

# TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

**TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX. LA PIETONISATION DU VIEUX-PORT A MARSEILLE. RECONSTRUCTION DE L'APPONTEMENT PETROLIER DE DEGRAD DES CANNES EN GUYANE. L'EXTENSION DU PORT DE PLAISANCE DES MINIMES A LA ROCHELLE. PONTS DE LA VENDEE A NANTES. UNE NOUVELLE JETEE RECORD EN COLOMBIE. ARZEW AMMONIA - JETEE DE CHARGEMENT D'AMMONIAC ET D'UREE EN ALGERIE**

N°895 MARS 2013



ARZEW AMMONIA  
EN ALGÉRIE,  
PAR SAPEM SA  
© PHOTO THÉQUE SAPEM

**LES TRAVAUX  
PUBLICS** FEDÉRATION  
NATIONALE



## ENTREZ DANS UN MONDE D'ÉNERGIES !

Intégrer SAIPEM, c'est l'occasion de développer vos talents dans un environnement international propice à votre épanouissement personnel et professionnel. Durant votre carrière, nous mettons tout en œuvre pour vous proposer un parcours diversifié, jalonné par des formations techniques et managériales adaptées. Vous aurez l'occasion de changer de poste, de métier, de pays et vous vivrez des expériences enrichissantes avec des professionnels passionnés par leur métier. En 2013, SAIPEM recrute 200 ingénieurs dans tous ses métiers : études, génie civil, QHSE, méthode, installation...

Rejoignez les 40 000 collaborateurs d'un leader international des services parapétroliers offshore et onshore.

Ingénieurs par nature, découvrez toutes nos opportunités sur [www.saipem.fr](http://www.saipem.fr)



saipem



Directeur de la publication  
Patrick Bernasconi

Directeur délégué  
Rédacteur en chef  
Michel Morgenthaler  
3, rue de Berri - 75008 Paris  
Tél. : +33 (0)1 44 13 31 03  
Email : morgenthalerm@fntp.fr

Comité de rédaction  
Hélène Abel (Ingérop), Jean-Bernard  
Datry (Setec), Michel Duviard (Egis),  
Laurent Guilbaud (Saipem), Ziad  
Hajar (Eiffage TP), Florent Imbert  
(Razel-Bec), Louis Marracci  
(Bouygues TP), Stéphane Monleau  
(Soletanche Bachy), Jacques  
Robert (Arcadis), Claude Servant  
(Eiffage TP), Philippe Vion (Systra),  
Michel Morgenthaler (FNTP)

Ont collaboré à ce numéro  
Rédaction  
Monique Trancart, Marc Montagnon

Service Abonnement et Vente  
Com et Com  
Service Abonnement TRAVAUX  
Bât. Copemic - 20 av. Édouard Herriot  
92350 Le Plessis-Robinson  
Tél. : +33 (0)1 40 94 22 22  
Fax : +33 (0)1 40 94 22 32  
Email : revue-travaux@cometcom.fr

France (10 numéros) : 190 € TTC  
International (10 numéros) : 240 €  
Enseignants (10 numéros) : 75 €  
Étudiants (10 numéros) : 50 €  
Prix du numéro : 25 € (+ frais de port)  
Multi-abonnement : prix dégressifs  
(nous consulter)

Publicité  
Emmanuelle Hammaoui  
9, rue de Berri  
75008 Paris  
Tél. : +33 (0)1 44 13 31 41  
Email : ehannaoui@fnftp.fr

Site internet : [www.revue-travaux.com](http://www.revue-travaux.com)

Réalisation et impression  
Com'1 évidence  
Immeuble Louis Vuitton  
101, avenue des Champs-Élysées  
75008 PARIS  
Tél. : +33 (0)1 82 50 95 50  
Email : [contact@com1evidence.com](mailto:contact@com1evidence.com)

La revue Travaux s'attache, pour l'information de ses lecteurs, à permettre l'expression de toutes les opinions scientifiques et techniques. Mais les articles sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs. L'éditeur se réserve le droit de refuser toute insertion, jugée contraire aux intérêts de la publication.

Tous droits de reproduction, adaptation, totale ou partielle, France et étranger, sous quelque forme que ce soit, sont expressément réservés (copyright by Travaux). Ouvrage protégé ; photocopie interdite, même partielle (loi du 11 mars 1957, qui constituerait contrefaçon (code pénal, article 425).

Editions Science et Industrie SAS  
9, rue de Berri - 75008 Paris  
Commission paritaire n°0116 T 80259  
ISSN 0041-1906

## LE FUTUR DES PROJETS MARITIMES



© BF

La crise qui sévit dans le monde et particulièrement en Europe depuis maintenant cinq ans aura certainement eu un effet néfaste sur les activités maritimes dans le vieux continent. Malgré cela des projets de travaux maritimes s'y déroulent, notamment en France. Ce numéro de la revue TRAVAUX en donne un éclairage intéressant.

Les aménagements portuaires hors Europe ne sont pas en reste. Nos bureaux d'études et nos entreprises sont présents sur des projets d'envergure.

La mondialisation des échanges ainsi que le développement économique des autres parties du monde, comme l'Asie du Sud/Ouest ou l'Australie mais également l'Afrique et encore l'Amérique du Sud, auront finalement permis de conserver une activité globalement positive. Ils offrent des perspectives permettant de considérer l'avenir des travaux maritimes d'une manière sereine.

Pour illustrer ces propos on peut citer le Maroc qui vient de voir, près de Tanger, 10 km de côte transformés en dix années en 3 ports, le premier (Tanger Med1) pour les containers, le deuxième (Tanger RoRo) pour accueillir les ferries entre le Maroc et l'Espagne, et le troisième (Tanger Med2), nouveau port à container et un des plus grands chantiers de travaux maritimes en cours de réalisation. Ces trois projets sont réalisés conjointement par Saipem et Bouygues.

Les projets de ports à containers de Cotonou (EMCC), Pointe Noire (Saipem) et Lomé (Soletanche/Bachy) illustrent le développement certes lent mais constant de ce continent et l'ouverture de l'Afrique de l'Ouest au monde.

Le projet Puerto Nuevo en Colombie (Saipem) récemment terminé, illustre une autre perspective. Le gouvernement colombien, par souci environnemental, a proscrit le transfert par barge du charbon entre le navire minéralier et le stockage à terre, contraignant ainsi les producteurs de faire construire un appontement relié par une jetée d'accès de presque deux kilomètres.

Le projet Gorgon en Australie consiste en un terminal à terre de gaz extrait au large des côtes, destiné essentiellement au marché japonais. Saipem y réalise l'appontement pour les navires méthaniers. Ce projet illustre le besoin toujours fort des pays en énergies fossiles et donc des installations portuaires et maritimes associées. La partie maritime de ce projet qui pèse environ 1,5 milliards d'euros est représentative d'une tendance avérée de l'accroissement de la taille des projets maritimes.

Le marché futur des travaux maritimes s'inscrit donc complètement dans le contexte de notre monde globalisé aux multiples facettes.

Il requiert une capacité d'innovation en termes de design et de techniques de mise en œuvre mais également des prestations de qualité.

C'est dans ce cadre que les projets de Puerto Nuevo en Colombie et Gorgon en Australie, par exemple, ont pu être attribués.

Fortes de ces principes, nos entreprises peuvent envisager leur avenir dans les travaux maritimes avec confiance.

**GÉRARD BONNET**  
VICE PRÉSIDENT DE SAIPEM SA - PROJETS ONSHORE ET MARITIMES

LISTE DES ANNONCEURS : SAIPEM, 2<sup>e</sup> DE COUVERTURE - BALINEAU, P.17 - SMABTP, P.27 - STRRES, P.65 - SOLETANCHE BACHY, 4<sup>e</sup> DE COUVERTURE

Photo couverture : Arzew Ammonia en Algérie, par Saipem SA. Jetée de chargement d'ammoniac et d'urée.



# TRAVAUX MARITIMES ET FLUVIAUX

JETÉE DU NOUVEAU TERMINAL DE PUERTO NUEVO, EN COLOMBIE © PHOTOHÉQUE SAPEM



04 ALBUM

10 ACTUALITÉ



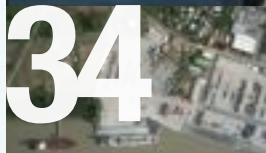
**18** ENTRETIEN AVEC  
JEAN-MICHEL SÉVIN  
ET BERTRAND MARSSET

PORTS NORMANDS ASSOCIÉS (PNA) :  
CHERBOURG ET CAEN-OUISTREHAM  
DANS LE SILLAGE DES EMR

**22** GROUPE MERCERON : MISER SUR L'AVENIR,  
CONTRE VENTS ET MARÉES



**28** PIÉTONISATION  
DU VIEUX-PORT  
à Marseille



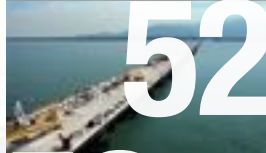
**34** RECONSTRUCTION DE  
L'APPONTEMENT PÉTROLIER  
DE DÉGRAD DES CANNES  
en Guyane



**40** L'EXTENSION DU PORT  
DE PLAISANCE DES MINIMES  
à La Rochelle



**46** PONTS DE LA VENDÉE  
à Nantes



**52** UNE NOUVELLE JETÉE  
RECORD  
en Colombie



**58** ARZEW AMMONIA -  
JETÉE DE CHARGEMENT  
D'AMMONIAC ET D'URÉE  
en Algérie





## RÉAMÉNAGEMENT DU VIEUX PORT

**LE PROJET** global de semi-piétonisation du Vieux Port de Marseille est réalisé sous Maîtrise d'Ouvrage de la Communauté Urbaine Marseille Provence Métropole (CUMPM). La Maîtrise d'Œuvre est le groupement Michel Desvigne Paysagiste (mandataire), Foster&Partners, Tangram Architectes, Ingérop Conseil et Ingénierie.

Les travaux réalisés par Bouygues comprennent la réfection complète de la surface des quais du Vieux Port, la rénovation des équipements du plan d'eau, ainsi qu'une série d'aménagements connexes plus ponctuels, destinés à l'accompagnement de la restriction locale de la circulation. Ont été mis en œuvre 870 m de pieux Ø 800 mm, 1 100 m<sup>3</sup> de béton, 140 t d'acier, 15 000 m<sup>2</sup> de chêne et 1 000 m de pannes.







## TERMINAL CROISIÈRE DE LA POINTE SIMON

À Fort de France en Martinique, les travaux d'extension du terminal croisière ont été livrés en janvier 2013. Ces infrastructures permettent maintenant d'accueillir les paquebots de nouvelle génération : 100 000 tonnes de déplacement, 360 m de longueur et 47 m de large. Le terminal a été réalisé par BALINEAU en 1991. L'extension, également confiée à BALINEAU, a consisté à allonger la plateforme de 50 m, en la fondant sur 28 pieux Ø 763 mm de 60 m de long et à réaliser 5 ducs d'Albe : deux massifs d'amarrage de 6 x 6 m fondés chacun sur 4 pieux inclinés de 1 066 mm, ainsi que deux ducs-d'Albe bitubulaires et un monotubulaire, Ø 1 700 mm, d'environ 50 m de long.





## TROISIÈME QUAI À CONTENEURS DU PORT DE LOMÉ AU TOGO

**LES** travaux, attribués par Togo Terminal (groupe Bolloré), sont réalisés par le groupement Soletanche Bachy (mandataire), Sogea-Satom et EMCC.

Ils consistent en la réalisation d'un mur de quai de 450 mètres qui utilise la méthode du « rideau mixte » (tubes métalliques et palplanches) complété par 1 900 000 m<sup>3</sup> de dragage, des équipements de quai ainsi que des rails de grue et de portiques. Avec cette extension, le Togo, dont le taux de croissance est estimé à plus de 4 % en 2012, devrait disposer de l'une des plates-formes portuaires les plus performantes d'Afrique de l'Ouest capable d'accueillir des porte-conteneurs de nouvelle génération.

Ingénieur : Bolloré Africa Logistics.  
Assistant Technique au Maître d'Ouvrage : Arcadis.



## LES PAYS-DE-LA-LOIRE DÉVELOPPENT UNE FILIÈRE ÉOLIENNE OFFSHORE

**L'éolien implanté en mer fait appel à des compétences maritimes, ce dont ne manquent pas les Pays-de-la-Loire. La Région est embarquée avec les industriels et les entreprises dans l'installation de 1 100 MW au large de ses côtes.**



Un hub logistique de pièces d'éoliennes à monter en mer pourrait être installé dans le Grand port maritime de Nantes Saint Nazaire, à droite du chenal sur la photo.

...t de deux. La Région Pays-de-la-Loire figure au second appel d'offres de l'éolien en mer annoncé en janvier<sup>(1)</sup>. Les îles d'Yeu et de Noirmoutier, en Vendée, accueilleront des fermes éoliennes marines de 600 MW au total. Le Banc de Guérande, à quelques kilomètres de Saint-Nazaire en Loire-Atlantique, avait été retenu au 1<sup>er</sup> appel d'offres (2011-2012) avec EDF, Alstom et le Danois Dong Energy prêts à implanter 480 MW au large.

« Nous souhaitons disposer d'une filière industrielle d'éolien offshore avec un ancrage en France, ce qui ne veut pas dire uniquement français, précise Christophe Clergeau, 1<sup>er</sup> vice-président

du Conseil régional, délégué au développement économique et à l'innovation<sup>(2)</sup>. *Nous pouvons produire tout ou partie des composants et nous bénéficions d'un consensus entre les acteurs concernés dont les pêcheurs. C'est très important. PME, donneurs d'ordre et organismes de recherche et développement coopèrent. L'éolien fixe en mer a besoin de recherches sur les implantations en eaux profondes à 40-50 m comme celles de l'Océan.* » STX France, filiale du groupe coréen STX, peut réaliser, de par son activité de construction navale à Saint-Nazaire<sup>(3)</sup>, des sous-ensembles mécaniques et des bateaux spécialement conçus pour

la pose en mer. Elle vient de recevoir la commande d'une sous-station électrique d'une ferme éolienne offshore en Europe du Nord. Sa fondation d'éoliennes baptisée Jacket AG4, en gros tubes type derrick, vient d'être certifiée par le DNV allemand. Elle est le fruit du programme Fondeol<sup>(4)</sup>.

### → Couronnes d'orientation

Alstom construit deux nouvelles usines de turbines d'éoliennes marines à Montoir-de-Bretagne, à côté de Saint-Nazaire. En 2014, elles remplaceront l'atelier où sont assemblées les préséries de l'Haliade 150, éolienne de 6 MW. Y seront assemblées des nacelles (haut du mât abritant les équipements de production d'électricité) et fabriqués, des alternateurs.

Autre acteur important de l'éolien offshore posé<sup>(5)</sup> : Rollix, qui construit des couronnes d'orientation de pales et de fûts d'éolienne. Ces entreprises phares ne seraient rien sans celles qui les accompagnent. Les sous-traitants de la région se sont regroupés dans deux structures : Neopalnia (75 sociétés de l'ingénierie à la réalisation) et Net-Wind (maintenance).

Le Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire peut mettre à disposition un terrain de 12 ha près de la mer pour recevoir la logistique de pièces d'éoliennes qui seront montées au large. Avantage du port : une grue bigue lève des pièces jusqu'à 400 tonnes. Des ouvrages routiers et ferroviaires seraient alors réalisés de façon à relier



Ce modèle d'éolienne, ici en essais dans la zone portuaire de Nantes Saint-Nazaire, est sur le point d'être testé en Mer du Nord.

### 150 m D'ENVERGURE

Alstom a testé son éolienne offshore, l'Haliade 150, dans le parc éotechnologique du Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire (Loire-Atlantique) situé au Carnet. L'industriel a établi la courbe de puissance de sa machine de 6 MW raccordée au réseau électrique depuis juillet 2012. Le même modèle, un des plus gros sur le marché, vient d'être implanté en Belgique, au large du port d'Ostende sur une fondation STX pour des essais en mer.

Grâce à ses 6 MW, cette éolienne monte en puissance rapidement et produit plus d'électricité. L'alternateur est entraîné directement, plus fiable qu'un multiplicateur (boîte de vitesses). Le rotor (hélice) mesure 150 m de diamètre. La transmission entre rotor et nacelle est « élastique » afin de reporter les efforts vers le bas et non vers les pales, ce qui allonge la durée de vie de la machine.

Rappelons que la part de la machine dans le coût total d'une éolienne en mer est de 40% contre 80% à terre. L'implantation au large coûte quatre fois plus cher. La location d'un bateau de pose s'élève actuellement à 150 000 euros par jour.

### ÉCHOS DE COLLOQUE

Voici quelques échos du colloque sur l'éolien du Syndicat des énergies renouvelables (Ser) qui a attiré 750 personnes à Nantes, en décembre.

« La filière de l'éolien maritime, avec les appels à projets, se structure. » Jean-Louis Bal, président du Ser.

« Attention, il ne faut pas penser que si l'éolien terrestre ne marche pas, il faut se tourner vers le maritime, car celui-ci est très cher et freine l'éolien en général. » Chantal Jouanno, sénatrice à Paris, ex-secrétaire d'État à l'Écologie.

« La filière éolienne est l'avenir des énergies renouvelables à long terme. Il devrait y avoir 40 GW installés en 2030 dont 6 GW en offshore. » Xavier Lefort, directeur général délégué de l'Ademe.

les différentes zones du port en passant sous le grand pont de Saint-Nazaire.

### → Formations à la maintenance

Les Pays-de-la-Loire proposent des formations, en particulier à la maintenance d'éoliennes offshore à l'Institut universitaire de technologie de Saint-Nazaire et dans des lycées professionnels du Mans (Sarthe). De plus, les établissements nantais de l'École centrale et du Centre scientifique et technique du bâtiment disposent d'équipes de recherche et de moyens d'essais adaptés à ces technologies<sup>(6)</sup>. ■

<sup>(1)</sup> Le ministre de l'Écologie a saisi la Commission de régulation de l'énergie sur le cahier des charges début janvier.

<sup>(2)</sup> Un des nombreux intervenants du colloque « Énergie éolienne, source de progrès » du Syndicat des énergies renouvelables, 13-14 décembre 2013 à Nantes.

<sup>(3)</sup> STX a racheté les Chantiers de l'Atlantique dans les années 1970.

<sup>(4)</sup> Fondeol : projet de recherche 2011-2014 sur les fondations soutenu par la Région et réunissant industriels et acteurs académiques.

<sup>(5)</sup> L'éolien offshore peut être posé (ancré dans le fond marin) ou flottant à la surface de l'eau.

<sup>(6)</sup> Nous consacrerons un article spécifique aux recherches de l'École centrale de Nantes dans un prochain numéro.

## LITTORAL : INITIATIVES POUR RELOCALISER LES ACTIVITÉS MENACÉES

Déplacer l'habitat et les activités situés trop près de la mer ou des embouchures de fleuve constitue un moyen d'éviter les catastrophes liées à la météo ou à l'érosion. Les projets de cinq collectivités territoriales menacées par les risques du littoral ont été retenues dans le cadre d'un appel à projets du ministère de l'Écologie<sup>(1)</sup>.

L'État accompagne ces initiatives pilotes et y consacre 600 000 euros sur deux ans. Ces expériences alimenteront un guide sur la relocalisation.

En Méditerranée, la côte de Vias (Hérault) soumise à de l'érosion, à des submersions marines et des inondations, est occupée par de l'habitat précaire et des campings. La Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée a mis sur pied une recomposition spatiale comprenant une co-construction avec la population parallèlement à une gestion raisonnée du littoral. Dans le Var, la ville d'Hyères prévoit de relocaliser la route littorale située dans la Plaine du Ceinturon, alluviale et inondable.

Sur l'Océan atlantique, le Groupement d'intérêt public Aquitaine a créé une méthode de gestion du trait de côte qu'il souhaite appliquer à trois communes : Lacanau et la Teste-de-Buch en Gironde, et Labenne dans les Landes. Il s'agit d'anticiper l'érosion dunaire.

### → Densification d'un centre

Autre mer, autre problématique : Ault (Somme) et le Syndicat mixte Baie de Somme-Grand littoral picard inscrivent la relocalisation de biens affectés par le recul de 30 à 70 cm par an de la baie et des falaises, dans les documents d'urbanisme. Hors métropole, un site de Guadeloupe



Côte à Lacanau (Gironde), site d'une initiative pilote avec le GIP Aquitaine.

© PASCAL MOUZON/LACANAU



Vue d'une occupation des pieds dans l'eau sur le littoral à Vias (Hérault).

© C. LAVITREAL LANGUEDOC ROUSSILLON

fait également l'objet d'une opération pilote. Le déménagement de l'habitat de Bovis et de Pointe-à-Bacchus viendra densifier les quartiers du centre de Petit-Bourg, commune qui travaille sur

ce réaménagement avec la Communauté d'agglomération Nord Basse Terre et l'Agence des 50 pas géométriques. ■

<sup>(1)</sup> Érosion du littoral et submersion marine.

### CONSEIL NATIONAL DE LA MER ET DES LITTORAUX

**Le Conseil national de la mer et des littoraux a été installé en janvier par Frédéric Cuvillier, ministre des Transports, de la Mer et de la Pêche, pour définir une stratégie nationale spécifique en 2013. Présidé par Maxime Bono, président de la Communauté d'agglomération de la Rochelle Poitou-Charentes, il rassemble des élus de collectivités à façade maritime, des membres du Parlement, des représentants d'Iframer, du CNRS, d'entreprises, de syndicats et d'associations, etc.**

**Des rencontres baptisées Assises de la mer et du littoral, qui se tiendront jusqu'en juillet, contribueront à l'élaboration de la stratégie.**

### SOCIÉTÉ DE FINANCEMENT LOCAL

Le ministre de l'Économie et des Finances, Pierre Moscovici, a signé le contrat pour la création de la Société de financement local (SFIL) avec la Caisse des dépôts, la Banque postale et le groupe Dexia, le 23 janvier. L'État détient 75 % du capital, la CDC, 20 % et la banque, 5 %.

La SFIL pourra refinancer les prêts à moyen et long terme que la Banque postale offre aux collectivités territoriales, à leurs groupements et aux établissements publics de santé, par l'intermédiaire de sa société de crédit foncier baptisée Caisse française de financement local.

### 2013 : ANNÉE EUROPÉENNE DE L'AIR

Cette année est celle de la qualité de l'air, a décrété la Commission européenne. La CE attribue la persistance des problèmes de pollution et de leurs effets sur la santé à la combustion des énergies fossiles et à l'augmentation du trafic routier. La Commission s'est rapprochée du bureau européen de l'Organisation mondiale de la santé afin de faire le point sur les dernières découvertes reliant santé et polluants. Le public est invité à s'exprimer sur ce thème. Une proposition sur le futur des politiques européennes sur l'air sera publiée cette année.

