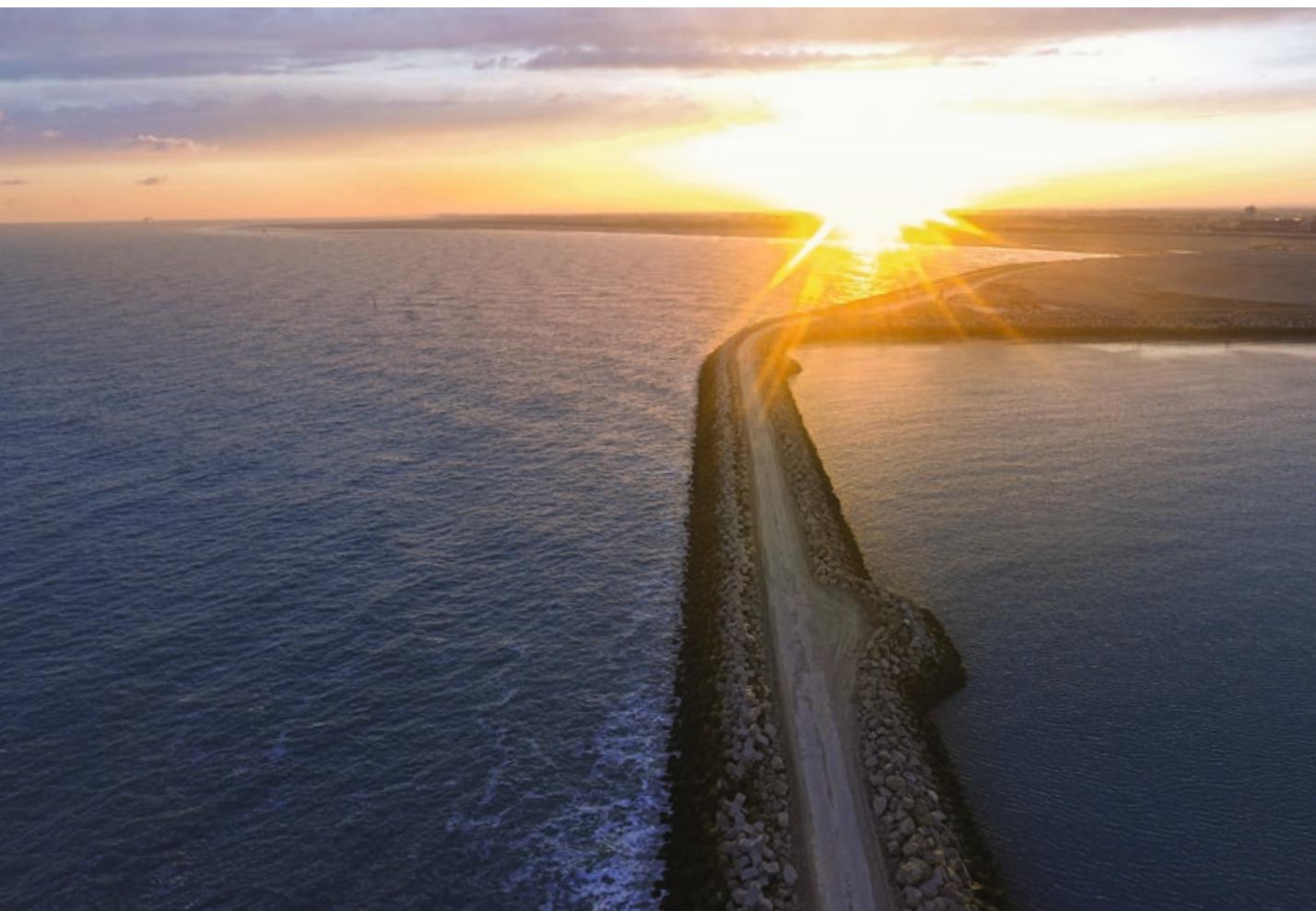


# Contre vents et marées.

—  
TRAVAUX FLUVIAUX ET MARITIMES



Shared **innovation**





## La force de l'expérience.

Depuis plus de 35 ans, Bouygues Travaux Publics est un acteur incontournable du marché des travaux fluviaux et maritimes. Nos métiers recouvrent la conception, la construction et la rénovation d'ouvrages spécifiques tels que les digues, les quais, les écluses ou les barrages ; des projets complets de ports et d'aménagements urbains en mer.

Maîtrisant l'ensemble des méthodes constructives, nous avons bâti notre réputation sur notre capacité à concevoir et réaliser des projets complexes rassemblant une grande diversité d'ouvrages et à concevoir des outils et des solutions sur mesure, adaptés aux besoins de nos clients et aux contraintes des environnements dans lesquels nous nous insérons.

Bouygues Travaux Publics s'appuie sur l'intelligence collective mise en œuvre avec son réseau de partenaires industriels et académiques et apporte son expertise sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la construction.

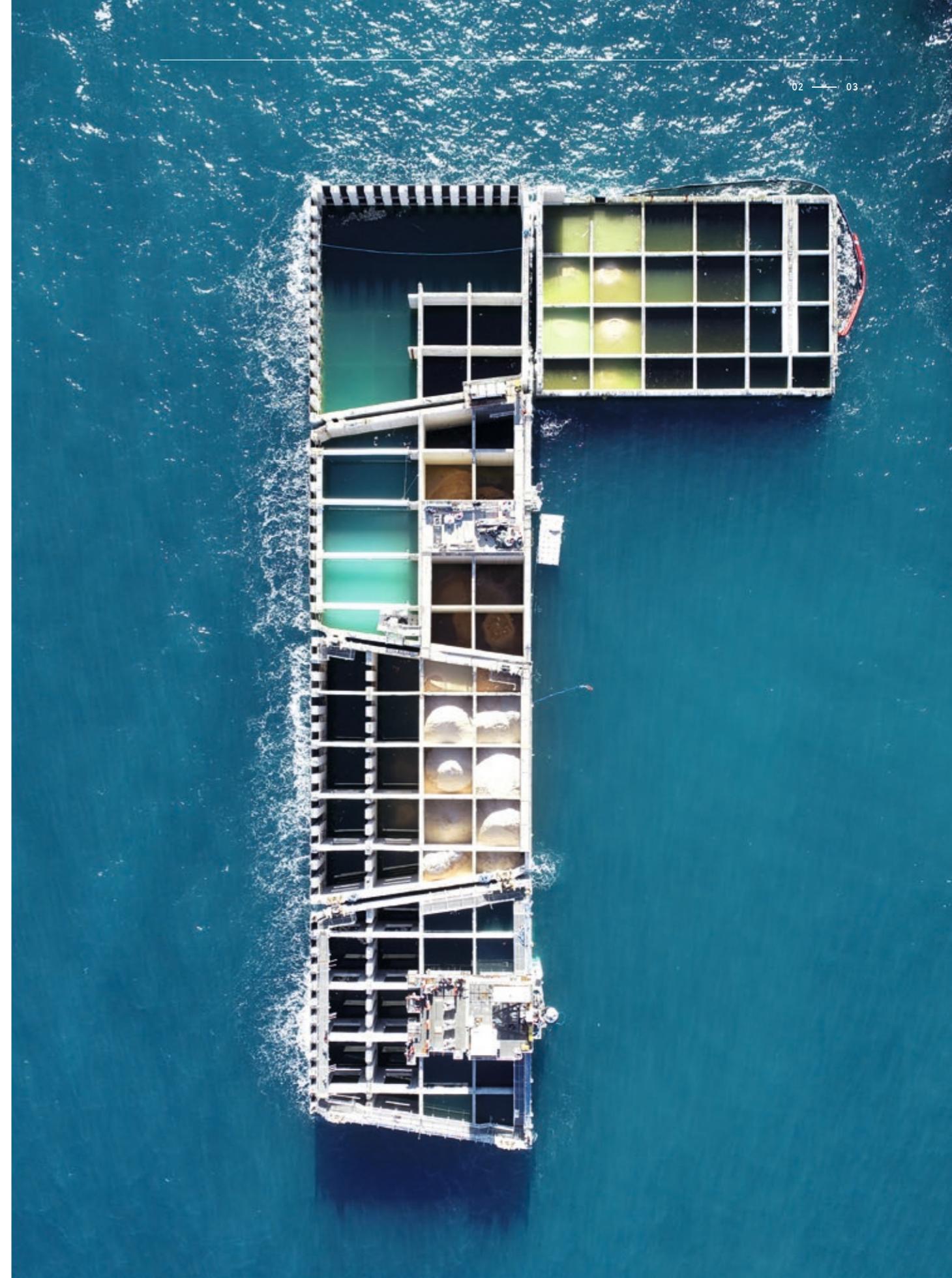


# À l'épreuve du temps.

Avec des projets tels que ceux de Beyrouth, Méricourt, Tanger, Monaco, La Réunion, Fécamp, Bouygues Travaux Publics a livré clés en main de nombreux projets fluviaux et maritimes, en France et à l'international.

Des ouvrages de toutes les dimensions : des projets les plus courants jusqu'à l'extension en mer du port de Calais. Des ouvrages innovants : de la barge *N'Kossa* à l'extension en mer de Monaco. Des ouvrages pour tous les usages : développer les surfaces habitables et valoriser le littoral, renforcer l'accessibilité des ports, relier les hommes et les territoires, contribuer au développement des énergies marines renouvelables.

Aujourd'hui, nous sommes prêts à relever les défis de demain : aménager le littoral pour faire face au changement climatique, concevoir des ouvrages de protection de faible hauteur, réhabiliter les ouvrages existants. Constructeur responsable, nous améliorons sans cesse la durabilité des ouvrages, afin de préserver les ressources et de minimiser l'impact de l'homme sur son environnement.





## Une vie de vents et marées.

Pour faire face aux vents, houles, marées, surélévation du niveau de la mer et courants, concevoir et réaliser des ouvrages maritimes nécessitent une parfaite connaissance du milieu naturel et de ses impacts potentiels tant en phase de construction (gestion des tempêtes, maîtrise des affouillements...) qu'en phase d'exploitation (effets de l'agitation portuaire, impact sédimentologique, maîtrise des franchissements...).

Que ce soit pour affiner le dimensionnement des ouvrages, optimiser leurs fonctionnalités et leur intégration environnementale ou s'adapter au quotidien en phase travaux, nos équipes sont à l'écoute de la nature. C'est cet état d'esprit qui nous anime.

Grâce à sa direction technique, Bouygues Travaux Publics dispose des compétences et des outils nécessaires pour modéliser l'environnement marin et son interaction avec les ouvrages tout en assurant une veille scientifique permanente. Cette valeur ajoutée est indispensable dans un secteur où les contextes sont variés et soumis à une constante évolution liée au changement climatique.



