



1 © YES CHANOIT

CBE GROUP MOULES ET CARROUSELS DE VOUSOIRS POUR TUNNELS : LA TECHNOLOGIE FRANÇAISE LEADER DANS LE MONDE

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

QUAND UN TUNNEL SE CONSTRUIT QUELQUE PART DANS LE MONDE, IL Y A DE FORTES CHANCES D'Y RETROUVER EN BONNE PLACE CBE GROUP... POUR S'EN CONVAINCRE, IL SUFFIT DE CONSULTER LA CARTE DES CHANTIERS RÉALISÉS PAR LA PME TOURANGELLE DE SAINT-AVERTIN (INDRE-ET-LOIRE), LEADER MONDIAL DES MOULES DE VOUSOIRS ET DES CARROUSELS AVEC 40% DE PARTS DE MARCHÉ, QUI PORTE HAUT LES COULEURS DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE. UNE RENCONTRE AVEC PHILIPPE SAMAMA, PRÉSIDENT DE CBE GROUP, PERMET DE DÉCOUVRIR LA COMPLEXITÉ QUE REQUIÈRENT LA CONCEPTION ET LA FABRICATION DE CES ÉQUIPEMENTS INDISPENSABLES À LA RÉALISATION D'UN TUNNEL.

La première entité de CBE Group - CBE Tunnel - est créée en 1987 par Robert Salmon pour réaliser le Tunnel sous la Manche, reconnu aujourd'hui encore comme une véritable prouesse technologique. CBE se spécialise alors dans la fabrication de moules de voussoirs. Depuis

sa création, elle s'inscrit dans une forte dynamique de croissance. En 2005, CBE Tunnel fusionne avec la société MSCO et agrandit ses infrastructures. Elle devient CBE Group. Afin de développer son marché à l'international, un site de production est lancé dès 2009 à Yangling en Chine, dans la province

1- CBE Group conçoit, fabrique, installe et livre "clé en main" des équipements pour la réalisation de tunnels de grand diamètre à travers le monde.

du Shaanxi. Plusieurs projets y voient rapidement le jour.

Sur ces deux dernières années seulement, CBE Group est intervenu sur presque tous les continents, de la Chine à l'Inde, en passant par les États-Unis, l'Amérique du Sud, l'Australie et, bien sûr, la France.

Cette internationalisation réussie, l'entreprise la doit d'abord à Didier Lefebvre, qui la dirige durant douze ans. Ce dernier, souhaitant alors se désengager, passe la main.

Son successeur est Philippe Samama qui a occupé précédemment de nombreux postes dans l'industrie, jusqu'à la direction générale de la branche "Réacteurs et Services" d'Areva, qu'il quitte en 2015.

À l'occasion d'un changement de capital de CBE, Philippe Samama en devient le PDG et actionnaire majoritaire en octobre 2017. Il est accompagné dans cette reprise par une demi-douzaine de managers de la société, ainsi que par un fonds d'investissement.

90% À L'INTERNATIONAL

En 35 ans, la société est devenue un acteur incontournable du secteur du tunnel, disposant d'une renommée mondiale avec 600 projets réalisés dans le monde entier.

Située en Région Centre-Val-de-Loire, elle dispose d'un siège social et d'un

2- Philippe Samama, président de CBE Group.

3- CBE a participé à 600 projets réalisés dans 53 pays.



© MARC MONTIGNON

2

PHILIPPE SAMAMA : PARCOURS

Philippe Samama est ingénieur de l'École Polytechnique (1985) et de l'École Nationale des Ponts et Chaussées (1995) et titulaire d'un " Master of Business Administration " de l'Insead (Institut Européen d'Administration des Affaires) (1995).

Il commence sa carrière chez Valeo, entre 1997 et 2002, comme directeur de site industriel à Blois puis directeur de la division Éclairage France à Angers (production de phares pour les constructeurs européens et japonais).

De 2002 à 2007, il est PDG de ECL Group (Fives), leader mondial des équipements et services pour fonderies d'aluminium.

Entre 2007, il rejoint Areva T&D (équipements de réseaux électriques) comme vice-président de la business unit Service puis, entre 2010 et 2014, comme vice-président exécutif de la business unit Base installée d'Areva.

