

La voie souterraine.

TUNNELS & OUVRAGES SOUTERRAINS



L'innovation **partagée**



La force de l'expérience.

Depuis plus de 35 ans, Bouygues Travaux Publics est un acteur incontournable du marché des tunnels et des ouvrages souterrains. Nos métiers recouvrent la conception, la construction, la rénovation et l'équipement de tunnels, ainsi que la réalisation de cavernes.

Maîtrisant l'ensemble des méthodes d'excavation, nous avons bâti notre réputation sur notre capacité à creuser dans des terrains à la géologie complexe et à réaliser des tunnels de très gros diamètres.

En s'appuyant sur un réseau de partenaires industriels et académiques, Bouygues Travaux Publics fait le pari de l'intelligence collective et apporte son expertise sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la construction.



Tunnel sous la Manche [France, 1993]

600 kilomètres de tunnels sur les 5 continents.

Miami, Paris, Le Caire, Doha, Hong Kong, Sydney...
Bouygues Travaux Publics a réalisé plus d'une centaine de projets, dont 50 tunnels ferroviaires et 25 tunnels routiers.

Des tunnels de tous les diamètres : de 3,85 mètres à 17,63 mètres, un record du monde obtenu à Hong Kong en 2015. Des tunnels pour tous les usages : systèmes de transport public, tunnels de circulation routière, approvisionnement en eau potable et évacuation des eaux usées, espaces de stockage, galeries techniques et réseaux divers.

Aujourd'hui, nous sommes prêts à relever les défis de demain : creuser dans des matériaux complexes ou dans les milieux aquifères, forer en milieu urbain dense, excaver en grande profondeur.



Tunnel du port de Miami [États-Unis, 2014]



L'esprit tunnel.

Solidarité, autonomie et fierté d'appartenance : l'esprit tunnel associe passion du métier, recherche de l'excellence technique et désir de transmission. L'expertise et les valeurs portées par nos équipes se conjuguent pour accompagner nos clients sur chacun de leurs projets.

Depuis plusieurs années, Bouygues Travaux Publics déploie une filière dédiée aux ouvrages souterrains afin d'attirer les talents, de favoriser la mobilité et de développer les compétences. Les cursus de formation destinés aux pilotes de tunneliers, qui combinent apports théoriques et pratique du terrain, sont la clé de voûte de notre performance.

Convaincus que la mixité est une richesse, nous nous engageons également dans une démarche de féminisation de nos équipes de production, avec pour objectif d'atteindre le seuil de 30 % de femmes dans l'encadrement.



Présents sur tous les continents, Bouygues Travaux Publics et ses 5 000 collaborateurs interviennent sur des opérations à forte dimension technique.

Réalisations au moyen d'un tunnelier

• • • • •

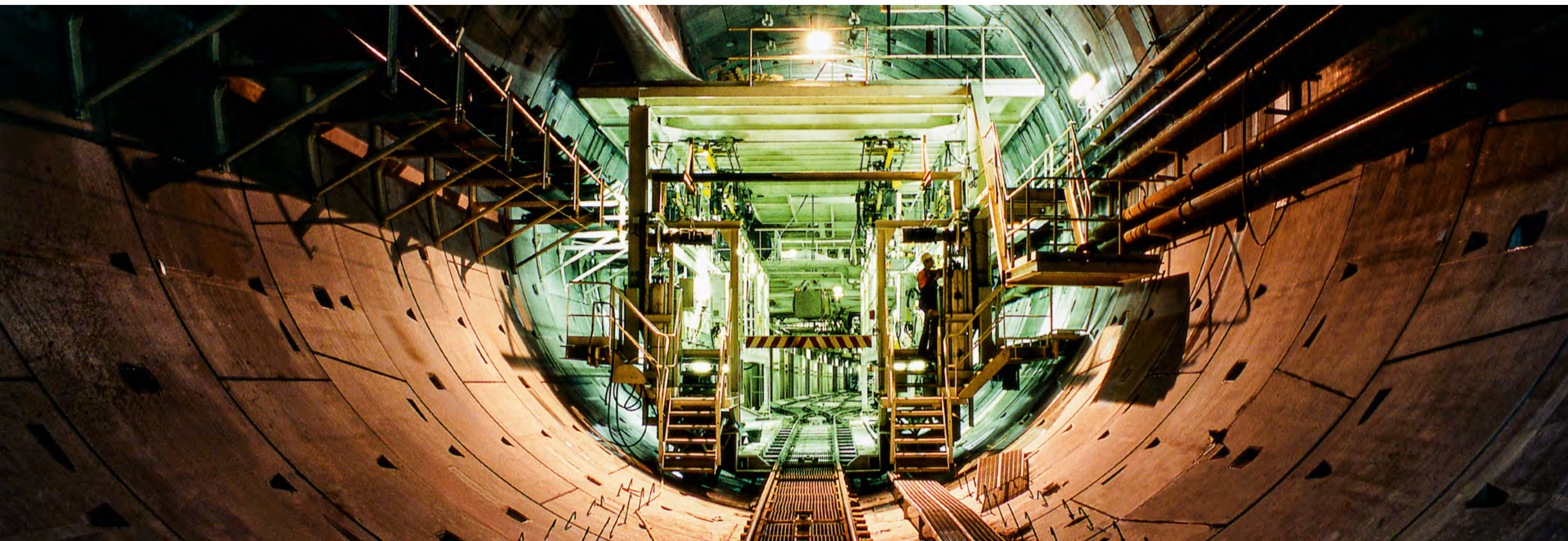
Bouygues Travaux Publics est un **précurseur** du creusement au tunnelier. Depuis le percement du tunnel sous la Manche, nous avons privilégié cette technique d'excavation qui allie vitesse, puissance d'abattage, précision du pilotage et adaptation à tous les types de terrains rencontrés.

Le tunnelier, véritable **usine souterraine**, est un outil polyvalent qui progresse en creusant et en installant dans la foulée des voussoirs préfabriqués en béton afin de réaliser le soutènement du terrain et le revêtement définitif du tunnel.

Bouygues Travaux Publics maîtrise l'ensemble des modes de creusement en fonction de l'environnement, de la géologie et des contraintes du planning :

- ◉ Tunnelier ouvert à roche dure
- ◉ Tunnelier à pression de boue
- ◉ Tunnelier à pression de terre
- ◉ Tunnelier hybride
- ◉ Tunnelier à densité variable
- ◉ Tunnelier multimodes

Nos succès reposent sur notre capacité à **concevoir**, à adapter et à outiller les tunneliers, en liaison étroite avec nos partenaires scientifiques et industriels. Ce savoir-faire reconnu s'appuie sur l'expérience de notre direction technique et d'une équipe dédiée à la **créativité**. C'est un atout pour nos clients, qui sont assurés que leur projet bénéficiera d'une machine optimisée, pilotée par des équipes compétentes et spécialement formées.





AUSTRALIE 2000

Métro de Sydney :
New Southern Railway

Conception-réalisation d’une ligne
de métro dans le cadre d’un partenariat
public-privé (PPP)

Réalisée **clés en main** dans le cadre
d’un partenariat public-privé, cette ligne
de métro de 10 kilomètres, constituée
de 9 kilomètres en souterrain et de
5 nouvelles stations, relie le centre-ville
de Sydney à l’aéroport de Kingsford
Smith. Du fait d’importantes variations
géologiques le long du tracé, plusieurs
modes de creusement ont été utilisés :
des machines à attaques ponctuelles
pour la roche dure ; un **bouclier**
à pression de boue bentonitique pour
le tronçon de 5 500 mètres de terrain
meuble passant à travers la nappe
phréatique. Avec ses 10,72 mètres
de diamètre, ce tunnelier à pression
de boue compte parmi les plus
grands du monde à l’époque. Menée
dans le cadre des grands chantiers
d’infrastructures destinés à accueillir
les **Jeux olympiques de 2000**,
cette ligne est aujourd’hui empruntée
par plus de 26 millions de passagers
chaque année.