# Digues portuaires



↓ Calais Port 2015 [France]

Les digues ont pour fonction de **protéger** les infrastructures portuaires des vagues. On distingue deux grands types d'ouvrages :

⊙ **les digues à talus,** construites en matériaux de carrière et en blocs artificiels ;

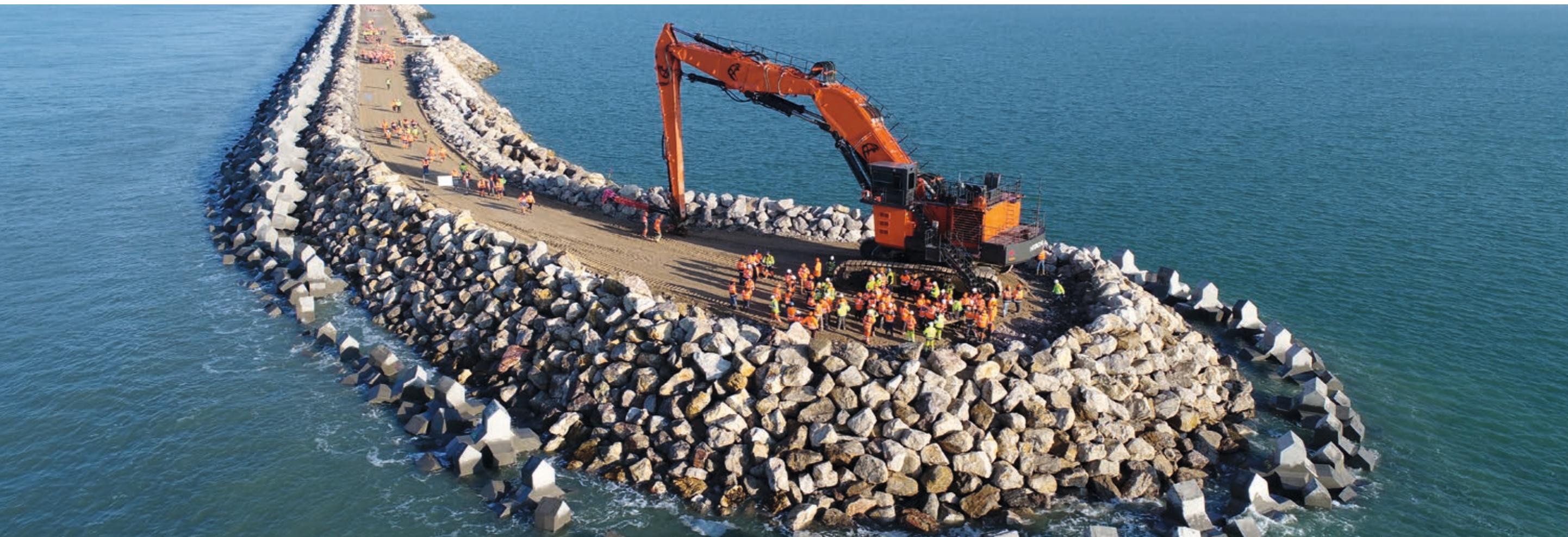
⊙ **les digues verticales,** réalisées principalement à l'aide de caissons en béton armé.

Fort d'une longue expérience dans ce domaine, Bouygues Travaux Publics maîtrise parfaitement la construction de ces deux types d'ouvrages et propose des **solutions**

**innovantes** en phase travaux, comme à Calais (p. 14) où l'automatisation des processus de construction de la digue à talus a permis de limiter les interventions des plongeurs dans des conditions difficiles.

La valeur ajoutée de Bouygues Travaux Publics se situe aussi dans sa capacité à **optimiser** la conception des ouvrages. Au gré des projets, les équipes de la direction technique ont acquis une réelle expertise en matière de conception de digues maritimes, de pilotage et d'interprétation d'essais en modèle réduit ainsi que de calculs d'agitation portuaire.

Cette expérience et cette expertise nous permettent d'accompagner nos clients dans leurs choix de construction d'une digue à talus ou verticale, voire d'un mélange des deux solutions, afin d'atteindre un optimum à la fois technique et économique. Cette vision globale de **concepteur-constructeur** peut amener, comme cela a été fait pour les projets du port de Tanger Med 1 et 2 (p. 10), à repenser entièrement le plan-masse de l'infrastructure portuaire en prenant en compte l'ensemble des fonctionnalités attendues (confort de navigation, protection contre l'agitation) tout en optimisant les structures des digues.





MONACO 2001

## Port Hercule

Réalisation d'un terre-plein de protection et d'une contre-jetée

LONGUEUR  
DE LA DIGUE  
145 M

SURFACE  
CONSTRUCTIBLE  
GAGNÉE SUR  
LA MER  
1,2 HA

CAISSONS  
6

La Principauté s'est largement développée sur la mer : il n'a fallu que 30 ans à ce territoire pour doubler sa surface en s'étendant petit à petit sur la Méditerranée. Amorcé en 1999, le projet d'extension du port lui a ainsi pris un hectare supplémentaire pour construire un avant-port permettant à Monaco de doubler sa capacité d'amarrage et d'accueillir des paquebots de croisière et des navires de grande plaisance. Renommé Hercule, cet avant-port a nécessité la construction d'ouvrages maritimes novateurs permettant de répondre aux contraintes géologiques de la zone : **grandes profondeurs** d'eau avec de grandes variations, sols naturels complexes et hétérogènes. C'est dans ce contexte que Bouygues Travaux Publics a réalisé un terre-plein de protection et une contre-jetée reposant sur six **caissons à géométrie variable** en béton armé, fabriqués dans les anciens chantiers navals de La Ciotat et remorqués jusqu'à leur emplacement final. Pour les accueillir, deux remblais hauts comme six étages ont permis d'assurer la stabilité de l'ouvrage sur des fonds marins complexes et mouvants.

FRANCE 2008

## Port du Château

Construction de deux digues fixes sur pieux, d'une panne-escale et des ouvrages d'exploitation du nouveau port de plaisance de Brest

LONGUEUR  
DES DIGUES

PRINCIPALE  
= 470 M

SECONDAIRE  
= 170 M

DALLES  
69

Ancien espace militaire rendu aux civils en 2005 dans le cadre d'un plan de rationalisation des biens fonciers de la Marine nationale, le Port du Château fait entrer les yachts et les voiliers en plein cœur de la ville de Brest. Pour aménager cette **marina** destinée à accueillir près de 600 bateaux de plaisance et de course, la métropole maritime a engagé en 2006 des travaux colossaux. Deux digues de 470 et 170 mètres de long remplacent les anciens brise-lames constitués de navires militaires échoués. Elles assurent une protection contre l'agitation du bassin et offrent, hors cas de tempête, un espace de promenade pour les visiteurs. Adaptant des techniques venues de la **construction offshore**, une première pour un port de plaisance, l'ancrage des pieux de soutien de la digue sud a été réalisé par des tirants passant à travers les pieux et fixés dans le rocher. Soixante-neuf dalles de 70 tonnes chacune, préfabriquées dans le port de commerce voisin, assurent la solidité des ouvrages sud et ouest. Des **écrans partiels pare-houle** en béton de 13,45 mètres de haut complètent le dispositif et protègent le plan d'eau de 11 hectares, tout en limitant son envasement.



MAROC 2001

## Port de Tanger Med 1 et 2

Conception-construction du port de Tanger et de son extension

### LONGUEUR DES DIGUES

PRINCIPALE (MED 1)  
= 2 640 M

PRINCIPALE (MED 2)  
= 3 665 M

SECONDAIRE (MED 2)  
= 718 M

Une plage de sable adossée au désert, exposée à la fois aux houles de la Méditerranée et de l'Atlantique : voilà ce qu'était, jusqu'à la fin du siècle dernier, Oued Rmel, à 40 kilomètres à l'est de Tanger. Depuis, les porte-conteneurs du monde entier se succèdent dans un port qui a permis au Maroc de s'imposer comme l'une des plaques tournantes du commerce maritime mondial. En groupement avec BYMARO, filiale de Bouygues Bâtiment International, Bouygues Travaux Publics s'est vu confier la conception-construction du port Tanger Med 1. La **variante** retenue comprend une combinaison de digues en accropodes™ et de caissons absorbants selon les profondeurs permettant une optimisation du plan-masse et offrant 14 hectares de surface de terre-plein supplémentaires. Réalisés à l'aide d'un coffrage glissant à terre avant leur mise à l'eau, les caissons sont composés de **chambres perchées** à parois perforées côté mer pour réduire l'impact des vagues et limiter les franchissements. L'extension de ce port comprenait la construction de deux nouvelles digues mixtes, à talus et à caissons, ainsi que 1 200 mètres de quais.

MAROC 2009

## Port de Tanger - Lot 9

Conception-construction d'un port roulier destiné à accueillir les ferries

### LONGUEUR DES DIGUES

PRINCIPALE  
= 1 230 M

SECONDAIRE  
= 1 200 M

CAISSONS 23 (DIGUE PRINCIPALE)

Après avoir participé à la construction du port stratégique de Tanger Med 1, Bouygues Travaux Publics s'est vu confier, en groupement avec BYMARO, la conception et la construction du nouveau terminal portuaire de la ville destiné à accueillir les **navires rouliers**. La variante du plan-masse proposée a permis d'offrir aux ferries une plus grande facilité de navigation et de privilégier une implantation radiale autour de la passe d'entrée. Deux digues de 1 230 et 1 200 mètres de longueur, huit postes d'accostage pour les ferries constitués de blocs de quais et de **ducs-d'Albe** et une plateforme logistique de 42 hectares ont été réalisés. La digue principale est composée de deux sections : une première section à talus, protégée par une carapace en accropodes™, une seconde formée de vingt-trois caissons en béton armé, préfabriqués puis immergés. L'utilisation de caissons préfabriqués a permis de raccourcir la durée de construction et de réaliser une digue plus étroite diminuant ainsi l'impact du projet sur l'environnement grâce à la réduction de l'emprise des ouvrages au sol et des volumes de matériaux utilisés.



FRANCE 2010

## Port d'Erquy

Déconstruction et reconstruction d'un môle

LONGUEUR  
DU QUAI  
430 M

SURFACE DE  
PLAN D'EAU  
SUPPLÉMENTAIRE  
4 HA

Port de pêche accueillant une soixantaine de navires qui déchargent chaque année 10 000 tonnes de poissons et crustacés, le port d'Erquy est un poumon de l'économie maritime pour la région Bretagne. Pour mener à bien l'opération de sa **rénovation** et de son extension commandée par le département des Côtes d'Armor, il a fallu conduire en parallèle les travaux de déconstruction du môle existant, abîmé par les éléments, et ceux de reconstruction du môle de remplacement, sans mettre en péril la protection du port contre la houle. Cette extension permet de bénéficier de 4 hectares de **plan d'eau** supplémentaires et de nouveaux **quais**. Pour minimiser l'impact du chantier sur la circulation routière, notamment pendant la période estivale, une centrale à béton a été installée sur place et l'acheminement des matériaux a été effectué par la mer à partir de carrières voisines. Un béton teinté, rappelant les couleurs de la Côte de Granit Rose, a été mis en oeuvre.

FRANCE 2023

## Port de Port-La Nouvelle

Réalisation des travaux d'extension du port

LONGUEUR DE  
LA NOUVELLE  
DIGUE NORD  
2 430 M

ALLONGEMENT  
DE LA DIGUE  
SUD  
600 M

ACCROPODES™  
17 000

Le port de Port-La Nouvelle, situé dans l'Aude, est le troisième port français de Méditerranée. Dans le cadre de sa stratégie d'aménagement portuaire, le Plan Littoral 21, la Région Occitanie s'est engagée dans un projet d'agrandissement du port afin de permettre le développement du trafic maritime et l'accueil de nouveaux projets industriels en lien, notamment, avec les énergies marines renouvelables. Les travaux réalisés par Bouygues Travaux Publics comprennent la construction d'un nouveau bassin portuaire formé de deux **digues à talus**, de 600 et 2430 mètres de long ainsi que la réalisation de quais de chantier et du terre-plein nord de 4,5 hectares, à l'intérieur du bassin. Construites à l'aide d'enrochements, les digues sont renforcées par une carapace en **accropodes™** préfabriqués sur place. Ces blocs de béton extrêmement résistants sont conçus et dimensionnés pour résister à l'action des vagues sur les digues et briser l'énergie de la houle. Le nouveau bassin permettra l'accueil des navires de nouvelle génération de 225 mètres de long et 36 mètres de large.