## GRANDE CAMPAGNE D'OPINION SUR LES TRAVAUX PUBLICS

La Fédération nationale des travaux publics (FNTP) a lancé une campagne de sensibilisation du grand public qui va durer toute l'année, à la télévision, dans la presse et sur internet. Avec ce slogan, « *Les travaux publics, On n'arrête pas le futur* », la Fédération veut promouvoir l'utilité des travaux publics. La campagne, qui coûte 2 millions d'euros, vise à « créer

une communauté d'intérêt entre les collectivités locales, les entreprises de TP et les citoyens, » précise un communiqué.

Cette action d'envergure qui s'accompagne d'un site internet spécifique, d'une étude sur l'avenir des TP, de débats en régions et d'un livre blanc à l'automne, veut aussi attirer l'attention sur les difficultés du secteur.



Une des images de la campagne « On n'arrête pas le futur » de la FNTP.

© FNTP

En 2012, le marché français a baissé de près de 2 % en euros constants par rapport à 2011 avec un chiffre d'affaires de près de 40 milliards d'euros. Les travaux publics ont

perdu 5 000 postes. Les prévisions de commande par les collectivités locales (45 % de l'activité) pourraient baisser de 2,5 % en 2013, estime la Fédération. ■

## 12% DES CÔTES, PROPRIÉTÉ DU CONSERVATOIRE

Le Conservatoire du littoral a acquis 2 300 ha en 2012, ce qui le rend propriétaire de 12% du linéaire côtier (Outre-Mer inclus), soit 153 000 ha au total. Parmi ses dernières acquisitions, figurent le Platier d'Oye (Pas-de-Calais), la falaise d'Amont à Etréat (Seine-Maritime), le phare d'Ouessant (Finistère), la Dune du Pilat (Gironde) et les îles de la Pietra (Corse).

## SOUTIEN À LA FILIÈRE FERROVIAIRE



© PHOTO THÉRIÈRE SNCF

Financement facilité pour les TER.

Lors de la première réunion du comité stratégique de la filière ferroviaire, le ministre du Redressement productif, Arnaud Montebourg, a annoncé des mesures de soutien à la filière industrielle ferroviaire : engagement de 400 millions d'euros en faveur du renouvellement des trains d'équilibre du territoire, financement facilité pour l'achat de trains express régionaux, appel à projets de transport en commun en site propre (450 millions d'euros). L'innovation fera l'objet d'un appel à manifestation d'intérêt (40 millions d'euros) et l'aide à la performance des sillons de fret ferroviaire figure au Plan rail. Le gouvernement soutient également les initiatives de structuration de la filière et de la mise en réseau des clusters spécialisés.

## STOCKAGE D'EAU SUR LA SEINE : UN PILOTE POUR 2020



© EPTB SEINE GRANDS LACS

Le premier stockage serait installé à la Bassée (Seine-et-Marne) et s'accompagne de restauration de la biodiversité des zones humides.

Le projet de stocker 55 millions de m<sup>3</sup> d'eau en amont de Paris pour éviter que la Seine ne déborde et inonde les agglomérations dont la capitale, pourrait commencer par l'installation d'un casier pilote de 10 millions de m<sup>3</sup>, prêt en 2020. Suite aux résultats du débat public, l'Établissement public territorial de bassin (EPTB) Seine Grands lacs<sup>(1)</sup> a décidé de poursuivre les études mais attend les financements pour concrétiser. Les dix casiers du projet global feraient baisser la Seine de 20 à 50 cm, selon les crues et les endroits.

Ils occuperaient 2 300 ha entre Bray-sur-Seine et Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne) à clôturer par 58 km de digues. Le premier espace endigué,

situé à la Bassée, fera perdre 5 cm d'eau à Paris. Son projet détaillé devrait être présenté en juin. Il inclut une opération inverse, c'est-à-dire des inondations volontaires dans des secteurs prédéfinis et qui favoriseraient le retour d'espèces et d'habitats caractéristiques des zones humides.

Le débat public autour du projet a révélé des préoccupations financières. Le financement du stockage pilote est en cours d'élaboration, l'EPTB ne pouvant apporter que 20 des 80-100 millions d'euros nécessaires à son implantation avec les actions écologiques.

→ **À la recherche de financements**  
Début 2013, il était envisagé d'inscrire le casier pilote dans un Programme

d'actions de prévention des inondations porté par l'EPTB, ce qui autorise un apport par l'État de 40-50 % du montant hors taxes, pris sur le fonds Barnier (prévention des risques naturels majeurs) et des crédits du ministère de l'Écologie. D'autres ressources viendraient compléter comme le Fonds européen de développement économique régional, ou celles du Conseil régional d'Île-de-France et de l'Agence de l'eau Seine Normandie. Ces deux dernières, à condition que le Plan Seine n°2 (2014-2020) soit signé. ■

<sup>(1)</sup> L'Établissement interdépartemental regroupe Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et le Val-de-Marne pour gérer les bassins-réservoirs sur la Seine.

## RÉFORME DU CODE MINIER : PROPOSITIONS DE L'UNICEM

Le projet de loi réformant le code minier a été présenté en conseil des ministres début février et sera déposé au Parlement pour qu'il puisse être adopté cet automne. Lors de la commission de concertation mise sur pied par Thierry Tuot, conseiller d'État, qui dirige le projet, l'Union des industries des carrières et des matériaux de construction (Unicem) a fait part de son attachement à certaines dispositions du code. Les zones spéciales de carrières (ZSC) dites aussi zones 109, secteurs d'exploitation de substances rares ou inaccessibles, sont maintenues (articles L321-1 et L334-1 du projet) mais l'Unicem pense que la référence à l'intérêt général pourrait y apparaître

plus nettement et l'articulation de ces zones avec les documents locaux d'urbanisme, être clarifiée.

### → Code minier adapté en mer

L'Union reconnaît que le code minier est le mieux à même de réglementer les extractions de façon homogène sur l'ensemble de la mer, contrairement au régime des installations classées pour la protection de l'environnement, inadapté à ces milieux tout comme la loi sur l'eau qui s'arrête à 12 milles des côtes (22 km).

En mer, certaines étapes des conditions d'institution des ZSC et les rôles des intervenants pourraient être plus précis. L'Unicem propose de créer un Titre mer (permis de recherche) pour le sous-sol

des eaux marines cohérent avec le droit international et le code de l'environnement, ainsi qu'une section spéciale pour les substances de carrières contenues dans les fonds marins. Elle recommande de prendre en compte les outils juridiques en mer tels les documents stratégiques de façade pour la gestion intégrée des activités humaines en milieu marin dont font partie les extractions marines.

### → Raccourcir les procédures

Toujours en ce qui concerne la mer, l'Union estime que les délais de procédure pourraient être raccourcis et les autorisations, plus sécurisées juridiquement. Elle souhaite également que la participation du public soit renforcée. ■

## UN CHAUFFAGE URBAIN BRANCHÉ SUR LA SEINE

La Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU) va commencer à construire la centrale thermique du réseau de chaleur des Docks de Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis). La ville lui a confié, en octobre, une délégation de service public (DSP) de vingt ans pour la production, la distribution et la livraison de chaleur sur le périmètre de l'écoquartier (100 ha) qui accueillera 878 000 m<sup>2</sup> de logements dont des HLM, bureaux, activités économiques, commerces, équipements et un parc de 12 ha déjà en travaux.

« Dans son cahier des charges de DSP, la ville demandait que ce réseau recourt au minimum à 60 % d'énergies renouvelables et de récupération, la CPCU a fait une proposition à 70-75 %, » précise Maxime Ghestem, responsable du pôle chauffage urbain du Bérin, assistant à maîtrise d'ouvrage de la ville pour cette DSP ainsi que de Séquano Aménagement<sup>(1)</sup> pour les études de faisabilité (2008-2010).

### → 150 m<sup>3</sup>/h d'eau de la Seine

Les besoins en chaleur (32 GWh/an) sont assurés par trois sources qui s'enclenchent l'une après l'autre (trois tiers égaux).

La première est l'eau de la Seine située à 300 m de la centrale, pompée à un débit maximum de 150 m<sup>3</sup>/h. Prélévé à 8-15°C en moyenne sur l'année, elle est rejetée avec 1 ou 2 degrés de moins après son passage dans l'échangeur de la centrale.

Des pompes à chaleur eau/eau relèvent la température de l'eau à 65°C, niveau minimum nécessaire pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage.

Pour dériver ce flux de la Seine, la CPCU a demandé l'autorisation à Voies navigables de France. Il avait été envisagé d'utiliser la chaleur du sous-sol – à 12-13°C à 80-120 m de profondeur – mais la découverte de gypse



Le futur écoquartier des Docks de Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis) longe la Seine sur laquelle il prélève des calories pour un tiers des besoins de son réseau de chaleur.

empêchait la réinjection de l'eau utilisée, à cause du risque d'éboulement.

S'il fait plus froid, de l'eau réchauffée à 75-80°C par les fumées de l'usine d'incinération d'ordures ménagères du Syctom<sup>(2)</sup> présente sur site, vient en complément.

Enfin, la vapeur produite à 210-220°C sur l'équipement du Syctom mais au niveau des foyers de combustion, fait l'appoint.

### → Facture divisée par deux

Cette cascade mobilise 70 % d'énergie renouvelable et de récupération, ce que ne pouvait pas assurer à elle seule la CPCU<sup>(3)</sup>. Ces 70 % donnent droit aux subventions du Fonds chaleur de l'Ademe et autorisent une facturation avec une TVA à 5,5 % au lieu de 19,6 %. S'ajoute à cela la faible consommation

des bâtiments à basse consommation. Ainsi, la facture des utilisateurs, bien que l'investissement de départ – 13,5 millions d'euros – soit important et répercuté dans l'abonnement, devrait-elle être divisée par deux par rapport à des immeubles et une production de chaleur plus classiques.

En septembre, le nouveau groupe scolaire sera chauffé grâce à la vapeur CPCU. L'hydrothermie (Seine) sera mise en route en 2014 et la récupération sur les fumées, fin 2015-début 2016. ■

<sup>(1)</sup> Société d'économie mixte d'aménagement et de construction de la Seine-Saint-Denis.

<sup>(2)</sup> Syndicat intercommunal de traitement des ordures ménagères de l'agglomération parisienne.

<sup>(3)</sup> La CPCU recourt pour 40 % seulement à de l'énergie de récupération, le reste étant du fioul, du gaz et du charbon.

## GDF SUEZ TESTE L'HYDROLIEN

GDF Suez s'implique dans l'énergie hydrolienne (éoliennes mues par la force des courants sous-marins). Le groupe va développer un parc pilote au Raz Blanchard entre la Hague (Manche) et l'Île d'Alderney, là où le passage se resserre sur un fond peu profond.

Pour cela, il a signé un accord de collaboration avec sa filiale de maintenance industrielle, Cofely Endel, le constructeur naval Constructions mécaniques de Normandie (Cherbourg) et leur filiale commune ACE, ainsi qu'avec le concepteur d'hydroliennes allemand Voith Hydro.

Trois à six turbines Hytide (puissance totale : 3 à 12 MW) pourraient être installées en 2016.

## ÉQUIPEMENTS SPORTIFS AU CANADA

Bouygues Building Canada a remporté avec Kenaidan Contracting Ltd un contrat de financement, conception, construction d'équipements sportifs dans l'État d'Ontario (Canada) : un stade de football (22 500 places), un stade d'athlétisme et de rugby (3 000 places), un vélodrome couvert (2 500 places) et la rénovation de quatre pistes d'athlétisme. La part de la filiale de Bouygues Construction s'élève à 110,5 millions d'euros sur les 161 millions d'euros du marché. Livraison à l'été 2014.

## LE PORT DE GIVET SUR LA MEUSE PLUS ACCESSIBLE

La zone portuaire de Givet (Ardennes) se situe à l'extrémité de l'itinéraire à grand gabarit reliant les ports de la Mer du Nord dont celui de Namur (Belgique), au département français.

Voies navigables de France (VNF), l'État et les collectivités territoriales ont lancé un programme d'études et d'aménagements pour la développer. L'élargisse-

ment de la porte de garde de l'ouvrage de protection du port contre les crues en est la première concrétisation sur la Meuse (contrat de projet État-Région Champagne-Ardenne).

La porte de garde était trop étroite pour que les bateaux de 1 350 tonnes rejoignent le quai des Trois Fontaines. C'est pourquoi elle est passée de 7,95 m à

18 m. Les paquebots fluviaux pourront également accéder au centre-ville. Une zone de retournement et d'autres aménagements du quai devaient être réalisés dans la foulée. L'agrandissement du passage devrait réduire la circulation de poids lourds dans Givet, un bateau de 1 350 tonnes équivalant à 68 camions. ■



La porte de garde élargie à 18 m à Givet (Ardennes).

### LA PRODUCTION D'UN BARRAGE TRIPLE

EDF modernise les installations électriques du barrage de Romanche-Gavet (Isère) dont la concession a été renouvelée par l'État fin 2010.

Une centrale souterraine à deux groupes de production remplacera les 6 centrales actuelles. La production d'électricité passera de 155 GWh par an à 560. Les travaux s'accompagnent de mesures environnementales comme la « renaturation » de l'île Falcon.

### COLAS RÉNOVE DES VOIES À LONDRES

Colas Ltd remporte un contrat de rénovation et d'entretien de voirie à Londres en groupement avec Volker Fitzpatrick et URS-Scott Wilson.

Le contrat, attribué par Transport for London pour les voies principales du Grand Londres (agglomération), débute en avril pour huit ans. Le marché de 520 millions d'euros revient à 40 % à la filiale du groupe Colas.

Le lot concerne les chaussées, les trottoirs, la signalisation, l'éclairage public, les clôtures, les dispositifs de sécurité routière, l'assainissement, les terrassements, les espaces verts et paysagers, les ponts et ouvrages d'art, et le mobilier urbain ainsi que la viabilité hivernale, les interventions d'urgence, le nettoyage de la voirie, les études et inspections.

## DAVANTAGE DE GROS PAQUEBOTS À MARSEILLE



© COLLECTION PORT DE MARSEILLE FOS

Les travaux prévus mettront les gros paquebots à l'abri des dangers du mistral.

Le conseil de surveillance du Grand port maritime de Marseille (GPMM) a voté les travaux pour protéger les paquebots de croisière des excès du mistral. En effet, quand le vent souffle à plus de 25 nœuds (46 km/h), ces bateaux dont les plus gros atteignent 350 m de long sur 20 m de haut et

transportent 5 000 personnes, peuvent alors être amenés à renoncer à une escale dans le port.

Actuellement, le port accueille près de 900 000 voyageurs en croisière sur un total de 2,43 millions de passagers, tous bateaux confondus.

L'élargissement de la passe nord des

bassins de Marseille a donc été décidé. La solution - raccourcissement de 50 m des digues de Saumaty et de Mourepiane, et extension de la digue du large afin de réduire l'agitation dans le bassin - a été retenue après que dix scénarios avec simulation du comportement d'une passerelle ont été étudiés par le GPMM et six armateurs de croisière.

→ 35 millions d'euros

Les études de ces travaux ont démarré. Le chantier devrait être terminé dans deux ou trois ans. Y sera associée la remise en service de la Forme 10, zone de réparation navale industrielle, destinée en priorité aux paquebots. L'ensemble représente un investissement de 35 millions d'euros pour lequel le conseil de surveillance demande un co-financement aux collectivités locales. ■

## DÉMANTÈLEMENT NUCLÉAIRE : ACCORD CEA-VEOLIA

Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et Veolia Environnement ont conclu un accord de collaboration dans l'assainissement-démantèlement d'installations nucléaires, le 15 janvier. En effet, le CEA a 21 installations nucléaires de base (INB) sur 43 qui sont arrivées à ce stade, par exemple celle d'un site à Grenoble (projet Passage) et celle de Fontenay-aux-Roses en vue d'une reconversion vers les biotechnologies.

→ De hautes technologies

L'accord avec Veolia commence par des opérations pilotes sur deux sites de la Direction de l'énergie nucléaire (DEN) du CEA : un laboratoire de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et des locaux de

l'usine UP1 de Marcoule (Gard). Rappelons que la DEN apporte son expertise aux pouvoirs publics et aux industriels sur les systèmes de production d'énergie nucléaire.

« Les hautes technologies développées et utilisées au CEA depuis plusieurs années pour le démantèlement nucléaire, comme les techniques d'analyse radiologique à distance, les logiciels de simulation, ou la robotique, ont vocation à servir les industriels français intéressés par des marchés dans ce domaine d'activité, » a indiqué Bernard Bigot, administrateur général du CEA.

Les deux partenaires vont notamment travailler sur la cartographie radiologique des installations et des outils associés.

Caractériser l'état d'un site à démanteler est indispensable pour définir les travaux de « nettoyage », protéger le personnel et l'environnement de la radioactivité et valider les résultats de l'opération.

Veolia Environnement s'appuie pour cela sur Aeralis, filiale de SARP Industries (exploitant, filiale de Veolia Propreté) qui, elle, se tourne pour la métrologie, vers un laboratoire académique indépendant, pour les technologies d'assainissement et de démantèlement, vers le CEA qui les maîtrise, et pour l'industrialisation de ces opérations, vers Veolia Environnement.

→ 300 réacteurs d'ici vingt ans

Le marché des travaux de démantèlement dont les exploitants portent la responsabilité, est en plein essor. Sur 125 INB en France, une trentaine sont reléguées et neuf réacteurs sont déjà en cours de déconstruction jusqu'en 2040. À l'échelle mondiale, ce sont 300 réacteurs qui devront être arrêtés dans les vingt prochaines années.

L'Autorité de sûreté nucléaire française préconise un démantèlement immédiat après la mise à l'arrêt des installations afin de diminuer les risques le plus vite possible et de bénéficier de la connaissance du personnel d'exploitation. ■



© CEA

À gauche, relevé de points chauds par caméra gamma dans une installation nucléaire du CEA de Marcoule (Gard) et, à droite, simulation de ces relevés en 3D.



### LE PORT D'ARLES DOUBLE DE LONGUEUR

La première phase du prolongement du quai nord du port d'Arles (Bouches-du-Rhône) de 80 à 180 m se termine. « *L'activité dans le terminal portuaire a augmenté de 15-20% par an de 2007 à 2010,* » explique Benoît Ponchon, directeur du port dont le développement a été confié à travers un contrat de sous-traité de concession à la Chambre de commerce et d'industrie territoriale du Pays d'Arles par la Compagnie nationale du Rhône (CNR), concessionnaire du fleuve pour l'État. « *De plus, dans le cadre du transfert modal de la route au fluvial, nous voulons proposer la maintenance de conteneurs aux opérateurs de transport,* » ajoute-t-il. Actuellement, le port offre des services aux bateaux à chargement conventionnel, du bois par exemple, en cargaison homogène. L'allongement du quai s'accompagne d'une extension de 15 000 m<sup>2</sup> de la plate-forme de stockage.

**→ Tirants à haute limite élastique**  
La CNR investit 4,5 millions d'euros dans l'aménagement du port. Le chenal de navigation a été dragué afin d'obtenir 4,50 m de profondeur, tirant d'eau nécessaire aux cargos remontant le Rhône depuis la Méditerranée et qui déchargent à Arles. Le bassin de virement (demi-tours) a également été repris et déplacé en amont. L'extension du quai et l'alignement de la nouvelle partie avec l'ancienne ont été attribués à l'entreprise Tournaud (travaux fluviaux) et à Cazal (terrasse-



Le quai gagne 100 m de long et pourra accueillir des bateaux fluviaux-maritimes chargés de conteneurs.

© COMPAGNIE NATIONALE DU RHÔNE

ments). Le quai s'avance de quelques mètres par rapport à la berge. Déblais (15 000 m<sup>3</sup>) et remblais (35 000 m<sup>3</sup>) n'ont pas généré de transport extérieur au site, la CNR disposant d'un stock sur place.

Les tirants d'acier - diamètre 63,5 mm, limite élastique 670 MPa - contribuent à la stabilité du quai pour supporter des charges supérieures aux actuelles (6 tonnes stockées par mètre carré, 100 tonnes par patin de grue), selon Nicolas Leignier, chargé d'affaires génie civil de CNR ingénierie, département hydroélectricité, ceci afin d'anticiper des changements des conditions d'exploitation du port.

#### → Fin du projet en 2014

La 1<sup>re</sup> phase du chantier, de huit mois, a dû s'accommoder de la hausse du niveau du Rhône et du mistral qui gênait la maintenance par grue des palplanches de 20 m de long. L'aménagement de la nouvelle plate-forme (réseaux et revêtement) ainsi que de son raccordement multimodal peuvent commencer et sont à la charge de la CCI (3 millions d'euros). L'ensemble du projet qui sera finalisé en 2014, contribue au dynamisme économique de la région. Il bénéficie d'aides européennes, de l'État (Plan Rhône), régionales et du département, notamment. ■

### MUR À COFFRAGE INTÉGRÉ

Le Duomur se situe à mi-chemin entre le mur préfabriqué et celui entièrement coulé sur chantier. Celui qui constitue les façades de quatre immeubles HLM du parc de Maimat à Toulouse (Haute-Garonne) combine deux voiles de béton de 6 cm d'épaisseur espacés par un vide. À l'intérieur du voile externe, est collé un isolant, du polystyrène de 16 cm. Reste un vide de 12 cm qui est rempli de béton sur chantier. Cette dernière opération sert à sceller chaque panneau dans la structure. Seac-Prefabry (Ariège) les fabrique avec du ciment Lafarge.

Ce double mur raccourcit le temps de réalisation et évite les huiles de décoffrage sur site, les deux parois de béton faisant office de coffrage. Il se manipule par des crochets incorporés et inclut des pré-cadres pour portes et fenêtres. La seconde tranche de la résidence du parc de Maimat se termine en septembre.



© LAFARGE

Ce double mur inclut de l'isolant et un vide rempli de béton sur chantier.

### CONCEVOIR LE BUS COMME UN SYSTÈME



© EVOBUS

Le Citaro, bus Mercedes-Benz, à ouverture de portes par leds, a participé à EBSF.

Le programme européen 3iBS - Intelligent, innovative, integrated bus system - a démarré. Lancé par la Commission européenne (CE), il réunit 10 partenaires et 60 associés pour la recherche, l'innovation, le développement et l'implantation de bus intelligents conçus comme des systèmes. Comme son prédécesseur, le Système de bus européen du futur/EBSF (2008-2012), le 3iBS vise l'accroissement des performances, de l'accessibilité et de l'efficacité des bus urbains.