En 2014 et 2015, il est nommé Senior executive vice-president du Business Group Réacteurs et Services d'Areva pour les centrales nucléaires en opération et en construction.

Il se lance ensuite à la recherche d'une société industrielle de plus petite dimension et rachète CBE selon un schéma de LBO avec un fonds d'investissement.

Depuis octobre 2017, Philippe Samama est président de CBE Group, leader mondial des moules de voussoirs et des lignes de préfabrication de ces voussoirs.

bureau d'études à Saint-Avertin (Indre et Loire), de deux sites de production à Saint-Avertin et à l'Île-Bouchard (Indre et Loire) et d'un site de production en Chine. CBE Group compte 300 salariés, dont 200 en Chine.

« CBE est un fournisseur d'équipements pour la construction de tunnels de grand diamètre. Ce qui nous caractérise est que nous allons de la conception à l'installation clé en main.

L'entreprise maîtrise l'intégralité du processus depuis la conception au bureau d'étude jusqu'au démarrage des usines, en passant par la fabrication des moules et du carrousel jusqu'à leur installation sur le site de préfabrication des voussoirs. C'est important car nos chantiers sont situés partout dans le monde : nous réalisons 90% de notre activité hors de France. Cette capacité de projection est une caractéristique de CBE. »

Des entreprises de renommée mondiale font appel à CBE pour tous les projets qu'elles ont à gérer : Vinci Construction, Bessac, Bouygues Construction, Stradal, Technopref, Sateba, Traylor, Wilson Group, Acciona ou encore Balfour Beatty.

Le diamètre intérieur des tunnels varie de 3 m à 17 m et les moules sont vendus dans 53 pays sur les cinq continents.



© CBE

3



4 © CBE



5 © CBE

UNE TOLÉRANCE DE 3/10^e DE MM

Un rappel synthétique, par Philippe Samama, de quelques phases de la construction d'un tunnel met en évidence les contraintes de fonctionnement auxquels les voussoirs sont soumis et les contraintes de production auxquels doit faire face une entreprise telle que CBE.

« Le tunnelier, au fur et à mesure de sa progression, place les voussoirs jusqu'à former un anneau le long de la paroi du tunnel qu'il vient créer et, ce qui est important dans notre activité, vient s'appuyer dessus avec des vérins pour progresser. On attend ainsi du voussoir qu'il ait une résistance mécanique à la pression supérieure au simple besoin du tunnel. Alors que la pression de la géologie est radiale, la pression du tunnelier est longitudinale. Il en résulte de ce fait, en termes de résistance mécanique, deux contraintes différentes.

Typiquement, si on admet qu'un tunnelier réalise entre 10 et 12 mètres par jour, un anneau ayant une largeur généralement comprise entre 1,50 m et 2 m, le tunnelier met en place entre 6

et 10 anneaux ce qui correspond entre 40 et 80 voussoirs, en fonction du diamètre du tunnel.

Une fois que le tunnelier est lancé, la consommation de voussoirs est donc importante. Pour y faire face, nos clients font du stock de voussoirs - de l'ordre de 2 à 3 mois - afin qu'il n'y ait pas de risque d'approvisionnement. Cela nécessite une place considérable, ce qui constitue une contrainte industrielle à prendre en compte pour la préfabrication.

Au niveau des moules que nous produisons, les contraintes sont tout aussi draconiennes : la tolérance des voussoirs est de 3/10^e pour des pièces qui pèsent entre 3 et 17 tonnes. Tout le savoir-faire de CBE est de fabriquer des moules capables de produire en moyenne 1 500 à 2 000 voussoirs sur une durée de 2 à 3 ans, avec une vibration intégrée à chaque coulée, qui va à l'encontre de la stabilité du moule dans le temps. La tolérance doit être maintenue jusqu'au dernier puisqu'elle garantit à la fois l'assemblage et la bonne répartition des efforts sur toutes les surfaces de contact des voussoirs entre eux. »

4- La cabine de peinture de l'usine de l'île-Bouchard.

5- Mesures de tolérance - 3/10^e de mm - dans l'usine de l'île-Bouchard.

6- Un moule en cours de préparation.

7- Dispositif Acimex de manutention et levage par vide d'air d'un voussoir.

représente entre 20 et 40 millions d'euros. Le tunnel, selon sa longueur et son diamètre représente un investissement entre 500 millions et 1,5 milliard et demi d'euros.