Ø DIAMÈTRE
10,72 M

└ LONGUEUR
5 500 M

USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

PAYS-BAS 2005

Tunnel du Groene Hart

Conception-construction d'un tunnel ferroviaire (ligne à grande vitesse Anvers-Rotterdam-Amsterdam)

Un sous-sol gorgé d'eau, un gigantesque **polder**, une zone de creusement située sous le niveau de la mer, le tout dans une région protégée... Pour relever l'ensemble de ces défis techniques et écologiques, la solution originale de Bouygues Travaux Publics a été décisive : la construction d'un tunnel monotube (7 160 mètres) à l'aide du plus large **tunnelier à pression de boue** de l'époque (14,87 mètres). En intégrant la réalisation d'un voile de séparation médian au tunnel, la solution retenue par le ministère néerlandais des Transports a permis le doublement du nombre de liaisons entre les deux voies. Elle a également supprimé les galeries transversales, très délicates à réaliser dans des terrains sableux. Enfin, la taille des tranchées d'accès et le volume des **déblais** ont été sensiblement réduits, limitant ainsi l'impact sur le paysage.

Ø DIAMÈTRE
14,87 M

≡ LONGUEUR
7 160 M

≡ USAGE
FERROVIAIRE





HONG KONG 2009

Tunnel de câbles électriques de Castle Peak

Conception-réalisation d'un tunnel destiné au passage de câbles électriques

DIAMÈTRE
5,22 M

LONGUEUR
4 500 M

USAGE
RÉSEAU
ÉLECTRIQUE

Dans le cadre de la modernisation du réseau électrique de Hong Kong, CLP Power Hong Kong Limited a confié à Dragages Hong Kong (filiale de Bouygues Construction) et Bouygues Travaux Publics la conception et la réalisation d'un tunnel de 4,5 kilomètres reliant les centrales électriques de Black Point et Castle Peak au quartier de Tuen Mun. Ce tunnel abrite huit réseaux de **câbles haute tension** destinés à renforcer la fiabilité et l'efficacité du réseau alimentant, en plus du quartier de Tuen Mun, l'aéroport international et la ville de Tung Chung. Les défis relevés sur ce chantier sont sans précédent : creusement à proximité de réseaux d'électricité et de gaz préexistants, avancée dans des conditions géologiques très variables, déploiement de mesures drastiques de protection de l'environnement.



HONG KONG 2014

MTR 703 West Island Line

Construction de deux tunnels ferroviaires (extension de la ligne de métro MTR West Island jusqu'à la nouvelle station de Sai Ying Pun)

DIAMÈTRE
6,4 M

LONGUEUR
1 208 M

USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

Pour ces deux tunnels ferroviaires de 1208 mètres de long et 6,4 mètres de diamètre, il a d'abord fallu démanteler 150 mètres de tunnel existant. Une **première mondiale** réalisée grâce à une machine conçue pour l'occasion : le *Tunnel Dismantling Machine* (TDM), un tunnelier à confinement innovant qui recule. La machine maintient le terrain sous 3 bars de pression pour permettre le démontage des voussoirs et le remblaiement du tunnel, dans un sol meuble situé sous la nappe phréatique en plein centre-ville de Hong Kong. Avantage majeur de ce procédé unique au monde : limiter les plongées éprouvantes en milieu hyperbare en **mécanisant** au maximum le processus.



ÉTATS-UNIS 2014

Tunnel du port de Miami

Conception-construction d'un tunnel routier sous-marin dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP)

Ø DIAMÈTRE
12,85 M

— LONGUEUR
1 260 M

/: USAGE
ROUTIER

Ouvrage bitube de 1260 mètres de long, le tunnel du port de Miami permet de relier directement le port à l'autoroute sans passer par le centre-ville. Le projet, attribué dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP) signé avec le Florida Department of Transportation, présentait une difficulté majeure : un sous-sol particulièrement contraignant en partie composé d'un **corail** très poreux. Le tunnelier a ainsi été modifié en cours de fabrication pour associer deux modes de creusement : la pression de terre et un mode hybride appelé *Water Control Process*. Précurseur du mode à densité variable, ce dernier mode consiste à évacuer le matériau extrait par marinage hydraulique après avoir injecté un mortier spécifique dans le corail pour assurer la stabilité pendant le creusement. Autre particularité du projet : le tunnel est équipé de quatre portes **anti-inondation** massives de plus de 55 tonnes, capables de fermer et d'isoler l'ouvrage hermétiquement en quelques minutes en cas d'ouragan.



SUISSE 2014

Tunnel du Weinberg

Conception-construction d'un tunnel ferroviaire

Ø DIAMÈTRE
11,3 M

— LONGUEUR
4 200 M

≡ USAGE
FERROVIAIRE

Commandé par la compagnie des Chemins de fer fédéraux suisses et le canton de Zurich, le tunnel ferroviaire du Weinberg a permis l'extension des lignes de la gare centrale de Zurich. Long de 4,2 kilomètres, il traverse une zone urbaine dense en bâtiments classés et passe sous le bras principal de la rivière Limmat. Réalisé par **PraderLosinger**, sans aucune interruption de fonctionnement de la gare, le tunnel a été foré à l'aide d'un **tunnelier mixte** de 11,3 mètres de diamètre et a nécessité une transformation du tunnelier à roche dure *double shield* en un bouclier à pression de boue pour creuser les 280 mètres de sol meuble. La traversée souterraine de la gare historique Südtrakt a nécessité une excavation en taube en rocher sur une longueur de 110 mètres.



ÉGYPTE 2019

Métro du Caire

Conception-réalisation des travaux de génie civil de la ligne 3 phase 4A

- DIAMÈTRE
9,45 M
- LONGUEUR
5 150 M
- USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

Depuis plus de 35 ans, Bouygues Travaux Publics contribue au développement de la plus grande ville d’Afrique du Nord via la conception et la réalisation du métro du Caire, dans le cadre d’un groupement franco-égyptien. Plus de 80 kilomètres de lignes de métro sont déjà en service. Les lignes 1 et 2 reliant le nord et le sud de la capitale sont finalisées tandis que la **ligne 3** est encore, partiellement, en cours de construction. Cette dernière reliera, à terme, la rive gauche du Nil à l’aéroport du Caire en traversant la capitale d’est en ouest et viendra compléter le réseau existant permettant, ainsi, le transport de 5 millions de passagers par jour. En 2015 et 2016, la National Authority for Tunnels (NAT) a renouvelé sa confiance au groupement pour la réalisation des phases 4A et 3 de cette nouvelle ligne. Construit en plusieurs étapes et en plusieurs **phases**, le métro du Caire rassemble les défis contemporains du creusement au tunnelier : une zone urbaine dense aux réseaux enchevêtrés, des terrains hétérogènes, de nombreux passages sous le Nil.



FRANCE 2019

Tramway de Nice

Conception-construction d’un tunnel ferroviaire et de stations souterraines dans le cadre de la réalisation de la ligne ouest-est du tramway

- DIAMÈTRE
9,66 M
- LONGUEUR
3 082 M
- USAGE
FERROVIAIRE
(TRAMWAY)

Plus de 3 kilomètres de tunnel, deux puits et quatre stations souterraines dans une zone urbaine très dense et un sous-sol marqué par sa forte perméabilité : tel est le challenge relevé par le groupement piloté par Bouygues Travaux Publics pour mener à bien les travaux de la nouvelle ligne de tramway de la métropole niçoise. Longue de 11,3 kilomètres, cette ligne reliera à terme le port de Nice à l’aéroport en moins de 30 minutes. Les stations sont conçues comme des parkings souterrains, à partir de **parois moulées** et de terrassements en taupe sous dalle de couverture. Les quelque 300 000 m³ de déblais extraits par le tunnelier à pression de boue sont acheminés vers une **usine de traitement** située dans l’emprise du port de Nice, puis transférés par des convoyeurs dans des barges et évacués par voie maritime.