EvoBus (Daimler), par exemple, a participé à EBSF avec un bus articulé Mercedes-Benz. Le Citaro, c'est son nom, a été adapté et testé pendant neuf mois avec des dispositifs nouveaux :

ouverture des portes par leds, écran pour les passagers, etc.

Citons parmi les innovations du programme EBSF, le siège coulissant (un siège donne deux sièges) d'Iribus ou encore les études associant Veolia Transdev, Irisbus et la Communauté urbaine de Rouen, Elbeuf et Austreberthe (Seine-Maritime) sur le pilotage de la hauteur de suspension d'un bus en fonction de celle du quai.

Le nouveau projet européen s'inscrit dans le 7<sup>e</sup> programme-cadre de la CE pour la recherche et le développement technologique. Il est doté de 3,36 millions d'euros et coordonné par l'Union internationale des transports publics.

**En savoir plus sur [www.ebsf.eu](http://www.ebsf.eu). ■**

## ADJUVANT AU BÉTON DANS L'EAU

Sika Deep-100 est un adjuvant au béton conçu pour le coulage sous l'eau ou en terrain absorbant. Cet agent colloïdal convient pour renforcer des berges, construire ou réparer des digues, réaliser des fonds de canaux, piles de ponts, brise-lames, etc.

Le produit évite la dissolution du ciment (délavage).

Le béton ainsi adjuvanté aura une meilleure cohésion, sans ressuage ni ségrégation, ni modification de sa classe de résistance.



Le béton, coulé sous l'eau, ne doit pas subir de délavage.

## PROTECTION D'OREILLE FILTRANTE

Ear pro ultra-compact est une protection d'oreille qui s'auto-adapte au bruit de l'environnement.

Conçue pour les milieux de travail très bruyants, elle comprend un filtre acoustique passif qui sélectionne les fréquences conversationnelles au détriment des graves et des aigües, fatigantes, générées par des machines.

Présentée au salon Expoprotection (Paris, décembre 2012), elle se décline en deux modèles selon le niveau de bruit, 80-90 dB(A) ou 90-100 dB(A), et en plusieurs versions de filtration comme celle contre les bruits courts ou impulsifs. Le Ear pro peut se porter avec un casque.

## ÉLABORER DES BONNES PRATIQUES SUR LES DIGUES



Plusieurs pays partagent leurs compétences et expériences sur les digues maritimes et fluviales.

Trois ans après, la tempête Xynthia qui avait fait de gros dégâts sur la côte vendéenne<sup>(1)</sup>, apporte son lot d'enseignements sur les défaillances possibles des systèmes de protection de zone occupée. Ce retour d'expérience est examiné dans différents groupes de travail nationaux auxquels participe le Centre d'études techniques maritimes et fluviales (Cetmef).

Un référentiel technique sur ces ouvrages hydrauliques est en cours de rédaction, d'abord en anglais pour septembre 2013, puis en version française en 2014. L'International Levee Handbook (guide international sur les digues)

devrait atteindre un millier de pages en dix chapitres.

Un atelier international de lancement du guide est prévu en octobre, en France. L'idée de ce livre avait été émise courant 2008 par plusieurs pays - Royaume-Uni, France, États-Unis, Allemagne et Pays-Bas - qui voulaient partager compétences et expériences sur les digues maritimes et fluviales de protection des inondations.

Par ailleurs, le Cetmef poursuit ses travaux sur le recensement des ouvrages de défense côtiers, en particulier en adaptant et développant la méthodologie dite de visite simplifiée comparée

qui aide à définir et à gérer les digues. Le Centre étudie également les coûts de ces aménagements et les modalités d'une analyse coût-bénéfice pertinente pour les projets, ceci avec le Commissariat général au développement durable (ministère de l'Écologie).

Il commence à caractériser les brèches dans les ouvrages maritimes afin de fiabiliser les hypothèses prises en compte dans les procédures réglementaires comme les plans de prévention des risques.

### → Récupération de l'énergie des vagues

Enfin, l'intégration de récupérateur de l'énergie des vagues dans les digues ainsi que l'installation d'éoliennes font partie des recherches du Cetmef sur le port à zéro émission de carbone, dans le cadre du projet national Emacop porté par l'Irex<sup>(2)</sup> et soutenu par le ministère de l'Écologie (réseau Génie civil et urbain). ■

<sup>(1)</sup> Voir *Travaux* n°869, février 2010, pp 8-9.

<sup>(2)</sup> Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil.

## L'HYDROÉLECTRICITÉ EN PLEIN DÉVELOPPEMENT



Barrage hydraulique d'Alqueva au Portugal à turboalternateurs pompe Alstom, puissance 520 MW.

Alstom a inauguré en grande pompe le siège de son centre mondial de technologie en hydroélectricité situé à Grenoble (Isère), le 1<sup>er</sup> février.

Ce pôle coordonne les activités de recherche et développement du groupe

dans ce domaine. Le site de Grenoble, qui accueille déjà des équipes d'ingénierie, de projets et de fabrication, a vu sa capacité de tests hydrauliques doubler au cours des dernières années, avec six plates-formes d'essais aujourd'hui.

« L'hydroélectricité vit une révolution, elle a un nouveau rôle à jouer dans l'évolution du mix énergétique<sup>(1)</sup>, a souligné Maryse François-Xausa, vice-présidente recherche et développement du groupe. Partout dans le monde et notamment en Europe, elle a un fort potentiel de croissance et doit être en

mesure de prendre le relais des énergies intermittentes telles que l'éolien et le solaire. »

L'industriel possède d'autres centres de technologies : en Suisse pour les alternateurs, au Canada pour le service et la rénovation, en Inde pour les turbines Pelton et la résistance à l'abrasion, au Brésil pour les turbines Kaplan et en Chine pour couvrir ce marché spécifique. De plus, Alstom va créer une chaire dédiée aux machines hydrauliques à l'Institut polytechnique de Grenoble. ■

<sup>(1)</sup> Projet gouvernemental de répartir différemment le recours aux différentes sources d'énergie.

## AGENDA

### ÉVÉNEMENTS

#### • 3 AVRIL

##### Assemblée générale FNTF

Lieu : Paris  
www.fntf.fr

#### • 9 AU 11 AVRIL

##### Rencontres géosynthétiques

Lieu : Dijon (Côte-d'Or)  
www.rencontresgeosynthetiques.org

#### • 10 ET 11 AVRIL

##### Rencontre internationale sur les énergies marines renouvelables

Lieu : Brest  
www.thetis-emr.com

#### • 6 AU 8 MAI

##### Évaluation, amélioration, rénovation et maintenance des infrastructures

Lieu : Rotterdam (Pays-Bas)  
www.iabse2013rotterdam.nl

#### • 23 ET 24 MAI

##### Assises Port du futur

Lieu : Marseille  
www.cetmef.equipement.gouv.fr

### FORMATIONS

#### • 10 AVRIL

##### Méthode des bielles et tirants selon l'eurocode 2

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 16 AU 18 AVRIL

##### Génie civil pour le nucléaire, code technique ETC-C conception

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

#### • 14 AU 16 MAI

##### Ouvrages métalliques et ponts à câbles (cycle inspection des ouvrages d'art)

Lieu : Paris  
http://formation-continue.enpc.fr

### NOMINATIONS

#### ADEME :

Le Premier ministre a proposé de nommer Bruno Lêchevin au poste de PDG de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie en remplacement de François Loos.

#### ASSOCIATION FRANÇAISE DES GÉOMEMBRANES :

Paul Guinard a été élu président de l'organisation.

#### CITÉ DE L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE

Guy Amsellem est le nouveau président. Il prend la suite de François de Mazières.

#### MÉDIATION DU CRÉDIT :

Jeanne-Marie Prost a été nommée médiatrice nationale du crédit en remplacement de Gérard Rameix.

#### SER :

Jean-Baptiste Séjourné, directeur délégué de GDF Suez Énergie France, a été élu président de la commission éolienne du Syndicat des énergies renouvelables.

#### SFIL :

Philippe Mills, actuellement directeur général de l'Agence France Trésor, était appelé à diriger la nouvelle Société de financement local à partir de février.

#### SIEMP :

La Société immobilière d'économie mixte de la ville de Paris est dirigée par Anne de Bayser depuis la mi-janvier.

#### SPIE BATIGNOLLES :

Philippe Bamas a été désigné directeur général de Spie Batignolles Nord.

#### UPA :

L'Union professionnelle artisanale a un nouveau président en la personne de Jean-Pierre Couzet qui succède à Jean Lardin.

#### VALÉRIAN :

Philippe Gheysen devient président de la filiale du groupe Spie Batignolles spécialisée dans les terrassements tout en restant directeur général travaux publics du groupe. Christophe Paris est nommé directeur général de Valérian.

#### VINCI CONCESSIONS :

Louis-Roch Burgard est le nouveau président après avoir été directeur général depuis 2008.

BALINEAU

www.balineau.com



## TRAVAUX MARITIMES ET FONDATIONS SPECIALES



Forage au cluster drill

Travaux en sites fluvial et maritime

Ouvrages « clé en mains »

Quais et appontements

Rempiètement

Ducs-d'Albe

Pieux battus et forés

Palplanches

Parois moulées

Améliorations de sols



**Siège social :**

3 avenue Paul Langevin  
ENORA PARK – CS 30039  
33615 PESSAC Cedex  
tél. : +33 (0)5 57 89 16 78  
balineau@balineau.fr

**Agence Antilles - Guyane :**

Rue Nobel  
BP 2183  
95195 JARRY Cedex (Guadeloupe)  
tél. : +590 (0) 590 32 59 10  
balineau\_antilles@balineau.fr

# PORTS NORMANDS ASSOCIÉS (PNA) CHERBOURG ET CAEN-OUISTREHAM DANS LE SILLAGE DES EMR

LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES - EMR - CONSTITUENT, POUR LA BASSE-NORMANDIE ET LES PORTS DE CHERBOURG ET DE CAEN-OUISTREHAM, UN ENJEU CONSIDÉRABLE AU NIVEAU DE L'EMPLOI ET DU DÉVELOPPEMENT. APRÈS AVOIR ÉTÉ CHOISI POUR L'IMPLANTATION DES ACTIVITÉS ÉOLIENNES EN MER D'EDF ET D'ALSTOM, PNA (PORTS NORMANDS ASSOCIÉS), PROPRIÉTAIRE ET GESTIONNAIRE DES PORTS DE CHERBOURG ET DE CAEN-OUISTREHAM, SOUHAITE SAISIR DÈS MAINTENANT L'OPPORTUNITÉ MAJEURE QUE REPRÉSENTE LA FILIÈRE HYDROLIENNE. **ENTRETIEN AVEC JEAN-MICHEL SÉVIN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE PNA ET BERTRAND MARSSET, DIRECTEUR DE L'AMÉNAGEMENT ET DE L'ENVIRONNEMENT.**

PROPOS RECUEILLIS PAR MARC MONTAGNON



© MARC MONTAGNON

JEAN-MICHEL SÉVIN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE PNA, ET BERTRAND MARSSET, DIRECTEUR DE L'AMÉNAGEMENT ET DE L'ENVIRONNEMENT, FONT LE POINT SUR L'ENTRÉE DANS CETTE NOUVELLE AVENTURE QUI CONDITIONNE L'AVENIR À LONG TERME DES DEUX ENTITÉS DONT ILS ONT LA RESPONSABILITÉ DU DÉVELOPPEMENT.

## Comment l'entité PNA « Ports Normands Associés » est-elle née ?

Jusqu'au 31 décembre 2006, l'État gérait en direct ces ports. Le volet de décentralisation des ports de commerce mis en œuvre en 2007 a permis le transfert aux collectivités

locales dans le cadre d'un appel à candidature. Dans la plupart des cas, le transfert de compétences s'est fait au profit des Régions mais dans certains sites, notamment en Normandie, il a été réalisé pour la Basse-Normandie auprès d'un syndicat mixte qui a regroupé la Région et les deux

© VINCENT LAISNEY

2



© STÉPHANE DÉVE

3



## LE PORT DE CHERBOURG EN BREF

Premier port en eaux profondes à l'entrée du Range nord, le port de Cherbourg offre des facilités nautiques d'exception avec une accessibilité à toute heure et par tout temps pour des navires jaugeant jusqu'à 80 000 tpl. À l'extérieur de la grande rade, une zone de mouillage peut accueillir les plus gros vraquiers capesize pour des opérations de transbordement offshore.

Le port de Cherbourg peut accueillir des navires jusqu'à 14 m de tirant d'eau, ce qui correspond à des ports en lourd de 75 000 tonnes.



4

© PNA

- 1- Jean-Michel Sévin, directeur général de PNA (à droite) et Bertrand Marsset, directeur de l'Aménagement et de l'Environnement (à gauche).
- 2- Les terre-pleins existant dans la grande rade du port de Cherbourg.
- 3- Vue d'ensemble de la petite rade et de la grande rade du port de Cherbourg.
- 4- Vue d'ensemble du port de Cherbourg avec l'extension en grande rade (en rouge).
- 5- L'extension des terre-pleins en grande rade du port de Cherbourg.



5

© PORT DE CHERBOURG

- 6- Trafic passagers au terminal ferry de Ouistreham.
- 7- Trafic transmanche à destination de l'Irlande dans le port de Cherbourg.

départements de la Manche et du Calvados dans une même entité. C'est ainsi qu'est né le syndicat mixte régional des ports de Caen-Ouistreham et de Cherbourg qui a, de ce fait, la pleine propriété du domaine public, anciennement propriété de l'État. Deuxième élément, la dénomination administrative de la nouvelle entité n'étant pas très porteuse sur le plan commercial et promotionnel, il a été décidé de créer PNA, « Ports Normands Associés », dont la traduction anglaise « Ports of Normandy Authority » revêt la notion d'autorité portuaire en usage et donc comprise dans le monde.

### Quelles sont vos missions ?

Elles sont strictement les mêmes que celles des grands ports maritimes depuis qu'ils ont été transformés de ports autonomes en ports maritimes puisqu'ils n'ont plus en charge l'exploitation portuaire. PNA assure la gestion et l'aménagement du domaine portuaire en tant que propriétaire-aménageur, garantit la sécurité des accès nautiques et définit une politique de développement durable pour ces deux ports. Les deux ports sont gérés de façon indépendante à partir d'une entité unique basée à Caen.

### Comment ces deux ports se situent-ils en France au niveau du trafic ?

Avec un trafic passagers légèrement supérieur à 1 500 000 personnes en 2012 et un trafic marchandises de près de 4 800 000 tonnes, les deux ports de Caen-Ouistreham et de Cherbourg, toutes entités confondues, se situent au dixième rang des ports français. Actuellement, nos activités sont essentiellement tournées vers les liaisons Transmanche qui représentent globalement 4 000 000 tonnes et la quasi-totalité du trafic passagers en direction des ports de Portsmouth, ▷

© G. MILLEDROGUES

6



© BAPTISTE ALMODOVAR

7



en Angleterre à partir de Caen-Ouistreham, Portsmouth Pool en Angleterre et Rosslare, en Irlande, à partir de Cherbourg. Les destinations anglaises sont desservies par la compagnie Brittany Ferries et la destination irlandaise par les compagnies Celtic Link et Irish Ferries. Il est important de noter que l'activité Transmanche de Caen-Ouistreham est le premier point de passage après le détroit du Pas-de-Calais.

### Comment l'activité conventionnelle est-elle constituée ?

Elle concerne essentiellement du vrac avec 45 % de produits agricoles et agroalimentaires, 15 % de matériaux de construction, 15 % de pondéreux, 18 % de charbon, ainsi que des marchandises diverses à hauteur de 7 %. Mais l'activité est complètement différente d'un port à l'autre : à Cherbourg, elle s'articule autour des liaisons transocéaniques tandis qu'à Caen-Ouistreham, elle est organisée autour du cabotage Europe/Afrique. Le port de Caen-Ouistreham fonctionne avec son hinterland ce qui n'est pas le cas à Cherbourg où la puissance de l'agglomération n'est pas suffisante pour générer une activité de transport maritime, si ce n'est pour les besoins des grands industriels présents à Cherbourg tels que DCNS, AREVA ou EDF qui travaillent avec une logique de colis lourds.

### Quels sont les projets que vous allez mettre en œuvre pour assurer le développement et, au-delà, la pérennité de PNA ?

Notre objectif est de positionner Cherbourg comme un port majeur européen dans le domaine des énergies marines renouvelables



8

## LE PORT DE CAEN-OUISTREHAM EN BREF

**Organisé en plusieurs terminaux implantés le long du canal de 15 km qui relie Caen à la mer, le port de Caen-Ouistreham s'inscrit dans un hinterland attractif, à seulement 2 heures de Paris. Le terminal ferry, d'accès direct à l'aval des écluses, accueille la plus importante liaison transmanche de l'Ouest du détroit.**

**Le port de Caen-Ouistreham peut accueillir des navires de 8,50 m à 9 m de tirant d'eau maximum, ce qui correspond à des ports en lourd de 22 000 à 23 000 t.**

- les EMR - du fait de ses caractéristiques naturelles et de son potentiel en matière d'énergie éolienne et hydrolienne.

En effet, dans sa partie Est, le port dispose de terre-pleins aménagés embranchés fer et d'importantes capacités d'extension destinées à accueillir cette filière d'avenir. De plus, Cherbourg propose une offre portuaire sur mesure avec une position géographique privilégiée au cœur de la Manche et à proximité immédiate du Raz Blanchard, un des trois plus grands gisements mondial.

Nous avons passé des protocoles

avec les industriels des énergies marines renouvelables et, en particulier, avec ceux qui ont remporté

trois des quatre champs attribués dans le premier appel d'offre. Nous avons un accord avec le consortium EMF (Energie Marine France) qui regroupe EDF et WPD, énergéticien allemand et Dong, énergéticien danois, dont le fournisseur exclusif est Alstom qui réalise en France un nouveau développement industriel pour la construction des éoliennes en répartissant son activité entre Montoir de Bretagne, sur le port de Nantes - Saint-Nazaire et Cherbourg : à Montoir, il assemble les nacelles et les turbines et à Cherbourg les pales et les mâts ou leur équipement.

### Quel est l'intérêt direct du développement des EMR pour les ports de Cherbourg et de Caen-Ouistreham ?

L'activité portuaire est nécessaire à cette industrie au regard de trois critères. Il faut d'abord accueillir l'activité industrielle qui est hors gabarit routier, il faut ensuite un port de montage, il faut enfin un port de service et de maintenance pour le ou les champs de proximité.

Nous avons donc positionné immédiatement Caen-Ouistreham comme port de proximité pour le champ de Courseulles-sur-Mer et nous positionnons Cherbourg comme hub de montage et accueil de site industriel.

### Quels sont les atouts de Cherbourg ?

Le port de Cherbourg offre une profondeur suffisante pour accueillir ces engins encombrants qui peuvent nécessiter jusqu'à 12 m de tirant d'eau. Il ne présente aucune contrainte d'accès pour les navires venant du large. Il dispose d'un sous-sol de très bonne qualité, très peu

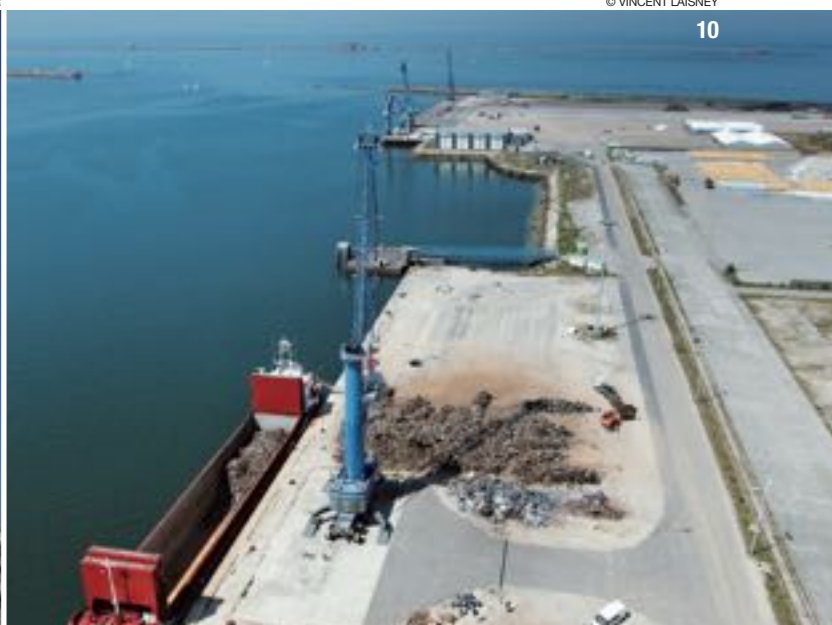
**8- Extension du terminal ferry du port aval de Ouistreham.**

**9- Chargement de ferrailles.**

**10- Les installations de la darse des Mielles à Cherbourg.**



9



10

compressible pour porter des charges lourdes.

Les éoliennes nécessitent un quai lourd, c'est-à-dire qui a une capacité de portage uniformément répartie de l'ordre de 15 t/m<sup>2</sup>, alors que la portance d'un quai classique se situe autour de 5 à 6 t/m<sup>2</sup>.

L'ensemble de ces qualités nous conduit à réaliser des implantations industrielles importantes pour le consortium EDF/WPD/Dong/Alstom tant au niveau de la fabrication et du montage que de la manutention des colis lourds, en l'occurrence un quai de 320 m de linéaire.

Par ailleurs, mais ce projet est encore en cours d'instruction, nous avons décidé une extension du port de Cherbourg.

Nous disposons actuellement de 38 hectares sur les terre-pleins existants et nous préparons une extension de 39 hectares sur la grande rade pour accueillir notamment la future activité hydrolienne qui est également une énergie marine renouvelable. Nous avons un premier programme de travaux de 40 M€ pour l'adaptation du port existant aux EMR : il comprend l'allongement du quai des Flamands (25 M€) au Sud du quai existant et une nouvelle desserte portuaire par l'Est.

Il se poursuit par un programme de 60 M€ pour l'accueil de la filière hydrolienne.