Le lot d'équipements fournis par CBE constitue donc une partie infime de la valeur du tunnel. Par contre, la non-qualité qui serait éventuellement créée par ce lot aurait des conséquences, non seulement tragiques sur la qualité du tunnel lui-même, mais également sur le délai de réalisation du projet. Le coût du projet, à commencer par l'immobilisation du tunnelier, serait menacé. La qualité de notre prestation est d'autant plus vitale que le lot attribué à CBE est probablement l'un des derniers commandés dans la vie du projet. Le cheminement d'un projet de tunnel suit plusieurs étapes échelonnées dans le temps : décision du maître d'ouvrage, choix de l'entreprise de génie civil, choix du préfabricant fournisseur de voussoirs, en propre par l'entreprise de Génie Civil ou confiée à un spécialiste de préfabrication et, enfin, commande des équipements.

Notre challenge est de nous imbriquer dans un projet global de construction,

Le savoir-faire de CBE est, avant tout, de délivrer à ses clients, projet après projet, cette qualité de voussoirs, du premier au dernier.

Et Philippe Samama de préciser l'importance déterminante, bien que peu connue, de l'intervention de CBE dans l'investissement global d'un projet de tunnel :

« Globalement, le coût moyen d'un lot CBE, selon qu'il s'agit de moules et de carrousel, se situe entre 500 000 et 5 millions d'euros. Le lot voussoirs



6 © NICOLAS TOURRENC



7 © NICOLAS TOURRENC



© NICOLAS TOURENÇ

8

tout en étant souvent l'un des derniers maillons de la chaîne. Nous sommes donc contraints par le planning global des projets, avec des délais souvent compressés et des dates de mise en production peu flexibles. Il nous faut réaliser la conception, la fabrication, la phase d'installation sur site, et le réglage des moules et du carrousel. Notre grande force réside dans notre capacité de projection de moyens et de savoir-faire pour aller installer des usines clé en main, parfois dans des zones lointaines, voire très reculées. Cette projection s'effectue depuis Yangling, en Chine, pour le marché intérieur chinois et l'Asie, et depuis Saint-Avertin, en France, pour le reste du monde. »

« Ce que nous garantissons à nos clients, c'est une prestation de qualité dans ces délais contraints. Lorsque vous livrez des équipements dans le monde entier, cela représente un réel challenge pour une ETI, ce qui explique qu'il y ait assez peu de concurrents pour ce type d'activité. »

8- Un voussoir en cours d'évacuation du moule de fabrication.

9- Fabrication des moules de voussoirs pour le groupement Alliance sur le Grand Paris Express.

10- Quelques-uns des 294 moules pour les chantiers du Grand Paris Express.

PAS DE PRESTATION STANDARD

Par ailleurs, il faut souligner que, dans l'activité de CBE, il n'existe pas de produits standard. Le dimensionnement des moules et la cadence de production sont redéfinis à chaque projet en fonction de la géologie, du diamètre de l'ouvrage, de sa longueur... et pour des applications qui sont très diverses.

Si une grande part de l'activité de CBE est concentrée sur les lignes de métro, elle concerne aussi les lignes de tunnel pour les trains à grande vitesse, les tunnels routiers, les tunnels de refroidissement pour les centrales nucléaires, les tunnels pour le "pump storage" (remontée et descente d'eau entre deux barrages pour stocker de l'énergie), les tunnels pour les eaux usées et, de plus en plus, les tunnels pour les eaux d'orage. En effet, en raison du réchauffement climatique et des épisodes orageux de plus en plus violents que connaissent les grandes métropoles, les réseaux d'égouts, datant de plusieurs décennies, parfois du 19^e siècle, ne sont plus en mesure d'évacuer l'eau suffisamment rapidement. De ce fait, la création de réseaux complémentaires de ceux existants constitue désormais une activité en plein développement un peu partout dans le monde là où les villes très "bitumées" ne disposent plus de capacités d'absorption suffisante pour les orages violents.