FRANCE 2021

## Calais Port 2015

Conception-réalisation des travaux d'extension du port de Calais

Avec une forte croissance du trafic transmanche prévue d'ici 2030 et des ferries de plus en plus longs, le port de Calais a décidé d'anticiper ces évolutions, en lançant dès 2015 le plus gros chantier d'infrastructure portuaire d'Europe « Calais Port 2015 ». Ce projet d'envergure comprend la création d'un **bassin** de 177 hectares avec une darse navigable de 90 hectares, protégé par une digue en mer de plus de trois kilomètres de long, la construction de trois nouveaux **postes à quai** pour les ferries et l'aménagement de 65 hectares de terre-pleins dont 45 hectares gagnés sur la mer.

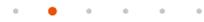
La construction de la digue a nécessité la mise en place de près de 17 000 **X-blocs®**, des blocs en béton moulé de 4 à 12 m<sup>3</sup>, dont la forme en X et l'enchevêtrement sont conçus pour résister aux houles, tout en dissipant l'énergie des vagues. Produits dans une usine automatisée installée sur site et spécialement conçue pour le chantier, les X-blocs® sont posés grâce à deux techniques employées conjointement : un échoscope et le système POSIBLOC™, composé de cellules intégrant une balise GPS et fixées provisoirement sur chaque X-bloc®.

LONGUEUR DE LA DIGUE  
3 260 M

SURFACE DE TERRE-PLEINS GAGNÉE SUR LA MER  
45 HA

X-BLOCS®  
PRÈS DE 17 000

# Quais et appontements



↓ Calais Port 2015 [France]

Les quais et les appontements sont des ouvrages qui assurent **l'interface**, via un front d'accostage et un système d'amarrage, entre un bassin portuaire et son exploitation à terre. Trois grands types de quais sont à distinguer :

⊙ **les quais-poids**, généralement construits à partir de blocs en béton ou de caissons ;

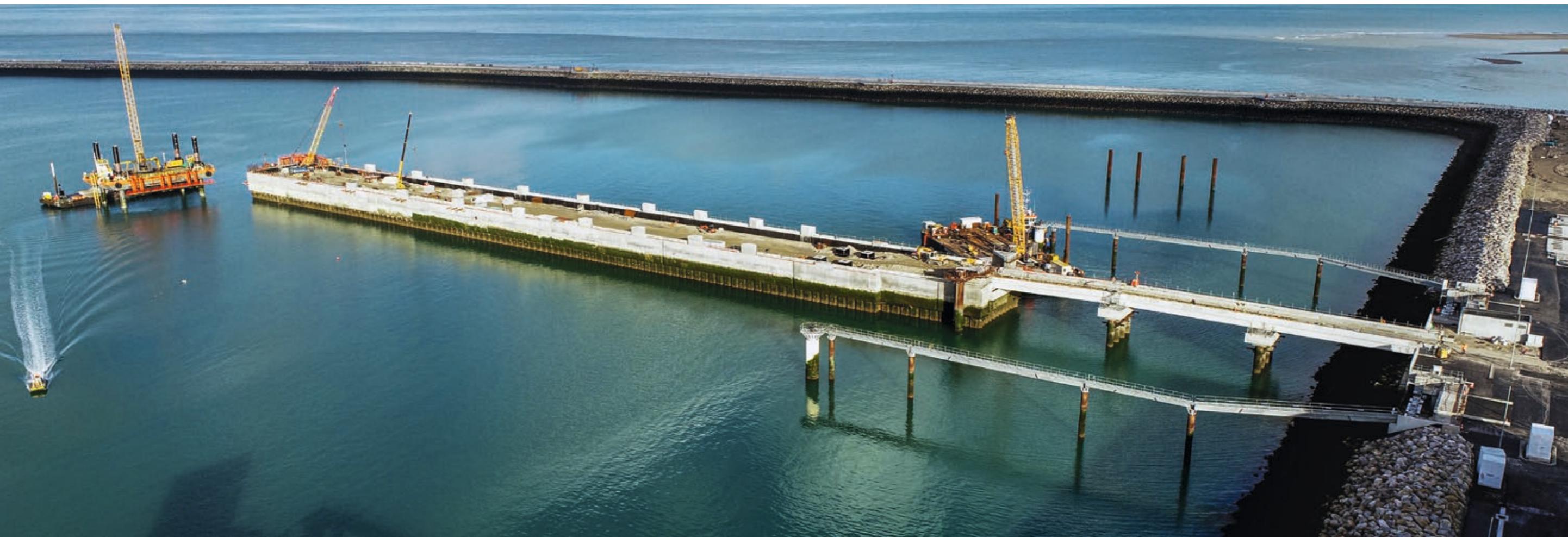
⊙ **les quais écrans**, constitués d'une paroi de soutènement ancrée ;

⊙ **les quais sur pieux**, constitués d'un système de pieux adossé ou non à un talus supportant des dalles en béton armé.

Maîtrisant parfaitement les méthodes de conception et de réalisation de ces trois types de quais, Bouygues Travaux Publics mobilise pour ses clients sa capacité de conseil et son expertise et développe, au fil des projets, des solutions de plus en plus innovantes permettant de gagner en **délai**.

Grâce au savoir-faire de ses équipes, Bouygues Travaux Publics se positionne également sur les projets de **rempiètement** ou d'**adaptation** d'ouvrages existants à des charges d'exploitation plus importantes ou à de nouvelles conditions d'exploitation (surcharges augmentées,

tirant d'eau plus élevé) ou d'environnement. En l'absence souvent des plans d'origine, ces projets complexes nécessitent le recours à des experts maîtrisant l'évolution des techniques de construction sur plusieurs décennies. L'objectif est alors de réutiliser au maximum les structures existantes et de réaliser les travaux de manière à minimiser l'impact sur l'exploitation portuaire et sur l'environnement.





RÉPUBLIQUE DOMINICAINE  
2003

## Terminal du port de Caucedo

Conception-construction du premier port de fret de l'île

TYPE  
QUAI ÉCRAN

LONGUEUR  
DU QUAI  
630 M

SURFACE DE  
LA PLATEFORME  
70 HA

Achévé en 2003 dans des délais record, Puerto Caucedo est le premier port de fret multimodal des Caraïbes. Idéalement placé, il permet aux plus gros porte-conteneurs en provenance d'Europe ou d'Asie de diminuer leur temps de trajet. Grâce à la conception d'une **variante** ingénieuse, Bouygues Travaux Publics a réduit le coût global du projet tout en améliorant les conditions de navigation des navires grâce à l'élargissement de la passe d'entrée : le quai de 630 mètres, dont la réalisation devait initialement se faire via un remblai en mer, a été implanté à terre. Pour ce faire, Bouygues Travaux Publics a réalisé une **paroi ancrée**, dont le dimensionnement a été optimisé en tenant compte de la proximité des terrains en place constitués de corail fossilisé de bonne résistance mécanique. Outre ce quai, l'opération comprenait la conception-construction d'une digue de protection, d'une plateforme pour le stockage des conteneurs, de bâtiments d'exploitation, des voies de circulation et des réseaux divers nécessaires.

FRANCE 2008

## Quai de Saint-Guénolé

Réalisation des travaux de restructuration du port de Saint-Guénolé

TYPE  
QUAI-POIDS

LONGUEUR  
DU QUAI  
158 M

SURFACE DES  
TERRE-PLEINS  
CRÉÉS  
2,65 HA

Inscrite dans le cadre plus large de la réorganisation des ports du sud du Finistère, la modernisation du port de Saint-Guénolé est un soutien fort apporté au développement de l'activité économique de l'un des premiers ports sardiniens de France. Quatorze mois de travaux ont été nécessaires pour réaliser le **quai-poids** de 158 mètres de longueur, la cale de mise à l'eau, le terre-plein de 26 500 m<sup>2</sup> et les travaux de dragage pour la mise à niveau du chenal d'entrée. Les 76 000 m<sup>3</sup> de matériaux issus du **déroctage** ont été entièrement réutilisés pour la construction du terre-plein qui accueille une zone d'activité sur une surface constructible de 3 000 m<sup>2</sup>.



FRANCE 2015

## Aménagement du môle Masselin et du bassin aux vracs liquides du port de Sète

Réhabilitation du môle Masselin et réalisation de deux postes à quai supplémentaires

TYPE  
REMPIÈTEMENT  
DE QUAI

LONGUEUR  
DU QUAI  
470 M

SURFACE DES  
TERRE-PLEINS  
CRÉÉS  
750 M<sup>2</sup>

Sous l'impulsion de la Région Languedoc-Roussillon, devenue Occitanie, le port de Sète-Frontignan est entré dans une nouvelle phase de son développement grâce à un accent particulier mis sur le trafic de passagers, notamment en liaison avec le Maghreb. Pour donner corps à cette ambition, Bouygues Travaux Publics Régions France a été choisie pour réhabiliter le môle Masselin, pierre angulaire du nouveau terminal de passagers. Étalés sur 10 mois, les travaux ont consisté en la construction de deux **postes à quai** supplémentaires, par **rempiètement** des deux quais existants, permettant d'accueillir des navires de plus fort tirant d'eau et jusqu'à une longueur de 220 mètres. Par ailleurs, deux postes **roll-on/roll-off**, appelés aussi Ro-Ro, sont destinés à accueillir les navires dotés d'une rampe d'accès mobile permettant de charger et décharger des marchandises par tractage. Un terre-plein de 750 m<sup>2</sup> complète le dispositif.