#### Quels sont les travaux déjà en cours ?

Ils concernent l'allongement du quai existant sur 220 m supplémentaires dans l'alignement du quai actuel et de la création de retour de quai de 100 m (soit 320 m au total) qui s'accompagne de la création

## PNA : LES CHIFFRES-CLÉS

**PASSAGERS : 1,52 M dont 1,45 M pour le Transmanche.**

**MARCHANDISES : 4,76 Mt dont 4 Mt pour le Transmanche et 0,751 Mt en conventionnel.**

## EMR : ÉOLIEN ET HYDROLIEN EN TÊTE

**Les Énergies Marines Renouvelables rassemblent plusieurs technologies destinées à produire de l'électricité en mer. L'éolien offshore et l'hydrolien sont à ce jour les techniques les plus abouties.**

**Les éoliennes offshore de 3 MW actuellement en fonctionnement sont composées de fondations monopieu avec un mât incorporé de 70 m de hauteur et des pales de 45 m de longueur.**

**Les éoliennes de nouvelle génération de 5 MW s'appuient sur des fondations jacket, gravitaire ou tripode et ont une hauteur de 20 m depuis le fond de la mer avec des pales de 70 m.**

**Les hydroliennes sont des éoliennes immergées qui tirent leur puissance des courants de marée.**

**La France dispose de trois gisements pour l'implantation d'hydroliennes : le raz Blanchard, le raz de Barfleur et le front de Fromveur au large de Brest. À l'échelle mondiale, le raz Blanchard se situe au même niveau que les sites existants les plus performantes au Canada, au nord de l'Écosse et en Corée du Sud. Sa capacité est évaluée à 3 gigawatts.**

d'un remblai de 2,5 ha constitué de matériaux prélevés au droit du quai futur, ce qui permet simultanément d'améliorer l'accessibilité des navires. Ceci représente environ 250 000 m<sup>3</sup> de matériaux à dérocter et à draguer. Outre sa capacité de supporter des charges de 15 t/m<sup>2</sup>, ce quai pourra accueillir les très grosses grues qui

seront utilisées pour la manutention des colis exceptionnels liés aux EMR. De ce fait, le quai est conçu pour que ces grues d'une capacité de 1 000 tonnes à 20 m puissent être utilisées sans contrainte de positionnement. Nous avons lancé un appel d'offres pour la construction du quai selon les prescriptions que nous avons imposées et c'est la solution d'une double paroi moulée reliée par un lit de tirants passifs en pied et une rangée de butons en tête proposée par Soletanche Bachy qui a été retenue. Les travaux ont démarré le 2 février dernier.

**11- Chargement d'un cargo.**

**12- Chargement de vrac.**

#### Qu'en est-il du second projet ?

Le projet d'extension sur la grande rade en est actuellement au stade de la concertation publique qui vient de s'achever et la phase d'enquête publique sera lancée à la fin du premier semestre 2013. Nous espérons avoir l'ensemble des autorités administratives à la fin de l'année en cours.

Les études environnementales sont terminées et nous sommes au stade du prédimensionnement technique de l'extension, l'établissement du plan de dragage, les profils de digue... Il nécessite l'apport de 3,5 millions de m<sup>3</sup> de sédiments et de 500 000 m<sup>3</sup> d'enrochements excavés par déroctage majoritairement dans du schiste et ponctuellement dans du granit d'une grande dureté.

#### Des projets de développement sont-ils également d'actualité en ce qui concerne le trafic passagers ?

Nous venons de réaliser l'extension du terre-plein ferries de Caen-Ouistreham dans une opération à hauteur de 17 M€ qui étend de 4,5 ha gagnés sur la mer la superficie existante de 6 hectares. Cette réalisation a pour objectif d'offrir des capacités de stockage supérieures pour le fret et, notamment, pour les remorques non accompagnées, désolidarisées de leurs tracteurs, déposées à proximité du navire et chargées à l'aide d'un tracteur parc.

Ceci permet également de mieux gérer la continuité des opérations de chargement et déchargement des navires grâce à un linéaire de stockage supérieur en débarquement, ce qui contribue à raccourcir les temps d'escale. □

© PNA

11



© PNA

12





© MERCERON

1

# GROUPE MERCERON MISER SUR L'AVENIR, CONTRE VENTS ET MARÉES

REPORTAGE DE MARC MONTAGNON

DEPUIS LA MI-FÉVRIER, LE GROUPE MERCERON S'EST INSTALLÉ À SALLERTAINNE, EN VENDÉE, OÙ IL DISPOSE D'UN NOUVEAU SIÈGE SOCIAL ET DE NOUVELLES INSTALLATIONS TECHNIQUES. AINSI, APRÈS AVOIR PASSÉ PLUS DE 50 ANS À CHALLANS, IL A QUITTÉ LA ZONE D'ACTIVITÉ DES ALIZÉS POUR S'ÉTABLIR À QUELQUES KILOMÈTRES DE LÀ SUR UN SITE PLUS EN PHASE AVEC SON MÉTIER QUI RECOUVRE CINQ GRANDS PÔLES D'ACTIVITÉ : LES TRAVAUX PUBLICS (TERRASSEMENTS, VRD, GÉNIE CIVIL), LES TRAVAUX MARITIMES, LE GÉNIE CIVIL, L'INDUSTRIE MINÉRALE AVEC TROIS SITES D'EXPLOITATION ET L'ENVIRONNEMENT. CETTE PME INDÉPENDANTE FAIT AINSI LE PARI DU DÉVELOPPEMENT EN DÉPIT D'UNE CONJONCTURE QUI INCITERAIT PLUTÔT AU REPLIEMENT, AINSI QU'EN TÉMOIGNE PHILIPPE BELLANTE, SON PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL.

« Le site de Sallertaine est plus en phase avec notre métier, notre environnement et notre positionnement géographique, précise Philippe Bellante, p-dg du groupe Merceron. Et, nous l'espérons, pour au moins 50 ans.

Même si la conjoncture actuelle est difficile, il ne faut pas céder aux tentations de l'enfermement sur soi ou du rejet de l'extérieur ».

Le groupe a ainsi décidé de prendre le contrepied de la politique de la taupe en se dotant d'installations qui lui don-

**1- Pose d'enrochements à la rochelle avec une pelle hydraulique d'environ 140 tonnes équipée d'un bras de 27 mètres.**

neront les moyens de travailler dans des conditions optimales, à partir d'un atelier de 3 000 m<sup>2</sup>, pour l'entretien, pour les réparations et, surtout, pour l'élaboration et la fabrication d'outils spécifiques à son métier et essentiels pour sa compétitivité.



L'implantation à Sallertaine marque également l'aboutissement d'une année 2012 riche en événements avec l'acquisition d'un nouveau bateau, le « Venezia Seconda » arrivé au port des Sables d'Olonne en provenance de Gênes qui fait de Merceron TP la première entreprise indépendante de travaux maritimes et la naissance d'une nouvelle activité à l'étranger, avec l'ouverture d'une sablière à Kenitra, au Maroc.

### LE MARAIS BRETON POUR BERCEAU

L'entreprise Merceron, devenue depuis « groupe Merceron » a été créée en 1955 à Challans, par Henri et Huguette Merceron.

Les travaux maritimes font partie intégrante de l'entreprise depuis le jour de sa création puisque Henri Merceron travaillait dans le marais breton comme conducteur de pelle à câbles et louait ses services aux différents exploitants de ce marais.

Il s'agissait d'aménager des sites, construire des digues, faire des batardeaux, nettoyer des étiers, des fossés, créer des réseaux d'écoulement et, d'une manière générale, de construire l'ensemble des ouvrages qui sont liés à la vie du marais.

Très rapidement, s'est greffée sur cette activité celle de la construction de digues car le marais débouche sur la mer par des horizons sableux ou argileux, découverts à marée basse et recouverts d'eau à marée haute ce qui constitue une spécificité au niveau des interventions, notamment en raison d'accès souvent difficiles, et nécessite une adaptabilité permanente.

Dès 1967, Merceron s'oriente vers l'exploitation de carrières de roches massives et la fabrication de granulats pour les métiers du BTP.

En 1992, le rachat de l'entreprise Piveteau, spécialisée dans l'entretien des dépendances routières, des voies SNCF ou des lignes EDF, lui ouvre de nouveaux horizons.

En 1999, en partenariat avec deux associés dont il partage les mêmes valeurs et le même engagement pour la qualité, le groupe décide de créer une société spécialisée dans la fabrication et la mise en œuvre d'enrobés.

En 2010, Arbofor, Littoral Vert et Geniplant viennent renforcer les compétences de Merceron Environnement.

Avec des chantiers importants comme la déviation de Saint-Gilles Croix-de-Vie, la construction des digues de la Baie des Veys, du port de plaisance



## GROUPE MERCERON : DOMAINES DE COMPÉTENCES

TRAVAUX MARITIMES (MERCERON MARITIME, TRAVAUX SOUS-MARINS BO)

- Protection de berges
- Construction de digues
- Battage de palplanches et de pieux
- Terrassements fluviaux et maritimes
- Construction de cales
- Dragages
- Travaux sous-marins

TRAVAUX PUBLIC ET GÉNIE CIVIL (MERCERON TP, MERCERON TNT)

- Barrages
- Terrassements routiers
- Plans d'eau pour l'agriculture et les loisirs
- Drainage autoroutier
- Travaux routiers (couches de fondations et de formes, réseaux d'assainissement, V.R.D., couches de roulement)

ENVIRONNEMENT

Solutions aux gestionnaires d'espaces naturels et paysagers avec Merceron Environnement, Thouzeau, Littoral Vert, Littoral Vert Services, Arbofor, Geniplant

CARRIÈRES

Trois sites de production de granit gneissique, microgranite et rhyolite en Vendée et un site de sable fin limoneux au Maroc :

- La Boulinière à Saint-Paul Mont-Penit (350 000 t/an)
- La Mouzinière au Château d'Olonne (350 000 t/an)
- La Vrignaie à Vairé (700 000 t/an)
- Sidi Yahia (Maroc)

**2- Philippe Merceron, président-directeur général du groupe Merceron.**

des Sables d'Olonne, le drainage sur les autoroutes A83, A837, l'entreprise a acquis un savoir-faire reconnu tant dans le domaine maritime que dans celui des travaux routiers, principalement en Vendée et dans les Deux-Sèvres.

### LE GRAND OUEST, NICE ET LE MAROC

« L'entreprise travaille sur tout le Grand Ouest de la France, poursuit Philippe Bellante, ainsi qu'à Nice, pour les travaux de plongée. Pour le génie civil, les chantiers sont réalisés dans toute la France. Notre activité s'étend également au Canada, dans le domaine de l'immobilier pour l'instant avec un projet de redéploiement, ainsi qu'au Maroc, depuis 2011, avec la sablière de Kenitra. Notre chiffre d'affaires se répartit à 60% dans les TP dont 50% pour les travaux maritimes non compris le génie civil, 20% dans les carrières et 20% dans l'environnement.

Le groupe Merceron a réalisé en 2012 un chiffre d'affaires de 55 millions d'euros et emplois 300 personnes.

Les sociétés sont structurées de manière à ce que chaque entité, bien que faisant partie d'un ensemble, soit, dans les faits, totalement indépendante. Néanmoins, les interactions entre les différents acteurs assurent une plus grande solidité, tant technique que financière vis-à-vis de l'ensemble ».

Quelques chantiers récents illustrent l'activité du groupe dans le secteur des travaux publics et maritimes : extension de la digue de la Repentie à La Rochelle, dragage des ports de Loctudy-Lesconil, près de Quimper et de Port La Forêt à Concarneau, participation au plan digue en Vendée pour le renforcement du littoral atlantique, intervention sur le chantier de l'EPR de Flamanville avec une pelle hydraulique Hitachi EX 1200 de 120 tonnes équipée d'une flèche de 27 m de portée.

### TRAVAUX MARITIMES : DES HOMMES ET DES MÉTIERS SPÉCIFIQUES

La division travaux maritimes, dirigée par Michel Guéret, dispose d'outils spécifiques et, surtout, a conservé au-delà de la diversification du groupe, des métiers et des matériels peu répandus dans le secteur des Travaux Publics : des conducteurs poseurs d'enrochement à partir de blocs spécialement dimensionnés à cet effet dans les trois carrières du groupe, des conducteurs de pelles hydrauliques et de pelles à câbles pour le battage, sur des engins flottants, de pieux et de palplanches, autant d'activités qui requièrent une formation spécifique.

C'est ainsi que cette division dispose des hommes et des matériels pour intervenir dans trois grandes familles de travaux : dragage, travaux sur l'estran, battage.



3



4



5



6



7



8

3- Travaux de restauration du réseau hydraulique dans le milieu sensible des marais de Brière et du Brivet à l'aide de pelles équipées de flèche de curage à grande portée.

4- L'Empédocle associé à une pelle hydraulique de grosse capacité sur ponton réalisant des travaux de dragage dans le port des Sables d'Olonne.

5- Intervention sur la porte du bassin à flot aux Sables d'Olonne.

6- La drague aspiratrice stationnaire Baltimore et le bateau Port Morin dans le port du Morin à Noirmoutier.

7- Le navire porteur de déblais Venezia Seconda avant son départ du port de Gênes.

8- Côte à côte, Le Venezia Seconda et l'Empédocle dans le port des Sables d'Olonne.

## PÔLE MARITIME : LES MATÉRIELS SPÉCIFIQUES

- Venezia Seconda, navire porteur de déblais de 610 m<sup>3</sup>
- Empedocle, chaland fendable porteur de déblais de 650 m<sup>3</sup>
- Sultan, remorqueur de 808 ch
- Kinroad, Port Morin et HM, bateaux de service
- 2 dragues aspiratrices stationnaires
- 4 pontons de travail
- 6 grues à flèche treillis de 25 à 100 tonnes

En matière de dragage, le parc d'engins permet le dragage des ports de plaisance en maintenant l'activité grâce à une drague à élinde papillonnante passant sous les bateaux avec refoulement des matériaux jusqu'à 1,5 km sur l'estran, le dragage d'étendues non occupées telles que sablières et bassins divers ainsi que le dragage avec clapage des matériaux en mer par extraction à la pelle sur

ponton et évacuation par chaland. Pour l'ensemble de ces activités, l'entreprise met en œuvre une flottille composée de plusieurs unités : le chaland fendable porteur de déblais Empedocle, le navire porteur de déblais Venezia Seconda, le remorqueur Sultan et trois bateaux de service - Kinroad, Port Morin et HM - auxquels s'ajoutent trois pelles hydrauliques à grand bras de 60 t,



© MERCERON  
9

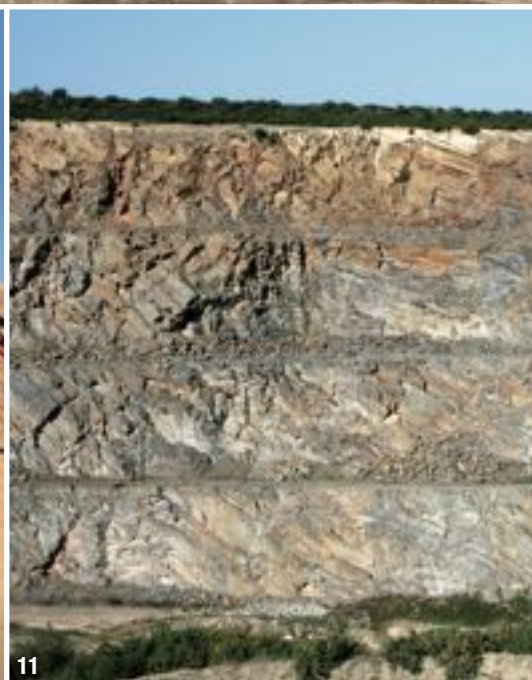
**9- Le tombe-reau rigide Caterpillar 772 récemment mis en service dans la carrière de la Mouzinière au Château d'Olonne en cours de chargement par une pelle hydraulique Hitachi ZX 650 LCH.**

**10- La carrière de sable fin limoneux de Sidi Yahia de Maroc Merceron Carrières près de Kenitra.**

**11- Les « orgues rhyolitiques » de la carrière de Vrignaie à Vairé.**



© MERCERON  
10



11

80 t et 120 t, cette dernière étant équipée d'une flèche de 27 m de portée. Parmi les travaux sur l'estran - c'est-à-dire sur la partie de la plage découverte à marée basse et recouverte à marée haute - Merceron assure le retroussage de sable ou le dragage par des moyens terrestres ainsi que la réalisation de digues ou de perrés en enrochements avec des pelles équipées de pinces à enrochements

et de grues dotées d'outils spécifiques. L'activité « battage » concerne la mise en fiche de pieux métalliques pour le guidage de pontons, de ducs d'albe ou de supports de passerelles ainsi que le battage de rideaux de palplanches, en sites terrestre, maritime ou fluvial.

Ils sont réalisés à l'aide de 4 pontons de travail et de 6 grues à flèche treillis de 25 à 100 tonnes.

### MAROC : UN TERRAIN TITRÉ DE 120 HECTARES

Maroc Merceron Carrières s'est implantée au mois de novembre 2011 à Kenitra, sur le littoral atlantique, à une quarantaine de kilomètres au nord de Rabat, dans la région du Gharb. Cette région est une vaste dépression de 8 800 m<sup>2</sup> comprise dans un rayon de 100 km autour de l'embouchure de l'Oued Sebou, dominé par les sables

et grès de la Mamora. L'entreprise s'est implantée à Sidi Yahia avec une autorisation exclusive d'exploiter un terrain titré de 120 hectares, constitué d'une multitude de parcelles sur lesquelles elle est en train d'acquérir la maîtrise foncière d'environ 5 hectares, puis progressivement, une surface plus importante.

La roche qu'elle y exploite est un sable fin limoneux contenant des blocs de ▷

grès assez friables dont les dimensions peuvent atteindre 2 mètres.

La production par simple criblage est un sable 0/3 limoneux. Les matériaux sont vendus essentiellement pour la construction (bétons et mortiers).

Depuis début 2013, la production a été élargie à un nouveau site de façon à pérenniser l'installation marocaine du groupe avec un traitement supplémentaire des matériaux par lavage et broyage pour obtenir des granulats de meilleure qualité conformes au cahier des charges marocain.

### CARRIÈRES : TROIS SITES CERTIFIÉS ISO 14 001

L'implantation marocaine complète les trois sites déjà exploités en Vendée par Merceron TNT, pôle carrières du groupe dont la capacité de production est de 1 800 000 t/an.

La carrière de la Boulinière à Saint Paul Mont-Penit, d'une production de l'ordre de 350 000 t/an, exploite un gisement de granite gneissique à la lisière d'une grande zone de marais.

La carrière de la Mouzinière, au Château d'Olonne, exploite un gisement de microgranite avec des qualités exceptionnelles (microdeval inférieur à 6), permettant notamment la fourniture de ballast pour la LGV (MDE de 4). Sa production est de l'ordre de 350 000 t/an. La carrière de la Vrignaie, à Vairé, est constituée d'un gisement de rhyolite apte à tous types d'utilisation.

Avec une production annuelle de plus de 700 000 t, elle se classe parmi les toutes premières carrières du département.

### ENVIRONNEMENT : L'ACCOMPAGNEMENT EN PLUS

Dans le domaine de l'environnement, le groupe a regroupé quatre cultures complémentaires (Génie écologique, Paysage, Eau et Forêt et Agriculture) pour apporter des solutions pertinentes aux gestionnaires d'espaces naturels et paysagers. Elle accompagne les opérations d'études et d'expertise, de création, de sécurisation, de restauration et d'entretien des espaces.

### UNE NAISSANCE POUR L'AVENIR

Le projet d'implantation à Sallertaine sera réalisé en plusieurs phases dont la première vient d'être mise en service : elle concerne la zone de stationnement des poids lourds et des véhicules légers et l'atelier de 3 000 m<sup>2</sup> sur une hauteur de plus de 8 m.

La seconde consiste en la construction de bâtiments neufs pour accueillir les



12



13

bureaux et ne débutera que dans deux ans.

Dans un premier temps, les bureaux seront logés dans des modules dont l'installation s'est achevée fin 2012 pour un déménagement réalisé en mi-février dernier.

Cet investissement est réalisé alors même que l'activité des Travaux Publics dans la région n'est pas au meilleur de sa forme, notamment avec le recul de l'investissement des collectivités. Il témoigne du dynamisme et de la volonté de développement d'une PME indépendante, en dépit de l'absence de vision à long terme du marché et, qui plus est, à court terme, même si, de

**12- Mur végétalisé réalisé par Littoral Vert Services, l'une des sociétés du pôle « environnement » du groupe Merceron.**

**13- Passerelle en bois réalisée en partenariat avec Littoral Vert Services sur les pistes cyclables de Challans.**

**14- Construction du nouvel atelier de 3 000 m<sup>2</sup> du groupe Merceron à Sallertaine, près de Challans.**

l'avis même de Philippe Bellante, un léger frémissement se manifeste pour 2013, en particulier dans le privé.

« Nous sommes une PME farouche-ment indépendante, poursuit-il. Il faut que nous soyons autonomes dans nos chantiers et cet investissement va nous permettre de renforcer nos moyens.

Dans les périodes tourmentées, il y a toujours eu des entreprises qui ont su, non seulement passer le mauvais cap, mais aussi entreprendre les actions nécessaires pour mener un développement judicieux et organisé. Quel meilleur signe pouvons-nous donner que celui d'une naissance ? »

Dont acte. □



14

En 2013, la SMAvie BTP a...

**80**  
ans  
C'EST  
R'ASSURANT!

Mon assurance-vie à la SMAvie BTP

Bâtis-moi  
une assurance-vie solide



Depuis 80 ans, nous vous accompagnons dans vos projets tout au long de votre vie.

Société d'assurance mutuelle, la SMAvie BTP vous permet de vous constituer une épargne solide et durable. Avec le contrat **BATIRETRAITE MultiCompte**, vous bénéficiez de performances parmi les meilleures et les plus sûres du marché. La SMAvie BTP est ouverte à tous. Vous pouvez vous aussi en devenir sociétaire. Parlez-en avec nos conseillers. Ils sont à votre écoute pour vous aider à construire et sécuriser votre patrimoine.

**Vous nous faites confiance depuis 80 ans...** parce qu'il est rassurant de confier son épargne à un assureur reconnu pour sa solidité financière !

Pour découvrir l'offre de la SMAvie BTP  
prenez rendez-vous avec un conseiller :

- par téléphone : 01 40 59 73 00
- ou sur [smabtp.fr](http://smabtp.fr)

**BATIRETRAITE MULTICOMPTÉ :**

**3,21%\***  
en 2012

**5,36%\*\***  
en 2012

pour une épargne investie  
à 85% sur le support en euros  
et à 15% sur l'unité de compte  
**BATI ACTIONS INVESTISSEMENT**



**SMAVIE BTP**

BÂTIR L'AVENIR AVEC ASSURANCE

\* Taux de rendement du support en euros de BATIRETRAITE MultiCompte, après application des frais de gestion et avant prélèvements sociaux.

\*\* Après application des frais de gestion et avant prélèvements sociaux. Le capital est garanti uniquement sur les contrats et supports en euros.

Les performances passées ne préjugent pas des rendements futurs.

