terrassements et des plates-formes de travail a été orchestrée en synergie avec Grisoni pour maintenir un rythme efficace malgré les contraintes logistiques et la coactivité.

Le chantier a dû faire face à des aléas hydro-géologiques, comme des écoulements de pente intenses et des pertes de boue, qui ont nécessité de mettre en œuvre des solutions spécifiques : réalisation d'une paroi au coulis, installation de systèmes de pointes filtrantes et de puits de pompage, monitoring continu de la qualité de la boue.

Une fois ces difficultés dépassées, les travaux d'excavation ont pu retrouver une vitesse de croisière sur toute la moitié Sud de l'ouvrage, jusqu'à leur achèvement en décembre 2024.

Désormais, les travaux de forage des tirants et de terrassement du partenaire peuvent s'intensifier afin d'atteindre le fond de fouille situé 10 m plus bas que la dernière plate-forme de travail. Dès l'été 2025, Grisoni débutera la construction du gros-œuvre à la remontée.

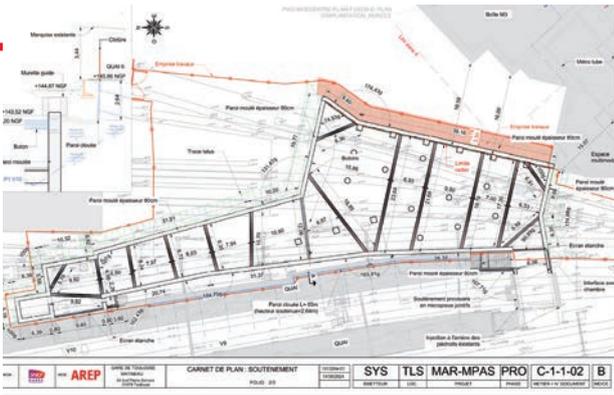
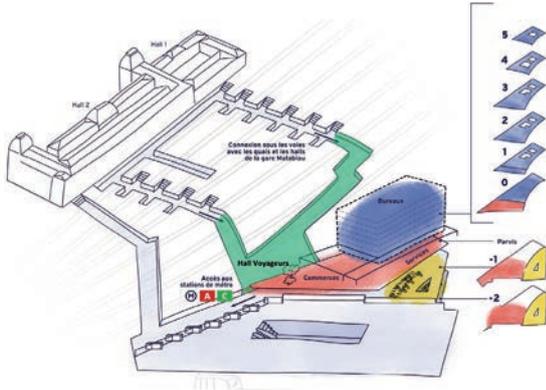
**À terme, ce projet ambitieux, intégré à l'agrandissement de la gare de Lausanne, offrira un espace de stationnement souterrain moderne, des commerces, des bureaux et un quai ferroviaire additionnel sur sa toiture.**



# Nos chantiers

 Transports moins carbonés

## Toulouse Matabiau



Dans la perspective de l'arrivée de la ligne à grande vitesse reliant Bordeaux à Toulouse, SNCF Gares & Connexions conduit une série de travaux ambitieux dans le cadre du projet Grand Matabiau Quai d'Oc, visant à réhabiliter et moderniser intégralement la gare de Toulouse Matabiau.

SNCF Gares & Connexions a ainsi lancé un projet de liaison multimodale visant à prolonger les passages souterrains (PASO) Nord et Sud de la gare jusqu'au nouveau PASO du Hall Voyageurs. Cette extension permettra de créer une nouvelle entrée sous les voies de service, directement connectée à la future station de métro Marengo Matabiau, actuellement en construction dans le cadre du développement de la nouvelle ligne C du métro toulousain, ainsi qu'au futur bâtiment de la Halle des Mobilités, dont la livraison est prévue pour 2026.

En partenariat avec un groupement constitué des génies-civilistes GTM SO (mandataire), NGE GC, et du terrassier Guintoli, Soletanche Bachy France sera en charge des travaux de soutènement de cette opération.

Pour l'agence France Sud, cela impliquera la réalisation de 3 000 m<sup>2</sup> de parois moulées et de parois en coulis

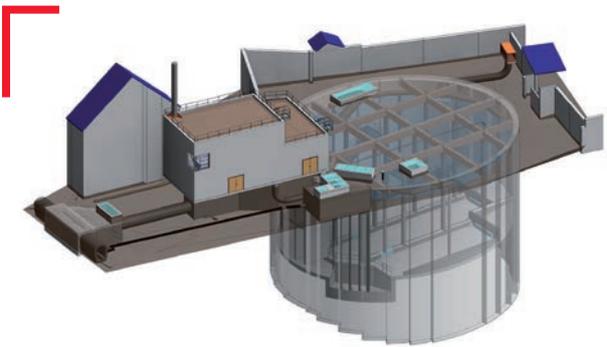


armé, stabilisées par des butons. Les équipes seront également responsables des micropieux et des voiles étanches nécessaires pour assurer le soutènement et l'étanchéité de points singuliers sur des ouvrages existants.

**Les équipes de Soletanche Bachy seront mobilisées à partir de la fin du mois de mars 2025 pour une durée d'environ cinq mois.**

 Qualité de l'eau

## Bassin Barbin à Nantes



La régie de l'eau de Nantes Métropole, accompagnée par son maître d'œuvre Egis Nantes, a confié au groupement composé de Demathieu Bard / Soletanche Bachy France / OTV la construction d'un bassin de stockage / restitution de 6 500 m<sup>3</sup>.

Situé en plein centre-ville, dans le quartier Saint-Félix, cet ouvrage vise à améliorer la qualité des eaux de l'Erdre en limitant les rejets dans la rivière par temps de pluie et à sécuriser le captage d'eau potable de la prise d'eau de secours de la métropole nantaise.

Ce bassin tampon de forme elliptique est constitué d'une paroi moulée d'une profondeur moyenne de 19,75 m. Le projet comprend également 83 micropieux de type II (pour les sous-pressions sous le radier) ancrés dans un substratum micaschisteux, ainsi qu'un système de pompage composé de 2 puits, 3 piézomètres et 14 drains.

Les locaux techniques, attenants au bassin, reposeront sur une paroi de 103 pieux sécants de profondeur 12 m.