FRANCE 2017

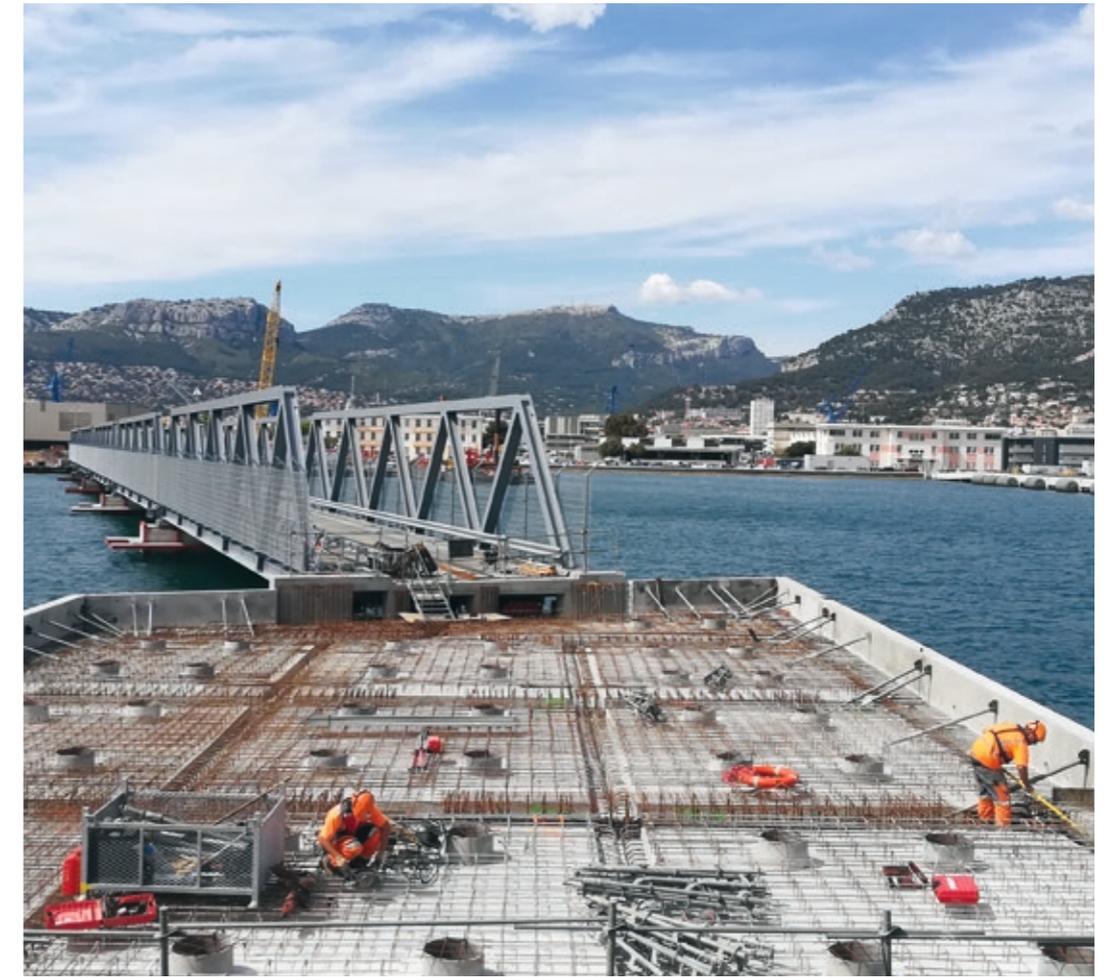
## Terminal à marchandises diverses et à conteneurs de Montoir-de-Bretagne

Réalisation de l'extension du terminal

TYPE  
QUAI SUR  
PIEUX

ALLONGEMENT  
DU QUAI  
350 M

Porte maritime naturelle du Grand Ouest, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire a décidé en 2015 de réaliser d'importants investissements pour soutenir les industries régionales du domaine des énergies renouvelables mais aussi pour améliorer sa capacité à accueillir des porte-conteneurs de plus en plus grands. Le groupement, dont Bouygues Travaux Publics Régions France est mandataire, a été chargé de réaliser l'extension du poste 4 du terminal de Montoir-de-Bretagne de 250 à 600 mètres. Les 350 mètres de nouveau quai sont supportés par 580 **pieux** en acier, battus dans le lit de la Loire. Les 1 157 **éléments préfabriqués en béton armé** sont positionnés sur cette structure maillée afin de constituer la dalle de couverture du quai. Deux cents mètres du nouveau quai sont renforcés pour autoriser la manutention de colis lourds, tels que des nacelles d'éoliennes offshore, pesant jusqu'à 500 tonnes. Singularité supplémentaire : le quai est équipé de **capteurs** destinés à analyser son comportement dans le temps et à surveiller sa résistance aux différentes contraintes (marées, passage des charges lourdes, etc.).



FRANCE 2018

## Extension du quai de Flandre du Grand Port Maritime de Dunkerque

Réalisation des travaux d'allongement du quai de Flandre

TYPE  
QUAI ÉCRAN

ALLONGEMENT  
DU QUAI  
500 M

CAPACITÉ  
D'ACCUEIL  
2 PORTE-  
CONTENEURS  
DE NOUVELLE  
GÉNÉRATION

Réalisés en 24 mois, les travaux d'extension du quai de Flandre permettent aujourd'hui au Grand Port Maritime de Dunkerque d'accueillir simultanément deux porte-conteneurs de nouvelle génération, pouvant transporter plus de 22 000 EVP (équivalents vingt pieds) chacun. Allongé de 500 mètres, le quai présente un linéaire total de 1 800 mètres et peut accueillir des navires d'un tirant d'eau de 16,5 mètres, à toutes conditions de marée. Le quai est implanté dans un sol sablonneux présentant des couches argileuses et limoneuses. Cette spécificité a obligé le groupement mené par Bouygues Travaux Publics Régions France à travailler selon la technique du « **combi-wall** ». Sa structure est constituée de 205 **pieux-tubes** en acier de 40,5 mètres de longueur et de 410 **palplanches** battues dans le sable. Technique déjà éprouvée dans de nombreux projets, le combi-wall du quai de Flandre se démarque par sa profondeur de fonçage et de battage dans une paroi au coulis : 40 mètres au total.

FRANCE 2020

## Arsenal de Toulon - appontement CA0

Conception, réalisation et maintenance d'un appontement dédié aux mouvements pyrotechniques

TYPE  
QUAI SUR PIEUX

LONGUEUR  
DU QUAI  
180 M

OUVRAGE  
D'ACCÈS  
PONT À  
TREILLIS

Premier site industriel du Var, le port militaire de Toulon abrite la majeure partie de la flotte militaire française et est la base navale la plus importante de France. C'est en son sein que Bouygues Travaux Publics Régions France a mené à bien la construction d'un **appontement** de 180 mètres de longueur sur 17 mètres de largeur. Cet ouvrage, dimensionné pour résister à des conditions extrêmes, est dédié à la manutention des armes tactiques des navires de la Marine nationale. Outre l'appontement sur **pieux**, l'entreprise a réalisé l'ouvrage d'accès, un pont à treillis de type Warren de 200 mètres de longueur, et la viabilisation du nouvel ouvrage. Conçu, construit et maintenu en zone militaire, l'ouvrage répond aux exigences de sécurité de la base navale de Toulon. Afin de limiter au maximum l'impact du chantier sur l'exploitation de la base navale, les pieux de l'appontement ont été battus depuis une plateforme de battage ripable et les dalles en béton armé ont été préfabriquées au sein de la base navale puis acheminées par voie maritime.

# Extensions en mer et protections antisubmersion



↓ Front de mer de Beyrouth [Liban]

Partout dans le monde, les projets d'aménagement des côtes maritimes sont en plein développement. Il s'agit soit de projets d'extensions en mer, visant à gagner des hectares pour des activités industrielles ou des zones résidentielles, soit de projets d'aménagement du littoral destinés à offrir des lieux de promenade et, dans un contexte de changement climatique, à protéger les côtes. Les côtes sont alors protégées de l'érosion ou de la submersion résultant de l'effet conjoint de la montée des eaux et des tempêtes dont la périodicité et l'intensité augmentent.

Dans les deux cas, ce type de projets exige d'en maîtriser parfaitement la construction :

⊙ **des ouvrages antisubmersion ou antifranchissement :** perrés, murs chasse-mer...

⊙ **des ouvrages antiérosion :** murs de haut de plage, épis, épis en T, brise-lames détachés...

Les techniques de construction de ces ouvrages sont similaires à celles utilisées pour les digues portuaires, mais leur conception nécessite souvent d'intégrer des **contraintes architecturales** particulières. Tout l'enjeu consiste à limiter au maximum les franchissements, tout en réduisant l'impact visuel de ces ouvrages dans leur environnement.

Grâce à une politique de R&D active sur cette thématique, Bouygues Travaux Publics est en mesure de proposer à ses clients des dispositifs antifranchissement innovants. Pour le projet de front de mer de Beyrouth (p. 26), des « **trappes à vagues** », couplées à des chambres d'amortissement, ont été conçues et réalisées afin de piéger la masse d'eau qui franchit un premier seuil, réduisant d'autant les franchissements susceptibles d'atteindre la zone à protéger. À Monaco (p. 30), le projet d'extension en mer a, quant à lui, bénéficié de l'installation de chambres poreuses à double paroi perforée pour limiter au maximum la réflexion des vagues.



LIBAN 2000

## Front de mer de Beyrouth

Construction de la promenade du front de mer et de la marina de la ville

Point d'orgue d'un ambitieux projet de reconstruction du centre-ville de la capitale libanaise, le chantier du front de mer de Beyrouth et de sa marina comprend deux digues aux profils très différents permettant de gagner 60 hectares sur la mer. La première a été conçue pour accueillir une promenade de prestige sur trois niveaux, protégée des franchissements pouvant être causés par des houles allant jusqu'à neuf mètres. D'une longueur de 1,3 kilomètre, cette ceinture est constituée de 80 **caissons absorbeurs** de houle dotés d'une double chambre d'absorption, aux taux de perforation décroissant, et d'une « **trappe à vagues** » absorbant la quasi-totalité des franchissements et venant se déverser dans les chambres. Préfabriqués à terre, les caissons en béton armé ont ensuite été mis en flottaison, remorqués et positionnés côte à côte, puis remplis de sable et enfin fermés par un bouchon en béton d'un mètre d'épaisseur. Une seconde digue, longue de 450 mètres, protège la marina pouvant accueillir 400 bateaux de plaisance dont quelques yachts de grande dimension. Deux murs de crête décalés surmontent cette digue pour bloquer les franchissements sans masquer la vue depuis les hôtels avoisinants.

☑ SURFACE  
60 HA

⊖ CAISSONS  
80

⊞ ACCROPODES™  
10 000





FRANCE 2019

## Digue d'enclôture d'un nouveau polder au port de Brest

Réalisation d'une digue en mer

**SURFACE SUPPLÉMENTAIRE**  
14 HA

**GABIONS**  
26

**ENROCHEMENTS**  
800 000 T

Pour soutenir le développement des énergies marines renouvelables, le port de Brest a engagé la construction d'un nouveau terminal dédié à la manutention des colis liés à leur exploitation. Plusieurs chantiers ont été lancés, dont celui de la **digue d'enclôture**, première étape pour la constitution d'un nouveau polder de 14 hectares qui accueillera une partie des installations. Ce marché, confié à Bouygues Travaux Publics Régions France, comprend la réalisation d'une digue en arc-de-cercle de 890 mètres de long qui permet de fermer un « casier » où seront stockés les sédiments marins dragués dans le port, soit 1,25 million de m<sup>3</sup> de sédiments. La digue est constituée de 26 **gabions** et de 25 festons réalisés avec des palplanches plates de 21 à 33 mètres de longueur. Cette solution a été préférée à la digue à talus car elle permet un stockage de sédiments plus important. La digue intègre également des écorécifs retenant l'eau à marée basse pour préserver les écosystèmes.

HONG KONG 2020

## Tuen Mun - Chek Lap Kok Link - Remblai nord

Construction d'une extension en mer comprenant le tunnel d'accès au tunnel sous-marin

**SURFACE**  
16,5 HA

Le tunnel bitube de 5 kilomètres, Tuen Mun-Chek Lap Kok Link, relie les Nouveaux Territoires à l'île artificielle hébergeant le poste frontière du Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge et permet un accès plus rapide à l'aéroport international. Afin d'accueillir le puits de lancement des tunneliers et le puits donnant accès au tunnel sous-marin, une extension en mer de 16,5 hectares a été réalisée. Constituée à l'est d'un voile de quais formés par des blocs en béton et à l'ouest d'une digue d'enrochements, cette extension a constitué le point de départ d'un chantier hors norme. Avec une autorisation de dragage limitée à l'assise périphérique de l'extension, la consolidation de la partie centrale, traversée par deux tunneliers, dont le plus grand tunnelier à pression de boue du monde (17,63 mètres de diamètre), a été réalisée par l'installation de **drains verticaux** dans les dépôts marins et accélérée par la mise en œuvre d'un **remblai de préchargement**. L'extension en mer terminée, les espaces créés ont été utilisés pour assurer la logistique des travaux puis transformés pour accueillir le bâtiment de ventilation du tunnel et des espaces fonciers destinés aux activités portuaires.

