

# Extension en mer de Monaco

**En** Juillet 2018 a débuté le transfert du premier caisson en béton armé renforcé avec des ronds à béton inoxydable. Remorqué depuis son site de production au port de Marseille jusqu'à son emplacement définitif pour l'extension d'Anse du Portier à Monaco

La Principauté de Monaco occupe actuellement 195 ha, soit 2 Km<sup>2</sup> approximativement dont un 20 pct correspondent à des terrains gagnés sur la mer dans les dernières décennies. Ce nouveau projet du quartier Anse du Portier avec un coût estimé de 2000

développe l'important projet des infrastructures maritimes. Les phases actuelles des travaux correspondant aux structures submergées se succéderont jusqu'en 2020 et les travaux de construction de logements se prolongeront jusqu'en 2025.

digues flottantes Marco Polo construite dans le chantier naval polonais Crist de Gdansk sous conception de Bouygues TP. Elle mesure 50m de large et à la hauteur des caissons. Le déplacement des premiers caissons s'est complété pendant le mois d'Octobre



Celui-ci fut le premier des 18 énormes caissons de 30 mètres de long, 24 mètres de hauteur et un poids unitaire de 10.000 tonnes qui formeront la barrière de protection face à la mer pour l'extension des 6.5 ha du nouveau quartier de la ville. Ceci génèrera la construction de 60.000 m<sup>2</sup> de logement neuf de luxe ainsi que des magasins, zones vertes et autres installations ad hoc.

millions d'euro permettra une nouvelle croissance.

La prestigieuse entreprise Française du bâtiment Bouygues Travaux Publics

La construction de ces énormes caissons se réalise dans les 10.000 m<sup>2</sup> prévus à cet effet dans le port de Marseille à l'aide de la

2018 et, pour être placés à leur emplacement définitif, les caissons ont dû être alourdis avec des matériaux solides, pour garantir leur stabilité.

## \*PREMIÈRE PHASE



Digue flottante Marco Polo





Maquette nouveau port de Monaco

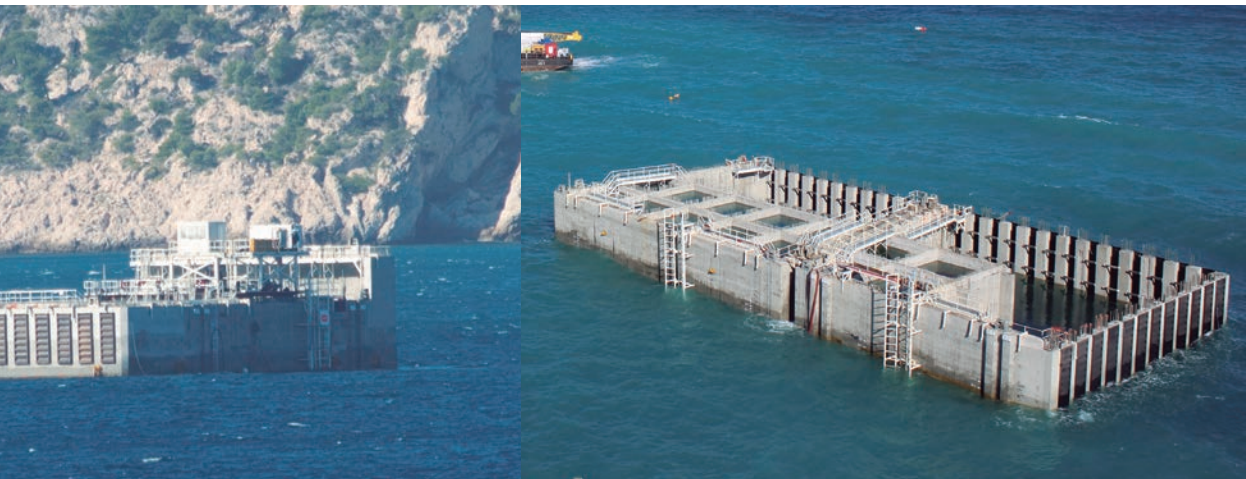
**MATÉRIEL :**  
 En acier inoxydable ondulé Dúplex  
 Fabriqués et fourni par Roldan S.A. Fils en  
 acier inoxydable Fabriqués et fourni par  
 Inoxfil, S.A.