Ils seront réalisés après les travaux de parois moulées. Le site est caractérisé par une couche alluvionnaire d'environ 15 m de hauteur, surmontant un substratum micaschisteux dur et très abrasif. La variation du toit de ce substratum, avec un pendage de 20%, constitue une contrainte majeure pour l'ancrage des parois moulées et des micropieux. Pour répondre à ces enjeux, le matériel mobilisé pour l'exécution sera la benne hydraulique KS et l'Hydrofraise compacte.

Pour limiter les nuisances sonores, la version électrique de l'Hydrofraise et le capotage des équipements sensibles seront privilégiés, et des dispositifs antibruit seront stratégiquement positionnés.

Le planning prévoit un démarrage en janvier 2025, avec 4 mois de préparation et 20 mois d'exécution pour une fin contractuelle fixée à fin novembre 2026. Les travaux de fondation devraient, quant à eux, mobiliser nos équipes de mai à octobre 2025.

**Le bassin Barbin représente un exemple concret d'aménagement durable et une réponse aux enjeux environnementaux où Soletanche Bachy pourra démontrer ses capacités techniques et son expertise.**



Transports moins carbonés

## Rennes Station Kennedy : on "AXELERE" !



**AXELERE**, c'est le nom du groupement constitué par Demathieu Bard et Soletanche Bachy France qui s'est vu confier les travaux d'aménagement de la station Kennedy en vue d'augmenter la capacité de la ligne A du métro automatique de Rennes Métropole. Concrètement, il s'agit de créer un nouveau quai et une arrière-gare d'environ 200 m, afin de pouvoir augmenter la fréquence de passage des rames.

Au programme pour Soletanche Bachy France, près de 650 m de micro-berloise à réaliser, pour partie à l'intérieur d'un parking existant, et pour partie dans l'emprise des voies de circulation fermées pour l'occasion avec de nombreux défis à relever tels que : le passage sous une résidence R+13, l'interface



avec des tirants (désactivés) d'un parking relais adjacent, la reprise en sous-cœuvre de structures existantes, le tout en créant le moins de nuisances possible pour les riverains.

**La période de préparation a démarré le 6 janvier 2025 pour une durée de 3 mois. Les travaux de micro-berloise se dérouleront d'avril à décembre et mobiliseront jusqu'à 4 foreuses simultanément.**



Lutte contre les inondations

## Barrage de Gondrexange (57)

Le barrage-réservoir de Gondrexange, d'une longueur de 190 m, est un barrage en remblai homogène de classe C. Il est la pierre angulaire de l'alimentation des canaux de la Marne au Rhin et de la Sarre, avec son positionnement sur le bief de partage commun à ces deux voies d'eau.

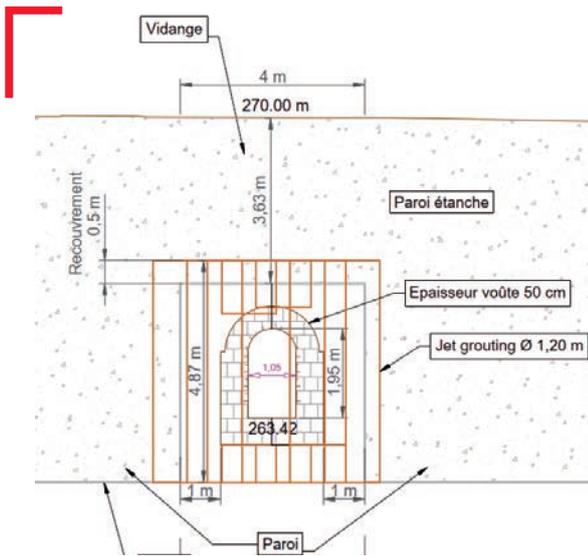
La crête du barrage accueille également la RD 89.



VNF, avec une maîtrise d'œuvre Suez Consulting, a lancé des travaux de confortement comprenant la réhabilitation de certaines parties du barrage, la remise en état de la vantellerie, ainsi que la mise en œuvre d'une coupure étanche au centre du barrage.

La réalisation de la paroi étanche impose nécessairement de fermer complètement la RD 89, coupant alors la commune de Gondrexange en deux.





Grâce à une solution technique d'écran étanche en Trenchmix® qui permet de réaliser la totalité des 170 m d'écran en moins de deux semaines, Soletanche Bachy France a remporté le lot paroi étanche.

Afin de ne pas affecter les transports scolaires empruntant la route, la paroi sera réalisée pendant les vacances de la Toussaint 2025. Dans la foulée, des colonnes en jet grouting assurant le collage de deux aqueducs traversants seront exécutées avec la circulation rétablie par demi-chaussée.

**Un projet permettant de préserver la ressource en eau douce et des solutions techniques qui s'inscrivent parfaitement dans la feuille de route environnementale de Soletanche Bachy !**

## Ilot Condorcet

Dans le IX<sup>e</sup> arrondissement de Paris, au croisement des rues Condorcet et du Faubourg Poissonnière, se trouve un îlot de 25 000 m<sup>2</sup> dont les premières constructions datent de 1863. Ces bâtiments ont longtemps été occupés par la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, puis par GRDF.

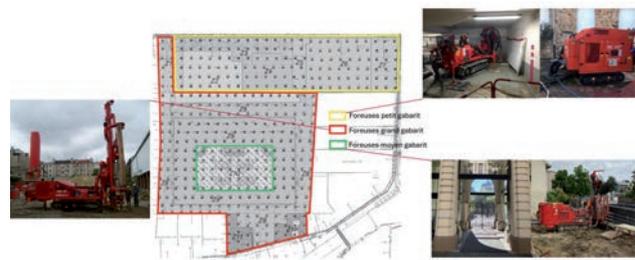
En raison du déménagement de ce dernier, l'ensemble va subir une réhabilitation lourde, permettant de développer de nouveaux services et d'améliorer les performances énergétiques.

Le site se trouve sur une zone de dissolution de gypse, c'est pourquoi Soletanche Bachy France interviendra à partir du mois de mars pour des travaux de forage et d'injection.