MONACO 2020

## Extension en mer de Monaco

Réalisation de l'infrastructure maritime du nouveau quartier de la Principauté

À la fois ville et État, Monaco est un territoire qui doit concilier son dynamisme économique et démographique avec des contraintes d'espace considérables, enclavé entre montagne et mer. Au printemps 2013, S.A.S le Prince Albert II a décidé de lancer un nouveau projet d'urbanisation en mer avec la création d'un écoquartier de six hectares. L'infrastructure maritime, réalisée par Bouygues Travaux Publics, est constituée d'un terre-plein entouré d'une **ceinture de protection** composée de 18 caissons en béton armé posés sur un remblai sous-marin réalisé en matériaux de carrière et compacté dans des souilles sous-marines. Hauts de 26 mètres et pesant 10 000 tonnes, ces **caissons** ont été réalisés à Marseille dans une structure unique en France : un dock flottant et submersible de 4 600 tonnes, le *Marco Polo*. Ils comportent chacun une **chambre d'absorption** présentant une série d'ouvertures côté mer, les fentes Jarlan, qui brisent la puissance des vagues et absorbent l'énergie de la houle. Situés entre deux réserves marines protégées, la réserve du Larvotto et le tombant des Spélugues, les travaux de l'infrastructure maritime ont fait l'objet d'une surveillance et d'un suivi permanents. Bouygues Travaux Publics a développé des méthodes et des technologies inédites pour minimiser l'impact sur le milieu marin.

☑ SURFACE  
GAGNÉE SUR  
LA MER  
6 HA

🌀 CAISSONS  
18



# Ouvrages maritimes et fluviaux liés à des infrastructures de transport

↓ Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge [Chine]

Ponts, viaducs, tunnels immergés : de nombreuses infrastructures de transport intègrent des ouvrages qui assurent le **franchissement** du milieu aquatique. Ces ouvrages maritimes ou fluviaux, très divers d'un point de vue technique, rencontrent des problématiques similaires liées à la nature de l'environnement dans lequel ils sont construits :

⊙ **Prise en compte de l'érosion et des effets des courants**

⊙ **Mise en place de protections pour travailler à sec**

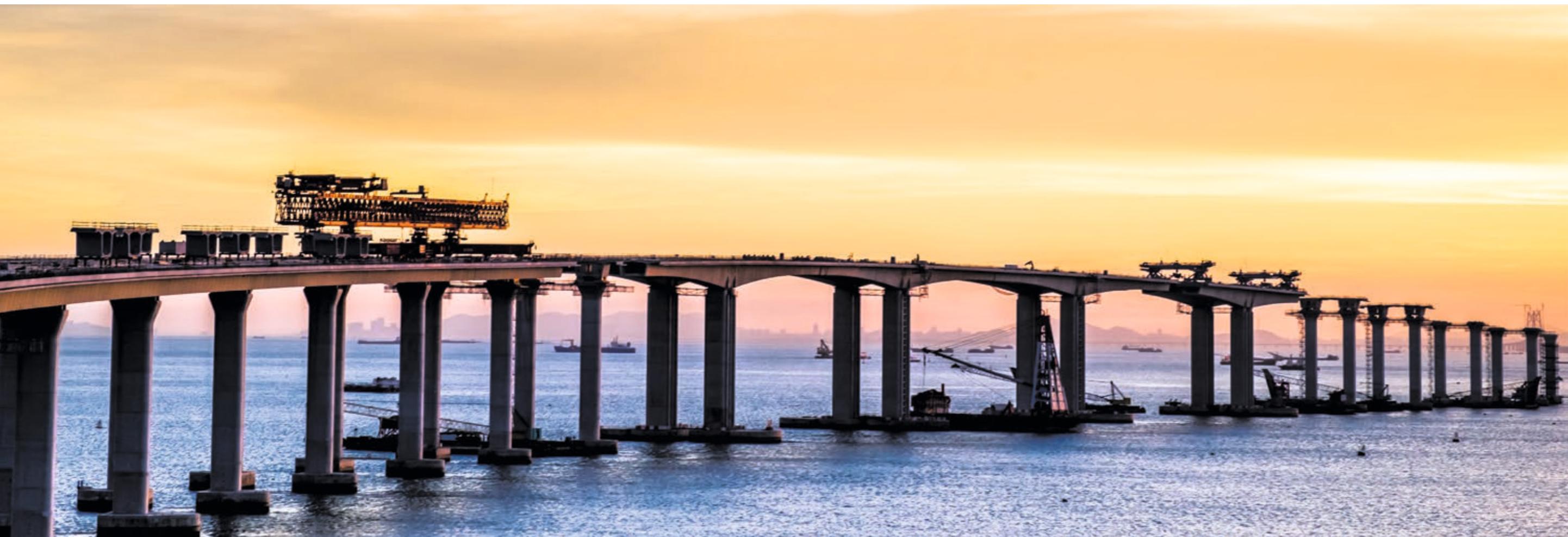
⊙ **Construction des appuis dans l'eau**

⊙ **Conception de systèmes de protection contre les chocs de navire**

Maîtrisant l'ensemble des modes constructifs pour la réalisation de ponts, viaducs et passerelles, Bouygues Travaux Publics a établi sa réputation sur sa capacité à réaliser des ouvrages emblématiques et à concevoir des équipements et des **outils sur mesure**, adaptés aux contraintes naturelles du site. À la fois tunnel et ouvrage maritime, le tunnel immergé est, quant à lui,

une solution technique et économique adaptée aux traversées sous-fluviales ou sous-marines de longueur moyenne ou de largeur importante.

Notre valeur ajoutée repose également sur notre engagement en R&D. Grâce aux expertises variées et complémentaires dont elle dispose, notre direction technique est en mesure d'étudier la faisabilité de projets exceptionnels, tels que les **ponts flottants**, mobilisant des compétences poussées, à la fois en hydrodynamique et en calcul de structures.





ROYAUME-UNI 2011

## New Tyne Crossing

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

**POIDS DU CAISSON**  
10 000 T

**USAGE**  
ROUTIER

**LONGUEUR DU TUNNEL IMMERGÉ**  
360 M

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** en béton précontraint, terrassement, 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 en 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.

FRANCE 2015

## Pont Beatus-Rhenanus

Construction d'un pont bow-string franchissant le Rhin entre Strasbourg et Kehl

**TYPE**  
PONT DOUBLE  
BOW-STRING

**USAGE**  
MODES DE  
TRANSPORT  
DOUX

**PORTÉE MAXIMALE**  
130 M

Premier ouvrage français transfrontalier dédié aux modes de transport doux, le pont Beatus-Rhenanus traverse la frontière naturelle formée par le Rhin et prolonge le réseau de mobilité strasbourgeois vers la ville de Kehl, en Allemagne. Avec ses 290 mètres de long et 16 mètres de large, ce pont en double bow-string à arcs dédoublés accueille deux voies ferrées pour le tramway ainsi que des itinéraires piétons et cycles. Il franchit une **brèche fluviale** de 240 mètres avec un tirant d'air de 7,5 mètres et ne repose que sur une seule pile en plein fleuve, réalisée dans un batardeau, et complétée de deux culées sur chaque berge. L'ossature complexe du pont, entièrement réalisée en métal, a pu être acheminée par barge, en plusieurs tronçons, depuis leur usine de fabrication puis stockée sur berge, réduisant ainsi l'impact du chantier sur l'environnement. La mise en place des deux tabliers a nécessité une grande maîtrise technique : mise à niveau du tablier sur la berge ; chargement par lancement depuis les berges sur les barges ; mise en place sur les piles et culées par déplacement des **barges** ; enfin, réglage en position définitive.



CÔTE D'IVOIRE 2014

### Pont Henri-Konan-Bédié

Conception-réalisation d'une liaison autoroutière franchissant la lagune Ebrié et reliant le nord et le sud de la ville d'Abidjan

**TYPE**  
PONT CAISSON

**USAGE**  
ROUTIER

**PORTÉE MAXIMALE**  
50 M

Le pont Henri-Konan-Bédié est la figure de proue d'un ensemble autoroutier de 6,5 kilomètres calibré pour le développement du poumon économique du pays. Supportant une route à 2x3 voies et s'étirant sur 1,5 kilomètre, le troisième pont d'Abidjan relie les quartiers Riviera au nord et Marcory au sud en enjambant la lagune. Constituant l'une des toutes premières **concessions** d'Afrique de l'Ouest, l'ensemble comprend deux tronçons d'autoroute, un échangeur et un péage à 21 voies. Le double tablier de 1 500 mètres est composé de 2x30 caissons préfabriqués isostatiques de 50 mètres de long posés sur un chevêtre unique fondé sur deux pieux de grande profondeur faisant office de pile. Le tablier a été ripé et translaté sur barge. Il a, ensuite, été positionné à l'aide de vérins de sorte à faciliter sa pose à marée basse, d'abord sur appui provisoire puis sur appui définitif. La construction a mobilisé des équipes recrutées localement. Des **montages provisoires** réalisés à terre pour la mise au point du coffrage des chevêtres et des caissons ont permis d'assurer la formation des compagnons.

CHINE 2018

### Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge

Réalisation d'une section du pont maritime reliant les villes de Zhuhai et Macao

**TYPE**  
PONT CAISSON

**USAGE**  
ROUTIER

**PORTÉE MAXIMALE**  
180 M

Le pont Hong Kong-Zhuhai-Macao est un ensemble d'ouvrages d'art de 42 kilomètres de long qui s'insère dans un projet autoroutier de 55 kilomètres et enjambe l'estuaire de la rivière des Perles en mer de Chine méridionale. Bouygues Travaux Publics, VSL et Dragages Hong Kong, filiales de Bouygues Construction, sont intervenus sur une section en **viaduc** de 9,4 kilomètres qui relie l'île de l'aéroport international à la limite des eaux territoriales de Hong Kong par une 2x3 voies surplombant des eaux profondes. Le viaduc est composé d'un double tablier de 9,4 kilomètres de long formé par 5 714 voussoirs préfabriqués. Ce chantier hors norme a été exécuté grâce, notamment, à deux lanceurs (l'un sur la partie terrestre de l'ouvrage, l'autre en haute mer), une **grue flottante** de 950 tonnes et une paire de chèvres de levage fabriquées sur mesure. Conçu pour résister à des événements sismiques majeurs, cet ouvrage d'art est, à ce jour, le plus grand pont maritime au monde et une référence exceptionnelle pour Bouygues Travaux Publics en Asie.