LES CARROUSELS : DES LIGNES DE PRODUCTION CLÉ EN MAIN

Le deuxième grand produit de CBE est ce qu'on appelle les "carrousels" qui sont des lignes de production de voussoirs livrés clé en main. Dans un carrousel, les moules sont placés sur des rails qui leur permettent ainsi de se déplacer automatiquement sur chaque poste de la ligne de production : mise en place du joint et éventuellement d'une cage de renforcement, coulage du béton dans le moule, vibration du béton, étuvage, ouverture du moule, extraction du voussoir, nettoyage du moule, huilage et préparation pour le bétonnage suivant. Les carrousels sont les équipements industriels qui assurent ainsi toutes les étapes de la fabrication d'un voussoir plus rapidement qu'en poste fixe. Dans ce dernier cas, les moules sont fixés au sol et les opérateurs se déplacent sur chaque moule pour effectuer les tâches liées à la production d'un voussoir. ▶



© GUILLAUME FRAYSSE

9



© GUILLAUME FRAYSSE

10

La technique de renforcement par cage d'armatures commence à être remplacée par l'utilisation à travers le monde de fibres métalliques : c'est par exemple le cas sur plusieurs lignes en construction du Grand Paris Express. Les deux technologies sont complémentaires en fonction des impératifs de résistance requise par les voussoirs. « Pour la partie carrousel, le modèle industriel est différent de celui des moules que nous concevons, fabriquons dans notre usine de l'Île-Bouchard et installons sur site en totalité. Les moules sont de grands ensembles mécano-soudés qui font appel essentiellement à de la mécanique avec du calcul vibratoire pour le positionnement des vibreurs.

Pour les carrousels, il s'agit de mise en jeu de différentes technologies : de la mécanique, de l'électrique, de l'hydraulique mais aussi beaucoup d'automatisme et, de plus en plus, de robotique. C'est plus un métier d'intégrateur : nous assurons la conception des équipements, achetons les éléments auprès de nos fournisseurs, nous les acheminons et enfin nous les assemblons sur le site du client. »

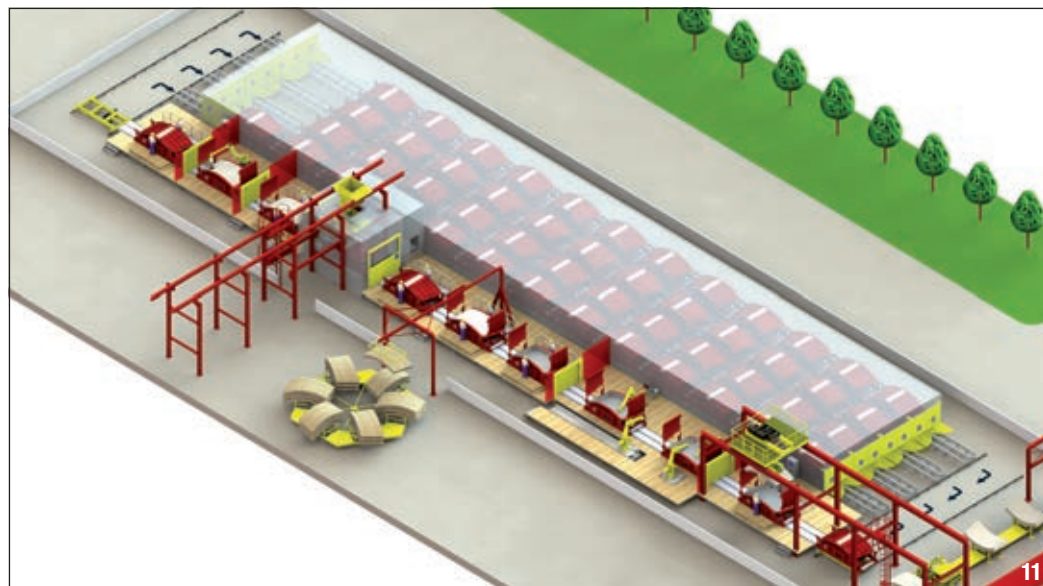
Les carrousels sont généralement implantés par CBE à proximité des chantiers de tunnels afin de réduire les coûts de transport des voussoirs. Ces lignes de production sont en mesure de sortir un voussoir toutes les 5 à 12 minutes. Elles peuvent produire jusqu'à 100 000 voussoirs pour les tunnels de grande longueur ou les tunnels doubles. La campagne moyenne de fabrication de voussoirs pour un projet se situe entre 12 et 36 mois.