Les équipes travaux travaillent d'ores et déjà en collaboration avec l'entreprise Neom du groupe Vinci, en charge du curage, afin d'élaborer les phasages et d'organiser les interventions de chacun.



Plusieurs défis sont à relever pour ce projet : coordonner les interventions de Soletanche Bachy et de Neom, mobiliser au total 8 foreuses différentes pour intervenir sur les différentes zones du chantier, réaliser des aménagements provisoires dans un bâtiment ancien tout en respectant un délai serré et des contraintes environnementales.



**Soletanche Bachy France confirme donc, avec ce projet, sa capacité à conduire des chantiers d'injection de grande ampleur, dans des environnements complexes.**

 **Transports moins carbonés**

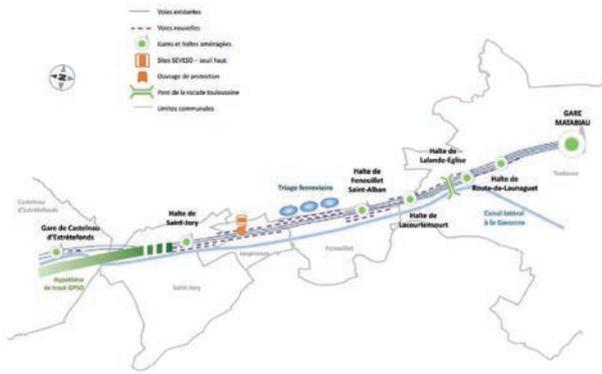
## Toulouse AFNT

Dans le cadre de la préparation de la Ligne Nouvelle du Sud-Ouest (LNSO), reliant Bordeaux à Toulouse et Bordeaux à Dax, SNCF Réseau prévoit une série de travaux destinés à renforcer les capacités du réseau ferroviaire dans les zones périurbaines de Bordeaux et de Toulouse. Ces travaux incluent les projets des Aménagements Ferroviaires au Sud de Bordeaux (AFSB) et des Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT).

L'opération des AFNT a pour objectif d'assurer, dans des conditions optimales de vitesse et de fluidité, les circulations TGV, entre la commune de Saint-Jory et la gare de Toulouse Matabiau, le tout en bordure du canal latéral à la Garonne.

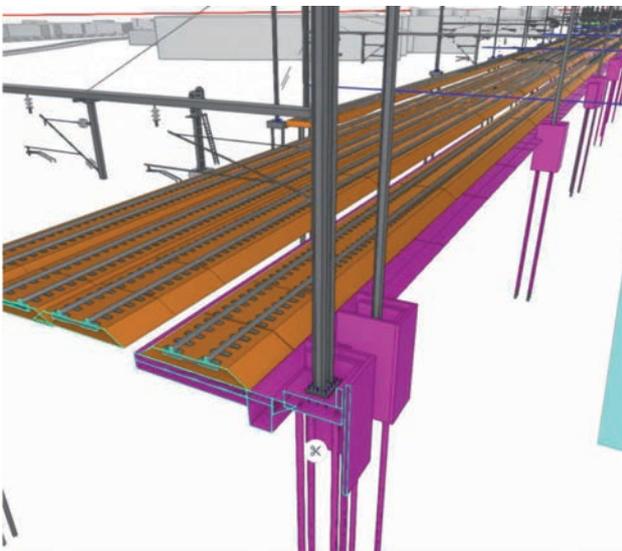


Ce projet prévoit l'aménagement de 19 kilomètres de lignes, notamment par la création de deux voies supplémentaires, portant ainsi la ligne à quatre voies. Les gares situées sur ce tronçon seront également adaptées pour répondre à l'augmentation du trafic.



C'est dans ce contexte que SNCF Réseau a lancé un appel d'offres pour le dossier AFNT OA/OT B02, l'une des composantes du projet global AFNT. Il s'agit pour cette tranche de réaliser 2 voies supplémentaires avec des travaux de couche de forme, de murs de soutènements, la mise en place d'écrans acoustiques et la réalisation de fondations diverses entre deux points kilométriques de la ligne.

Pour un groupement mené par Bouygues TP RF, Soletanche Bachy France sera chargée des travaux de micropieux sur les zones spécifiques de cette opération. Pour l'agence France Sud, cela représente la réalisation de 2 200 m de micropieux de 250 mm de diamètre,

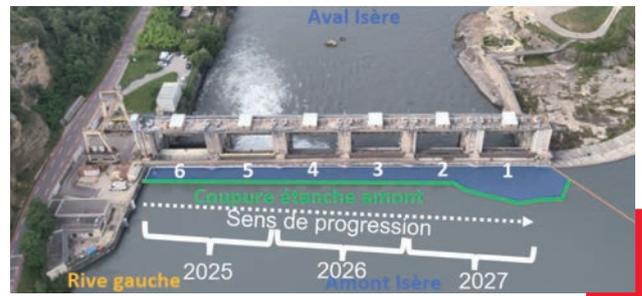


principalement de type II, destinés soit à l'ancrage des écrans acoustiques, soit aux massifs de fondation des poteaux caténaires, dans des zones où le matériel classique de fondations sur pieux n'est pas adapté.

**Les équipes de Soletanche Bachy France interviendront à partir de fin septembre 2025, pour une durée estimée à environ deux mois.**

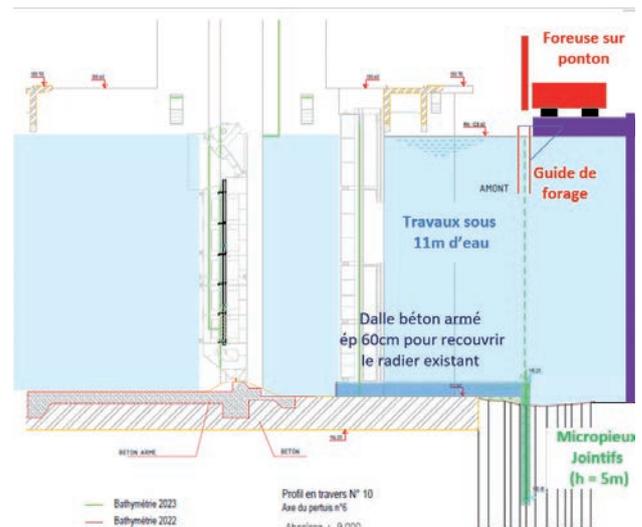
Région Grand  
**Rénovation qui évite la reconstruction**

## Barrage de Beaumont-Montoux !



**Le groupement Océlian / Soletanche Bachy France a été choisi par EDF pour un nouveau projet d'envergure : la modernisation du barrage de Beaumont-Montoux sur l'Isère.**

Ce barrage centenaire, situé en amont de la confluence avec le Rhône, joue un rôle crucial dans la production d'hydroélectricité de la région. Forts de notre expertise et de notre collaboration passée avec EDF sur ce même site il y a une dizaine d'années, nous relevons un nouveau défi technique passionnant !