LA RÉUNION 2021

## Viaduc de la Nouvelle Route du Littoral

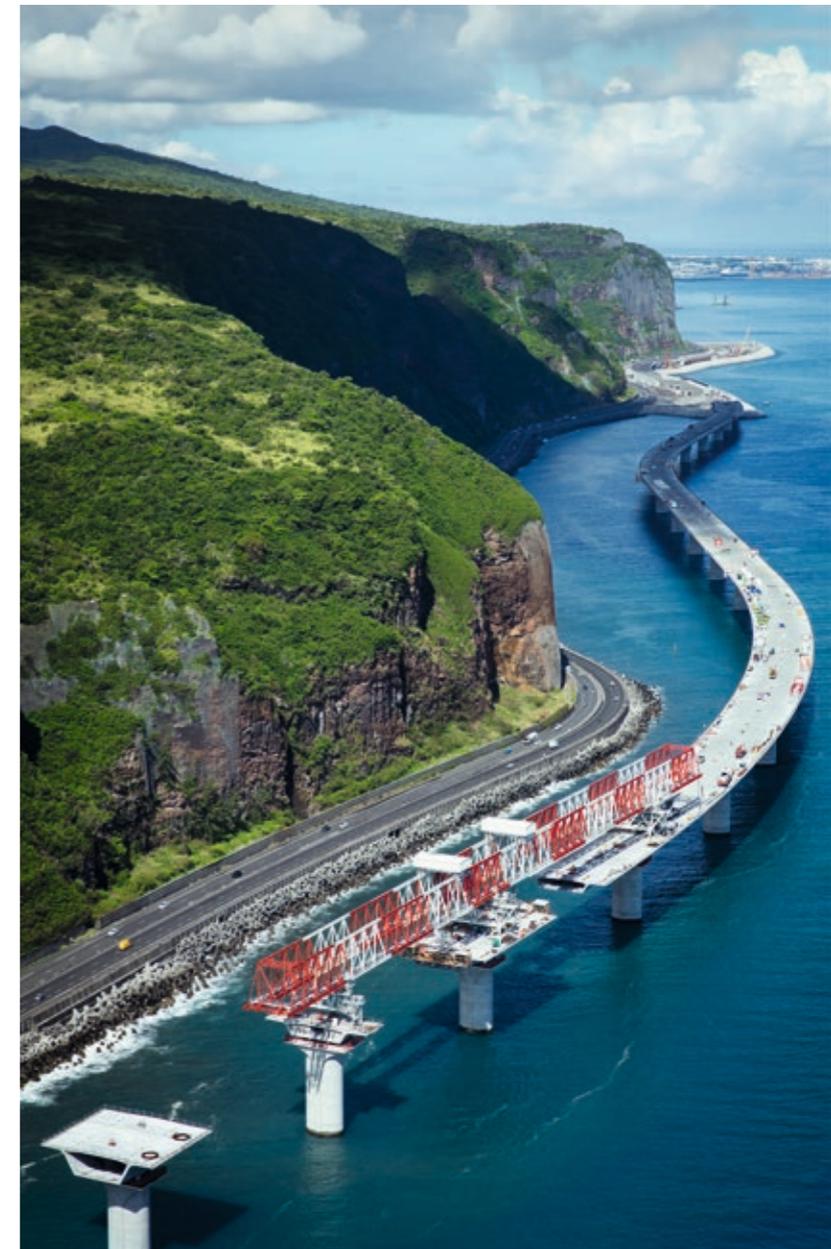
Construction d'un viaduc en mer, parallèle à la côte, reliant Saint-Denis à La Grande Chaloupe

Conçu pour éloigner les véhicules des risques d'éboulement de la falaise et pour résister aux houles cycloniques, ce viaduc en mer longe le littoral sur 5,4 kilomètres entre le nord et l'ouest de l'île de La Réunion. Parallèle à la côte, ce pont est constitué de sept tabliers successifs de 769 mètres chacun. Ouvrage exceptionnel par ses caractéristiques et sa situation maritime, il l'est également par la diversité des outils et des méthodes employés pour sa réalisation. La totalité des éléments du pont a été **préfabriquée** à terre dans deux usines de préfabrication puis posés par voie maritime ou par lanceur. *Zourite*, une mégabarge conçue sur mesure, a été armée pour une navigation côtière dans une mer difficile. Dotée de deux ponts roulants et d'une centrale à béton, elle a mobilisé une équipe de marins chevronnés pour transporter et poser en mer les éléments des 48 piles de ce qui constitue, aujourd'hui, **le plus long viaduc en mer** de France. Les six piles installées de part et d'autre de la Pointe du Gouffre sont équipées de modules d'écoconception jouant le rôle de nurserie pour le développement de la faune et de la flore sous-marines.

**TYPE**  
PONT CAISSON

**USAGE**  
ROUTIER

**PORTÉE MAXIMALE**  
120 M



# Écluses, canaux et barrages



↓ Barrage du Mont-Saint-Michel [France]



Qu'il s'agisse de réguler un cours d'eau, d'exploiter la force hydraulique ou de faciliter le transport fluvial, l'enjeu reste le même : non pas tant faire obstacle à l'eau que la diriger et canaliser son potentiel. L'expertise de Bouygues Travaux Publics en la matière s'exprime aussi bien dans la construction que dans la rénovation de trois types d'ouvrages :

⊙ **Les barrages**, ouvrages à aiguilles ou à vantellerie destinés à réguler le niveau d'un cours d'eau ;

⊙ **Les canaux**, ouvrages créant un cours d'eau artificiel, navigable ou non ;

⊙ **Les écluses**, ouvrages à commande manuelle ou automatique destinés à franchir les dénivellations.

La réalisation de ces ouvrages requiert une excellente maîtrise des **tolérances de construction**, avec la mise au point de réglages très fins entre les diverses expertises mobilisées : construction, vantellerie et mécanique. L'une des principales valeurs ajoutées de Bouygues Travaux Publics est sa capacité à garantir une communication fluide entre des équipes d'experts habituées à travailler ensemble.

De même que les travaux maritimes, ces travaux fluviaux sont également soumis à des contraintes spécifiques parfaitement maîtrisées par nos équipes. La limitation de l'impact de la construction et de l'exploitation des ouvrages sur les débits d'eau est prise en compte dès la phase de conception, afin de ne pas nuire à la biodiversité des fleuves et respecter ainsi les **écosystèmes naturels**. Le phasage des travaux est adapté afin de limiter les impacts sur la circulation fluviale et les débits du cours d'eau et de favoriser la **continuité de service** des ouvrages.



FRANCE 2008

## Barrage du Mont-Saint-Michel

Construction d'un nouveau barrage sur le Couesnon

EMBOUCHURE  
DU BARRAGE  
138 M

VANNES-  
SECTEURS  
8

Classé au patrimoine mondial de l'UNESCO, le Mont-Saint-Michel ne saurait être le monument que l'on connaît sans sa baie. C'est bien l'évolution de celle-ci qui a failli changer à jamais le caractère de ce lieu unique. À force de marées et d'interventions humaines, comme la construction de la digue-route ou du parking, l'ensablement a gagné du terrain et a menacé l'aspect maritime du Mont et de sa baie, laissant courir des risques certains pour les écosystèmes qui la peuplent. De grands travaux ont été engagés dans les années 2000 pour rétablir l'ordre quasi-naturel avec la construction d'un nouveau barrage sur le Couesnon et des aménagements hydrauliques en aval, nécessaires à son bon fonctionnement. Longue de 138 mètres, l'embouchure du barrage est équipée de neuf piles en béton armé supportant huit **vannes-secteurs** métalliques, permettant de laisser entrer la marée montante dans le lit du Couesnon, puis de relâcher ce volume d'eau, à marée descendante, afin de chasser les sédiments accumulés dans la baie et éviter ainsi la prolifération des herbues.

FRANCE 2013

## Barrage de Chatou

Reconstruction d'un barrage sur la Seine

EMBOUCHURE  
DU BARRAGE  
107,5 M

VANNES-  
CLAPETS  
3

PASSE À  
POISSONS  
1

Solidement installé sur l'un des axes fluviaux les plus importants de France en matière de transport de marchandises, entre les ports du Havre, de Rouen et de Paris, le barrage de Chatou remplace son prédécesseur, installé à 50 mètres en aval depuis 1933. Sa construction est l'une des plus importantes opérations menées par Voies navigables de France et a été confiée à un groupement d'entreprises dont Bouygues Travaux Publics est le mandataire. Large de 107,5 mètres, l'ouvrage comprend trois passes de 30,5 mètres équipées de **clapets mobiles** actionnés par des vérins. Il est doté d'une passe à poissons permettant à ces derniers de remonter la Seine sans être bloqués par le nouveau barrage. Sa construction s'est déroulée en trois phases distinctes, chacune à l'abri d'un batardeau en palplanches battues dans la craie. Ce **phasage des travaux** a été crucial pour assurer la transparence hydraulique lors des périodes de crues, entre fin novembre et début avril. Le reste du temps, seule une des trois passes était immobilisée par les travaux.



FRANCE 2015

## Barrage de Saint-Bond

Modernisation du barrage de Saint-Bond sur l'Yonne

VANNES-  
CLAPETS  
5

PASSE À  
POISSONS  
1

Deux ans ont été nécessaires pour réaliser les travaux de modernisation du barrage de Saint-Bond sur l'Yonne, destinés à remplacer l'ancien barrage manuel de 1860 devenu trop vétuste, et à garantir un écoulement suffisant de l'Yonne. Le barrage a été reconstruit par passes, à l'abri de batardeaux, en lieu et place de l'ancien ouvrage et est équipé de cinq **vannes-clapets** permettant une gestion automatisée du plan d'eau. Comme tous les nouveaux ouvrages de Voies navigables de France, il est doté d'une **passse à poissons** garantissant la continuité piscicole. Dans le cadre de cette rénovation, Bouygues Travaux Publics Régions France a également réalisé la construction d'un nouveau local de commandes commun au barrage et à l'écluse, ainsi que des travaux de reconstruction du perré aval et de l'estacade.

FRANCE 2018

## Écluse de Don

Rénovation et mise aux normes de l'écluse de Don

ÉCLUSE  
1

TRANSIT  
QUOTIDIEN  
30 À 50  
BATEAUX

L'écluse de Don, située sur la Deûle au sud-ouest de Lille, permet le passage du trafic entre le port de Dunkerque et la capitale des Flandres. Elle assure le transit quotidien de 30 à 50 bateaux et le passage de 5,3 millions de tonnes de marchandises chaque année. Construite en 1956, elle a bénéficié en 2017 et 2018 d'un grand chantier de rénovation pour répondre à la croissance du trafic fluvial et assurer la sécurité de la navigation sur ce tronçon stratégique des liaisons fluviales franco-belges. Réalisés sous exploitation par Bouygues Travaux Publics Régions France, les travaux comprenaient le remplacement des estacades, le rescindement de la berge aval avec création d'une station de pompage, la modernisation du bâtiment de commande et la réfection des terre-pleins. La restauration du génie civil de l'écluse, le changement des portes amont et aval, de leur mécanique de manœuvre et de l'ensemble du système de contrôle-commande, ainsi que la mise aux normes électriques, ont été réalisés lors d'une interruption de la navigation de cinq semaines qui a permis une **mise à sec du sas**. Cette opération a mobilisé jusqu'à 110 compagnons par jour.