À l'issue du chantier, la ligne peut être soit démontée, soit récupérée par le préfabricant qui l'a utilisée et être reconvertie pour y installer des moules d'une autre dimension. Les carrousels sont conçus pour être adaptés à plusieurs types de fabrication. C'est le cas, par exemple, des carrousels fournis par CBE à Alliance⁽¹⁾ et Stradal pour la réalisation des voussoirs de plusieurs lignes du Grand Paris Express.

Les moules à poste fixe sont généralement préférés aux carrousels dans les pays où le coût de la main d'œuvre est peu élevé.

ACIMEX : LE LEVAGE PAR VIDE D'AIR

CBE dispose d'une filiale qui propose son expertise en maintenance de charges lourdes depuis plus de 50 ans. Créée en 1971 et établie également à Saint-Avertin, Acimex



11 © CBE

acquiert tout d'abord ses lettres de noblesse sur le territoire français dans le domaine de la préhension et le levage des plaques de tôle d'acier dans la sidérurgie et les industries mécaniques avec une technologie de levage par vide d'air, en l'occurrence avec des ventouses.

La société a ensuite étendu son savoir-faire et ses compétences au domaine du béton et du tube : ses produits permettent notamment d'extraire les voussoirs des moules dans lesquels ils viennent d'être coulés.

Acimex est rachetée en 2010 par CBE Group. Ce partenariat permet aux deux entités de proposer des solutions complémentaires sur de nombreux contrats. « En 2016, Acimex a ouvert en Chine

11- Schéma de principe d'un carrousel.

12- Acimex est spécialisée dans le levage des pièces lourdes grâce à la tech- nologie du vide.

une filiale qui produit dans notre usine CBE de Yangling, indique Philippe Samama, Shaanxi Acimex Mechanical Equipment Co., Ltd lui permettant d'être au plus près de ses clients chinois. L'ensemble des machines Acimex produites en Chine est au préalable conçu sur mesure dans notre bureau d'études de Saint-Avertin et bénéficie

donc de notre savoir-faire français. »

Parmi les projets internationaux récents d'Acimex : érecteurs, chariots à voussoir et démouleurs pour les tunneliers du métro de Sydney en Australie, érecteur à voussoir et chariot train pour le tunnelier d'une nouvelle autoroute en Sicile, pinces à voussoirs pour le métro de São Paulo au Brésil, érecteur et chariot à voussoir pour le métro de Riyad en Arabie Saoudite...

APS : UNE RÉFÉRENCE EN BRISE-LAME

Une autre branche de CBE intervient dans le domaine de la construction : APS qui assure la réalisation de blocs artificiels brise-lames pour la protection des digues portuaires avec deux



12 © GUILAUME FRAYSSE



13

© CBE



14

© CBE

13- Un brise-lame "X bloc" produit dans l'usine APS pour le port de Calais.

14- Les moules pour la fabrication de brise-lames pour le port de Calais.

15- L'impressionnant parc de stockage des segments de voussoirs pour le projet HS2 (182 moules).

16- Montage à blanc d'un anneau-moule constitué de plusieurs voussoirs, pour le projet HS2 de ligne à grande vitesse au Royaume Uni.

© CBE



15

HS2 (HIGH SPEED 2) EN BREF

HS2 est le projet phare de l'industrie de la construction en Grande-Bretagne et prévoit de relier Londres aux Midlands (Birmingham, Manchester, ...) par une ligne de Train à Grande Vitesse. En 2017, Systra a été sélectionné par la joint-venture Balfour Beatty-Vinci pour la conception du génie civil des lots N1 et N2, à 50/50 avec Mott McDonald. D'une longueur totale de 90 km, ces deux lots sont les plus importants, les plus complexes et les plus au nord géographiquement de la phase 1 du projet, comprenant également le raccordement jusqu'au centre-ville de Birmingham et reliant la ligne nouvelle au réseau existant West Coast Main Line dans le Staffordshire.

S'étendant sur un tracé d'environ 90 km, les lots N1 et N2 comprendront un nombre impressionnant d'ouvrages d'art, de tunnels et de chantiers de terrassement : 51 viaducs et structures en caissons totalisant plus de 14 km et 76 passages supérieurs, 7,5 km de tunnels bitubes, 35 linéaires de déblais sur un total de plus de 30 km, 76 passages inférieurs, 66 linéaires de remblai sur un total de plus de 33 km.