**SOURCE :**  
 Bougues Travaux Publics  
 www.sendin.com  
 Photos Bougues TP & Pistre Architectes  
 et Cedinox

Pour la construction de ces renforts en acier inoxydable – fabriqués para la société d’armatures franco espagnole Sendin et montés à Marseille

on ete fournis par la société Roldan S.A., membre du groupe Acerinox au depart de son usine à Ponferrada, León.

les armatures De cette façon la durabilité des infrastructures est garantie et elles ne se détèriorerons pas par des problemes de corrosion ce qui



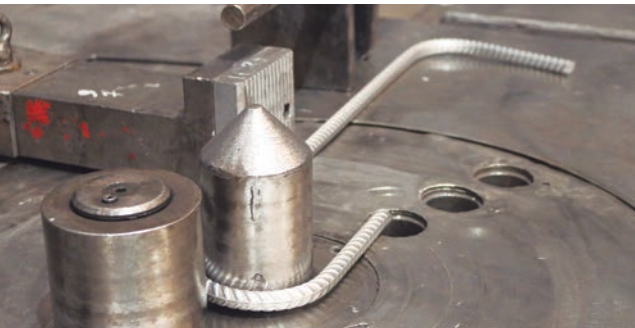
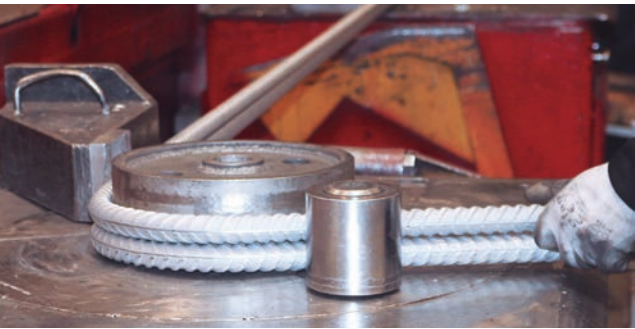
Déplacement des caissons a Monaco

par son propre personnel, - plus de 4000 tonnes de ronds a béton inoxydable du type dúplex RDN 915-EN 1.4362-AISI 32304(2304) avec des diametes entre 12 et 40 mm,

CE type d’ acier inoxydable a une haute resistance a la corrosion face aux chlorures d’ eau saline qui avec le temps reussissent à pénétrer le béton de façon capillaire atteignant

évitera dans le futur des frais couteux de maintenance ainsi que la difficulté que suppose des travaux dans une ville aussi active que Monaco.





## PRODUCTION DES ARMATURES INOXYDABLES (SENDIN TERUEL)

La fabrication des renforcements est réalisée dans l'usine de Teruel de la société Sendin Espagne inaugurée en 2010 avec un personnel de 174 personnes. .

Les plans des armatures sont envoyés du département d'ingénierie de la société de construction périodiquement en fonction des progrès de la production à Marseille. Cette documentation est analysée par le bureau technique de Sendin et la production est programmée et découpée minucieusement par chapitre en identifiant les diamètres, les longueurs et les sections en aciers inoxydables nécessaires. Postérieurement, une séquence de production est lancée vers les différentes machines de l'usine de telle sorte que chaque barre est affectée à une machine dédiée permettant ainsi d'optimiser les temps de production, les différentes manipulations et les transports du matériel entre les machines. Toutes les ordres de fabrication portent leur étiquette correspondante comme garantie d'une parfaite traçabilité du matériel.

Avec ce système les machines produisent automatiquement en continu générant une consommation énergétique inférieure aboutissant à un niveau d'émission de gaz inférieur. La durabilité est un paramètre fondamental pour Sendin.

Il est important de souligner le traitement soigné dont fait objet le matériel inoxydable à l'usine. Une zone spéciale pour la production a été dédiée l'isolant du reste des installations pour éviter les contaminations par poudre de fer étant donné que de l'acier conventionnel est aussi travaillé à l'usine.





En même temps, toutes les surfaces de contact des machines ont été revêtues avec des tôles en acier inoxydable pour éviter la contamination du matériel et tout risque de corrosion galvanique. En d'autres occasions, le téflon a été employé. Pour terminer, le matériel est parfaitement emballé et ligaturé pour éviter qu'il soit endommagé pendant sa manipulation et le transport.