FRANCE 2019

Métro de Paris : prolongement de la ligne 14

Études d'exécution-construction d'un tunnel ferroviaire (extension du métro parisien)

DIAMÈTRE
8,80 M

LONGUEUR
2 320 M

USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

Bouygues Travaux Publics s'est vu confier par la Régie autonome des transports parisiens (RATP) les travaux de génie civil pour le tronçon Clichy-Saint-Ouen-Pleyel et la réalisation de la station Mairie de Saint-Ouen. Pour creuser les 2,3 kilomètres de tunnel découpés en trois tronçons courts, les équipes ont imaginé un **tunnelier à pression de terre** au design suffisamment compact pour être monté et démonté trois fois dans le même puits de lancement de 53 mètres de long. Le tunnel principal à deux voies est complété par un tunnel de raccordement au site de maintenance et de remisage. La ligne 14 qui part du cœur de la capitale ralliera à terme le futur **hub** du **Grand Paris** (Saint-Denis-Pleyel) et assurera le désengorgement de la ligne 13.



HONG KONG 2020

Extension de la ligne de métro Shatin to Central Link, lot 1128

Construction de 2 x 2 tunnels ferroviaires

DIAMÈTRE
7,44 M

LONGUEUR
1 220 M

USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

Dans le cadre de l'extension de la ligne de métro Shatin to Central Link, assurant la liaison entre les nouveaux territoires du nord et le quartier d'affaires du centre-ville, Mass Transit Railway Corporation a confié à Dragages Hong Kong et Bouygues Travaux Publics la réalisation des travaux de construction de 2 x 2 tunnels. Pour traverser des terrains peu profonds, sous des quartiers très animés, et faire face à des conditions géologiques complexes, un **tunnelier à densité variable** a été utilisé : une première à Hong Kong. Ce nouveau type de machine combine les avantages des tunneliers traditionnels, à pression de boue et à pression de terre. Il permet d'ajuster la densité des matériaux au niveau du front de taille et de gérer la grande **hétérogénéité** des terrains.



HONG KONG 2020

Tuen Mun- Chek Lap Kok Link

Conception-construction d'un tunnel routier sous-marin reliant les nouveaux territoires à l'île artificielle de Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge Hong Kong Port Hong Kong Port

Tunnel bitube de 5 kilomètres de long, le tunnel de Tuen Mun-Chek Lap Kok reliera à terme les nouveaux territoires du nord à l'île artificielle de Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge Hong Kong Port et permettra ainsi un accès plus rapide à l'aéroport international. Le plus grand tunnelier à pression de boue du monde (17,63 mètres de diamètre) a été utilisé pour réaliser une première section de 600 mètres avant d'être **redimensionné** pour accompagner le passage du tunnel de trois à deux voies. Une fois le bouclier et la tête de coupe du premier tunnelier changés, ce sont deux tunneliers de 14 mètres de diamètre qui ont progressé dans un environnement à forte pression, creusant les 4,2 kilomètres de tunnels sous-marins. Avec des zones de creusement allant jusqu'à **50 mètres** sous la mer, les opérations de maintenance se sont déroulées en **milieu hyperbare**, assurées par des équipes de tubistes vivant en surface dans des habitats pressurisés.

Ø DIAMÈTRE
17,63 M

└ LONGUEUR
5 000 M

/: USAGE
ROUTIER



FRANCE 2021

Eole : prolongement du RER E

Construction d'un tunnel ferroviaire (prolongement vers l'ouest du RER E)

Dans le cadre du prolongement vers l'ouest du RER E, appelé projet Eole, le groupement dont Bouygues Travaux Publics est mandataire est en charge de la réalisation du tronçon reliant la ville de Courbevoie à la gare Haussmann Saint-Lazare ainsi que des travaux de génie civil de la gare de Porte Maillot. Virginie, **le plus grand tunnelier d'Île-de-France** en activité, est à l'œuvre pour creuser les 6,1 kilomètres de tunnel descendant jusqu'à 43 mètres de profondeur. Reliée au tunnelier par **une conduite de marinage** partiellement aérienne, une estacade appelée « Base Seine » accueille l'unité de traitement des boues et permet l'évacuation des déblais par voie fluviale. Cette plateforme logistique provisoire limite l'impact des travaux sur la circulation routière en évitant le passage en ville de près de 250 camions chaque jour.

Ø DIAMÈTRE
11,05 M

└ LONGUEUR
6 100 M

🚆 USAGE
FERROVIAIRE
(MÉTRO)

Réalisations en méthodes conventionnelles

• • • •

Creuser des galeries, des voies d'accès et des cavernes : dans les entrailles de la Terre, le choix de l'outil est déterminant. Face à une roche très dure, les méthodes **traditionnelles** d'excavation, maintes fois éprouvées sous le massif alpin, à Hong Kong ou en Australie, ont forgé la réputation des mineurs.

Depuis plus de 35 ans, Bouygues Travaux Publics a acquis une solide **réputation** dans la réalisation d'ouvertures souterraines en méthodes conventionnelles. Ce savoir-faire nous permet de répondre précisément aux besoins formulés et d'adapter

les solutions en fonction des **conditions géologiques** existantes et du comportement du terrain. Après la phase de pré-soutènement, l'excavation est réalisée selon divers procédés :

⊙ **Abattage à l'explosif** : au moyen d'un robot de perforation à bras multiples (*jumbo*), creusement de trous dans le front de taille pour charger l'explosif sous forme d'émulsion

⊙ **Abattage par machine à attaque ponctuelle** : un bras articulé vient « gratter » et abattre le terrain du front

Une fois la galerie percée, le soutènement du terrain est notamment assuré par la fixation de boulons d'ancrage et l'utilisation de béton projeté. Même dans un contexte traditionnel, Bouygues Travaux Publics **innove** en assurant le suivi en continu de l'épaisseur des bétons projetés.





FRANCE 1997

Boulevard Périphérique Nord de Lyon

Financement, conception-réalisation et exploitation d’une voie express urbaine dans le cadre d’un projet en concession

Voie express urbaine à péage de 8,5 kilomètres, le Boulevard Périphérique Nord de Lyon (BPNL) permet de relier directement l’autoroute A6 au Boulevard Périphérique Est et de désengorger le centre-ville en passant sous la Saône et la colline de Caluire. La réalisation **clés en main** en 38 mois de ce chantier gigantesque dans un environnement urbain dense a été un défi sans précédent. Deux tunnels bitubes de plus de 900 mètres creusés à l’explosif, un tunnel de 3 250 mètres creusé dans un terrain dur et abrasif, un viaduc sur le Rhône, trois tranchées couvertes et trois échangeurs ont fait de ce projet le plus grand chantier de travaux publics de la fin des années 1990 en France. De nombreux **équipements** attestent de la modernité de l’ouvrage. Les chaussées sont pourvues de revêtements bitumineux antibruit. Le système de communication concentre les technologies les plus récentes de l’époque en termes de télésurveillance, signalisation, ventilation, assainissement et réseau de protection incendie.

LONGUEUR
8 500 M

USAGE
ROUTIER

SUISSE 2005

Tunnel
de Ferden

Construction du tronçon
central du tunnel ferroviaire
du Lötschberg

Assurant la liaison en feroutage entre l'Europe du Nord et l'Italie, le tunnel ferroviaire du Lötschberg s'inscrit dans le cadre du vaste programme de **traversée alpine** baptisé Alptransit. À 2 000 mètres sous le sommet du Lötschberg, un tronçon central de 7,7 kilomètres s'est distingué par sa **dimension colossale** : le tunnel de Ferden. Les travaux ont nécessité la mise en place d'un système de climatisation et de ventilation hors du commun pour faire face aux températures élevées de la roche, dépassant 47 °C près du front de taille, et à une humidité relative de l'air pouvant atteindre 100 %.