Le projet s'étendra de 2025 à 2027, avec des interventions planifiées d'août à décembre de chaque année. Une particularité qui fait toute la complexité et l'intérêt de ce chantier. Les travaux (rideau de micropieux

jointifs) seront réalisés sous 11 mètres d'eau, nécessitant des moyens nautiques spécialisés et l'intervention de plongeurs professionnels.

**Nos équipes sont déjà mobilisées pour préparer le début des opérations à l'été 2025. Ce projet témoigne une nouvelle fois de notre expertise dans les travaux hydrauliques complexes.**

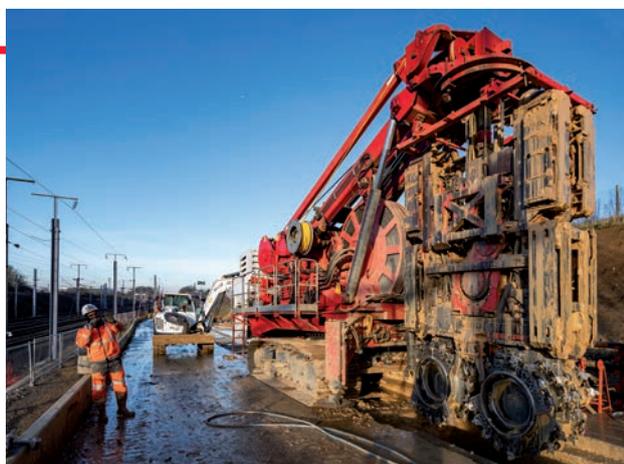
Transports moins carbonés

## Mur Tersen

Depuis le mois de mars 2024, les équipes de Soletanche Bachy France sont mobilisées sur un projet stratégique de la SNCF : la Ligne Nouvelle Roissy-Picardie. Il s'agit de la création d'une nouvelle ligne ferroviaire reliant l'aéroport Charles de Gaulle à la ligne Creil-Amiens-Compiègne.



La SNCF a confié au groupement composé de Soletanche Bachy France (mandataire), Tersen et Colas GC, la construction d'un mur de soutènement de 151 m pour stabiliser une zone de stockage située en bordure du tracé de la nouvelle voie ferrée.



Les travaux préparatoires ont débuté après la période estivale et les Jeux Olympiques.

Les travaux consistent à mettre en œuvre une paroi moulée. C'est finalement une Hydrofraise compacte qui a été utilisée sur le chantier. Le premier panneau de paroi moulée a été foré fin novembre 2024, lors d'un week-end d'interruption de circulation (ITC).

**Les travaux de paroi moulée se sont poursuivis jusqu'à début février. Ils seront suivis par la réalisation de la poutre de couronnement et par le terrassement définitif pour atteindre l'assise de la nouvelle voie.**

## Embarquement immédiat !

Après leur baptême de l'air l'an dernier, les équipes de Soletanche Bachy France ont repris début janvier les travaux au titre d'un accord cadre d'amélioration de sol sur l'aéroport de Roissy Charles-de-Gaulle.



Des forages sont réalisés à environ 8 m de profondeur avec un équipement en tubes en manchettes, afin de mener un comblement gravitaire via l'espace annulaire, puis une injection sous pression par passes remontantes avec le tube à manchettes. Les moyens matériels sont adaptés aux contraintes logistiques de ce chantier : des ateliers mobiles pour le forage et pour l'injection permettant leur amenée et leur repli chaque nuit d'intervention.

La première campagne, en 2024, s'était soldée par 260 forages et plus de 400 m<sup>3</sup> de coulis de ciment. Cette année, ce ne sont pas moins de 320 forages qui sont prévus sur 9 zones distinctes. Le retour d'expérience de 2024 a été une base importante pour définir, en concertation avec Aéroports de Paris, les plannings d'intervention, les durées des travaux et les améliorations nécessaires.



**La sécurité opérationnelle est un sujet primordial pour ADP. D'une part, la fiabilité de notre matériel est un enjeu essentiel. D'autre part, la sécurisation et le maintien de l'exploitation de l'aéroport sont les objectifs premiers des travaux**

Jusqu'au printemps, la longue file des engins et ateliers se pressera sur les pistes de l'aéroport avec un décollage à 0h30 et un atterrissage à 6h45 au plus tard. Bravo aux équipes pour leur implication sur ce chantier particulier dans les fraîches nuits d'hiver.



 **Rénovation qui évite la reconstruction**  
**Collecteurs à Montreuil**

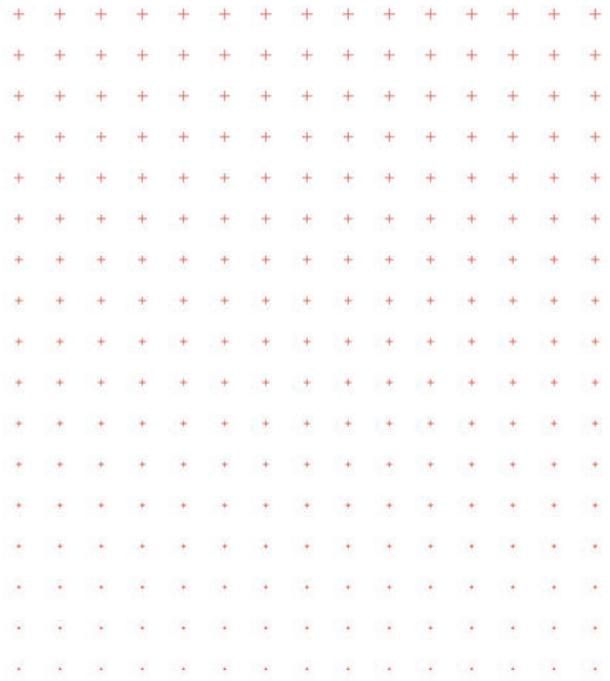
Soletanche Bachy France a été chargée en septembre 2024, par la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Seine-Saint-Denis, de la réhabilitation de plusieurs collecteurs situés à Montreuil.