FRANCE 2021

## Recalibrage de la Lys mitoyenne

Travaux de recalibrage de la Lys mitoyenne entre Deülémont et l'écluse de Comines

LONGUEUR DU RECALIBRAGE  
5,6 KM

GABARIT DES CONVOIS  
ENTRE 3 200 T ET 6 000 T

Rivière canalisée qui devient frontière entre la France et la Belgique à l'aval d'Armentières, la Lys mitoyenne constitue le maillon central de la liaison européenne à grand gabarit Seine-Escaut destinée au développement des échanges commerciaux entre la France et les pays du Nord de l'Europe. Engagés en 2018 par Voies navigables de France, les travaux d'approfondissement et d'élargissement entre Deülémont, en France, et Menin, en Belgique, permettront de rendre la Lys accessible aux convois dont le gabarit est compris entre 3 200 et 6 000 tonnes. Le long des 5,6 kilomètres séparant Deülémont et l'écluse de Comines, Bouygues Travaux Publics Régions France a procédé, entièrement par voie fluviale, aux travaux de **défense** et de **restauration** des berges en courbe comprenant leur reprofilage, leur protection par enrochements ou palplanches selon les contraintes du terrain alentour et le rétablissement d'exutoires d'assainissement pluvial.

FRANCE 2023

## Écluses de Méricourt

Rénovation et allongement des écluses sur la Seine

ÉCLUSES  
2

TRAFIC  
30%  
DU TRAFIC  
FLUVIAL  
NATIONAL

Les deux écluses de Méricourt, construites dans les années 1960 et situées en Île-de-France, voient passer 30 % du trafic fluvial national. Dans le cadre d'un vaste chantier en conception-réalisation lancé par Voies navigables de France, la rénovation et l'allongement des ouvrages de Méricourt permettent de redonner aux écluses leur gabarit transversal initial afin de garantir leur **stabilité future** et leur **fiabilité** en situations normales et extrêmes. Le projet comprend, notamment, la rénovation des écluses existantes et l'allongement de l'écluse n° 1 de 160 mètres à 185 mètres par l'aval, afin d'accueillir des convois de 180 mètres de long. Afin de moderniser l'ouvrage, la création d'un nouveau local de commandes des écluses et du barrage, la mise aux normes des équipements et la rénovation complète des automatismes des écluses sont également nécessaires. L'un des défis techniques majeurs de cette reconstruction quasi-intégrale est de réaliser les travaux au droit des ouvrages existants tout en maintenant la navigation sur la Seine. La **continuité de service** est assurée par une écluse de 185 mètres, opérationnelle en permanence.

# Ouvrages maritimes destinés à la production et au stockage d'énergie

.....

↓ Parc éolien en mer de Fécamp [France]

Les ouvrages maritimes destinés à la production d'énergie regroupent plusieurs familles d'ouvrages :

◉ **Floating Production Storage and Offloading (FPSO) :** unité flottante de production, de stockage et de déchargement d'hydrocarbures ;

◉ **Les éoliennes maritimes :** éoliennes posées auprès des côtes (nearshore) ou flottantes plus au large (offshore) pour bénéficier d'une meilleure régularité des vents.

Sur ce marché, la valeur ajoutée de Bouygues Travaux Publics réside dans sa capacité à concevoir et à réaliser des ouvrages complexes sur mesure et à son **expertise reconnue** dans le domaine des travaux maritimes. Cette capacité s'illustre dans la réalisation de projets emblématiques, allant de la barge flottante de production d'hydrocarbures *N'Kossa* (p. 50-51), plus grande barge en béton précontraint du monde au moment de sa réalisation, à la fondation flottante de *Floatgen*, la première éolienne flottante en mer de France (p. 52-53).

Chaque ouvrage étant unique, l'expertise de notre direction technique permet d'en ajuster le dimensionnement, que ce soit sur le plan structurel ou sur celui des mouvements admissibles sous l'effet des vagues. Les méthodes de réalisation, de transport et d'installation proposées sont, quant à elles, adaptées aussi bien aux contraintes de budget et de planning de chaque projet qu'à l'environnement d'implantation des ouvrages. La maîtrise des bétons hautes performances à densité contrôlée permet à nos équipes de concevoir et réaliser des **structures plus légères et durables**.



FRANCE 1995

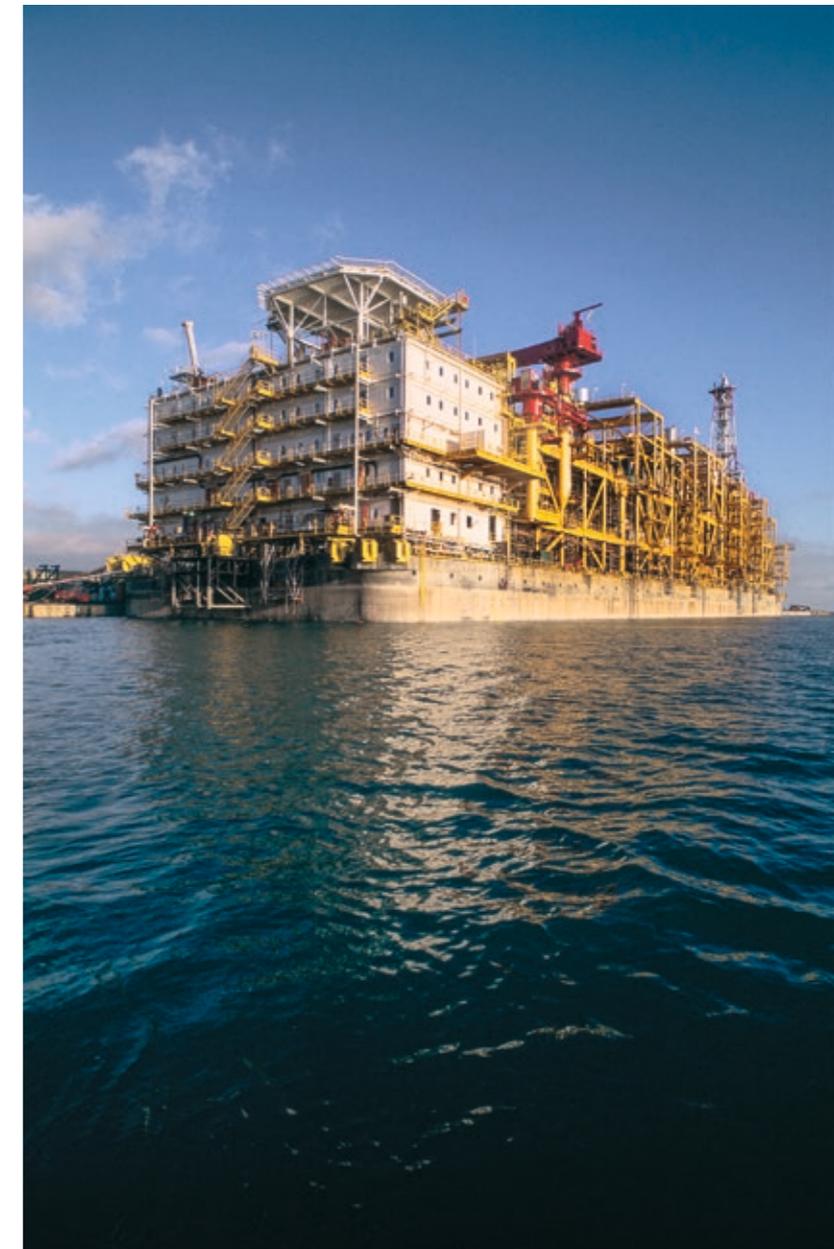
## Barge N'Kossa

Conception, construction et acheminement d'une barge en béton précontraint accueillant une unité de production d'hydrocarbures

Lorsqu'elle quitte le port de Marseille, son lieu de construction au printemps 1995, la barge N'Kossa est la plus grande barge en béton précontraint du monde. Une prouesse technique qui aura nécessité un an et demi d'études, deux fois plus de temps que pour les travaux. Conçue sur mesure pour accueillir la plus grande unité de production d'hydrocarbures flottante au monde, elle est ancrée à 170 mètres de profondeur au large des côtes de la République du Congo. Sa conception a fait appel à des approches et à des méthodes innovantes, jusqu'alors jamais utilisées dans ce contexte. Certaines inspirées des enceintes de confinement des centrales nucléaires, d'autres de la construction navale, toutes pour assurer la **sécurité** et l'**étanchéité** de l'ouvrage, notamment vis-à-vis des collisions sur la coque externe, ainsi que la durabilité en milieu marin sur une durée théorique de 30 ans.

LONGUEUR  
220 M

LARGEUR  
46 M





FRANCE 2017

## Floatgen

Réalisation de la fondation de la première éolienne flottante en mer en France

Lorsque *Floatgen* a été mise à flot à 22 kilomètres au large du Croisic en Bretagne en août 2017, une nouvelle génération de l'éolien en mer a émergé : l'éolien flottant. Installée sur le site d'essais SEM-REV de l'École Centrale de Nantes, la première éolienne flottante en France, d'une puissance de 2 MW, fournit l'équivalent de la consommation annuelle électrique de 5 000 habitants. Depuis 2013, ce **projet expérimental** coordonné par BW Ideol réunit sept partenaires européens. Bouygues Travaux Publics a réalisé la **fondation flottante** Damping Pool brevetée par BW Ideol avec une formulation spécifique de béton léger, constitué de granulats poreux, dans le port de Saint-Nazaire. Véritable prouesse technique, cette bouée carrée de 36 mètres de côté et 9,5 mètres de haut, en béton précontraint, est allégée pour peser environ 5 000 tonnes. Le béton autoplaçant y est coulé de manière homogène grâce à un système de pompage. La structure entre ensuite en flottaison lorsque les barges sur lesquelles elle a été construite sont ballastées. Raccordée au réseau électrique national, *Floatgen* est opérationnelle depuis septembre 2018.

POIDS DE LA FONDATION  
5 000 T

PUISSANCE DE LA TURBINE  
2 MW



FRANCE 2022

## Parc éolien en mer de Fécamp

Conception, construction et installation des 71 embases des éoliennes

C'est entre 13 et 22 kilomètres au large de Fécamp que se situera le premier parc éolien offshore normand à être raccordé au réseau électrique français. D'une puissance totale d'environ 500 MW, il est destiné à produire l'équivalent de la consommation domestique en électricité d'environ 770 000 personnes. Dans le cadre de ce projet majeur du programme de diversification du mix énergétique français, Bouygues Travaux Publics réalise les fondations de type **gravitaire**, une technique utilisée pour la première fois en France et adaptée aux gammes de profondeurs et aux conditions géotechniques de la zone. Les 71 embases en béton précontraint sont construites à terre, sur le terre-plein de Bougainville dans l'enceinte du Grand Port Maritime du Havre. La mise en œuvre de quatre **lignes de production parallèles** ainsi que le déplacement des outils de coffrage et des équipes d'une ligne à l'autre permettent d'industrialiser le processus de construction des embases. Une fois achevées, ces dernières sont montées sur barge par des Kamags puis posées par méga-barge sur le fond marin entre 25 et 40 mètres de profondeur. D'une masse unitaire d'environ 5 000 tonnes, elles assurent la stabilité des éoliennes après remplissage par un matériau de ballastage.