LONGUEUR
7 700 M

USAGE
FERROVIAIRE





FRANCE 2012

Tunnel de Toulon

Construction d'un tunnel routier
(liaison des autoroutes A50 et A57 à Toulon)

LONGUEUR
1 800 M

USAGE
ROUTIER

Au-delà du fait d'opérer en centre-ville, dans une zone de vieux bâtis fondés superficiellement, ce projet a nécessité une capacité à travailler dans une géologie imprévisible et difficile : un sous-sol très perturbé d'une complexité rare ! Celui-ci se caractérise par une succession de **couches géologiques** extrêmement variées, comme autant de piles d'assiettes cassées venues s'intercaler les unes entre les autres. Pour la première fois en France, la **GTA** – un portique suspendu équipé de bras foreurs et de nacelles pour la manutention et la pose des cintres – a été utilisée. Outre le gain de place en espace confiné, ce type de machine permet également une mise en sécurité du personnel en l'éloignant du front de taille.



HONG KONG 2015

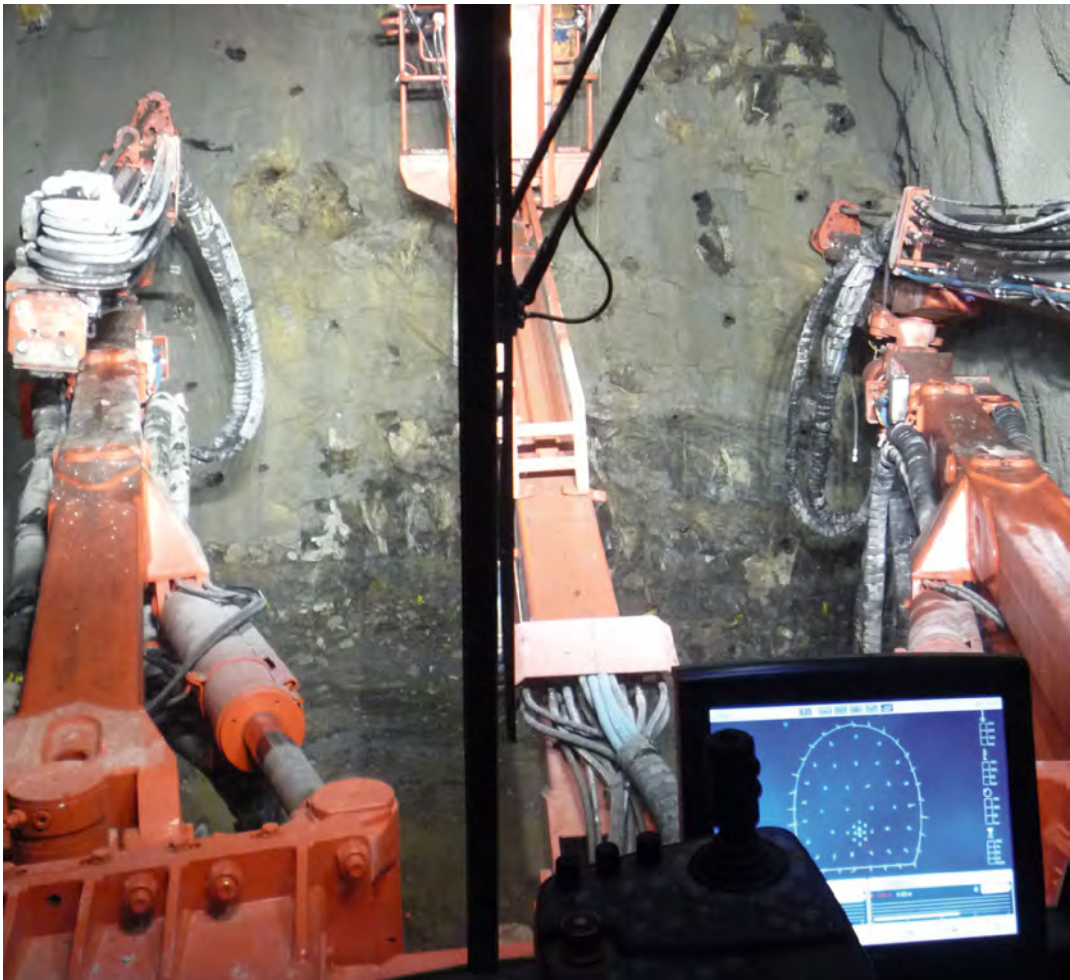
Express Rail Link Contract 821 : tunnel de Shek Yam à Mei Lai Road

Réalisation d'un tunnel ferroviaire
(ligne ferroviaire express Hong Kong-Guangzhou)

LONGUEUR
2 950 M

USAGE
FERROVIAIRE

La voie ferroviaire express Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong relie les trois grandes villes chinoises avec des trains allant jusqu'à 300 kilomètres/heure. Pour ce projet, la joint-venture Dragages Hong Kong et Bouygues Travaux Publics a notamment creusé, à l'explosif, un **tunnel monotube** long de près de 3 kilomètres (lot 821). Elle a également réalisé un tunnel bitube de 3,5 kilomètres excavé à l'aide de deux tunneliers pour le tronçon entre Mei Lai Road et Hoi Ting Road (lot 820). Particularité du lot 821 : une **caverne** de grande dimension située à la connexion entre le tunnel de jonction et le tunnel principal.



SUISSE 2016

Centrale souterraine hydroélectrique de Hongrin-Léman

Agrandissement de l'installation existante

LONGUEUR
1 500 M

USAGE
HYDRAULIQUE
(TRANSFERT D'EAU)

En 2011, les Forces Motrices Hongrin-Léman SA ont décidé d'augmenter la puissance de la centrale existante avec une nouvelle centrale souterraine. PraderLosinger a été missionné pour réaliser les galeries d'accès, le circuit hydraulique amont, la centrale en caverne, le circuit hydraulique aval, les chambres et les puits souterrains et une nouvelle cheminée d'équilibre. Ce sont au total près de 160 000 m³ de matériaux qui ont été excavés et valorisés en agrégats à béton, en filtres drainants et en graves de fondations. Le creusement de la **caverne** de 56 mètres de haut et 100 mètres de long et des 1500 mètres de tunnel a été réalisé à l'explosif. Situé à proximité du lac, avec une partie de l'ouvrage sous le niveau des eaux, le chantier a fait l'objet d'importants forages d'injection.



HONG KONG 2019

Tunnel routier de Liantang

Conception-construction de deux tunnels autoroutiers, d'un ouvrage de ventilation et d'un bâtiment administratif

LONGUEUR
4 800 M

USAGE
ROUTIER

Pour relier les nouveaux territoires du Nord-Est de Hong Kong au poste frontalier de Liantang en Chine continentale, les autorités publiques ont décidé de la réalisation d'une route à 2 x 2 voies de 5,4 kilomètres comprenant deux tunnels de 4,8 kilomètres chacun. Pour gérer les conditions de terrain changeantes le long du tracé, les équipes de Bouygues Travaux Publics et Dragages Hong Kong combinent leurs savoir-faire à travers plusieurs techniques d'excavation. Une première dans l'histoire du groupe : l'élargissement à la **pelle mécanique** d'une section du tunnel préalablement creusée au tunnelier. Cet agrandissement du diamètre de 14 à 17 mètres permet d'accroître la visibilité à l'entrée du tunnel et d'améliorer ainsi la sécurité des futurs usagers.