Ce nouveau chantier d'assainissement, démarré en novembre 2024, concerne l'une des communes les plus peuplées du département. Les travaux concernent 3 ouvrages : le boulevard Rouget de Lisle côté pair (longueur de 500 m), le boulevard Rouget de Lisle côté impair (300 m), et la rue Victor Hugo (250 m).

La réhabilitation globale est prévue pour une durée de 6 ans, mais les travaux d'injection, objets du présent lot, doivent se terminer avant le 1er mai 2025, date à partir de laquelle l'accès au collecteur n'est plus possible (risque important d'orages sur la période estivale).

**Les travaux consistent en la réalisation d'auréoles d'injection de collage tous les 1,5 m. Chaque auréole compte 6 forages : 2 en bas de piédroit, 2 en milieu de piédroit, 2 en naissance de voûte.**

L'ensemble des 3 collecteurs représente un total de 6 300 forages !





Vue aérienne du puits Terrasse

## Notre expertise environnementale

### Optimisations environnementales sur le puits Terrasse du métro de Toulouse

**Sur la base d'une démarche volontaire allant au-delà de ses obligations réglementaires, le maître d'ouvrage délégué a obtenu la certification Haute Qualité Environnementale « Infrastructures durables », délivrée par Certivea, une première pour un projet complet de métro. L'ensemble des ouvrages de génie civil du lot 4 de la ligne C du métro de Toulouse, entre Montaudran Gare et Port Saint-Sauveur a été réalisé dans un souci de respect de ce contexte environnemental.**

Sur l'exemple du puits circulaire Terrasse, on notera le travail d'optimisation du dimensionnement, l'utilisation de techniques innovantes pour la réalisation des parois moulées et la mise au point d'une formule de béton très bas carbone.

Toutes ces mesures ont permis de contribuer très largement à la diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, comme cela a d'ailleurs été le cas sur l'ensemble des ouvrages du lot.

#### La ligne C

Le tracé de la Ligne C porte sur la construction de 27 km de ligne (dont 22 km en souterrain) et 21 stations pour relier les villes de Colomiers, Blagnac, Toulouse et Labège en passant par le centre historique de la ville et en connexion avec les deux lignes de métro, le réseau de bus Linéo et la desserte ferroviaire locale.

Avec ces travaux, l'agglomération toulousaine vise à relier les principales zones d'emplois et d'activités, grâce à un transport en commun rapide, fiable, et économique. Ce projet doit ainsi permettre de réduire la circulation automobile et les embouteillages dans l'agglomération toulousaine (90 000 véhicules en moins chaque jour), de favoriser l'usage des mobilités douces et d'améliorer la qualité de l'air (28 700 t de gaz à effet de serre évitées sur un an).

Le lot 4 de la ligne C du métro de Toulouse a été attribué au groupement Horizon composé de Bouygues Travaux Publics (mandataire), Bessac, Soletanche Bachy France et Soletanche Bachy Tunnels. La maîtrise d'œuvre est assurée par le groupement Systra / Arcadis / Richez / Séquences / Taillandier.

#### Présentation globale du lot 4

Le lot 4 de la ligne C comporte 4 nouvelles stations, un tunnel foré au tunnelier sur une longueur de 4,15 km



Vue aérienne du puits Saint-Sauveur

et une tranchée couverte de 600 m. Le tunnel est un ouvrage mono-tube qui démarre à la station Montaudran-Gare et qui sort au puits Saint-Sauveur. Le tracé de la ligne C traversera 3 stations (Ormeau, Limayrac-Cité-de-l'Espace et Côte-Pavée) avant de se connecter au lot 3 sur l'ouvrage annexe du puits Saint-Sauveur.

Le puits Saint-Sauveur servira aussi d'ouvrage de réception pour le tunnelier du lot 3.

Le marché prévoit également la réalisation de 2 autres ouvrages annexes (puits circulaires) :

- puits Terrasse (situé entre la station Ormeau et la station Limayrac-Cité-de-l'Espace),
- puits Balansa (situé entre la station Limayrac-Cité-de-l'Espace et la station Côte-Pavée).

Ces ouvrages annexes serviront de puits d'accès pour les équipes de secours.

Nous allons nous pencher, plus en détail, sur le puits Terrasse

### Géométrie du puits Terrasse

Le puits Terrasse est l'OA15 de la future ligne C du métro de Toulouse. Il est implanté environ à mi-chemin entre les stations Ormeau et Limayrac-Cité-de-l'Espace, dans une zone urbaine située vers le sommet de la colline de Jolimont aux alentours du PK 14+536 de la ligne.

Il est conçu comme un puits circulaire de petit diamètre (8,8 m) et de grande profondeur, le rail étant installé à près de 38 m de profondeur localement. Le puits est implanté à environ 16 m de l'axe du tunnel et relié à celui-ci par un rameau long d'environ 6 m creusé en méthode traditionnelle.

L'aménagement intérieur du puits comporte un ascenseur et des escaliers avec paliers intermédiaires selon une douzaine de niveaux.