16

© CBE

port de Calais. L'usine était initialement configurée par APS pour la fabrication de blocs artificiels de 4 m³ pesant 10 tonnes chacun. Des interventions ont été requises au fil des mois pour passer à 6 m³, 8 m³, 10 m³ et enfin 12 m³. Ces derniers blocs pesaient 25 tonnes l'unité. »

Ces brise-lames sont produits dans des moules et des carrousels conçus et fabriqués par CBE.

6 GRANDS PROJETS EN COURS

Parmi le nombre impressionnant de projets - plus de 600 dont 230 carrousels depuis 1987 correspondant à la livraison de 28600 moules dans 53 pays à travers le monde - il était à l'évidence délicat de mettre en évidence les plus représentatifs.

Philippe Samama a choisi d'évoquer 6 d'entre eux, achevés ou en cours de réalisation qui reflètent la diversification qu'a su réaliser CBE dans la niche ultraspécialisée que constitue la fabrication de moules pour voussoirs :

- Le Grand Paris Express, en France ;
- HS2 Manchester-Londres, au Royaume Uni ;
- Los Angeles Outfall, aux États-Unis ;
- Snowy Hydro au sud de Canberra, en Australie ;
- Le tunnel sous le Yangtsé dans la province de Jiangsu, en Chine ;
- La ligne de métro express Airport Link Line à Shanghai, en Chine.

Grand Paris Express : pour ce projet d'extension du réseau de métro dans Paris et sa Grande Couronne (200 km de tunnels), CBE a livré 3 carrousels et 294 moules ainsi que deux carrousels de pré-stockage dans lesquels les voussoirs produits sont stockés pour leur donner une durée complémentaire d'étuvage. Cette prestation est considérable par son volume. ▶

types de produits : "X bloc"® et "ACCROPODE"™.

En 2013, la marque APS est créée afin d'officialiser le nombre de projets grandissants que réalise l'entreprise, liés à d'autres domaines d'application béton que le tunnel : blocs artificiels pour brise-lames (portuaire), traverses/dalles de traverses (ferroviaire), panneaux anti-bruit (ferroviaire/routier), murs (habitation).

En 2014, APS signe une première mondiale : la mise en place d'une usine automatisée de production de brise-lames pour la réalisation de la nouvelle Route du Littoral à La Réunion. Ce contrat en attire d'autres, avec des usines automatisées de production de blocs artificiels à Calais et en Écosse.

« APS est intervenue entre 2016 et 2018, précise Philippe Samama, pour la fabrication de blocs artificiels servant à former la digue principale du



17
© CBE



18
© CBE

Elle correspond à l'approvisionnement en voussoirs des chantiers des Lignes 11, 14 Sud, 15, 16, 17 et 18.

HS2 (High Speed 2) : le projet HS2 lancé par le gouvernement britannique a pour objectif de créer un nouveau réseau reliant à grande vitesse Londres, les Midlands et le Nord du pays, desservant 8 des 10 plus grandes agglomérations de Grande Bretagne parmi lesquelles les villes de Londres, Birmingham, Manchester et Leeds.

« La Ligne HS2 représente l'un des plus importants projets de construction en Grande-Bretagne depuis des décennies, précise Philippe Samama, d'un

montant de l'ordre de 100 milliards de livres. C'est l'équivalent du Grand Paris Express, en Grande Bretagne, mais pour des trains à grande vitesse plutôt que pour des métros. »

Entre 2019 et 2022, CBE a livré pour les lots N1 et N2 deux carrousels et 182 moules (voir encadré : HS2 en bref). Pour ce projet, CBE a réalisé dans son usine de l'Île-Bouchard le montage, à blanc, d'un anneau-béton garantissant le bon assemblage des voussoirs fabriqués dans les moules qui seront ensuite livrés sur le chantier.

Los Angeles Outfall (2020-2021) : le projet Outfall à Los Angeles consiste

17- Nettoyage automatisé avec des robots moules mis en œuvre sur le chantier Los Angeles Outfall aux États-Unis (60 moules).

18- Usine de pré-stockage de voussoirs pour le projet Snowy Hydro en Australie (90 moules).