Pour les pièces de liaison prévues entre barres, elles sont vissées sur des lignes spécialement adaptées pour l'acier inoxydable. Par la suite, sont placés les différents connecteurs inoxydables en nuance duplex de la compagnie Bartec. Chaque diamètre de connecteur est identifié avec une couleur différente pour éviter les mélanges. Ce type de connection vissé évite par la suite le besoin de soudure pendant l'installation à Marseille ce qui demanderait un contrôle du protocole à suivre adéquat et la présence de soudeurs spécialisés.

Ces détails montrent l'excellence de Sendin dans le traitement des matériaux avec lesquels il travaille et font d'eux une entreprise de

référence quant au processus du rond à béton en acier inoxydable.

### TRAVAUX DE MONTAGE DANS LE PORT MARSEILLE (SENDIN FRANCE)

Dans les bureaux de Marseille, on travaille avec les différents plans ou sont signalés les endroits où se situent les renforts inoxydables dans les caissons. Sur un total de 18 caissons du projet, 15 sont du type dénommé "grand" et uniquement 2 sont du type "petit". Les deux types de caisson disposent de zones vides internes dans lesquelles l'eau venant de la mer vers l'intérieur circule librement permettant à la fois à ces zones vides interconnectées de servir d'écosystème là où elles se trouvent en développant en même temps une grande biodiversité marine. Le caisson numéro

0, situé à une des extrémités de l'extension est différent des autres puisqu'il aura une piscine dans son intérieur, comme nous pouvons le voir sur l'infographie.

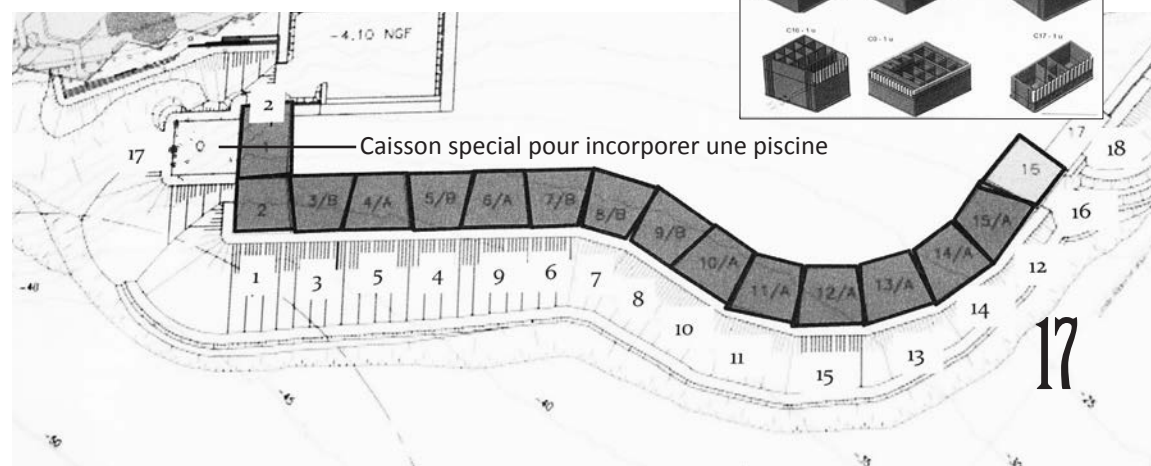
Ces caissons sont du type Jarlan, dans le cas des "petits" composés de parois parallèles entre elles. La première est perforée et la deuxième est pleine de manière à réduire l'action des vagues sur la paroi perforée amortissant et dissipant l'énergie générée. L'eau entre et passe librement entre les différentes fenêtres de la première paroi jusqu'à arriver au creux de plus grandes dimensions. Dans le cas des "grands" caissons, la différence se trouve dans le nombre de parois existantes qui passent de 2 à 4.

Le renfort en acier inoxydable se trouve dans la zone externe

des piliers orientés à l'eau de mer et entre les parois de la première partie creuse du caisson pour qu'il circule l'eau de mer.