Vue 3D du puits prévu au marché

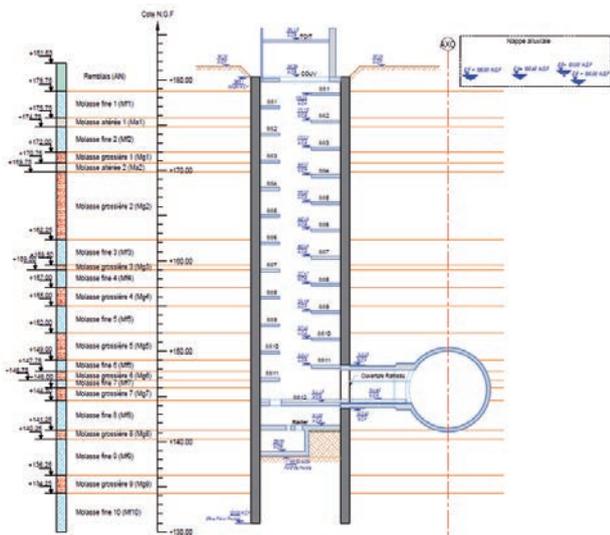
Le puits est réalisé en parois moulées à l'aide d'une Hydrofraise.



Hydrofraise sur le puits Terrasse

### Optimisation du dimensionnement du puits Terrasse

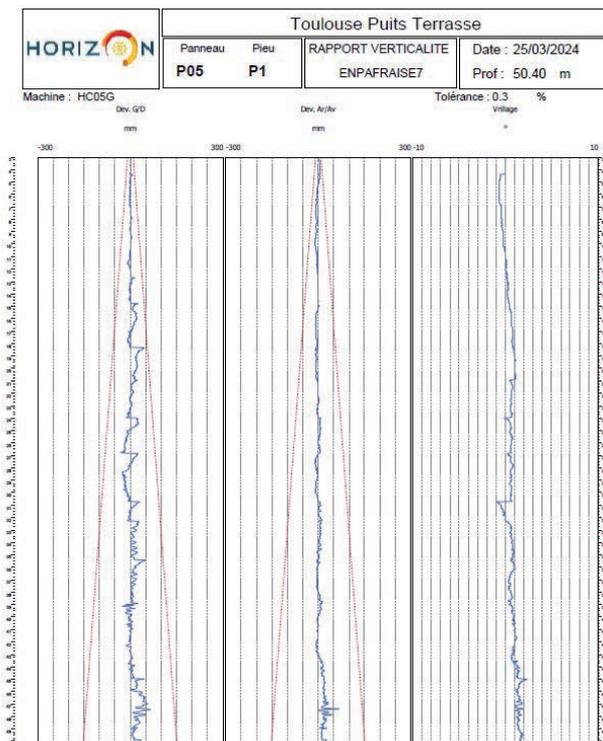
En phase d'exécution, la maîtrise d'œuvre et le groupement Horizon se placent dans la continuité de la conception, avec néanmoins une série d'optimisation permettant des gains significatifs en matière de fournitures et donc de coût environnemental associé.



Vue en élévation du puits réalisé par le groupement

### Épaisseur et fiche de la paroi

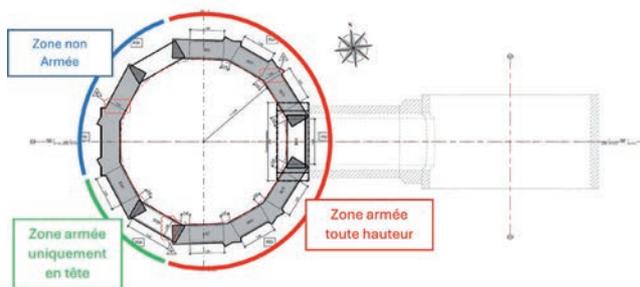
Outre une réduction de près de 2,50 m de la hauteur des fiches de la paroi moulée, l'épaisseur des parois moulées est passée de 1,20 m à 1,00 m. Cette optimisation est avant tout permise par le très bon contrôle des valeurs de déviation des parois moulées. Le marché prévoyait en effet, pour obtenir un diamètre intérieur utile de 8,00 m, une tolérance sur l'implantation des parois de 0,40 m au rayon ; soit pour les 50 m de hauteur de paroi, une déviation autorisée de 0,8%. Le groupement a, pour sa part, pris le parti de réaliser son puits avec une déviation maximale autorisée de 0,3%, grâce à l'utilisation sur ce site d'une Hydrofraise. Son emploi sur plusieurs stations du lot 4 a montré d'excellents résultats lors des contrôles de déviation et un bon fonctionnement global dans les molasses toulousaines.



Rapport de contrôle de déviation

### Panneautage

En termes de joints entre les panneaux, le choix s'est porté sur des joints de type remordu sur ce site plutôt que sur des joints traditionnels de type Coffrage Water Stop. Ce choix permet de maximiser l'anneau inscrit, et donc d'optimiser le fonctionnement en voûte de l'ouvrage circulaire. La technique du joint remordu exige cependant de réaliser une passe unitaire pour chaque panneau de fermeture : cela aboutit à une multiplication des panneaux et des passes de forage. Pour y remédier, le groupement a pris le parti de réaliser les panneaux primaires au moyen d'outils de 3,60 m de long, tandis que les panneaux secondaires sont réalisés avec un outil de longueur classique de 2,80 m. Il a ainsi été possible d'économiser deux panneaux et autant de passes de forage : un gain sur le temps et sur l'utilisation des matériels, ainsi qu'une limitation des quantités de remordus et donc de béton.



Panneautage mis en œuvre

### Armatures

Enfin, la capitalisation des expériences précédentes, en particulier sur l'ouvrage 1501P du lot T2A (ligne 15 sud du Grand Paris Express – voir article Travaux n° 965) a permis de proposer de ne pas armer une partie des parois moulées. Ainsi, des 12 positions de cages potentielles de la paroi moulée, seules 7 ont été installées sur toute la hauteur et 2 autres uniquement en tête de puits, afin de permettre la répartition des chargements dissymétriques en surface. L'optimisation se base sur un système de double calcul avec délimitation d'une zone en proximité immédiate de l'ouverture (pour le rameau) où la rigidité cylindrique résiduelle est faible, forçant à disposer des sections d'acier pour permettre le contournement du rameau par les efforts ; et un calcul à plus forte distance où la rigidité cylindrique maintenue est suffisante pour que le poids propre suffise à la justification de la paroi en béton non armé.