SOCIÉTÉ MUTUELLE D'ASSURANCE SUR LA VIE DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Société d'assurance mutuelle à cotisations fixes - Entreprise régie par le code des assurances - 775 884 112 rcs Paris - 84 avenue Emile Zola - 75739 Paris cedex 15

Document publicitaire. Seule la notice d'information a valeur de contrat. Photographie : © goodkaz - Fotolia.com, Illustration : Philippe Baril



# MARSEILLE, PIÉTONISATION DU VIEUX-PORT

AUTEURS : ÉMILIE BRULIN (INGÉNIEUR TRAVAUX PRINCIPAL - BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS RÉGIONS FRANCE) -  
STÉPHANE GELAS (CHEF DE SERVICE ADJOINT TRAVAUX - BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS RÉGIONS FRANCE)

**LIEU HISTORIQUE ET BERCEAU CULTUREL DE LA VILLE DE MARSEILLE DEPUIS L'ANTIQUITÉ, LE VIEUX PORT A BÉNÉFICIÉ EN CETTE ANNÉE 2012 D'UNE MISE EN BEAUTÉ POUR SA PARTIE DU CÔTÉ DE LA CÉLÈBRE CANEBIÈRE, CECI POUR LE PLUS GRAND PLAISIR DES PLAISANCIERS ET DES MARSEILLAIS QUI JOUISSENT À PRÉSENT D'UN PLUS GRAND ESPACE PIÉTONNIER. CE NOUVEL ESPACE DE VIE, PREMIÈRE PHASE DU PROJET DE RÉAMÉNAGEMENT DU VIEUX PORT, N'OUBLIE EN EFFET AUCUN DE SES ACTEURS, LES QUAIS AYANT ÉTÉ REFAITS À NEUF COMME LE PLAN D'EAU.**

Le projet global de semi-piétonisation du Vieux Port de Marseille est réalisé sous Maîtrise d'Ouvrage de la Communauté Urbaine Marseille Provence Métropole (CUMPM). La Maîtrise d'œuvre est un

groupement d'entreprises composée d'architectes et paysagistes : Michel Desvigne - Paysagiste (Mandataire), Foster & Partners, Tangram - Architectes et d'un bureau d'études de Génie Civil : Ingérop Conseil et Ingénierie.

La réflexion porte sur un périmètre d'environ 400 hectares, pris en compte pour l'établissement d'un plan guide. À l'intérieur de ce périmètre, une zone de 43 Ha fait l'objet d'un réaménagement partiel.

Les travaux comprennent la réfection complète de la surface des quais du Vieux Port, la rénovation des équipements du plan d'eau, ainsi qu'une série d'aménagements connexes plus ponctuels, destinés à l'accompagne-



1  
© BYTPRF



2

© SITE - Vieuxportdemarseille.fr



3

© MICHEL DESVIGNE - PAYSAGISTE

ment de la restriction locale de la circulation (figure 2). L'opération Vieux Port est répartie en 4 marchés de travaux séparés qui sont les suivants :

- **Marché 1** : VRD partie quais,
- **Marché 2** : Éclairage tous secteurs,
- **Marché 3** : Ombrière et kiosque,
- **Marché 4** : Plan d'eau.

Le marché 1 est séparé en deux lots réalisés par les entreprises GTM pour les quais du Port et de la Fraternité et Eurovia pour le quai de Rive Neuve. Le marché 2 est réalisé par CEGELEC. Le marché 3 est réalisé par Eiffage. Le marché 4, objet de cet article, est réalisé par le groupement d'entreprises BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS REGIONS France et NEGRI.

L'objet principal de ce projet est de mettre à disposition des piétons un plus vaste espace de vie, aussi, les locaux des clubs nautiques, qui occupaient autrefois le bord des quais, ont été repensés sur des espaces situés directement sur l'eau, appelés estacades (figure 3).

Le marché n°4 consiste ainsi à réaliser huit estacades de 180 à 280 m<sup>2</sup>, pour

**1- Barge sur le plan d'eau en exploitation.**

**2- Vue aérienne des travaux du Vieux Port 2013 (image de synthèse).**

**3- Vue d'artiste du projet d'aménagement des estacades.**

**1- Barge in operation on the water surface.**

**2- Aerial view of works on the Old Port 2013 (synthesis image).**

**3- Artist's view of the jetty development project.**

et y loger les associations nautiques du Vieux Port de Marseille. On retrouve sur ces estacades : un club house en bois, entièrement dessiné par les architectes de Foster & Partners, avec une pergola donnant sur le port, ainsi qu'un espace de carénage des bateaux et une grue pour les y déposer.

Chaque association possède par ailleurs une ou deux pannes sur lesquelles s'amarrèrent les bateaux des plaisanciers. Ces pannes ont également été toutes remplacées par des pannes neuves dans le cadre du marché n°4.

### LA COMPLEXITÉ DES TRAVAUX SUR UN PLAN D'EAU EN EXPLOITATION

Les travaux d'aménagement du plan d'eau se sont déroulés du mois d'avril 2012 au mois de janvier 2013.

Le projet consiste à reporter sur la mer, les installations des clubs nautiques autrefois terrestres et qui empiétaient sur les quais du Vieux Port. Pour réaliser ce transfert sur la mer, il est nécessaire de faire évacuer les pannes actuelles ainsi que leurs occupants pendant la

durée des travaux. Les accès sont par ailleurs prévus initialement dans le marché uniquement par voie maritime.

Des pannes provisoires ont été créées pour permettre de déplacer les points d'amarrage des plaisanciers, dans le Vieux Port et sur l'île du Frioul, moyennant la gratuité des navettes dans ce dernier cas.

Outre des problèmes pour permettre de satisfaire tous les occupants (durée du voyage jusqu'au Frioul d'environ 1h), il a fallu prendre en compte la capacité maximale de bateaux déplacés en même temps, réduite à 400 unités alors que le projet en concerne un millier. Ceci a nécessité un phasage fin des opérations, avec des retours anticipés des bateaux sur les pannes neuves objet du marché, alors même que les estacades, dont la traversée était nécessaire, étaient encore en travaux, ou que les pannes n'étaient pas encore raccordées aux différents réseaux.

Au fur et à mesure du retour des bateaux sur les nouvelles pannes, les zones de travaux suivantes étaient alors vidées de leurs occupants puis en travaux. ▷



4

© BYTFRF

Au niveau technique, les fondations des estacades sont constituées de pieux métalliques battus depuis une barge avec une grue 80 tonnes, qui se déplace régulièrement entre les estacades.

Les éléments constituant les dalles en béton des estacades ont quant à eux été fabriqués par les équipes du chantier sur un bord à quai situé à l'Estaque (15<sup>e</sup> arrondissement de Marseille), puis chargés sur un ponton flottant remorqué jusqu'au plan d'eau où ils sont posés à l'aide de cette même grue sur barge (figure 1).

Ceci implique une circulation importante sur le plan d'eau par l'ensemble des moyens nautiques lourds nécessaires au déroulement du chantier, alors que le plan d'eau est en exploitation normale par les plaisanciers et les navettes desservant les différentes îles. De plus tout retard sur une zone de travaux en cours engendrait un retard sur le démarrage de la suivante.

Ce chantier rappelle ainsi un chantier en site urbain avec des phasages de circulation complexes.

Les mises en service des pannes liées aux estacades ont également nécessité de mettre en place sur celles-ci des cheminements dédiés pour sécuriser les piétons, avec la mise en place de circulations balisées sur les estacades puis de pontons périphériques aux estacades pour permettre de continuer les travaux (figure 4).

### **DES INAUGURATIONS INTERMÉDIAIRES À INTÉGRER AU FUR ET À MESURE**

Les enjeux sont forts pour ce chantier situé au cœur de la ville de Marseille. Les donneurs d'ordre ont ainsi souhaité insérer dans le planning général des inaugurations partielles intermédiaires qu'il a fallu intégrer progressivement. Courant été 2012, il a fallu programmer les premières découpes de bois sur une seule estacade, nommée H et située devant la Place aux Huiles, afin de la réaliser entièrement pour une inaugu-

**4- Cheminement piétons dédié sur une estacade encore en travaux.**

**5- Inauguration de l'Estacade H le 06/11/12.**

**4- Dedicated pedestrian path on a jetty still undergoing works.**

**5- Inauguration of jetty H on 6/11/12.**

ration début novembre 2012 (figure 5). Par la suite, il a fallu prendre en compte une demande de réintégration des associations nautiques dans les bureaux des clubs, avec des dates préalables à la réception finale (à compter du 21/12/12).

Enfin deux inaugurations ont eu lieu début janvier et ont réorganisé le chantier.

En effet, les travaux concernent les quais de Rive Neuve, de la Place aux Huiles jusqu'à Canebière, et le Quai du Port de la Mairie jusqu'à Canebière.



5

© BYTFRF





6

© BYTPRF

**6- Atelier de battage des pieux.**

**7- Coupe transversale d'une estacade type (fondations sur pieux - structure béton armé - club house à gauche, caisson pour cuve de prétraitement en-dessous à droite et massif d'ancrage de grue au-dessus à droite).**

La demande initiale des donneurs d'ordre a été de réaliser les estacades en remontant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre de la Place aux Huiles jusqu'à la Mairie.

Par la suite, les inaugurations de janvier 2013 (pour la Communauté Urbaine de Marseille le 07/01/13 puis dans le cadre de Marseille Provence 2013 le 12/01/13) ont engendré la réalisation des clubs house et des aménagements dans le sens contraire (de la Mairie vers la Place aux Huiles) tandis que la première estacade face à la Place aux

Huiles était également réalisée depuis début novembre 2012.

Ces modifications et fins de travaux anticipées dans des ordres différents ont fortement perturbé l'avancement des travaux, néanmoins, les objectifs fixés ont été menés à leur terme.

### LA CONSISTANCE DES TRAVAUX

#### LES ESTACADES

##### Fondations et Génie Civil

Les estacades sont des dalles en béton fondées sur 3 files de 3 pieux métal-

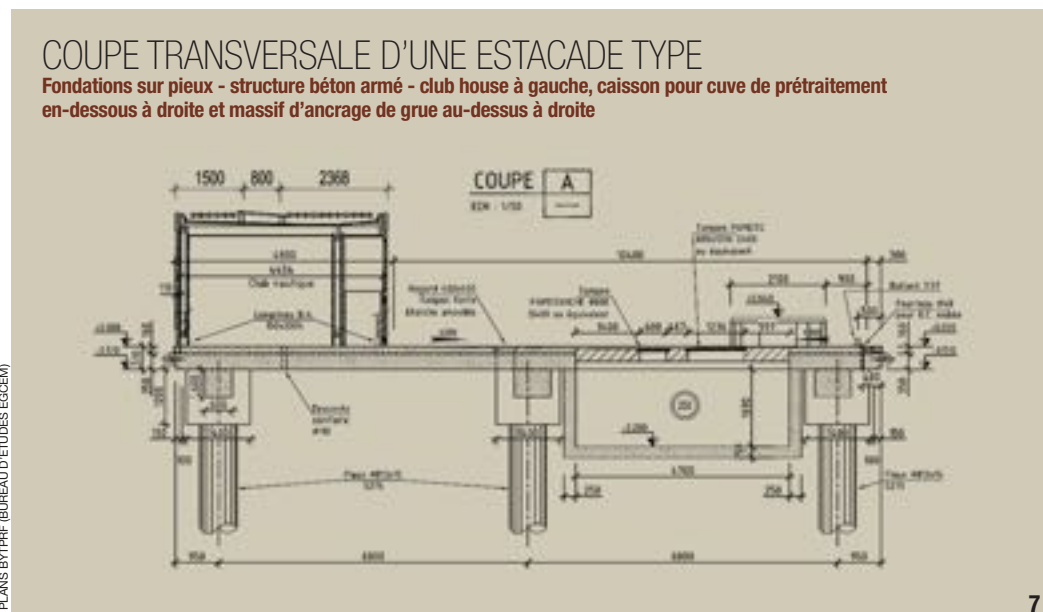
liques battus par l'entreprise NEGRI, depuis une barge de travail (figures 6 et 7).

Après battage des pieux, ceux-ci sont recépés à la côte théorique puis des éléments en béton viennent chapeauter chaque tête de pieux. Ces éléments, dits chevêtres, ont été réalisés sur une zone de préfabrication à l'Estaque, au niveau d'un bord à quai pour en faciliter par la suite l'approvisionnement par barge jusqu'au Vieux Port (figure 8).

Des encoches laissées dans les chevêtres permettent ensuite d'y encastrier ▷

**6- Pile driving equipment.**

**7- Cross section of a typical jetty (foundations on piles - reinforced concrete structure - club-house on the left, chamber for pretreatment tank at the bottom right and crane anchoring foundation at the top right).**



7



8

© BYTPRF

des poutres en béton armé, également réalisées et acheminées depuis l'Estaque.

Enfin, des dalles en béton armé préfabriquées viennent reposer entre deux files de poutres et permettent la réalisation de la surface totale au sol. Chaque pose d'éléments préfabriqués est finalisée par un clavage de tous les éléments entre eux en béton armé qui assure la cohésion générale de la structure avant la phase suivante (figure 9).

Éléments particuliers :

Sur les pré-dalles ont été aménagés des points particuliers suite à la présence :

- D'une cuve de récupération des eaux de carénage à mettre en place sous les estacades. Ces cuves sont isolées de la mer par un caisson en béton armé étanche de plus de 30 tonnes qui a été également acheminé par barge jusqu'au Vieux Port et qui a nécessité quelques adaptations pour le chantier ;
- De la grue de levage des bateaux, nécessitant un socle béton armé massif pour y loger les ancrages de la grue.

#### **Le club house**

Le club house est un bâtiment en bois destiné à accueillir les responsables des associations nautiques, comprenant un bureau principal avec baie vitrée donnant sur le port, un sanitaire, une douche et un local à containers. Le choix des architectes pour le bois a été le chêne massif (figure 10).

La structure se compose d'une ossature en bois, d'une isolation et d'un pare-vapeur. Le bardage extérieur est en lames de chêne épaisseur 5,5 cm et hauteur 35 cm.

Le bardage intérieur du bureau est composé de lames de chêne épaisseur 2,7 cm et hauteur 17 cm.

Le revêtement intérieur des sanitaires est en acier inoxydable résistant au milieu marin. Tous les équipements des sanitaires sont en acier inoxydable.

#### **LES PANNES**

Dans le cadre du marché, les pannes sont également toutes remplacées par des éléments neufs, que ce soient celles raccordées directement aux quais par l'intermédiaire de passerelles, ou celles liées aux estacades.

**8- Pose des chevêtres sur les pieux.**

**9- Pose des poutres et pré-dalles.**

**8- Placing pier caps on the piles.**

**9- Placing beams and precast slabs.**

16 pannes neuves ont ainsi été mises en place avec leur systèmes d'amarages par des plongeurs. Elles permettent d'accueillir le même nombre d'occupants qu'avant les travaux, malgré les emprises maritimes des estacades. Ceci est lié à l'allongement de certaines pannes par rapport aux anciennes, tout en conservant la largeur du chenal nécessaire aux navettes. Les pannes sont sécurisées par de grands portails métalliques infranchissables.



9

© BYTPRF



© BYTPRF

## CONCLUSION

Au jour où cet article est rédigé, les huit estacades sont finalisées à 95 % et toutes restituées pour leur partie bureau aux usagers, ainsi que toutes les pannes.

Les éléments de couverture en bois des clubs house (pergolas de toiture) doivent se poursuivre jusqu'en février 2013, et l'ensemble des essais doit encore être réalisé (grues, installations électriques et sanitaires des clubs).

Les mises à disposition anticipées ont par ailleurs fait ressortir des questions auxquelles il conviendra pour certaines de remédier avant de quitter le chantier pour permettre une exploitation convenable.

Une journée de présentation sera organisée dès la fin complète des travaux avec les associations nautiques pour expliquer aux utilisateurs tous les appareillages mis en œuvre et leur permettre d'en avoir le meilleur usage possible. □

**10- Estacade C (Quai du Port) : Club house et grue - Travaux de pose du portail en cours.**

**10- Jetty C (Port dock) : Club-house and crane - Portal placing works in progress.**

## PRINCIPALES QUANTITÉS

**1 100 m<sup>3</sup> de béton**  
**140 t d'acier**  
**870 m de pieux diamètre 800 mm**  
**20 000 heures de main d'œuvre**  
**15 000 m<sup>2</sup> de chêne**  
**1 000 m de pannes neuves**

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** Communauté Urbaine de Marseille Provence Métropole - Direction des Infrastructures

**MAÎTRE D'ŒUVRE :** Groupement

- Michel Desvigne - Paysagiste (Mandataire)
- Foster & Partners
- Tangram Architectes
- Ingérop Conseil et Ingénierie

**GROUPEMENT D'ENTREPRISES :**

- BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS REGIONS France (Mandataire) (Génie Civil - Pannes - Clubs house - Équipements)
- NEGRI (Pieux - Pose des structures préfabriquées)

**PRINCIPAUX SOUS-TRAITANTS ET FOURNISSEURS :**

- GFC CONSTRUCTION - Clubs house
- STRUCTURES BOIS ET COUVERTURE - Charpente et poutres de rive des estacades en chêne
- NOVA NAUTIC - Pannes
- SEAWORKS - Travaux de plongeurs
- EGCEM - Bureau d'études Génie Civil et Fondations
- CEMEX : Bétons
- SENDIN : Aciers
- SEGEC : Caissons préfabriqués pour cuve de traitement des eaux
- VDPI : Grues
- ACTISOLS : Dallage béton bouchardé des estacades

## ABSTRACT

### MARSEILLE, PEDESTRIANISATION OF THE OLD PORT

ÉMILIE BRULIN, BOUYGUES - STÉPHANE GELAS, BOUYGUES

*The work of semi-pedestrianisation of the Old Port of Marseille includes repair of the dock surface area, renovation of facilities on the water, and a series of related developments accompanying local traffic restrictions. Contract 4, which is the subject of this article, comprises the construction of eight concrete jetties supported on foundation piles with wooden club-houses, pergolas and dry docking areas. The existing purlins are replaced with 16 new purlins as part of this contract.*

*The works were carried out with nautical equipment (crane on floating pontoon) while maintaining access for the users and boating clubs. Partial deliveries were made of the works. □*

### MARSELLA, PEATONIZACIÓN DEL PUERTO VIEJO

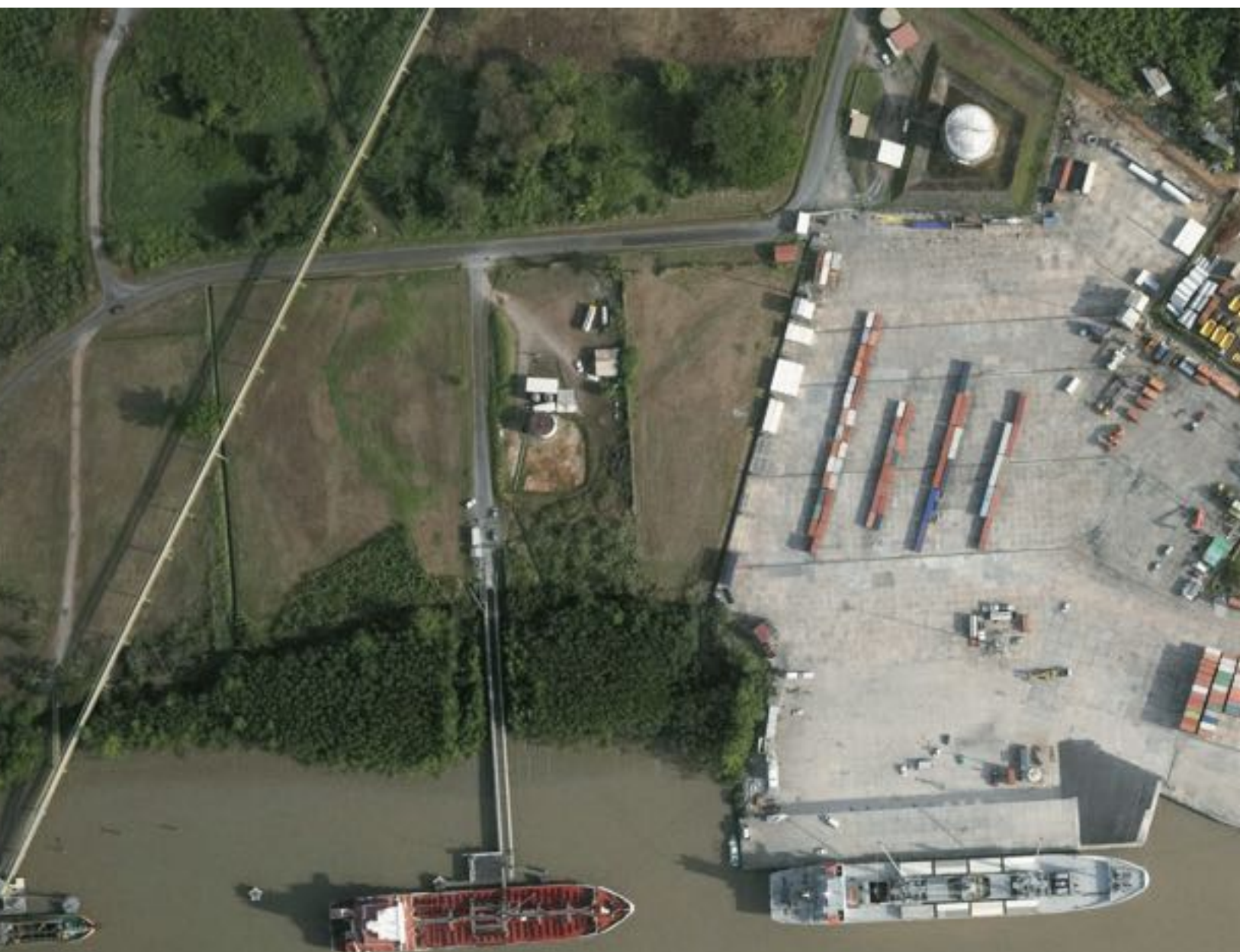
ÉMILIE BRULIN, BOUYGUES - STÉPHANE GELAS, BOUYGUES

*Las obras de semi-peatonización del Puerto Viejo de Marsella incluyen la restauración de la superficie de los muelles, la renovación de los equipos del plano de agua, así como una serie de acondicionamientos conexos destinados al acompañamiento de la restricción local del tráfico vial. El contrato 4, objeto de este artículo, incluye la realización de ocho plataformas de hormigón cimentadas sobre pilares con club-houses de madera, pérgolas y áreas de carenado. Las correas existentes se reemplazan por 16 correas nuevas en el marco de este contrato. Las obras se realizaron con medios acuáticos (grúa sobre pontón flotante) manteniendo los accesos para los usuarios y los clubs náuticos. Las obras fueron objeto de entregas parciales. □*

# RECONSTRUCTION DE L'APPONTEMENT PÉTROLIER DE DÉGRAD DES CANNES EN GUYANE

AUTEURS : PATRICK TOULEMONT, DIRECTEUR DES INFRASTRUCTURES ET DE L'EXPLOITATION GPMG - PIERRE-YVES VANZO, DIRECTEUR D'INGÉNIERIE  
« MAÎTRISE D'ŒUVRE PORTUAIRE ET MARITIME », EGIS - JEAN-PHILIPPE DURVILLE, DIRECTEUR ADJOINT, BALINEAU

LA CONSTRUCTION DE TROIS NOUVEAUX DUCS-D'ALBE BITUBULAIRES NÉCESSITE LA RÉALISATION D'ANCRAGES DANS LA ROCHE (DIORITE) À L'AIDE D'UN CLUSTER DRILL EN DIAMÈTRE 1,20 M (48"). CES TRAVAUX MARITIMES, EXÉCUTÉS DEPUIS UN PONTON, SONT SOUMIS AUX CONTRAINTES D'EXPLOITATION DE L'APPONTEMENT PÉTROLIER, PRINCIPAL POSTE D'APPROVISIONNEMENT D'HYDROCARBURES DE LA GUYANE.