Le respect absolu de l'environnement se reflète jusqu'au moindre détail. À titre d'exemple, l'utilisation de béton rugueux à l'intérieur des caissons favorisera la formation de vie et offrira un nouvel habitat pour la faune et la flore faisant partie d'une importante réserve marine naturelle.

Le béton qui couvre les armatures inoxydables plus à l'extérieur, proches de la surface en contact avec l'eau garantissent au projet une durabilité de 100 ans.





### \*DEUXIÈME PHASE

Une fois construit, les caissons seront recouverts d'une couche de béton. Etant donné qu'ils sont remplis avec de l'eau de mer, la partie inférieure de cette couche sera renforcée avec du rond à béton en acier inoxydable.

Pour pouvoir réaliser ce projet, des cours de formation ont été donnés, à tous les niveaux, dans le but d'exposer les meilleures pratiques de travail et de stockage d'un matériel comme l'acier inoxydable.

En résumé, le processus de production des caissons au port de Marseille consiste en trois phases:

- La première correspond à la fabrication des caissons sur la digue flottante Marco Polo ou, une fois construits, ils sont submergés et retirés pour la suivante phase de production.

- La deuxième phase, le béton des piliers Jarlan se constitue d'un béton très spécial à haute résistance et de couleur gris sur tous les côtés visuel du projet pour des raisons esthétiques.

- La troisième correspond à la fabrication des parois intérieures par où circule l'eau de mer. Initialement, cette phase allait être réalisée à Monaco mais pour des raisons opérationnelles elles seront réalisées à Marseille.

Pour la première phase réalisée sur le Marco Polo, le délai de fabrication estimé des caissons dépend de leur dimension et varie entre 2 jours pour les petits et 8 pour les grands. La phase débute avec l'exécution du sol en béton à un rythme de 12 cm/h en travaillant sans interruption. Plus de 100 personnes travaillent sur le chantier en plusieurs équipes.

La hauteur finale de ces caissons est de 24 mètres. Le caissonnier dispose d'un système hydraulique qui va

varier sa hauteur en fonction de l'avance des opérations de construction à l'intérieur.

Le chantier est soumis à de très rigoureux contrôles de qualité, de sécurité et d'environnement de la part de toutes les sociétés impliquées, Sendin, Bouygues, Cemex, TUV et les autorités de Monaco entre autres.

Dans le port ont été définies différentes zones de travail et de stockage tant pour l'acier inoxydable ainsi que pour les autres matériaux afin d'éviter la contamination par contact entre des matériaux de différents potentiels galvaniques.

Un des principaux problèmes que le projet a dû faire face a été le vent, de part la localisation des travaux en première ligne de mer. Son incidence a

été limité et même éliminé dans certains cas la possibilité de travailler avec des grues. Etant donné que les travaux ne pouvaient s'interrompre à aucun moment étant sujet à de multiples pénalités, les intempéries météorologiques ont obligés à travailler à un rythme inférieur et dans des conditions plus complexes. De fait, le contact entre Meteofrance et le chantier a été continu afin de limiter dans la mesure du possible ce type d'impact sur le projet.





Pour les pieces de liaison entre les ronds a béton en acier inoxydable, deux methodes on été employées : Pour les connexions les plus exigeantes, la methode consiste en l'union de barres vissées chez Sendin Teruel avec les connecteurs –dejà cité- de la société Bartec. Le reste des barres sont unies avec du fil en acier inoxydable produit par Inoxfil SA, société appartenant au groupe Acerinox.

Une fois les travaux a Marseille terminés, les caissons sont entreposés a nouveau jusqu' au remorquage par bateau a Monaco, un

voyage de 3 jours. Une fois en haute mer, les caissons sont soumis a un profond lavage a fin de retirer tout residu du port de Marseille pouvant contenir par ces conditions industrielles, des traces de saleté ou matiere contaminante pouvant affecter d'une façon ou d'une autre l' environnement marin plus propre de Monaco .

Il est important de signaler à nouveau que l' utilisation de l' acier inoxydable dans cet important projet le transforme par sa durabilite, en un precieux allié dans

l'objectif critique de porter une attention maximale a la protection de l' environnement et de la faune marine de cette ville, évitant en plus de très couteux frais de maintenance de cette infrastructure du futur.



### \*TROISIÈME PHASE