19 & 20- L'usine CBE de Yangling dans la province du Shaanxi (Xi'an) en Chine.

en la construction d'un tunnel de 11,25 km de longueur et de 5,5 m de diamètre reliant la station de traitement des eaux usées de Carson et le collecteur océanique de Royal Palm Beach. Pour ce projet, CBE a livré un carrousel équipé de robots et 60 moules.

« Ce carrousel, précise Philippe Samama, est équipé de robots qui réalisent le nettoyage des moules, leur huilage et leur fermeture. Ces opérations qui étaient autrefois faites par des opérateurs sont, sur ce chantier, entièrement automatisées. Cette évolution est importante pour CBE. Elle illustre sa capacité d'être passé en 30 ans

CBE EN CHINE

En 2009, CBE a établi une usine en propriété exclusive - filiale à 100% de CBE - dans la région de Yangling près de Xi'an.

La grande ville de Xi'an est la capitale de la province du Shaanxi, dans le centre de la Chine. Nommée autrefois Chang'an ("paix éternelle"), elle constitue l'extrémité Est de la route de la soie et abritait les bâtiments gouvernementaux des dynasties Zhou, Qin, Han et Tang. Dans les sites archéologiques des plaines entourant Xi'an se trouve la célèbre Bingmayong ("armée de terre cuite"), composée de milliers de sculptures en terre cuite grandeur nature et façonnées à la main, ensevelies avec le premier empereur de Chine, Qin Shi Huang.

CBE a remporté des appels d'offres pour 120 projets de moules en Chine, des dizaines d'usines automatisées, réalisé plus de 750 ensembles de moules et fabriqué plus de 4670 moules en acier.

La qualité technique des tunnels segmentaires produits par les moules CBE est devenue la norme en Chine. À l'heure actuelle, il y a 35 villes dans le pays avec des métros en construction, dont 24 villes utilisent des moules en acier CBE pour leurs tunnels de métro.

Les produits sont également exportés vers le Vietnam, l'Inde, Singapour, Hong Kong, la Malaisie et d'autres pays asiatiques.

L'usine de Yangling couvre une superficie de 35 acres. Elle compte 200 employés.

Yangling CBE Company intègre la fabrication, le traitement, l'assemblage et le service après-vente de moules à voussoirs. Les produits sont conçus en France. La production et la transformation sont entièrement conformes au modèle d'usine français et adoptent les normes de qualité de l'Union Européenne. Fabriquer en Chine réduit considérablement les coûts et facilite le service après-vente en Chine et dans les pays alentour.



19
© CBE



20
© CBE

d'un métier assez traditionnel de mécanosoudure à un métier utilisant la robotique avec les développements de compétences que cela implique. De tels robots sont également mis en œuvre sur un chantier australien. »

Snowy Hydro (2020-2022) : le projet Snowy Hydro, au sud-ouest de Canberra en Australie, consiste à réaliser un tunnel de pompage pour stockage d'énergie de 27 km de long et de 9,9 m de diamètre et une station électrique souterraine entre deux barrages (Tantangara Reservoir et Talbingo Reservoir) situés à des altitudes différentes.

Pour ce chantier, CBE a livré 2 carrousels équipés de robots et 2 carrousels de pré-stockage ainsi que 90 moules.

Tunnel sous le Yangtsé (2021) : il s'agit d'un projet de double tunnel routier de 12 km de longueur équipé de 4 anneaux de 15,50 m de diamètre permettant de franchir en souterrain le fleuve et reliant la ville de Nantong à celle de Taicang.

Pour ce chantier, CBE a livré 40 moules.

Airport Link Line (2021) : ce projet situé à Shanghai consiste en un tunnel de 13,6 m de diamètre et de 68,6 km de longueur permettant de relier entre eux les deux aéroports de Shanghai Hangqiao, situé à proximité du centre-ville et celui de Pudong.

Pour ce chantier, CBE a livré 54 moules permettant la réalisation de 6 anneaux constitués chacun de 9 voussoirs pour atteindre un diamètre fini de 13,60 m. Ces 6 exemples illustrent la diversification qu'a su réaliser CBE tout en restant dans sa démarche d'origine qui demeure celle de concevoir et fabriquer des moules pour voussoirs puisqu'ils mettent en évidence la polyvalence des moules qui sortent de l'usine de l'île-

CBE INNOVE EN CHINE

CBE Group a livré à la ville de Chengdu, dans la province du Sichuan, des moules de voussoirs ainsi qu'un carrousel pour la réalisation d'un projet innovant de galerie technique.