AUSTRALIE 2020

Connexion autoroutière NorthConnex

Conception-construction
d'un tunnel autoroutier bitube
à péage

En Australie, au nord de Sydney, Bouygues Construction Australia est à la manœuvre pour construire un tunnel autoroutier à 2 x 3 voies de 9 kilomètres de long qui permettra de relier les autoroutes M1 et M2. Profitant d'un terrain en **grès**, ce sont 17 machines à attaque ponctuelle (*road headers*), importées de l'industrie minière, qui se chargent de l'excavation. Les relevés topographiques sont effectués par scanner et transmis en wifi à la surface. Les perçages de fixation des supports d'équipements du tunnel au plafond sont réalisés par le robot **Roby 850**.

LONGUEUR
9 000 M

USAGE
ROUTIER

Rénovation et équipement des ouvrages souterrains

. . . .

Dans un tunnel, une large **variété d'équipements** garantit la sécurité des usagers et l'exploitation optimale de l'ouvrage. Intervenant tout au long de la vie de l'ouvrage, Bouygues Travaux Publics spécifie, installe et assure la maintenance des équipements de sécurité et d'exploitation tels que :

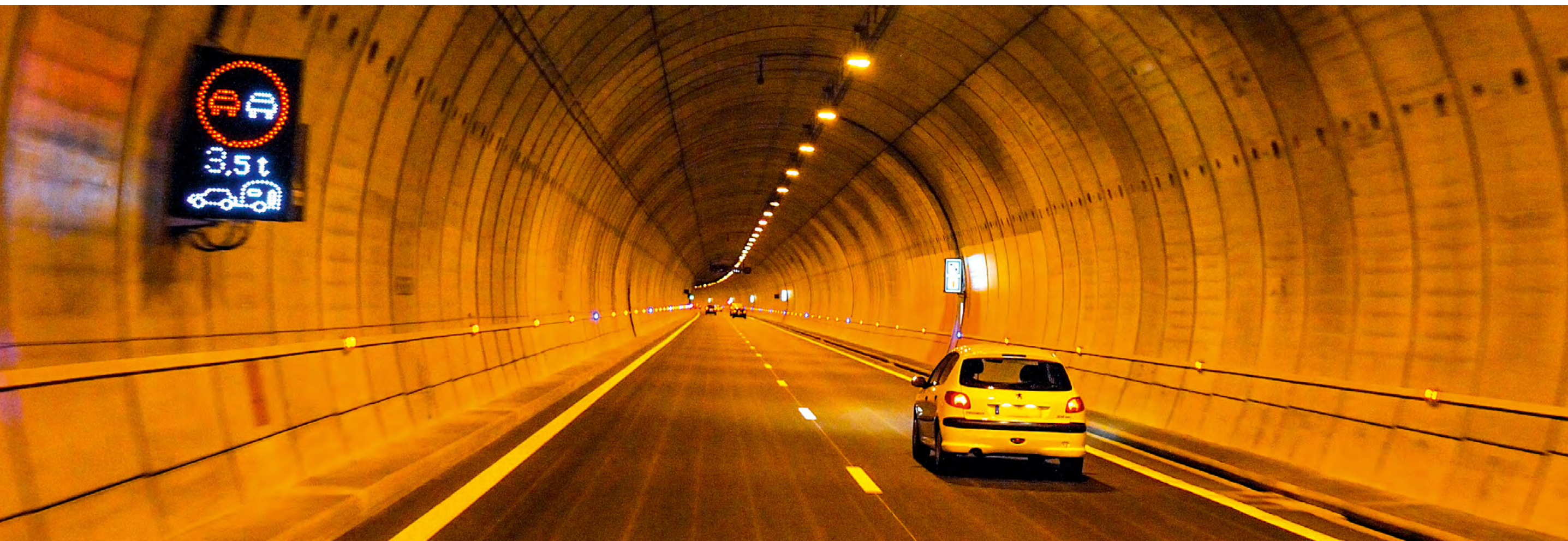
- ◉ **Galeries de communication** et niches de sécurité
- ◉ **Signalisation**, balisage lumineux et éclairage de sécurité
- ◉ **Protection incendie** et systèmes de ventilation-désenfumage

- ◉ **Réseaux de communication** filaires ou radio et alimentation électrique
- ◉ **Systèmes de vidéosurveillance** et d'alarme automatique
- ◉ **Réseaux de collecte** et de relevage des eaux

L'ensemble de ces prestations s'inscrit dans un cadre réglementaire très strict visant à garantir un haut niveau de sécurité. Bouygues Travaux Publics livre ainsi à ses clients des ouvrages souterrains **clés en main**, fiables et performants. Notre parfaite connaissance des infrastructures en exploitation, associée à notre capacité

à travailler en site occupé, nous permet également de proposer une offre intégrée pour le diagnostic, la **réparation** ou le renforcement d'ouvrages : agrandissement de tunnel, rejointoiement des maçonneries, reconstruction de drain, mise aux normes de sécurité incendie.

Sur ce marché de la réhabilitation et de la mise aux normes, Bouygues Travaux Publics apporte son expertise en termes de maîtrise des risques et de **management pluridisciplinaire**. En gérant l'ensemble des interfaces, nous garantissons à nos clients la cohérence de l'ensemble du projet.





FRANCE 2008

Tunnel du Mont-Sion

Conception-construction d’un tunnel routier dans le cadre du contrat de concession de l’autoroute A41

- DIAMÈTRE 11,9 M
- LONGUEUR 3 100 M
- USAGE ROUTIER

Le tunnel du Mont-Sion est un élément majeur de l’autoroute A41 nord, qui relie Annecy à Genève. Il est constitué de deux tubes de 3100 mètres de long creusés à l’aide d’un tunnelier à front ouvert d’un diamètre de 11,9 mètres. Chaque tube accueille deux voies de circulation de 3,5 mètres, une bande d’arrêt d’urgence et deux trottoirs. Sous la chaussée, une galerie technique préfabriquée regroupe l’ensemble des réseaux filaires et les arrivées d’eau, tout en permettant la circulation du personnel de maintenance. La sécurité des usagers est, quant à elle, assurée par des galeries de communication placées tous les 400 mètres. Sept **intertubes** (quatre pour les piétons, trois pour le trafic routier) permettent la communication entre les deux voies de circulation en cas d’évacuation. Pour répondre aux dernières **normes** en matière de lutte contre les incendies, 74 niches incendie ont été aménagées dans chacun des deux tubes, couplées à un système puissant de désenfumage.



FRANCE 2010

Tunnel ferroviaire du Fréjus

Modernisation et mise au gabarit européen d’un tunnel ferroviaire

- POSTES INCENDIEUR 31
- LONGUEUR 7 000 M
- USAGE FERROVIAIRE

Le tunnel ferroviaire du Fréjus, ou tunnel du Mont-Cenis, est situé sur un axe stratégique pour le commerce européen reliant Dijon à Turin, en passant par Modane. Pour assurer le développement du transit de voyageurs (Paris-Milan) et de marchandises, Réseau Ferré de France a confié à Bouygues Travaux Publics la modernisation et la **mise au gabarit** européen de la partie française de 7 kilomètres du tunnel. Pour cette opération de maintenance lourde sur un tunnel sous circulation ferroviaire de 14 kilomètres, un abaissement du niveau du tunnel et un recentrage des voies ont été opérés. La création de niches de sécurité a permis l’expérimentation d’une nouvelle technique, la **Démolition par Mousse Expansive** (DMX), qui permet d’éviter le recours à l’explosif.

AFRIQUE DU SUD 2011

Gautrain Rapid
Rail System

Financement-conception-réalisation-exploitation et maintenance d'une ligne ferroviaire rapide dans le cadre d'un projet en concession

Livrée à temps pour la Coupe du monde de football, la ligne ferroviaire rapide reliant Pretoria à Johannesburg a été l'aboutissement du plus important PPP auquel Bouygues Travaux Publics a pris part sur le continent africain. 54 mois de travaux, 15 kilomètres de tunnels creusés, 9 kilomètres d'ouvrages d'art, 10 stations construites : ce chantier colossal fut aussi le premier projet ferroviaire intégré mené par Bouygues Travaux Publics. Outre les défis techniques relevés, notamment sur des terrains inédits comme la géologie complexe des dolomies, ce projet s'est démarqué par l'engagement environnemental dans lequel il s'est inscrit : conservation des arbres déplacés, limitation des nuisances sonores, recyclage de l'eau et des déchets miniers. Une démarche complète récompensée lors des Green Supply Chain Awards en 2009.