## LE PORT DE COMMERCE DE DÉGRAD DES CANNES

Le port de commerce de Dégrad des Cannes est situé sur la rive gauche du fleuve Mahury, sur la commune de Rémire-Montjoly dans le département de la Guyane. Il est le principal port de commerce de la Guyane car il traite environ 90 % des échanges maritimes du département. Le trafic fluctue depuis le début des années 90 entre 450 000 et 650 000 tonnes. Il est très sensible aux conditions économiques du département et aux grands chantiers. Concédé à la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Guyane depuis janvier 1988, il vient tout récemment de se transformer en Grand Port Maritime suite aux décrets d'application de la loi du 22 février 2012 relatifs à la réforme portuaire outre-mer.

Les installations portuaires (figure 1) et la zone industrielle représentent une surface de 80 ha environ où sont traités les hydrocarbures, les vracs solides (clinker), les conteneurs et les marchandises diverses. Les infrastructures portuaires d'accostage sont composées de six quais qui comprennent d'amont en aval :

**1- Vue aérienne des installations portuaires du port de Dégrad des Cannes.**

**1- Aerial view of the port facilities of the Port of Dégrad des Cannes.**

- un appontement minéralier,
- un appontement pétrolier,
- un poste à quai n°3,
- un poste RORO,
- un poste à quai n°2 en cours de reconstruction,
- un poste à quai n°1 réhabilité en 2010.

## L'APPONTEMENT PÉTROLIER ET LE PROJET DE RECONSTRUCTION

L'appontement pétrolier a été construit en 1983. Il alimente la Guyane pour l'ensemble des carburants (y compris le kérosène), du fuel lourd (alimentation des centrales thermiques), du gaz domestique, du méthanol (besoins du centre spatial de Kourou) et des produits bitumineux. Il reçoit principalement des navires de 100 à 120 m de

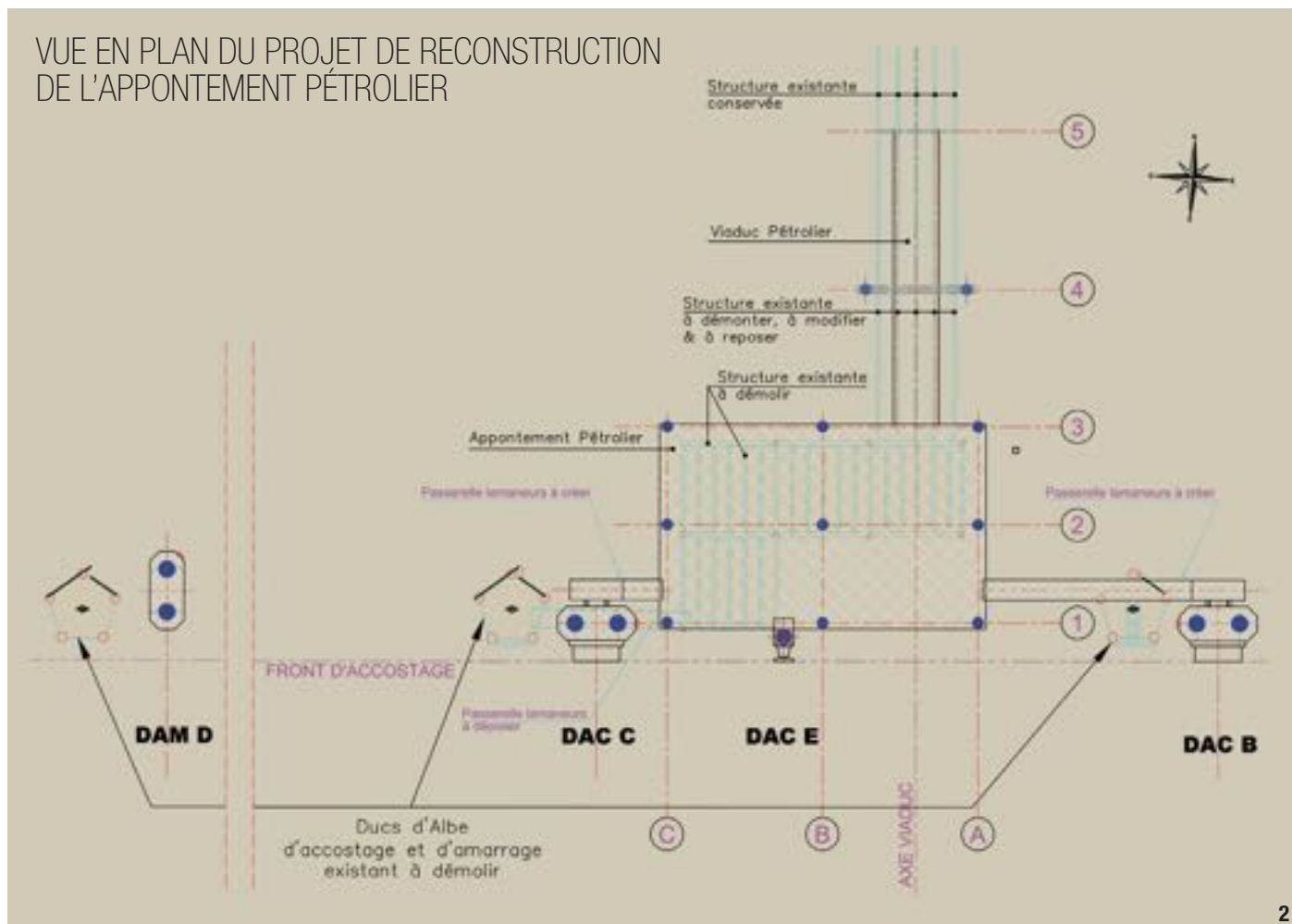
long. Les escales les plus fréquentes sont celles des pétroliers (2 semaines) et des gaziers (3 semaines).

Il est constitué d'une plate-forme de dépotage de 12x18 m en structure métallique sur pieux, d'une passerelle d'accès métallique de 100 m également sur pieux et de trois ducs-d'Albe équipés de bollards de 100 t. Deux ducs-d'Albe, situés à 20 m de part et d'autre de l'axe de la plate-forme, assurent les fonctions d'accostage et d'amarrage. Le troisième, positionné 90 m en amont, sert d'amarrage pour ce poste pétrolier et le poste minéralier adjacent.

Chaque duc-d'Albe est formé par un ensemble de 5 pieux de diamètre 609 mm liaisonnés par une structure métallique de 4,50 m de diamètre entresoisée à deux niveaux. ▷



## VUE EN PLAN DU PROJET DE RECONSTRUCTION DE L'APPONTEMENT PÉTROLIER



La transmission des efforts d'accostage des pieux au substratum s'effectue au moyen de 6 racines par pieu, chacune scellée de 3 m dans le rocher.

Suite à un incident d'accostage d'une vedette de servitude en juin 2010, ayant causé l'effondrement partiel de la plate-forme de l'appontement pétrolier, il a été mis en évidence que les trois ducs-d'Albe actuels et certains pieux de la plate-forme de dépotage étaient fortement dégradés.

La DEAL de la Guyane (Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement) a alors lancé le projet de reconstruction de la plate-forme et des trois ducs-d'Albe (figure 2).

Le projet consiste à :

→ Construire trois nouveaux ducs-d'Albe bitubulaires de diamètre 1082 mm (deux d'accostage/amarrage et un d'amarrage) ancrés dans le rocher et coiffés d'un plateau de torsion monobloc recevant les équipements (bollard, défense, échelle, garde-corps). Les anciens ducs-d'Albe sont conservés provisoirement pour permettre la continuité de l'exploitation durant les travaux ;

→ Reconstruire entièrement la plate-forme de dépotage de 13x20 m sur 9 pieux de diamètre 609 mm avec une structure constituée de 4 plateaux en poutrelles métalliques surmontés d'un caillebotis ;

→ Remplacer la première file de 2 pieux de la passerelle d'accès et adapter la jonction de la passerelle avec la nouvelle plate-forme ;

→ Démolir les anciens ducs-d'Albe en fin de chantier, dès la mise en service des nouveaux ouvrages.

Ces travaux doivent être réalisés tout en maintenant l'exploitation de l'appontement, vitale pour la Guyane.

### LE PRINCIPE DE CONCEPTION DES DUCS-D'ALBE

#### LES HYPOTHÈSES PRISES EN COMPTE

Le navire STENA CALYPSO de 120 m de longueur et 23,80 m de largeur a été retenu par la Maîtrise d'Ouvrage comme navire projet.

Celui-ci présente un tirant d'eau de 6,50 m, correspondant au maximum acceptable au poste pétrolier, et son déplacement est de 18700 t.

### 2- Vue en plan du projet de reconstruction de l'appontement pétrolier.

#### 2- Plan view of the petroleum wharf rebuilding project.

Pour évaluer les efforts à reprendre par les nouveaux ducs-d'Albe, une erre transversale d'accostage de 10 cm/s a été prise en compte en condition de service. Celle-ci a été portée à 15 cm/s pour l'analyse de l'état limite ultime correspondant.

Cet effort d'accostage est transmis au duc-d'Albe à la cote +4.4 CM.

Quant aux efforts d'amarrage, ceux-ci correspondent à la mise en œuvre d'un bollard de 100 t de capacité nominale en tête du duc-d'Albe, soit à la cote + 5 CM.

Il en résulte donc la prise en compte des efforts suivants :

→ Énergies d'accostage de 14 tm en service et 31,5 tm en cas accidentel à la cote 4.4 CM pour les DAC B et C ;

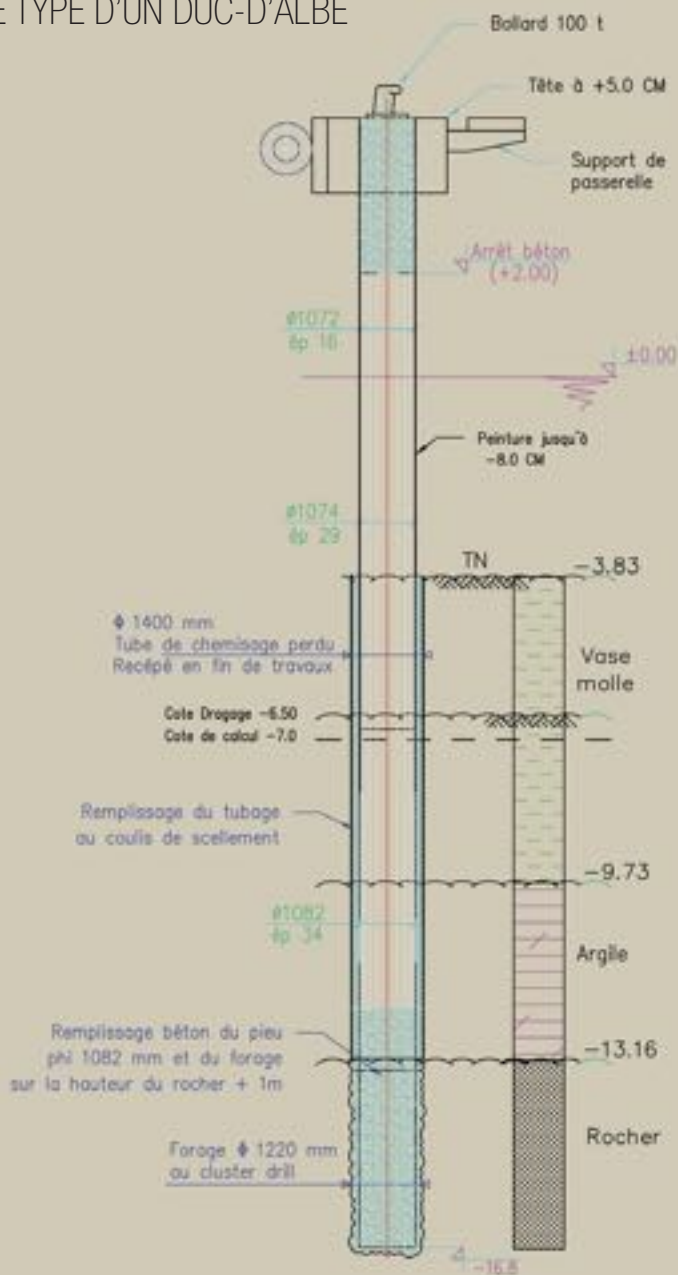
→ Efforts d'amarrage en tête à +5.0 CM de 100 t à l'ELS et de 150 t à l'ELU pour les DAC B, C et D.

### DIMENSIONNEMENT DES DUCS-D'ALBE

Après analyse et calcul des différents cas de charge appliqués aux ouvrages, il s'est avéré que les efforts d'amarrage demeuraient dimensionnants devant ceux d'accostage.

Ainsi, la défense cylindrique d'accostage mise en œuvre sur le plateau de torsion des DAC B et C ne présente aucun enjeu particulier d'absorption d'énergie mais constitue simplement une protection mécanique de l'ouvrage et du navire. Les calculs de dimensionnement des ouvrages, menés en conformité aux Recommandations ROSA 2000 (Recommandations pour le calcul des ouvrages en site aquatique), conduisent à considérer la mise en œuvre de ducs-d'Albe bitubulaires

## COUPE TYPE D'UN DUC-D'ALBE



3

avec verrou de torsion. Les tubes sont constitués de 3 viroles de diamètre, épaisseur et nuance variables, afin d'optimiser le poids d'acier et s'adapter aux disponibilités des stocks.

Les tubes, tous identiques, sont ainsi constitués par l'assemblage de 3 viroles (figure 3) :

→ 1 virole Ø1072 mm ép. 16 mm nuance X60 de 5,6 m en tête,

→ 1 virole Ø1074 mm ép. 29 mm nuance X65 de 6,2 m en partie intermédiaire,

→ 1 virole Ø1082 mm ép. 34 mm nuance X65 de longueur variable en pied, afin de s'adapter à la profondeur variable du substratum rocheux.

### 3- Coupe type d'un duc-d'Albe.

### 3- Typical cross section of a mooring post.

Afin de limiter la corrosion des tubes, une peinture est mise en place jusqu'à la cote -8,0 CM, ainsi qu'une protection cathodique par anode sacrificielle.

Néanmoins, de manière sécuritaire, une épaisseur sacrificielle à la corrosion de 3 mm a été prise en compte dans le dimensionnement des tubes.

### PARTICULARITÉS CONCERNANT L'ANCRAGE DES TUBES

L'ancrage des tubes des ducs-d'Albe s'effectue dans un contexte géologique particulièrement contraignant.

En premier lieu, la quasi-totalité des sondages géotechniques réalisés sur le site même des travaux a mis en évidence une très faible épaisseur de matériaux meubles. La couche sédimentaire, constituée par le fleuve Mahury, recouvre directement un matériau rocheux extrêmement raide, essentiellement composé de diorite et dolérite, décrit au paragraphe suivant. En second lieu, les divers travaux effectués dans le port de Dégrad des

Cannes (reconstruction des Quais 1 et 2 notamment) ont montré une extrême variabilité de la cote du toit rocheux le long des ouvrages.

Le poste pétrolier n'échappant pas à cette règle, des variations importantes ont été constatées sur des distances très courtes, voire même entre les deux pieux d'un même duc-d'Albe.

Il résulte de ces deux éléments la nécessité d'une connaissance parfaite du toit rocheux au droit de chaque tube, puisque l'absence de matériau de couverture suffisamment raide conduit à reporter les efforts horizontaux directement dans le rocher. Ainsi, la cote du substratum influe directement sur le dimensionnement.

Celle-ci étant, en outre, très variable, il a donc été décidé de réaliser un essai de fonçage-battage au préalable, afin de repérer la position du toit rocheux. Celui-ci a permis, ensuite, la vérification des notes de calcul d'exécution et l'adaptation de la longueur des viroles aux états de contraintes constatés.

La méthodologie de réalisation de cet ancrage s'est également adaptée aux contraintes explicitées plus haut.

Plutôt que de réaliser des racines dans chaque pieu de duc-d'Albe, comme cela avait été fait sur les ouvrages existants, les tubes eux-mêmes ont été directement ancrés dans le rocher.

### LE CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La géologie de la zone est caractérisée par un substratum de roches éruptives et cristallines de type diorites à gros grains noirs et blancs.

Ce massif est parcouru par un réseau de filons (dykes) de dolérites, orienté globalement nord-sud. La dolérite est une roche éruptive plus récente microcristalline de couleur noire.

De façon générale, le substratum rocheux du site est très fracturé en sa partie supérieure (plan de fracturation à 30, 45 ou 60 degrés sur l'horizontale) et altéré sous différentes formes allant de la roche faiblement altérée à l'arène granitique constituée de sables argileux hétérogènes.

Dès que l'on atteint la roche saine, les valeurs de Rc obtenues lors des essais d'écrasement d'éprouvettes sur la diorite et la dolérite saines sont relativement élevées et comprises entre 150 et 220 MPa. La roche se caractérise également par une forte abrasivité.

Les sédiments marins, qui recouvrent le substratum, appartiennent à la série de Demerara et sont constitués d'argile bleue et de sables plus ou moins argileux.

## LE FORAGE DANS LA ROCHE DIORITIQUE EN DIAMÈTRE 1 220 mm

Dans ce contexte géologique, il n'était pas envisageable de réaliser l'ancrage des ducs-d'Albe avec des outils classiques tels que trépan et benne. Le procédé de forage au *cluster drill* ayant été mis en œuvre avec succès lors de la réhabilitation du quai 1, il a été reconduit pour l'appontement pétrolier selon le même principe. Une gaine perdue en diamètre 1 400 mm est vibrofoncée, puis curée au trépan émulseur jusqu'à la roche saine.

Ensuite, le forage dans la roche (diorite et dolérite) est réalisé à l'aide d'un cluster drill de diamètre 1 220 mm regroupant 9 marteaux fond de trou équipés de taillant 8" (figure 4). Une cloche à sédiments est positionnée au-dessus du cluster pour permettre la récupération des cuttings. L'outil est monté sur une foreuse de type Casagrande B125 (figure 5) qui entraîne la rotation du cluster par l'intermédiaire d'un train de tige alimenté en air comprimé. Le nombre de marteaux et la charge d'eau nécessitent un volume d'air important de l'ordre de 120 000 l/mn. Les vitesses instantanées d'avancement sont plus rapides dans le rocher sain que dans la roche fragmentée. L'ancrage de 3 à 4 m est ainsi réalisé en moyenne en une journée.

Le tube définitif est alors positionné dans le forage, puis scellé au béton sur la hauteur du rocher +1 m. Dans une deuxième phase, l'espace annulaire entre la gaine perdue et le tube du duc-d'Albe est rempli au coulis jusqu'au TN.

## LES CONTRAINTES D'EXPLOITATION

En dehors du forage en gros diamètre dans le substratum dioritique, les contraintes d'exploitation sont les principales difficultés des travaux de reconstruction de l'appontement. En effet,



© PHOTOTHÈQUE BALINEAU

compte tenu que ce poste revêt un caractère prioritaire pour la Guyane, le quai pétrolier doit être maintenu en service sans restriction durant les travaux. La première difficulté est le maintien en permanence d'un cheminement de 1,50 m de largeur devant permettre aux agents d'accéder à la plate-forme durant les opérations de dépotage. La mise en place d'une passerelle latérale provisoire sur pieux a permis de répondre efficacement à la demande tout en libérant la zone de la plate-forme devant être restructurée (figure 6).

La deuxième contrainte est de mettre en place les gaines de forage des ducs-

d'Albe sans entraver le front d'accostage (figure 7). Le guide a été conçu pour ne reposer que sur deux pieux supports en arrière du front d'accostage permettant ainsi, après chaque repliement du ponton de travail, l'accostage d'un pétrolier quelle que soit la phase de réalisation des ducs-d'Albe. De même, pour les opérations de forage, le ponton de travail ne pouvant s'approcher en raison des ducs-d'Albe existants, une plate-forme en console a été adaptée sur le ponton pour permettre à la foreuse d'atteindre les gaines de forage.

Enfin, à chaque escale annoncée, le ponton de travail doit, avec un préavis

4- Cluster drill diam 48" équipé de 9 marteaux fond de trou.

5- Foreuse CASAGRANDE sur ponton en cour de forage.

6- La nouvelle plate-forme de dépotage - un pétrolier est en cour de déchargement par la passerelle provisoire.

4- Cluster drill of dia. 48" fitted with 9 down-the-hole hammers.

5- CASAGRANDE driller on pontoon during drilling.

6- The new unloading platform - an oil tanker is undergoing unloading via the temporary gangway.

de 4 heures, se mettre en position de repli et libérer la zone de travail pour l'exploitant. La durée moyenne des escales est de 40 heures et représente un taux d'occupation du quai de 34 % environ.

## UN DUC-D'ALBE SUPPLÉMENTAIRE

La campagne d'exploration pétrolière du groupement, menée par Shell au large de la Guyane, a démarré peu avant les travaux de reconstruction de l'appontement pétrolier.

Le chantier de reconstruction du poste pétrolier a donc également coïncidé avec la montée en puissance des rota-



© PHOTOTHÈQUE BALINEAU



**7- Construction du duc-d'Albe bitubulaire B à proximité de l'existant : les gaines de 1400 mm sont en place et le front d'accostage n'est pas engagé par le guide.**

**8- La nouvelle plate-forme de dépotage en attente des réseaux et équipements.**

**7- Construction of the bitubular mooring post B near the existing facilities: the 1400 mm tubing is in position and the dock face is not engaged by the pile leader.**

**8- The new unloading platform waiting for utilities and equipment.**



© PHOTOTHÈQUE BALINEAU

tions des navires logistiques *supply* à la plate-forme d'exploration pétrolière. Ces *supply* ont, en effet, souhaité utiliser les installations du poste pétrolier du port de Dégrad des Cannes pour, notamment, les approvisionnements en carburant.