La galerie technique de ce projet est divisée en plusieurs voussoirs faciles à manipuler et dotés d'une structure résistante. Habituellement réalisées à ciel ouvert et équipées de panneaux en bétons très grands et difficiles à manipuler, ces galeries ne rentrent pas dans une logique d'automatisation. L'innovation proposée permet de standardiser la réalisation de ce type de galerie, et de fournir un référentiel pour d'autres villes potentiellement intéressées par cette simplification de production.

Commandés au départ par le Groupement des Finances des Travaux Urbains de la ville de Chengdu, associé au Groupe n°23 des Chemins de Fer, les plans du carrousel et des moules destinés à la galerie technique ont tout d'abord été conçus par le bureau d'études à Saint-Avertin en France. Si le carrousel reste relativement standard, avec une simple adaptation technique sur le poste de bétonnage, les moules, eux, ont dû être adaptés. La galerie est en effet de forme ovale. Relativement courte, elle mesure 1 068 m de longueur. Sur cette longueur, 768 m ont été réalisés en voussoirs préfabriqués. Selon le souhait du client, le reste de la galerie a été fait en béton, coulé en place. Les anneaux en béton qui composent la partie de la galerie réalisée avec la technologie CBE Group se divisent chacun en 5 voussoirs.

Cette galerie technique se partage en deux tunnels : un premier qui permet d'un côté l'écoulement des eaux usées, et de l'autre le passage de câbles électroniques. Un second tunnel, également divisé en deux, est réservé à l'alimentation de l'eau, d'une part, et à des câbles électriques, d'autre part. C'est la première fois qu'un projet de cette nature est réalisé avec des voussoirs préfabriqués. L'essai s'est montré concluant : gain de temps sur la réalisation du projet, manutention simplifiée, résistance renforcée du tunnel font de la réalisation de cette galerie une réelle innovation dans le domaine souterrain, appelée à se reproduire dans les années à venir.

21- Les moules pour les tunnels de franchissement du Yangtsé en Chine (40 moules).

22- Fabrication des voussoirs pour le tunnel de la "Airport Link Line" à Shanghai (54 moules).

Bouchar : tunnels de métros et ferroviaires, tunnels routiers, tunnels d'assainissement, tunnels liés à l'énergie hydro-électrique.

Ils répondent également à deux grandes demandes de ses clients.

D'une part, suivant en cela le déploiement de l'industrie 4.0, CBE a développé des solutions pour répondre à

la demande croissante d'automatisation et de robotisation des carrousels. Notamment parce que ses clients ont du mal à trouver de la main-d'œuvre qualifiée et stable. D'autre part, il y a un besoin croissant d'augmenter la productivité de ces usines par l'utilisation de capteurs et le traitement des données. Par exemple, la digitalisation permet de rendre chaque voussoir traçable, aussi bien en termes de paramètres de production que de logistique. La demande pour les tunnels auxquels contribue CBE est tirée par deux tendances de fond : d'un côté, l'urbanisation croissante partout dans le monde qui demande beaucoup d'investissements en infrastructures de transport de plus en plus souterraines pour des contraintes d'espace, et en réseaux d'eaux usées.

Par ailleurs, le réchauffement climatique crée lui aussi indirectement un besoin en nouveaux tunnels. Pour évacuer rapidement hors des villes les eaux d'orages qui augmentent en fréquence et en intensité. Pour acheminer l'eau potable sur des distances croissantes. Pour stocker l'énergie générée par les renouvelables, par le pompage d'eau entre deux barrages. D'une façon globale, le marché de CBE bénéficie d'une croissance moyenne de 4 à 5% par an.

« *Tout en étant un leader mondial sur notre "petite niche", conclut Philippe Samama, nous sommes une société qui porte haut les couleurs de l'industrie française et de son savoir-faire en matière d'ingénierie, une valeur à laquelle je suis très attaché.* » □

1- **Alliance :** ce groupement est composé des sociétés Demathieu Bard, NGE, Impresa Pizzarotti et Implenia.



21

© CBE



22

© CBE