📍 **POIDS DE LA FONDATION**  
5 000 T

📏 **PROFONDEUR D'EAU**  
25 - 40 M

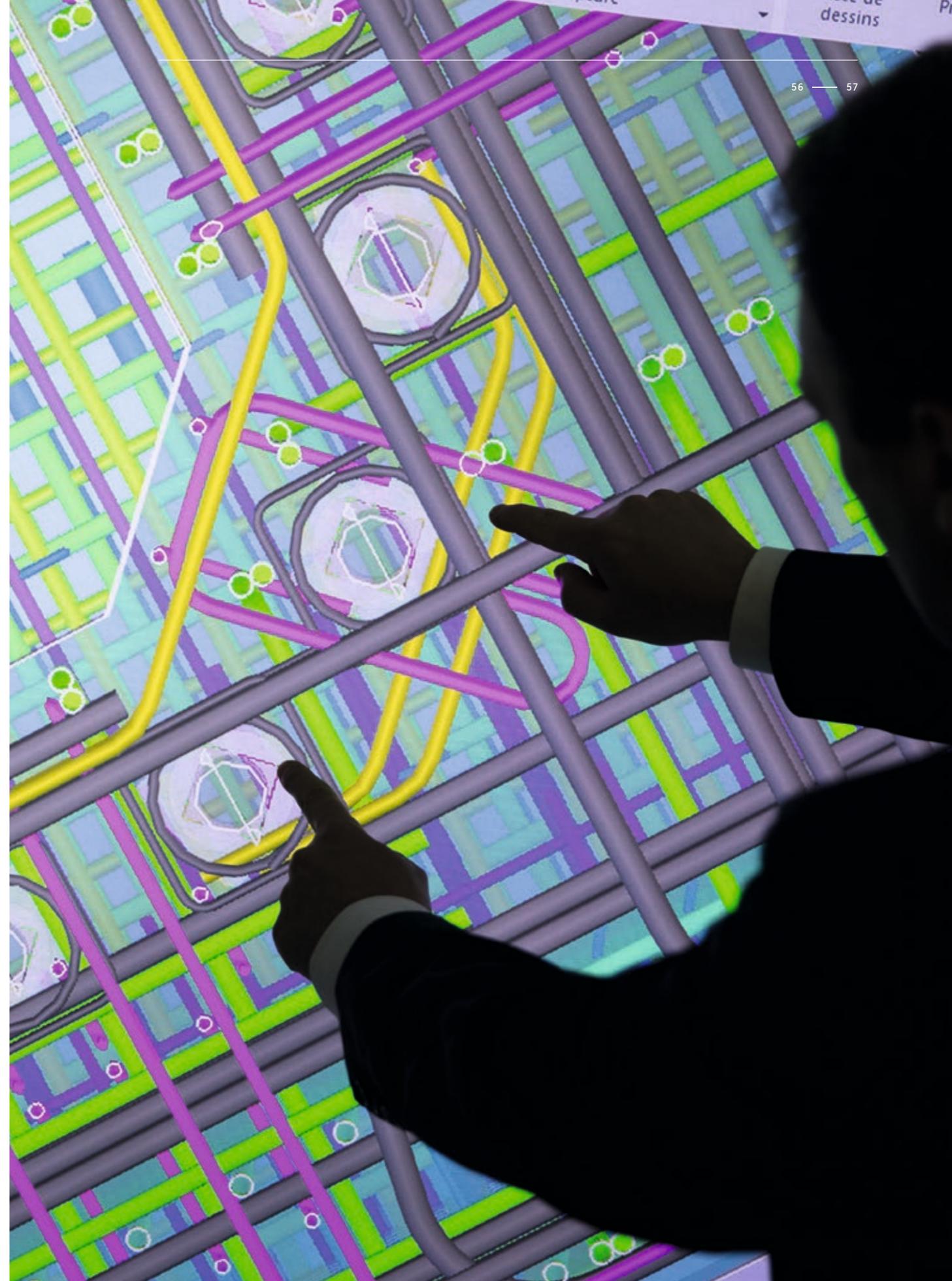
⚡ **PUISSANCE DE LA TURBINE**  
7 MW

## 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.



# Innover, pour quoi faire ?



S'adapter  
aux exigences  
fonctionnelles  
des ouvrages



Réduire  
l'empreinte  
environnementale  
de nos activités



Répondre  
à des contraintes  
techniques  
complexes



MARCO POLO

## Un prototype sur mesure

Usine flottante et submersible de fabrication des caissons destinés à former la ceinture de protection de l'extension en mer de Monaco. La plateforme de cette structure métallique accueille la construction à sec du radier d'un caisson puis l'élévation en continu des voiles externes et internes au moyen d'un coffrage glissant. Une fois les parois élevées à 26 mètres de hauteur, le caissonnier est ballasté à l'eau de mer. La plateforme descend alors progressivement sous l'eau jusqu'à ce que le caisson se mette en **flottage**.

ZOURITE

## Une mégabarge unique

Barge autoélevatrice et autopropulsée conçue sur mesure pour répondre aux conditions de construction du chantier du viaduc de la Nouvelle Route du Littoral à la Réunion. Équipée de huit jambes élévatrices d'une capacité unitaire de 4 000 tonnes et de deux ponts roulants d'une capacité de levage de 2 400 tonnes chacun, *Zourite* mesure 107 mètres de long pour 44 mètres de large. Elle sert à **transporter** et **poser en mer** les éléments préfabriqués à terre : embases, têtes de pile et mégavoussoirs sur pile. **Prototype unique**, ce navire a été dimensionné pour être opérationnel même en cas de houle.



OUVRAGES ANTIFRANCHISSEMENT  
DE FAIBLE HAUTEUR

## Une protection du paysage côtier

Conception de digues antifranchissement à faible cote d'aras compatible avec des contraintes architecturales exigeantes. Les innovations mises en œuvre par la direction technique de Bouygues Travaux Publics dans la conception des ouvrages antifranchissement résultent de la combinaison entre des approches théoriques, des essais en modèle réduit et, depuis quelques années, par des modélisations en « **canal numérique** » qui permettent d'affiner les concepts et d'optimiser les dimensionnements des ouvrages. Elles comprennent, notamment, l'utilisation de chambres d'amortissement de type Jarlan, de chambres perchées ou de trappes à vagues ainsi que de platiers immergés.



ÉCOCONCEPTION

## Le génie écologique à l'œuvre

Intégration des préoccupations environnementales dès la phase de conception d'un projet et attribution de **fonctionnalités écologiques** nouvelles aux ouvrages. Création de récifs artificiels par des collines sous-marines, d'aménagements écologiques sur les caissons et les enrochements ou encore de deux villages sous-marins composés de 250 modules écoconçus... les actions mises en œuvre sur les projets de l'extension en mer de Monaco et du viaduc de la Nouvelle Route du Littoral à La Réunion témoignent des possibilités offertes par l'écoconception afin de favoriser le développement de la **biodiversité**.

## 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 liés aux travaux fluviaux et maritimes : risques de chute à l'eau, de chute de plain-pied (glissade) et de chute d'objet, risques d'électrocution, utilisation d'engins flottants, opération de levage, coactivité, opération en espace restreint, opération de plongée, travail à la marée et de nuit, etc.

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

CULTURE SÉCURITÉ

## Un engagement fort

Équipements de protection, circulation, analyse des risques, ergonomie... Douze standards appliqués sur tous les chantiers de Bouygues Construction afin de garantir la sécurité de tous. Chez Bouygues Travaux Publics, des **mesures d'organisation et de prévention** spécifiques aux activités de travaux fluviaux et maritimes, telles que la conception de barges ou de pontons avec présence de protections collectives rigides, la définition de plans de circulation des hommes et des flux, un suivi médical renforcé lié au travail à la marée et des formations d'entraînement au passage d'un bateau navette à une barge ou un ponton complètent ce référentiel commun.

## Une vision partagée par tous

Expertise technique, système de management, facteurs organisationnels et humains, la culture sécurité s'appuie sur trois facteurs indissociables avec un seul objectif : faire que tous les acteurs de l'entreprise partagent le même **langage** et les mêmes **valeurs sécurité**. Lors de sa journée Santé & Sécurité 2019, Bouygues Travaux Publics a entamé une démarche de diagnostic et d'évolution de sa culture sécurité avec, notamment, la mise en place d'une gestion spécifiques des risques majeurs. C'est un exemple de l'engagement de l'entreprise à renforcer la sécurité de ses collaborateurs.

# 40 %

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



URGENCE EN MILIEU MARITIME

BRIEFING & SÉANCE D'ÉCHAUFFEMENT

## Une formation inédite pour les conducteurs d'engins

Exercices en piscine mettant en scène la chute dans l'eau de la cabine d'une machine. Conçue sur le projet Calais Port 2015, cette formation a pour objectif de reproduire les **conditions réelles** des conducteurs sur sites : les yeux recouverts d'un masque occultant, pour simuler une situation de nuit ou en eau trouble, le chauffeur doit réussir à sortir de la cabine. Muni d'un casque de chantier et d'un gilet de sauvetage, il apprend à utiliser son **spare air**, une réserve d'air de quelques minutes, et à manier le marteau brise-vitre à impulsion. Cette formation est **obligatoire**. En cas d'échec, le chauffeur concerné évolue uniquement en zone terrestre.

## Une prise de poste en toute sécurité

Séance d'échauffement quotidienne et en équipe pour un meilleur **réveil musculaire** et une limitation des troubles musculosquelettiques. 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 contracture ou claquage tout en renforçant la cohésion des équipes.

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

Contre vents et marées a été conçue et rédigée par la direction de la Communication de Bouygues Travaux Publics.

Directeur de la publication · Philippe Amequin

Réalisation · la nouvelle

Contributeurs (images) · couverture Groupement Constructeur Calais Port 2015 / p.01 Laurent Zylberman (Graphix) / p.02-03 Bouygues Travaux Publics / p.04-05 Cyril Abad / p.06-07 Groupement Constructeur Calais Port 2015 / p.08 DR / p.09 Arnaud Lerouge / p.10-11 Marianne Waquier / p.12 DR / p.13 DR / p.14-15 Happyday / p.16-17 Groupement Constructeur Calais Port 2015 / p.18 Yves Chanoit / p.19 Auteurs de Vues / p.20 DR / p.21 Willy Berré / p.22 Mikael Teneur / p.23 DR / p.24-25 Laurent Zylberman (Graphix) / p.26-27 Christian Dumont - Laurent Zylberman (Graphix) / p.28 Marc Joss / p.29 Dragages Hong Kong / p.30-31 Bouygues Travaux Publics / p.32-33 DR / p.34 DR / p.35 AIRDIASOL.Rothan / p.36 DR / p.37 DR / p.38-39 Arnaud Février - Bouygues / p.40-41 DR / p.42 Thomas Jouanneau / p.43 DR / p.44 DR / p.45 Alexandra Lebon et Didier Gauducheau / p.46 Bouygues Travaux Publics / p.47 DR / p.48-49 Yves Chanoit / p.50-51 DR / p.52-53 BW Ideol - Valery Joncheray / p.54-55 Yves Chanoit / p.56-57 Julien Lutt - CAPA Pictures / p.58 Bouygues Travaux Publics et Serge Marizy / p.59 Laurent Zylberman (Graphix) et Sébastien Marchal / p.60-61 Christophe Meireis / p.62 Arnaud Février et Laurent Zylberman (Graphix) / p.63 DR et Céline Clanet / p.64 Yves Chanoit (1, 7 et 8), Calais Port 2015 (2), DR (3), Alexis Morin (4), Jérôme Trehin (5) et DR (6) / quatrième de couverture Groupement Constructeur Calais Port 2015

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](https://fr.linkedin.com/company/bouygues-travaux-publics)

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

 [bouygues-construction.com](https://bouygues-construction.com)  
 [instagram.com/bouygues\\_construction](https://instagram.com/bouygues_construction)



**Shared innovation**