STATIONS
10

LONGUEUR
15 KM

USAGE
FERROVIAIRE





FRANCE 2014

Complexe souterrain A14-A86

Conception et réalisation
de la mise en sécurité
d'un complexe autoroutier

Dans le cadre du programme de **modernisation** de 22 tunnels franciliens engagé à partir de 2009 par l'État et la direction des routes d'Île-de-France, le groupement A14/A86 (mandataire Bouygues Travaux Publics) a réalisé les travaux de mise en sécurité des tunnels sous Nanterre - La Défense. Le marché prévoit la construction de quatre nouvelles issues de secours avec cheminement jusqu'à la surface, l'aménagement de l'accessibilité aux niches et issues de secours existantes, l'habillage **antifeu** intégral du tunnel, l'augmentation de la capacité de désenfumage ainsi que l'installation d'équipements de vidéosurveillance et de radiocommunication. Effectuée de nuit, la pose de 300 000 m² de plaques en silicate de calcium sur l'ensemble des piédroits et plafonds du tunnel permet de maintenir l'intégrité structurelle de l'ouvrage en cas d'incendie au travers d'un **bouclier thermique** puissant.

PLAQUES
ANTIFEU
300 000 M²

LONGUEUR
15 KM

USAGE
ROUTIER



SUISSE 2015

Tunnel du Simplon

Assainissement, rénovation et renforcement d'un tunnel ferroviaire centenaire

LONGUEUR
19,8 KM

USAGE
FERROVIAIRE

Liant la Suisse à l'Italie, le tunnel du Simplon est, avec près de 20 kilomètres, l'un des plus longs ouvrages ferroviaires du monde. Les Chemins de fer fédéraux suisses ont confié à PraderLosinger la remise aux normes actuelles de ce double tunnel à voie unique mis en service en 1906. Grâce à une logistique et un phasage sur mesure, les équipes ont pu réaliser l'ensemble des **opérations de rénovation** tout en maintenant le trafic ferroviaire : rénovation des réseaux électriques et de drainage, renforcement et élargissement de la structure, abaissement du radier, renouvellement du ballast, élargissement des niches techniques. Ces opérations ont permis l'amélioration de la **sécurité** du trafic ferroviaire, mais aussi l'assainissement des deux tunnels.



FRANCE 2018

Rocade L2

Conception, financement, construction, maintenance et renouvellement des ouvrages et des équipements dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP)

LONGUEUR
10,9 KM

USAGE
ROUTIER

Envisagée dès 1930 pour désengorger le centre-ville de Marseille et assurer un **contournement** nord-est rapide en reliant les autoroutes A7 et A50, la construction des 10,9 kilomètres de la rocade L2 a été réalisée grâce aux travaux menés par un groupement d'entreprises piloté par Bouygues Travaux Publics et commandité par la Société de la Rocade L2. La modernisation de cet ouvrage autoroutier comprend l'installation d'**équipements innovants** tels que le système d'aide à la gestion du trafic, la détection automatique d'incidents, de transport de matières dangereuses ou de véhicules hors gabarit.

Tunnels immergés

• • • • •

Pour les traversées sous-fluviales ou sous-marines, une grande diversité d'ouvrages est possible : pont, tunnel creusé ou encore **tunnel immergé**. Ces derniers présentent l'avantage de s'intégrer plus facilement dans l'espace, car ils ne nécessitent qu'une pente faible pour y accéder, tout en autorisant la navigation pendant les travaux.

Bouygues Travaux Publics emploie cette méthode en associant son expertise reconnue dans le domaine des **travaux maritimes et fluviaux** à des moyens nautiques adaptés. Ni tout à fait un tunnel, ni tout à fait un ouvrage

maritime, le tunnel immergé est une solution technique et économique adaptée aux traversées de longueur moyenne ou de largeur importante.

Les étapes de construction ont largement été éprouvées :

- ◉ **Terrassement du fond de souille**
- ◉ **Préfabrication à sec** des caissons étanches en béton dans une enceinte ou sur un quai
- ◉ **Mise en flottaison** et remorquage
- ◉ **Immersion**
- ◉ **Assemblage des caissons** et étanchement aux joints

Malgré l'ancienneté du procédé, éprouvé dès le début du xx^e siècle pour les premières lignes de métro sous la Seine, la réalisation d'un tunnel immergé reste une prouesse technique. La construction de ces infrastructures complexes, véritables **ponts sous-marins**, est l'occasion pour Bouygues Travaux Publics de démontrer la force de son expérience.





FRANCE 1987

Traversée sous-fluviale de Nogent-sur-Marne

Construction de deux tunnels routiers sous-marins
(liaison des autoroutes A4 et A86 à Nogent-sur-Marne)

- POIDS
DU CAISSON

4 000 À 6 000 T
- LONGUEUR

210 M
(CHAUSSÉE OUEST)

140 M
(CHAUSSÉE EST)
- USAGE

ROUTIER

Les deux tunnels immergés permettent aux chaussées de l'autoroute A86 de franchir la Marne en deux tubes distincts, de 210 mètres de long pour la chaussée ouest et 140 mètres pour la chaussée est. Ils sont composés de **sept caissons** préfabriqués en béton précontraint, apportés par **flottage** puis immergés. Afin de réaliser, au fond de la Marne, les appuis béton sur lesquels sont échoués les caissons, d'importants travaux de dragage ont dû être effectués. Pour éviter l'emploi d'explosifs, l'entreprise a conçu une drague « suceuse » équipée d'un bras hydraulique qui assure l'extraction directe du rocher. La totalité des travaux a ainsi pu se dérouler sans aucune interruption de la navigation sur la Marne.



ALLEMAGNE 2003

Tunnel de Rostock

Conception-construction d'un tunnel routier immergé
dans le cadre d'un projet en concession

- POIDS
DU CAISSON

22 000 T
- LONGUEUR

790 M
- USAGE

ROUTIER

À 250 kilomètres au nord de Berlin, le port industriel de Rostock est coupé en deux par l'estuaire formé par la jetée de la Warnow dans la mer Baltique. Pour joindre les deux rives, la ville a confié à Bouygues Travaux Publics la concession pendant 30 ans d'une **traversée fixe** du fleuve. Le tube immergé est vite apparu comme la solution la plus adaptée. **Six caissons** ont ainsi été préfabriqués au sec. Fermés à leurs extrémités, ils ont ensuite été remorqués en flottaison avant d'être immergés un à un, puis juxtaposés. Les cloisons intérieures ont alors été supprimées pour former un conduit unique long de 790 mètres.



ROYAUME-UNI 2011

New Tyne Crossing

Conception-construction d'un tunnel routier, rénovation d'un tunnel existant, création d'un échangeur routier et de deux zones de péage dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP)

Ouvert au public début 2011, le New Tyne Crossing à Newcastle vient doubler un ouvrage existant inauguré en 1967, permettant ainsi de désengorger un axe routier essentiel pour le trafic nord-sud entre l'Écosse et l'Angleterre. Le projet, long de 2,5 kilomètres, met en lumière l'éventail des savoir-faire de Bouygues Travaux Publics : tunnel immergé constitué de **quatre caissons** précontraints, terrassements, travaux de voirie ou encore tunnels traditionnels, dont deux forés en SCL (*Sprayed Concrete Lining*). Sans interruption du trafic fluvial sur la Tyne, le tunnel historique à voussoirs de fonte a également été remis aux **normes**, notamment en termes d'éclairage, de signalisation, de drainage et de ventilation. Les deux ouvrages, ancien et nouveau, ont bénéficié, entre autres, d'un système de brumisation, assurant une **protection active** contre le feu inédite sur le sol britannique.