Grâce à la bonne coordination de tous les acteurs et en groupant, à la suite des escales déjà programmées, ces approvisionnements supplémentaires, l'apportement a pu absorber le surplus de trafic sans conséquence majeure. Il est cependant rapidement apparu que l'accueil des navires *supply* n'était pas optimal compte tenu de leur petite taille, qui correspond mal au front d'accostage constitué par les deux ducs-d'Albe neufs.

La DEAL Guyane, Maître d'Ouvrage, a donc demandé à EGIS d'étudier le positionnement d'un troisième duc-d'Albe intermédiaire, spécifiquement destiné à ce trafic.

Les études de dimensionnement ont donc été conduites sur la base d'hypothèses d'accostage et d'amarrage réduites, permettant la réalisation d'un duc-d'Albe monotubulaire.

À la différence des ducs-d'Albe principaux, ce troisième ouvrage est dimensionné aux efforts d'accostage, prépondérants. Il est constitué d'un tube identique aux tubes utilisés sur le chantier, de manière à permettre la mutualisation des moyens de forage et de mise en œuvre.

Le surplus d'énergie est absorbé par une défense d'accostage et le débattement total du duc-d'Albe a été rendu compatible avec le débattement observé sur les ducs-d'Albe principaux lors des accostages de navires de 120 mètres.

L'approvisionnement de cet ouvrage est en cours et sa mise en œuvre doit s'enchaîner avec la fin des travaux actuels (figure 8). □

## LES PRINCIPAUX INTERVENANTS

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** ETAT – DEAL de la Guyane, puis Grand Port Maritime de la Guyane (GPMG)

**MAÎTRE D'ŒUVRE :** EGIS

**SPS :** WEEX

**GROUPEMENT D'ENTREPRISES :** BALINEAU (mandataire) - ETPO Guadeloupe

**SOUS-TRAITANT CHARPENTE MÉTALLIQUE ET ÉQUIPEMENTS :** CESM

## LES PRINCIPALES QUANTITÉS

**112 t de tube pour ducs-d'Albe (7 u)**

**72 t de tube pour pieux (11 u)**

**94 m<sup>3</sup> de béton**

**32 t de charpente**

**23 m de forage dans le rocher**

## LE FINANCEMENT

**CCIRG / GPMG : 1 650 000 €**

**EUROPE : 1 900 000 €**

**ÉTAT : 950 000 €**

## ABSTRACT

### REBUILDING THE PETROLEUM WHARF AT DÉGRAD DES CANNES

P. TOULEMONT, GPMG - P.-Y. VANZO, EGIS - J.-P. DURVILLE, BALINEAU

**For the construction by Balineau of three new bitubular mooring posts, anchorage points had to be executed in the rock (diomite) using a cluster drill of diameter 1.20 m (48"). These offshore works, performed from a pontoon, were subject to the constraints of operation of the petroleum wharf, which is the main terminal for the supply of petroleum products in French Guiana. □**

### RECONSTRUCCIÓN DEL ATRACADERO PARA PETROLEROS DE DÉGRAD DES CANNES

P. TOULEMONT, GPMG - P.-Y. VANZO, EGIS - J.-P. DURVILLE, BALINEAU

**La construcción por Balineau de tres nuevos duques de alba bitubulares requiere la realización de anclajes en la roca (diomite) con un cluster drill de 1,20 m (48") de diámetro. Estas obras marítimas, ejecutadas desde un pontón, están sometidas a las exigencias de explotación del atracadero para petroleros principal puesto de aprovisionamiento de hidrocarburos de la Guayana Francesa. □**



1  
© ARCADIS

# L'EXTENSION DU PORT DE PLAISANCE DES MINIMES À LA ROCHELLE

AUTEURS : JEAN-PAUL BOISSELEAU, CHARGÉ DE L'ACTIVITÉ PORTUAIRE POUR LA RÉGION OUEST D'ARCADIS - RICHARD PINOLI, DIRECTEUR DE LA RÉGION OUEST - OLIVIER DAVID, RESPONSABLE DU PÔLE GÉNIE CIVIL SOUTERRAIN ET PORTUAIRE

**LE PORT DE PLAISANCE DES MINIMES EST UN HAUT LIEU DU NAUTISME AVEC PLUS DE 100 MANIFESTATIONS CHAQUE ANNÉE. IL EST CONVOITÉ PAR DE NOMBREUX PLAISANCIERS POUR SES CONDITIONS IDÉALES DE NAVIGATION, MAIS AUSSI POUR LES 160 ENTREPRISES QUI FORMENT SON PLATEAU NAUTIQUE. POUR RÉPONDRE À CETTE FORTE ATTRACTIVITÉ, LE PORT DOIT DÉVELOPPER SES INFRASTRUCTURES.**

Le projet d'extension permettra de répondre à un important déficit d'anneaux avec la création de 1 200 places à flot supplémentaires, mais aussi de conforter l'ensemble de la filière nautique. Les techniques mises en œuvre pour élaborer ce projet constituent un échantillon de la plupart des grandes techniques de travaux maritimes :

- Des dragages à faible profondeur,

- avec clapage au large ;
- Un rempiètement de perré avec palplanches, poutre de couronnement et tirants d'ancrage ;
- Une digue en éléments béton préfabriquée sur pieux, avec rideaux pare-houle en palplanches ;
- Un épi en enrochements sur inclusions rigides ;
- Une digue en enrochement sur drains verticaux.

**1- Vue aérienne du site avant les travaux.**

**1- Aerial view of the site before the works.**

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'OPÉRATION

Le port de plaisance des Minimes se situe à La Rochelle sur la façade atlantique du département de la Charente Maritime. Le montant global de l'opération est de l'ordre de 42 millions d'euros répartis en plusieurs lots. Les travaux ont débuté le 16/04/2011. Le délai total d'exécution est de 48 mois.

2- Vue depuis l'ouest avec une simulation du projet.

3- Plan de masse avec les principaux ouvrages.

2- View from the West with a simulation of the project.

3- Site plan with the main structures.



© ARCADIS

Après achèvement des nouveaux ouvrages de protection et de mise en place de nouveaux pontons et équipements, la capacité du port des Minimes sera portée à plus de 5 000 places (figures 1 & 2).

## LES PARTIS D'AMÉNAGEMENTS

### LES HYPOTHÈSES

**La marée** (voir tableau 1).

**Les courants**

Au jusant les courants principaux dans la baie de La Rochelle sont en direction du Sud-Ouest, au flot ils s'inversent en direction du Nord-Est.

En vive-eau, les maxima de vitesses sont enregistrés 1 heure après la basse mer atteignant des valeurs de 1,5 nœuds à l'entrée du Port des Minimes.

### La houle de projet

À La Rochelle les vents dominants sont de secteur Ouest. Les vents supérieurs à 7 Beaufort proviennent du secteur Sud-Ouest à Nord-Ouest. Voir le tableau 2.

### LE PLAN MASSE

L'extension du port consiste en la réalisation de deux digues implantées en avant des digues existantes délimitant

ainsi deux nouveaux bassins (figure 3). La digue Est du Bout Blanc existante est conservée et réaménagée pour desservir les nouvelles installations sur plan d'eau constituées de pontons flottants maintenus par des pieux de guidage et reliés à la digue par des passerelles d'accès articulées.

L'ancienne digue du lazaret est déconstruite et laisse place à de nouveaux pontons et catways.

Contrairement à la digue du Lazaret, la nouvelle digue nord n'est pas enracinée à la rive distante d'environ 160 m de la digue des Tamaris. À son extrémité Ouest un épi en retour protège le nouveau bassin des houles du large. La nouvelle passe d'entrée offre une largeur de 90 m entre musoirs.

## LA TYPOLOGIE DES OUVRAGES

### Digue des Tamaris

Une digue avec un perré maçonné remplétée par un rideau tirant de palplanches métalliques liaisonnées par une poutre en béton armé.

### Digue nord

Une digue constituée de travées en béton armé sur pieux métalliques contreventés portant un voile pare houle régnant de la cote +8,0 CM à +1,0 CM. La fermeture de la hauteur libre entre le fond et l'arase inférieure du voile est assurée par un rideau de palplanches.

### Un épi contre la digue nord

Un épi réalisé en enrochements naturels par voie maritime à la cote +8,0 CM et fondé sur une nappe d'inclusions rigides.

### Digue du lazaret

Une digue en enrochements naturels construite par voie terrestre avec les matériaux de déconstruction de l'ancienne digue.

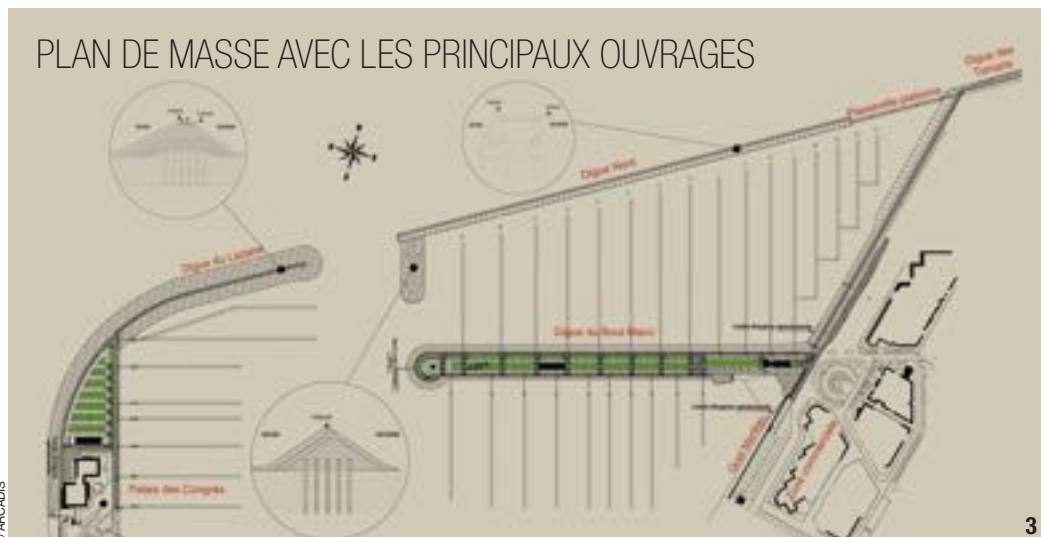
TABLEAU 1 : LA MARÉE

Marée	Coefficient	Pleine mer (m CM)	Basse mer (m CM)	Marnage (m)
Vives eaux exceptionnelles	120	+6.75	+0.15	6.60
Vives eaux moyennes	95	+6.05	+0.95	5.10
Mortes eaux	45	+4.90	+2.45	2.45

TABLEAU 2 : LA HOULE DE PROJET

Durée de retour	Annuelle				Décennale				Cinquantennale				Centennale			
	Agitation		Efforts		Agitation		Efforts		Agitation		Efforts		Agitation		Efforts	
Caractéristiques de la houle	Dir	Tp	Hs	Hs	Dir	Tp	Hs	Hs	Dir	Tp	Hs	Hs	Dir	Tp	Hs	Hs
	(°)	(s)	(m)	(m)	(°)	(s)	(m)	(m)	(°)	(s)	(m)	(m)	(°)	(s)	(m)	(m)
Ouest (Musoir -200 m)	280	5.0	-	1.3	280	6.0	1.3	1.7	280	6.5	1.3	1.8	280	7.5	1.4	2.0

## PLAN DE MASSE AVEC LES PRINCIPAUX OUVRAGES



© ARCADIS

## LES CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

Les terrains sont constitués de dépôts de vases argilo-silteux à passées sableuses (Sliikkes), surmontant à partir de -3 à -12 CM les calcaires à inter-lits marneux du Kimméridgien. La consistance des dépôts vasards est très molle sur les premiers mètres puis plastique. La formation calcaire est altérée en marne argileuse sur une épaisseur de 1 à 8 m en partie sommitale ; elle se structure au-delà sous la forme d'une alternance de bancs calcaires fracturés et de bancs marneux compacts, avec des variations très rapides du toit des calcaires francs, caractérisé par des ressauts de l'ordre de 1 à 2 m.

## L'INGÉNIEURIE AU SERVICE DU PROJET

Un large spectre d'expertises réunit les ingénieurs et techniciens des parties contractantes pour la réalisation des ouvrages. Sur la base du plan masse des aménagements une étude hydrodynamique a permis de préciser l'implantation et de prédimensionner les ouvrages destinés à protéger les nouveaux bassins (figure 4).

Les études géotechniques ont été effectuées par les sociétés GEOTEC et FUGRO.

Le Cabinet Bougis a été sollicité en phase projet pour la validation des hypothèses et l'évaluation des efforts engendrés par la houle sur les différents ouvrages permettant d'affiner leur géométrie et servant de base aux calculs des structures.

ARCADIS est en charge de la maîtrise d'œuvre de conception et d'exécution. URVICUS a réalisé la conception architecturale des aménagements de surface.

La géométrie finale et la définition des éléments d'ouvrages à exécuter ont été proposées par les bureaux d'études des entreprises attributaires des marchés sous forme de variantes, faisant bénéficier le projet de leurs expériences référencées dans leurs domaines respectifs de réalisation des grands travaux maritimes.

### LES CHANTIERS LES TRAVAUX CONFORTATIFS

Des travaux confortatifs ont été entrepris sur certains ouvrages existants devant être inclus dans l'extension nord. Ces travaux ont concerné plus particulièrement d'une part, le remplètement de la digue des Tamaris par un rideau tirant de palplanches métalliques battues par voie nautique et la réfection du perré maçonné formant brise-lame, et d'autre part la création d'une butée en enrochements destinée à renforcer le pied de la carapace extérieure de la digue du Bout Blanc, susceptible d'être fragilisée par suite de l'approfondissement du plan d'eau.

### LES DRAGAGES D'APPROFONDISSEMENT

Les cotes du plafond des chenaux et bassins à atteindre et les volumes à draguer correspondant sont précisées dans le tableau 3.

Ce dragage « à la carte » était dicté par trois conditions à satisfaire :

→ Répondre aux objectifs d'occupation modulée par secteurs en fonction du tirant d'eau des différentes catégories de bateaux appelés à occuper les nouveaux bassins.

→ Considérer la cote initiale et les fondations des ouvrages existants.

→ Respecter le plafonnement réglementaire des quantités de sédiments pouvant être clapés en mer.

Ce patchwork ajusté aux besoins respectifs de chaque secteur en termes de navigation et de stationnement a nécessité la mise en œuvre d'ateliers

TABLEAU 3 : LES DRAGAGES D'APPROFONDISSEMENT

Secteurs	Cote projet	Volumes
Chenal	-1.50 CM	73 000 m <sup>3</sup>
Bassin Est Tamaris	-2.00 CM	690 000 m <sup>3</sup>
Bassin Est Bout Blanc	-3.00 CM	
Bassin Ouest	-2.00 CM	62 000 m <sup>3</sup>

de dragage adaptés à de faibles profondeurs et néanmoins suffisamment productifs pour respecter les délais tenant compte du relatif éloignement de la zone de clapage (fosse d'Antioche 35 km).

Ce sont au total 825 000 m<sup>3</sup> de sédiments non pollués qui ont été évacués.

### LA DIGUE DU LAZARET

Il s'agit d'une digue en enrochements naturels construite par voie terrestre et réutilisant la quasi-totalité des matériaux issus de la déconstruction de la digue existante (figure 5).

Le mode d'exécution est plus compliqué du fait notamment :

→ De la gestion des flux de matériaux prélevés sur la digue dans l'ordre inverse de leur emploi sur le nouvel ouvrage, des appoints nécessaires en provenance des carrières extérieures ;

→ De la relative exigüité de la plate-forme mise à disposition pour les installations de chantier, le parc à engins, les zones de stockage sélectifs des matériaux ;

→ De l'impérieuse nécessité de phasage de la déconstruction en fonction de l'avancement séquencé du nouvel ouvrage de protection pour ne pas exposer de manière inconsidérée les installations portuaires aux intempéries dommageables.

### LA DIGUE NORD

#### La digue principale

La solution repose sur un principe de tablier en béton armé comprenant une succession de travées reposant sur des pieux métalliques contreventés.

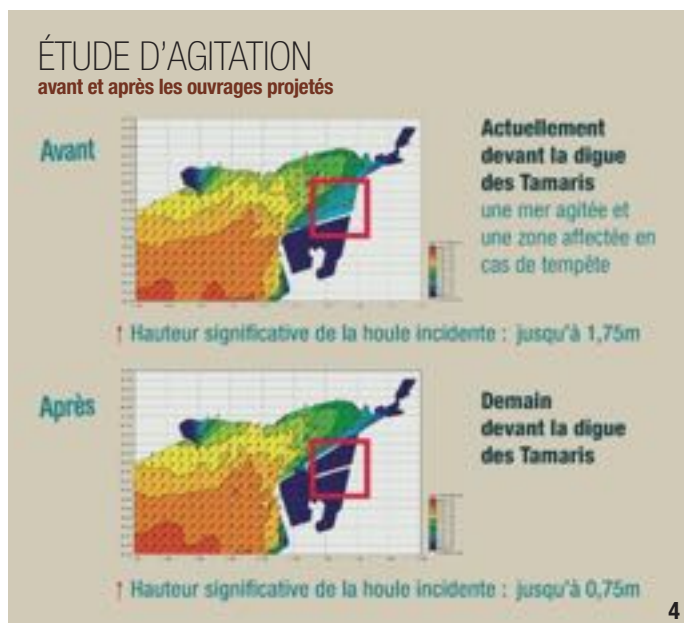
L'ensemble des éléments en béton armé sont préfabriqués sur le chantier (figures 6 & 7). Ils sont acheminés sur leur lieu de pose par l'intermédiaire d'un ponton (figure 8).

À cette fin l'entreprise a dû réaliser un ouvrage d'accostage et de chargement au niveau de l'aire de préfabrication.

Le principe de construction s'inspire de la technique « leap-frogging » et comprend les phases suivantes :

→ Les éléments de construction sont repris par une grue à chenilles CKE 1350 qui chemine sur la digue en construction. Sa voie de roulement est constituée de 2 platelages métalliques avancés au fur et à mesure des travaux.

→ Pour le battage des pieux l'entreprise utilise un guide situé sous les dalles pour présenter les contrevente-



4- Étude d'agitation avant et après les ouvrages projetés.  
5- Chantier de la digue du Lazaret.

4- Study of wave agitation before and after the planned works.  
5- Lazaret breakwater project.





ments en béton armé servant de guides de battage.

→ Un deuxième guide est utilisé pour positionner et claver les voiles pare-houle (VPH).

→ Le guide de mise en œuvre des palplanches comprenant deux niveaux de guide prend appui sur les pieux définitifs.

Travée courante : voir tableau 4.

Le rideau de palplanches a pour objet de protéger le port contre l'agitation même à marée basse (figures 9 & 10).

Les travaux préparatoires consistaient en la construction des ouvrages suivants :

→ Une passerelle d'accès provisoire d'une longueur de 160 m pour les besoins du chantier reliant la zone de travail et l'aire d'installation réalisée sur pieux métalliques mis en œuvre par voie nautique (figure 11).

→ Un ouvrage spécifique de 50 m dédié aux chargements sur barges des éléments constitutifs de la digue (tubes, éléments préfabriqués, palplanches...) Cet ouvrage réalisé sur pieux métalliques de 813 mm de diamètre a été dimensionné pour recevoir la grue sur chenille CKE 1800 (160 t). (figure 12).

**6- Levage du voile d'about de la digue nord.**

**7- Aire de pré-fabrication de la digue nord.**

**8- Approvisionnement des pieux sur la digue nord.**

**6- Raising the shear wall at the end of the northern breakwater.**

**7- Northern breakwater pre-fabrication area.**

**8- Procurement of piles on the northern breakwater.**

#### **L'épi en enrochements naturels**

D'une longueur moyenne de 94 m à sa base et 75 m en crête, l'épi est situé à l'extrémité sud-ouest de la digue nord. L'épi réalisé entièrement par voie maritime est constitué d'un noyau de tout

venant 0/300 kg, d'un filtre en enrochements de 0,3/1 t, d'une carapace en enrochements de 1/3 t.

Les matériaux en provenance des carrières KLEBER MOREAU de la région sont stockés au port de commerce de La Pallice en attente d'être rechargés sur deux navires équipés de 4 bennes de 125 t chacune.

Ces navires déchargent sur zone où se trouve un atelier nautique équipé d'une pelle hydraulique de 100 tonnes de grande géométrie. Cette pelle munie d'un GPS 3D procède aux réglages des différentes catégories de matériaux (figure 13).

#### **UN ENVIRONNEMENT CONTRAINT**

Le port des Minimes est adossé à la ville et constitue un pôle d'animation ponctué par l'organisation d'évènements de renommée internationale à forte résonance médiatique tel le Grand Pavois. L'interdiction et l'impossibilité de circuler durant ces manifestations imposent aux entreprises d'organiser leurs approvisionnements de matériaux en quantités suffisantes pour

ne pas interrompre totalement l'exécution des travaux cependant ralentie.

La Rochelle est aussi une ville balnéaire dont une de ses plages très fréquentées est située à proximité immédiate de la digue du Lazaret. L'accès unique à la digue du Lazaret impose de traverser des zones récréatives et urbanisées ce qui a conduit à réglementer et limiter les flux de circulation des camions approvisionnant les matériaux, mais aussi à fixer des plages horaires de travail en période estivale.

S'agissant de travaux éminemment dépendants des conditions de marée, ces restrictions ont des impacts importants sur les délais d'exécution.

La poursuite de l'activité du port durant les travaux était aussi une condition imposée contractuellement dont les entreprises avaient à tenir compte dans leurs offres et le bassin de navigation de La Rochelle est le siège d'une circulation maritime permanente tout au long de l'année avec une forte intensification entre Avril et Septembre.