Par rapport à un ferrailage aux aciers minimaux (aux alentours de 45 kg/m<sup>3</sup>), cette amélioration a permis d'économiser près de 25 t d'acier, ainsi que le transport et la mise en œuvre de 18 éléments de cage.

L'ensemble de ces optimisations de dimensionnement (fiche, épaisseur, parties non armées) représente une économie globale d'environ 420 m<sup>3</sup> de béton et 30 t d'acier, et donc une économie de près de 120 t d'émission de CO<sub>2</sub>.

## Les réponses du projet aux enjeux environnementaux lors de l'exécution du chantier

### L'emploi du polymère en fluide de perforation des parois moulées

Le polymère « à chaînes courtes » avec un outillage Hydrofraise sur le puits Terrasse

L'ouvrage du puits Terrasse a été l'occasion de tester sur le lot 4 l'utilisation de polymères en tant que fluide de forage destiné à l'excavation des parois moulées à l'Hydrofraise, une alternative à la boue bentonite plus classique en France.

Contrairement à la bentonite qui a une nature minérale, les polymères ont une nature organique et sont d'origine synthétique ou naturelle. Ils se présentent sous forme de poudre qui est solubilisée dans l'eau pour donner un fluide visqueux à la rhéologie adaptée au maintien de l'excavation.

D'un point de vue technique, elles sont plus polyvalentes que les boues bentonitiques, car beaucoup moins sensibles à la nature chimique du sol.

En amont du démarrage du projet, une analyse de l'impact environnemental a été réalisée sur les bentonites et polymères prévus sur le projet. Dans les 2 cas d'usage (bentonite et polymère), il a été mis en évidence que ces fluides de forage n'avaient pas d'impact sur le classement des déblais d'excavation qui sont compatibles avec le classement ISDI.

Après des études préalables sur les différents sites et en prenant en compte à la fois le contexte géologique et géotechnique toulousain et le design de l'ouvrage, il s'est avéré que l'utilisation du polymère était la solution la plus judicieuse sur l'ouvrage du puits Terrasse. En effet, la combinaison d'un sol extrêmement fin et de la pollution au ciment était un facteur très contraignant pour la bonne tenue des caractéristiques physiques de la boue bentonitique.

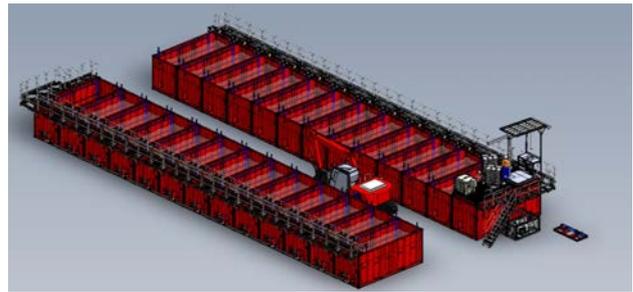
Pour résumer, l'emploi de polymères a permis sur le puits Terrasse de :

- réduire la quantité de matériaux à acheminer pour la production de la boue de forage (quantité à introduire par m<sup>3</sup> de boue qui est de l'ordre de 1 à 5 kg/m<sup>3</sup> contre 30 à 60 kg/m<sup>3</sup> pour de la poudre bentonitique) ;
- optimiser le taux de réutilisation de la boue forage ;
- réduire le volume de boue usée à évacuer.

Si, début 2024, les parois moulées de l'ouvrage du puits Terrasse ont pu être envisagées sous polymère à chaînes courtes couplé à l'emploi d'un outillage Hydrofraise, c'est que le lot 4 a pu bénéficier du retour d'expérience, quelques mois plus tôt, de l'emploi de cette technique mi-2023 sur d'autres ouvrages dont la tranchée couverte.

À la différence du puits Terrasse, les plus de 30 000 m<sup>2</sup> de parois moulées de la tranchée couverte ont été réalisés à l'aide de 3 outillages de type benne hydraulique KS, assistés ponctuellement du dispositif TwinSoil pour les quelques passages indurés. Dans ce cas, c'est un polymère à chaînes longues qui a été retenu.

Sur la tranchée couverte, la centrale de fabrication et de stockage du fluide de forage polymère comprenait, en particulier, 27 cuves de 32 m<sup>3</sup> équipées d'émulseurs d'air, une centrale de fabrication avec cône Venturi, une centrale Bousol et une centrifugeuse de déshydratation.



Vue 3D centrale polymère



Centrale polymère : cuves équipées d'émulseurs d'air

Globalement, la consommation de polymères sur la tranchée couverte est environ 50 fois plus faible que pour des ouvrages similaires forés sous boue bentonitique.

Les points positifs du travail en boue polymère peuvent donc être établis comme suit :

- installation de fabrication et de stockage réduite ;
- matière première pour la fabrication du fluide de forage au polymère réduite d'un facteur de 50 par rapport à la bentonite, grâce à un taux de réemploi de la boue polymère initiale sur une très longue période ;
- pas de génération de déblais lors du traitement de la boue, si ce n'est de l'eau traitée ;
- facilité de destruction, par utilisation d'hypochlorite de sodium ;
- dessablage par simple décantation (pas de substitution, mais un curage après 2 heures de décantation).



Découverte de la paroi moulée réalisée sous fluide de forage au polymère

L'emploi du polymère en phase de parois moulées sur le lot 4 est donc une réponse majeure à la prise en compte des enjeux environnementaux. La qualité des ouvrages découverts au terrassement, qu'il s'agisse des têtes de parois moulées ou des parements, ne peut qu'encourager à poursuivre dans cette voie.

#### L'emploi de béton Très Bas Carbone

Enfin, et de manière plus globale pour les parois moulées du lot 4, le Département Matériaux de Soletanche Bachy a mis au point une formule de béton Très Bas Carbone EXEGY®, en partenariat avec le groupement Lafarge-Cemex. Elle permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées au béton de 50% par rapport à un béton utilisant un ciment classique.