POIDS
DU CAISSON
10 000 T

LONGUEUR
DU TUNNEL
IMMERGÉ
360 M

USAGE
ROUTIER

L'innovation partagée.

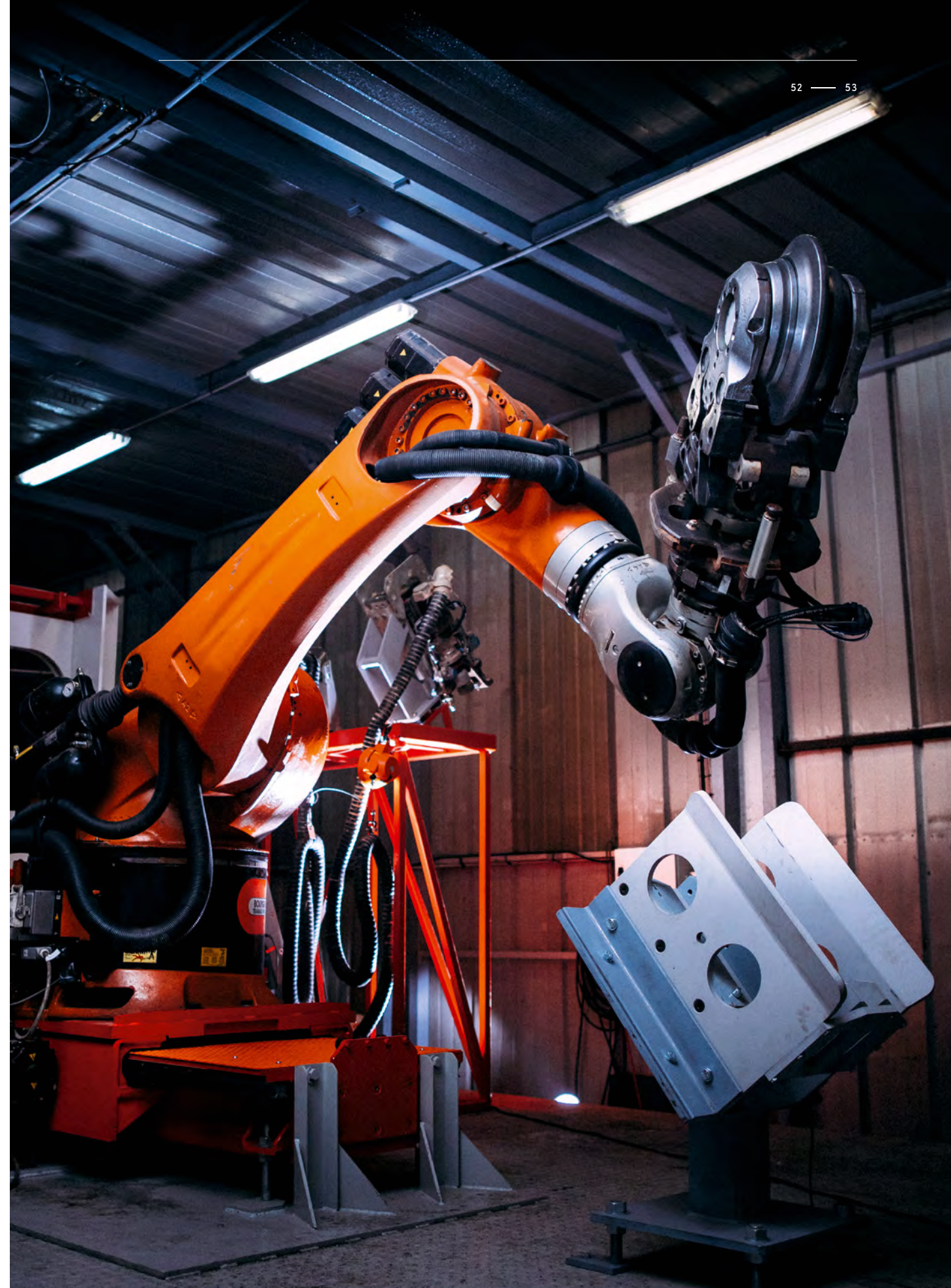
L'innovation est au cœur de notre culture et de notre performance. Loin des effets de mode, nous avons la conviction que la créativité, en phase commerciale ou au service des chantiers, est un facteur de différenciation technique et de compétitivité.

En construisant un capital d'idées et en encourageant l'amélioration continue, l'innovation renforce la fiabilité de nos solutions, la qualité de nos réalisations et la sécurité de tous les acteurs présents sur les chantiers.

Acteurs de la transformation digitale, plus de 600 ingénieurs et techniciens, spécialisés dans les études de conception, d'exécution et de méthodes, la R&D et la créativité, se projettent dans un monde plus ouvert et plus mobile.



Telemach, *Safety Initiative of the Year* [International Tunnelling Association (ITA) Tunnelling Awards, 2017]



Innovér, pour quoi faire ?



S'adapter
aux exigences
fonctionnelles
des ouvrages



Réduire
l'empreinte
environnementale
des activités



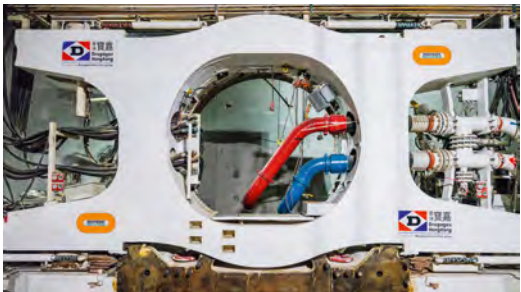
Répondre
à des contraintes
techniques
complexes



MOBYDIC

L'œil du pilote

Outil d'aide à la décision permettant d'optimiser le fonctionnement du tunnelier ainsi que sa maintenance. Grâce à l'installation de capteurs sur les molettes de la tête de coupe, les données reçues (température, rotation, effort) permettent aux opérateurs de suivre en temps réel la géologie à la face d'excavation (détection de cavernes, bâtis, piles en béton) et d'optimiser l'excavation et la maintenance des outils.



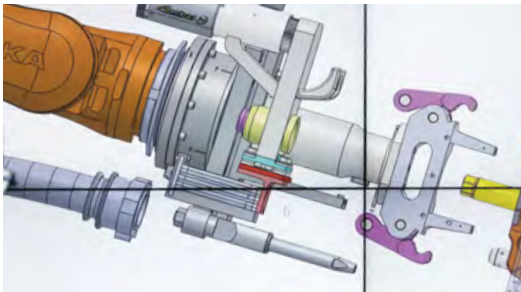
POUSSE-TUBE POUR RAMEAU

L'outil spécialisé

Mini-tunnelier permettant d'améliorer le cycle de production des rameaux intertubes. Appelés également cross passages, ces rameaux connectent les tubes d'un ouvrage souterrain entre eux afin d'assurer, en cas d'accident, l'évacuation des usagers. Plus rapide et plus sûr que la méthode traditionnelle par congélation du terrain, le tunnelier pousse-tube permet d'assurer le maintien de l'intégrité structurelle des tunnels principaux ainsi que leur étanchéité, tout en réduisant considérablement les délais de réalisation.

1^{er}

simulateur de pilotage de tunnelier
au monde, Thalia a été développé
par les équipes du Tunnel Lab.



TELEMACH

La maintenance téléopérée

Robot articulé permettant le changement des molettes de la tête de coupe des tunneliers en limitant les interventions humaines. L'utilisation de Telemach permet de réduire l'apparition de maladies chroniques chez les plongeurs en milieu hyperbare ainsi que les risques liés à l'environnement extérieur. Cette innovation démontre que l'industrie robotique, adaptée aux conditions des espaces souterrains, peut contribuer à améliorer la santé et la sécurité des collaborateurs.



ROBY 850

Le percement automatisé

Robot perceur et poseur d'ancrages, capable d'accéder à l'ensemble des parois d'un tunnel. Grâce à son bras robotisé à six axes, il enchaîne les tâches de manière automatisée : ponçage, bouchardage, perçage, nettoyage et pose des ancrages en 90 secondes, en gardant en mémoire chaque action pour en garantir la traçabilité. Roby 850 sait également s'adapter et repérer des joints entre les voussoirs pour se relocaliser avec précision et respecter un plan de calepinage.

We love life.

Préserver la santé et la sécurité de nos collaborateurs, ainsi que celles de tous les intervenants sur nos chantiers, est notre première responsabilité.

Sur tous ses chantiers, Bouygues Travaux Publics déploie les meilleurs standards mondiaux tout en répondant aux risques spécifiques des activités souterraines : opération en espace restreint et confiné, plongée hyperbare, risque incendie et gestion des secours, coactivité et gestion des flux.

La sécurité est l'affaire de tous : c'est une vigilance de chaque instant afin de s'assurer du respect et de l'efficacité de nos modes opératoires.



Objectif : zéro accident.



Former et responsabiliser les collaborateurs pour limiter les comportements à risque



Améliorer l’ergonomie du poste de travail afin de réduire l’apparition de troubles musculo-squelettiques



Contrôler l’efficacité des actions au travers d’un système d’évaluation commun à toute l’entreprise



FONDAMENTAUX SANTÉ & SÉCURITÉ

Un engagement fort

Équipements de protection, circulation, analyse des risques, ergonomie... 12 standards appliqués sur tous les chantiers de Bouygues Construction afin de garantir la sécurité de tous. Chez Bouygues Travaux Publics, des **modes opératoires spécifiques** aux travaux souterrains, tels que des contrôles d'accès au tunnel et au puits et des plans de circulation des hommes et des flux, complètent ce référentiel commun.

JOURNÉE SANTÉ & SÉCURITÉ

La sensibilisation de tous

Ateliers dédiés, séquences d’information, partage de bonnes pratiques : la journée Santé & Sécurité est un **événement mondial de sensibilisation** au cours duquel tous les opérateurs de nos chantiers, nos collaborateurs et nos entreprises partenaires, interrompent leur activité pour partager leur volonté commune d’atteindre le « zéro accident ».

40 %

des heures délivrées dans le cadre du plan de formation sont dédiées à la santé et à la sécurité.



SAFETY SURVEYORS

La vigie de nos chantiers

Collaborateurs chargés de veiller quotidiennement au respect des règles de sécurité sur chaque chantier, en France et à l’international. Les *Safety Surveyors* ont l’autorité pour **arrêter toute activité** présentant un manquement grave à la sécurité ou recommander l’exclusion de toute personne au comportement dangereux dans le but de garantir des conditions de travail optimales partout dans le monde et permettre une réduction des accidents sur les chantiers.

SÉANCE D’ÉCHAUFFEMENT

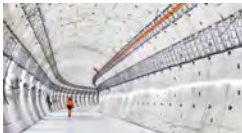
Une prise de poste en toute sécurité

Séance d’échauffement quotidienne et en équipe pour un meilleur **réveil musculaire** et une limitation des troubles musculo-squelettiques. Cette nouvelle pratique, associée au briefing présentant les tâches de la journée et les points de vigilance, prépare le corps et l’esprit pour assurer une meilleure prise de poste et éviter claquages et contractures tout en renforçant la cohésion des équipes.

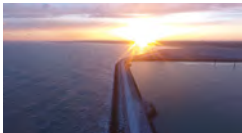
C'est en osant les ruptures technologiques que nous construisons la force de notre réputation.



Filiale de Bouygues Construction spécialisée dans le génie civil et les ouvrages d'art, Bouygues Travaux Publics est une référence internationale dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la construction d'infrastructures durables.



TUNNELS
& OUVRAGES
SOUTERRAINS



TRAVAUX FLUVIAUX
& MARITIMES



OUVRAGES
D'ART



GÉNIE CIVIL
INDUSTRIEL



PROJETS
LINÉAIRES



RÉNOVATION
& RENFORCEMENT
D'OUVRAGES



TERRASSEMENT



MINES
À CIEL OUVERT

La voie souterraine a été conçue et rédigée par la direction de la Communication de Bouygues Travaux Publics.

Directeur de la publication · Philippe Amequin

Directeur de la communication · Nicolas Cote

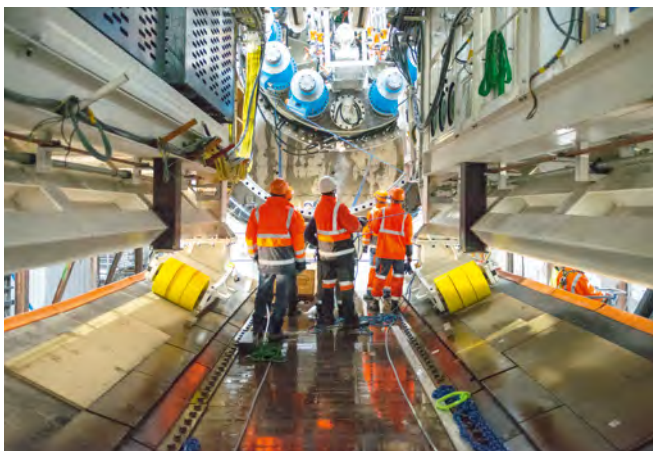
Réalisation · agence anstophane

Contributeurs (images) · couverture Yves Chanoit / p.01 DR / p.03 Charles Pertwee (CAPA Pictures) / p.04 Raphaël Olivier (CAPA Pictures) / p.06-07 DR / p.08-09 DR / p.10-11 Yves Chanoit / p.12 DR / p.13 Patrick Leung / p.14 DR / p.15 DR / p.16 Frédéric Sautereau / p.17 Métropole Nice Côte d'Azur / p.18 Céline Clanet / p.19 Raphaël Olivier (CAPA Pictures) / p.20-21 DR / p.22-23 Yves Chanoit / p.24-25 Céline Clanet / p.26-27 Augusto Da Silva (Graphix) / p.28-29 Véronique Paul (Graphix) / p.30 Emmanuel Gaffard / p.31 DR / p.32 DR / p.33 Raphaël Olivier (CAPA Pictures) / p.34-35 Lendlease Bouygues Joint Venture / p.36-37 Véronique Paul (Graphix) / p.38 Véronique Paul (Graphix) / p.39 DR / p.40 Kevin Wright / p.41 Laurent Zylberman (Graphix) / p.42-43 DR / p.44 DR / p.45 Laurent Carte / p.46-47 Véronique Paul (Graphix) / p.48 DR / p.49 Véronique Paul (Graphix) / p.50-51 DR / p.53 Cyril Abad / p.54 Raphaël Olivier (CAPA Pictures) / p.55 Julien Lutt (CAPA Pictures) / p.57 DR / p.58 Céline Clanet et Laurent Zylberman / p.59 Céline Clanet / p.60 Yves Chanoit (1, 7 et 8), Calais Port 2015 (2), Olivier Dupont (3), Alexis Morin (4), Jérôme Trehin (5) et DR (6) / quatrième de couverture Céline Clanet.

Impression · STIPA



Pour chaque référence, la date mentionnée est celle de la livraison du projet.



Retrouvez notre actualité sur LinkedIn

 fr.linkedin.com/company/bouygues-travaux-publics

Bouygues Travaux Publics
1, avenue Eugène-Freyssinet – 78280 Guyancourt

 bouygues-construction.com
 instagram.com/bouygues_construction



Shared innovation