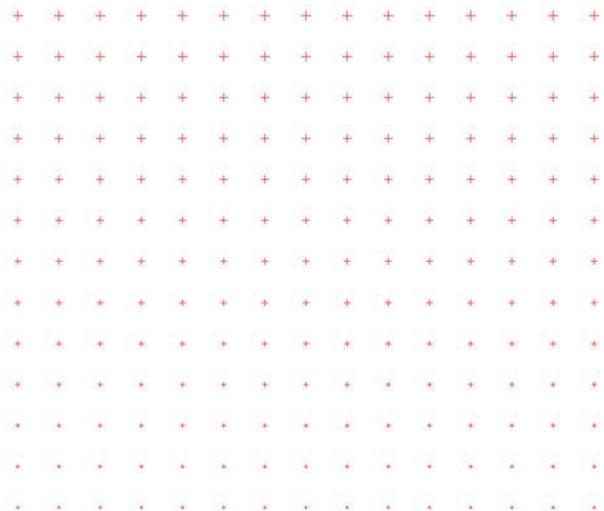
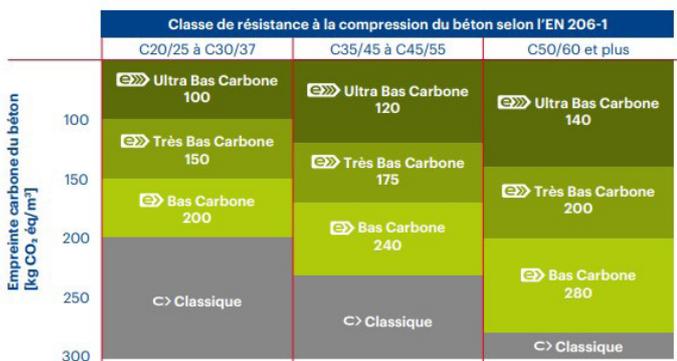
Le béton des parois moulées du lot 4 présente un facteur d'émission hors acier de 150 kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>3</sup> et une optimisation de plus de 10% supplémentaire du liant par rapport aux récentes formules béton Très Bas Carbone utilisées sur nos projets.

À l'échelle de l'ensemble des parois moulées du lot 4 (75 000 m<sup>3</sup> de béton), cette formule de béton Très Bas Carbone EXEGY® a permis une réduction d'environ 12 700 t d'émission de CO<sub>2</sub> par rapport à l'utilisation d'un béton classique type CEM I !

**Pour le seul puits Terrasse, cette économie représente près de 300 t d'émission de CO<sub>2</sub>.**

Par ailleurs, sur le lot de connexion avec la ligne B (CLB), les équipes de Bessac, filiale de Soletanche Bachy, ont réalisé la totalité des 2 850 voussoirs des tunnels en béton Très Bas Carbone EXEGY® by Bessac (voir article dans ce même numéro). Et pour la première fois sur des voussoirs, grâce à l'appui des Départements Matériaux de Vinci Construction et de Soletanche Bachy, 55% du clinker du ciment utilisé dans le béton ont été remplacés par un mélange de filler calcaire et de metakaolin.

Cette innovation permet de réduire d'environ 40% les émissions CO<sub>2</sub> liées au béton des voussoirs par rapport à un béton traditionnel !



# Nos implantations

## Retrouvez nos agences et nos filiales en France

### Agences

**Tél.**

<b>NORD</b> .....	: Romain FOURCADE .....	Rueil .....	01 47 76 56 10
• IdF service confortements .....	: Antoine D'HALLUIN .....	Rueil .....	01 47 76 56 10
• Antenne Est .....	: Frédéric KISSLING .....	Strasbourg .....	03 20 50 92 92
• Normandie .....	: Mehdi BENHABBARI .....	Petit-Couronne .....	02 35 68 87 41
• Bretagne - Pays de la Loire .....	: Mehdi BENHABBARI .....	Nantes .....	01 47 76 56 10
• Hauts-de-France .....	: Mathias RABOURDIN .....	Lille .....	03 20 50 92 92
<b>SUD</b> .....	: Tony CHIGNARD .....	Aix-en-Pce .....	04 42 99 03 50
• Lyon .....	: Quentin DESJARS .....	Lyon .....	04 78 31 51 71
• Côte d'Azur .....	: Emmanuel OLLIER .....	Sophia Antipolis .....	04 93 00 12 42
• Bordeaux .....	: Raphaël BATAILLE .....	St Médard .....	05 56 05 25 25
• Toulouse .....	: David COUSIN .....	Toulouse .....	05 61 35 84 55
LA RÉUNION .....	: Emmanuel OLLIER .....	Rueil .....	01 56 70 42 00

### Filiales

#### Soletanche Bachy Fondations Spéciales

##### • Siège

Direction .....

: Jéroni BOUDE .....	Wissous .....	01 56 70 42 00
----------------------	---------------	----------------

##### • Antennes

Nord-Ouest et Région parisienne .....

: Mathieu DEMOULIN .....	Wissous .....	01 56 70 42 00
--------------------------	---------------	----------------

Antenne Bretagne .....

: Frédéric TALOTTE .....	Nantes .....	02 40 92 26 36
--------------------------	--------------	----------------

Grand Est et Luxembourg .....

: Anthony RE .....	Strasbourg .....	03 88 38 87 39
--------------------	------------------	----------------

Grand Sud .....

: Elric COMTE .....	Aix-en-Pce .....	04 42 99 03 50
---------------------	------------------	----------------

Auvergne Rhône Alpes - Bougogne : Clément MOLLARET .....

Lyon .....	04 72 76 82 82
------------	----------------

SB TUNNELS .....

: Cyril CHAUBERT .....	La Garde .....	04 94 21 70 42
------------------------	----------------	----------------

BESSAC .....

: Bernard THERON .....	Toulouse .....	05 61 37 63 63
------------------------	----------------	----------------

BACHY BALINEAU .....

: Axel TERLAUD .....	Fort de France .....	05 96 71 44 01
----------------------	----------------------	----------------

(Antilles - Guyane)

BALINEAU .....

: Jean-Philippe DURVILLE .....	Pessac .....	05 57 89 16 78
--------------------------------	--------------	----------------