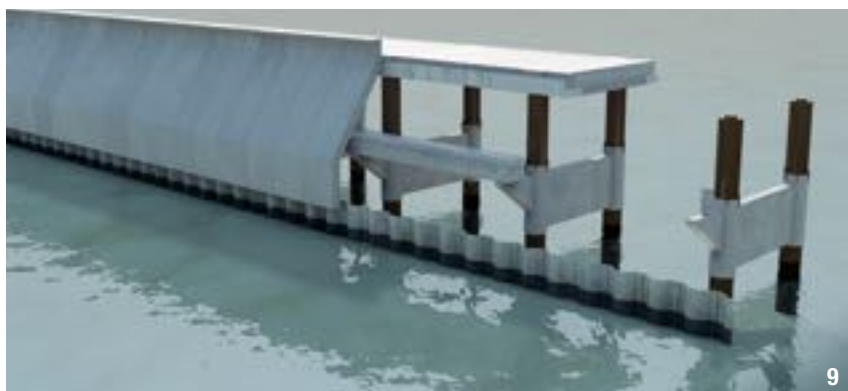
Les contraintes environnementales pèsent évidemment sur le déroulement du chantier, en particulier sur les postes de déconstruction de la digue existante et les opérations de dragage très encadrées par la loi sur l'eau. Les périodes de dragage limitées dans le temps et en volume, la distance d'évacuation des sédiments dragués ont imposé de réduire au plus juste besoin les approfondissements des nouveaux bassins, imposant le recours à des engins de dragage adaptés à ce contexte pénalisant pour la productivité des dragages. L'installation de chantier sur le site protégé de la digue des Tamaris contraint l'entreprise à une organisation optimisée nécessitant des ouvrages provisoires telle que la passerelle d'accès et d'accostage.

TABLEAU 4 : TRAVÉE COURANTE

<b>2 pieux métalliques 914 mm épaisseur 19,1 mm</b>
<b>2 bouchons BA</b>
<b>Un CVT</b>
<b>1 poutre basse</b>
<b>2 poutres hautes</b>
<b>1 dalle courante</b>
<b>9 ml de palplanches PU 8 S</b>
<b>2 VPH</b>



8 © ARCADIS



La relative exiguïté du terrain dédié à cette installation impose à l'entreprise de gérer ses approvisionnements de tubes et palplanches via des lieux de stockage intermédiaires situés au Port de commerce de La Pallice nécessitant leur réacheminement par voie maritime et terrestre.

### LES PRINCIPALES SUJÉTIONS TECHNIQUES

Les solutions pour s'adapter au contexte géotechnique difficile ont consisté :

→ D'une part, à consolider l'assise des ouvrages en remblais au moyen d'inclusions rigides pour ce qui concerne l'épi et par la mise en place de drains verticaux suivi d'un compactage dynamique pour la digue du Lazaret ;

→ Et, d'autre part, pour la digue nord à définir des critères spécifiques de détermination de l'ancrage des pieux dans un horizon marno-calcaire...

#### Les inclusions sous épi

**148 pieux longueur 14 m diamètre 813 mm épaisseur 7 mm longueur d'ancrage 1 m cote d'arase supérieure -1,0 CM cote du pied -14,0 CM maillage de 2,5 m par 2,5 m.**

La mise en œuvre est faite à partir d'une barge équipée d'une grue treillis, d'une pelle pour guider le pieu et d'un vibreur et/ou d'un marteau suivant les caractéristiques du sol rencontrées ; Les tubes sont approvisionnés par des bargettes au fur et à mesure de l'avancement en sorte que la barge de travail dispose d'un stock tampon. Le pieu fait l'objet d'une première phase de mise en fiche, puis par l'intermédiaire d'un tube auxiliaire manchonné afin que le vibreur reste hors d'eau, la mise en fiche est reprise jusqu'à la cote validée par le géomètre. Les pieux sont recépés par plongeurs et obturés par des chapeaux métalliques. Un géotextile a été mis en place de part et d'autre des inclusions.

**Les drains verticaux**  
Plateforme à +4,0 CM. Maillage 2 x 2 m. Drains de diamètre 100 mm, longueur 17 m sous la cote +4,0 CM, longueur totale 32 000 m.

Cette variante proposée par l'entreprise en substitution des inclusions prévues initialement au projet consiste en la pose de drains cylindriques en polychlorure de vinyle non plastifié, annelés et perforés et mis en œuvre dans les conditions décrites ci-après :

Réalisation d'un pré-forage au marteau fond de trou de 200 mm de diamètre puis fonçage des drains à l'aide d'une lance munie d'un sabot de diamètre 100 mm.

**9- Vue de la digue nord à marée basse (image de synthèse).**

**10- Vue de la digue nord à marée haute.**

**11- Passerelle provisoire d'accès à la digue nord.**

**9- View of the northern breakwater at low tide (synthesis image).**

**10- View of the northern breakwater at high tide.**

**11- Temporary gangway for access to the northern breakwater.**



Mise en place d'une méthode observationnelle comprenant le suivi altimétrique des tassements, des mesures de pression interstitielle par des capteurs positionnés dans les vases constituant l'assise de la digue à 3 m sous l'interface digue/vase.

Mesure de la cohésion non drainée au moyen d'un scissomètre de chantier.

#### Le compactage dynamique

Les matériels utilisés comprenaient essentiellement une pelle type LIEBHERR 872, un chargeur sur chenilles type CAT 953, des masses de compactage de 15 t et 10 t. La hauteur de chute a été fixée à 8 m après réalisation d'un plot d'essai pour caler l'énergie à mettre en œuvre.

#### L'ancrage des pieux

La nature du sol induit en particulier une incertitude importante sur les longueurs prévisionnelles des pieux de la digue nord. Ceci a conduit à adopter une approche interactive, à la fois pour apporter toutes garanties sur le traitement des anomalies, et pour limiter les entures en cours de battage.

Cette approche s'est notamment basée sur la définition d'un double critère d'arrêt (longueur minimale d'ancrage et critère de refus de battage) et sur une adaptation des longueurs de tubes approvisionnées sur l'atelier d'entures en fonction de celles mises en œuvre sur les précédentes travées.

D'une manière plus générale, on peut souligner l'intérêt de la technique « pieux battus » dans le contexte d'un substratum de profondeur et d'altération très variables ; chaque élément se trouve en effet systématiquement assorti de sa propre « épreuve de validation de portance », puisque le critère d'arrêt de battage s'adosse sur l'obtention d'un refus prédéfini.

### CONCLUSIONS

La livraison de la digue du Lazaret est prévue pour mai 2013, afin de permettre les travaux d'aménagements de



© ARCADIS

l'extension du port. Celle de la digue nord est envisagée pour février 2014. La mise en service de l'extension du port de plaisance est programmée pour le printemps 2014.

Cette extension intègre un éventail très large de techniques maritimes, de génie civil et de terrassements qu'il a fallu ajustées tout au long du chantier. Les contraintes liées à la densification des installations de chantier tant à terre que sur le plan d'eau ont pour corollaire positif une gestion rigoureuse des approvisionnements et une organisation optimisée des ateliers de préparation et de préfabrication, avec une attention redoublée quant au respect des conditions de sécurité. Le service des Phares et balises veille à la mise en sécurité du plan d'eau durant tout le déroulement des chantiers nautiques.

Le Service Aménagement et Construction de la Ville de La Rochelle et la Régie d'exploitation du Port suivent avec attention le déroulement des travaux et apportent leurs contributions

**12- Passerelle pour charger les éléments préfabriqués sur des barges.**

**13- Bateau à casiers équipé d'une pelle à bras long pour la mise en œuvre des matériaux de l'épi.**

**12- Gangway to load the prefabricated elements on barges.**

**13- Compartmented boat equipped with a long-arm excavator for placing the spur dyke materials.**

à la résolution des problèmes qui se posent inévitablement en cours d'exécution de travaux maritimes. □

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**MAÎTRISE D'OUVRAGE : VILLE DE LA ROCHELLE**

**MAÎTRE D'ŒUVRE : ARCADIS**

**ARCHITECTE : URBICUS**

**ENTREPRISE EN CHARGE DU LOT DIGUE DES TAMARIS : MERCERON TP**

**ENTREPRISES EN CHARGE DU LOT DIGUE NORD : ETPO et CHARIER GC**

**ENTREPRISE EN CHARGE DU LOT DIGUE DU LAZARET : Groupement GUINTOLI-GTS**

**ENTREPRISE EN CHARGE DU DRAGAGE : ECO SYSTEMES DE DRAGAGE**

## CHIFFRES CLÉS

**VOLUME DRAGUÉ : 825 000 m<sup>3</sup> de sédiments**

**LONGUEUR DE LA DIGUE NORD SUR PIEUX : 624 m**

**NOMBRE DE PIEUX MÉTALLIQUES BATTUS :**

**150 unités Ø 813 mm de 15 à 24 m**

**NOMBRE D'INCLUSIONS RIGIDES SOUS L'ÉPI :**

**148 unités Ø 813 mm de 14 m**

**LONGUEUR DE LA DIGUE DU LAZARET : 620 m**

**VOLUME DE MATÉRIAU POUR LA DIGUE DU LAZARET :**

**170 000 m<sup>3</sup> dont enrochements 115 000 m<sup>3</sup> (0.5/1 t et 1/3 t)**

**LINÉAIRE DE DRAINS SOUS LE LAZARET : 30 000 m**

## ABSTRACT

### EXTENSION OF THE MINIMES YACHT HARBOUR IN LA ROCHELLE

JEAN-PAUL BOISSELEAU, ARCADIS - RICHARD PINOLI - OLIVIER DAVID

**The Minimes yacht harbour is a sailing mecca with more than 100 events each year. It is coveted by numerous sailors for its ideal sailing conditions, but also for the 160 companies that form its nautical platform. In response to this great attractiveness, the port must develop its infrastructure. The extension project will provide an answer to a major shortage of mooring rings by creating 1200 additional moorings, but will also reinforce the entire nautical sector. The techniques employed to prepare this project represent a sample of most of the major offshore work techniques:**

> Shallow-depth dredging, with sediment dumping at sea;

> Underpinning of a breast wall with sheet piling, capping beam and anchor ties;

> A breakwater in precast concrete elements on piles, with wave protection screens in sheet piling;

> A rockfill spur dyke on rigid inclusions;

> A rockfill breakwater on vertical drains. □

### LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DEPORTIVO DES MINIMES EN LA ROCHELLE

JEAN-PAUL BOISSELEAU, ARCADIS - RICHARD PINOLI - OLIVIER DAVID

**El Puerto deportivo des Minimes es un lugar destacado de los deportes acuáticos con más de 100 eventos cada año. Es apreciado por muchos deportistas por sus condiciones ideales de navegación, pero también por las 160 empresas que forman su plataforma náutica. Para responder a este fuerte atractivo, el puerto debe desarrollar sus infraestructuras. El proyecto de ampliación permitirá responder a un importante déficit de puntos de amarre con la creación de 1.200 plazas a flote suplementarias y, también, consolidar el conjunto del sector náutico. Las técnicas aplicadas para elaborar este proyecto constituyen una muestra de la mayoría de las principales técnicas de obras marítimas:**

> Dragados a poca profundidad, con descarga en alta mar;

> Una consolidación de piedra con tablestacas, viga de coronación y tirantes de anclaje,

> Un dique en elementos de hormigón prefabricado sobre pilotes, con tablestacado paraolas,

> Un espigón de escollera sobre inclusiones rígidas,

> Un dique de escollera sobre drenajes verticales. □





# PONTS DE LA VENDÉE À NANTES

AUTEUR : QUENTIN DESJARS, INGÉNIEUR TRAVAUX, SOLETANCHE BACHY

LES TRAINS QUI CIRCULENT ENTRE NANTES ET BORDEAUX TRAVERSENT LA LOIRE À NANTES PAR LES PONTS DE LA VENDÉE. CES OUVRAGES SE COMPOSENT DE TROIS VIADUCS MESURANT 322 M, 240 M ET 103 M DE LONGUEUR QUI FRANCHISSENT LES BRAS DE LA LOIRE AU NIVEAU DE L'ÎLE DE NANTES. ILS APPARTIENNENT À RFF (RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE). LES FONDATIONS QUI SUPPORTENT LES PILES DES DEUX PREMIERS OUVRAGES ONT ÉTÉ CONFORTÉES PAR SOLETANCHE BACHY, LA MAÎTRISE D'ŒUVRE ÉTANT ASSURÉE PAR LA SNCF.



© CÉDRIC HELSLY

## HISTOIRE DES OUVRAGES

À cet endroit, dans l'est de Nantes, l'île de Nantes sépare la Loire en deux bras : le bras de Pirmil au sud, et le bras de la Madeleine au nord (figure 2). Les ponts de la Vendée ont été construits dans les années 1860. Chaque pile est fondée sur un caisson métallique havé descendu à une quinzaine de mètres et rempli de maçonnerie ou de béton de remplissage de l'époque.

Lors de la construction des ponts, tous les caissons n'ont pu être descendus jusqu'au rocher, ainsi les piles reposent-elles souvent sur une couche d'alluvions de qualité médiocre et d'épaisseur variable. Lors de la construction, des tassements atteignant jusqu'à 40 centimètres ont été observés sur certaines piles, imputables aux couches géologiques sous-jacentes.

Pendant la seconde guerre mondiale, la cité des Ducs de Bretagne a été violem-

ment bombardée et en partie détruite. Ces ponts n'ont pas été épargnés, dont certaines parties ont été détruites. Après-guerre, les parties démolies de ces ponts ont été reconstruites sur les fondations d'origine. Dès que la

1- Forage.

2- Les Ponts de la Vendée, à gauche : Pirmil ; à droite : Madeleine.

1- Drilling.

2- The «Vendée» bridges, on the left: Pirmil; on the right: Madeleine.

maçonnerie saine était retrouvée, le caisson d'origine était réutilisé comme fondation.

Depuis, la SNCF a mis en place un suivi régulier du comportement des ponts par relevé topographique de précision. Ces dernières années, les mesures ont mis en évidence un léger tassement des ouvrages.

Une campagne de reconnaissance a été menée. Des sondages carottés et destructifs ont confirmé l'état d'altération des piles.

Le maître d'ouvrage a estimé que le tassement pouvait se poursuivre.

La circulation des TGV et TER sur les Ponts de Vendée fait l'objet d'une restriction de vitesse.

Il s'agit de préparer l'ouvrage pour le cas où, à l'avenir, les conditions d'utilisation seraient modifiées. Il a donc fallu définir un traitement pour enrayer le tassement des fondations (figure 3).

## LE TRAITEMENT RETENU

La solution retenue par le maître d'œuvre pour le confortement des fondations consistait en un traitement par injection de coulis de ciment.

L'objectif était de renforcer les massifs de fondation ainsi que les couches d'alluvions sous-jacentes jusqu'au socle rocheux composé de micaschistes.

Les spécifications de l'appel d'offres consistaient en un traitement à base de tubes mixtes : tube à manchettes pour les alluvions (en profondeur), tube fendu pour le caisson de fondation (au-dessus).

Un système de sac gonflant était prévu pour séparer les zones sujettes à des traitements différents. À ce stade, le forage était prévu réalisé en tiges-tubes pour pouvoir équiper avec les tubes mixtes.

Soletanche Bachy a proposé alors une variante inspirée par son expérience sur des projets analogues (figure 1). ▷



3

© BRUNO BAUDRY

## UN MILIEU FLUVIAL ET MARITIME

Le chantier s'est déroulé en milieu fluvial, à proximité du centre ville de Nantes.

En ce lieu, la Loire combine des caractéristiques fluviales et maritimes.

Le débit et la hauteur moyenne varient selon les précipitations dans le bassin versant amont, avec possibilité de crue.

Par ailleurs, cette zone de l'estuaire de la Loire dans l'Océan Atlantique est assujettie au régime des marées.

Le flot et le jusant sont très marqués, avec leurs courants associés. L'amplitude du marnage dépend des coefficients de marée. Ceci a conditionné le choix du matériel nautique et le phasage des opérations.

## LE MATÉRIEL UTILISÉ LA PLATE-FORME AUTOÉLÉVATRICE

L'ouvrage n'étant pas accessible depuis le haut, c'est depuis le fleuve que les travaux devaient être menés.

Une plate-forme autoélévatrice permettait d'installer la foreuse de manière stable et indépendante des niveaux très fluctuants de la Loire (figure 4).

La plate-forme autoélévatrice Fugro-Seacore utilisée a pour dimensions 9 m x 12 et comporte des pieux de 24 m à l'arrière et 16 m à l'avant.

## LE POUSSEUR MULTICAT

La plate-forme autoélévatrice n'étant pas automotrice il faut la déplacer avec un pousseur.

## 3- Passage de TER sur le Pont, bras de Pirmil.

## 4- Plate-forme en station sur le bras de Pirmil.

## 5- Plate-forme en déplacement.

## 3- Regional train crossing on the bridge, Pirmil arm.

## 4- Stationary formation level on the Pirmil arm.

## 5- Moving formation level.

Ce navire doit également assurer les servitudes suivantes :

- Approvisionnement en ciment,
- Approvisionnement en fuel,
- Réalisation de travaux divers sur les piles.

Le navire de servitude utilisé est un MULTICAT à faible tirant d'eau, manoeuvrable, équipé d'un bras HIAB pour les tâches usuelles, et capable de servir en tant que pousseur (figure 5).

## LE MATÉRIEL DE FORAGE ET D'INJECTION

Une foreuse a été installée sur la plate-forme autoélévatrice. On a choisi une machine particulièrement manoeuvrable pour réaliser des auréoles de forage complexes et tenant compte de



4

© HERVÉ COIFFIC



5

© RAPHAËL THILL



6

© QUENTIN DESJARS

l'espace réduit offert par la plate-forme. Une centrale d'injection a été disposée à l'arrière de la plate-forme. On y fabrique le coulis (ciment, bentonite) à partir de matériaux en sacs livrés sur palettes et d'eau de la ville approvisionnée par une conduite installée sous les ponts (figure 6).

### LE CHANTIER PRÉPARATION

Le plan de tir des forages proposé dans le dossier d'appel d'offre s'est révélé incompatible avec les caractéristiques géométriques du matériel de forage.

Aussi l'entreprise a-t-elle réalisé une bathymétrie du lit du fleuve, un relevé des parties immergées des piles ainsi qu'un relevé de la partie découverte de chaque appui.

Ces données ont permis la modélisation 3D de chaque pile. Le bureau d'études de Soletanche Bachy a conçu un plan de tir pour chaque pile respectant les zones à traiter, et réalisable avec la foreuse.

Chacune des 13 piles a fait l'objet d'un plan validé par le maître d'œuvre.

### PRODUCTION

Neuf forages de points d'impact, directions et inclinaisons différents permettaient le traitement de chaque demi-pile.

La plate-forme de travail était située entre 2 et 6 mètres au-dessus de l'entablement. Des avant-trous étaient

### 6- Plate-forme en station.

### 7- Tubes guides.

### 6- Stationary formation level.

### 7- Guide tubes.

réalisés pour stabiliser l'outil de forage sur le point d'impact.

La plupart des forages ont été descen-

dus à 25 m de profondeur, avec un ancrage de 50 cm dans le rocher.

La constitution variable des piles rendait le projet complexe.

Ces dernières se sont révélées tantôt creuses et molles, avec un forage qui progressait très facilement, tantôt remplies de ferrailles à des profondeurs diverses. Il fallait alors s'adapter pour pouvoir progresser, dans toutes les conditions. Le forage était donc essentiellement imprévisible, tout comme l'injection. On a constaté que

certains forages absorbaient énormément quand d'autres montaient en pression immédiatement. Le chantier a duré 6 mois pour le traitement des 13 piles comportant 4 500 m de forage et 210 m<sup>3</sup> de coulis d'injection.

### LES EFFETS DU MILIEU MARITIME ET FLUVIAL PÉRIODE HIVERNALE

Le régime fluvial propre à la Loire impose tout d'abord une organisation particulière pour garantir que les travaux seront terminés avant la période hivernale. Les crues qui surviennent habituellement à partir de décembre/janvier ne permettent pas de travailler dans des conditions suffisantes de sécurité.

Certaines opérations simples deviennent, en période de crue, difficiles voire dangereuses :

- Déplacement de personnel en barque, en particulier de nuit ;
- Mise en station en l'absence d'étalement de la plate-forme en convoi avec le pousseur ;
- Embâcles charriant des troncs et divers débris ;
- Stabilité de la plateforme en station, non assurée lorsque le débit est très fort.

Pour ces raisons, Soletanche Bachy a mis en place, dès le début du chantier une organisation et des moyens susceptibles d'assurer que les travaux seraient finis avant la période hivernale. ▢



7

© CÉDRIC HELSLY



© BRUNO BAUDRY

## MARÉES

Le marnage atteint 5 m d'amplitude à Nantes. Cela signifie que les têtes des forages étaient tantôt immergées, tantôt découvertes. Les approvisionnements en ciment et fuel, notamment pour le chargement des palettes de ciment, dépendaient de la hauteur d'eau. Il s'agissait de s'organiser en travaillant à la marée pour certaines tâches. À marée basse, des tubes guides ont été plantés dans chaque forage. Le haut de ces tubes était calé pour se trouver hors d'eau en permanence (figure 7).

Les déplacements de la plateforme d'une pile à l'autre se sont effectués selon le flux.

Il fallait être à contre-courant (en marée descendante pour les demi-piles en aval, et en marée montante pour les demi-piles en amont).

Si une marée n'était pas utilisée, il faut attendre environ 12 heures la prochaine (figure 8).

## BILAN

À l'achèvement du chantier, on peut se féliciter du bon déroulement des tra-

**8- Plate-forme en déplacement.**

**9- Plate-forme en station.**

**8- Moving formation level.**

**9- Stationary formation level.**

vaux, terminés avant l'arrivée de l'hiver et de ses crues.

Toutes les piles concernées ont reçu le traitement de confortement nécessaire. Parmi les facteurs de réussite de ce chantier, on notera une bonne communication entre l'entreprise et le maître d'œuvre ainsi qu'une grande réactivité face aux difficultés rencontrées (figure 9). □

## LE SAINT GERMAIN

La présence du Saint Germain, navire sablier de Loire a conduit l'entreprise à travailler deux week-ends. Ce bateau de 4 000 t et de 75 m de long est très peu manoeuvrable. D'où la nécessité d'une efficace concertation avec l'armateur pour prévoir les travaux en fonction de son passage. En particulier, la pile située au centre des passes navigables empruntées par le bateau a été traitée en périodes de mortes-eaux, quand les coefficients de marée sont très faibles. Pendant ces créneaux, même en pleine mer, le tirant d'eau du bateau n'est pas garanti. Ces périodes de mortes-eaux sont tombées pendant les week-ends. Le chantier a dû adopter une organisation particulière pour se conformer à la législation du travail.

## LES CHIFFRES

**13 piles concernées : 26 demi-piles**

**300 forages - 4 500 m forés**

**210 m<sup>3</sup> de coulis de ciment mis en place : 80 m<sup>3</sup> dans les alluvions, 130 m<sup>3</sup> dans les piles**

**Travaux de juin à novembre 2012.**

## LES INTERVENANTS

**MAÎTRE D'OUVRAGE :** Réseau Ferré de France

**MAÎTRE D'OUVRAGE MANDATÉ :** SNCF

**MAÎTRE D'ŒUVRE :** SNCF

**ENTREPRISE :** Soletanche Bachy

**MONTANT DE L'OPÉRATION :** 2 950 000 €

## ABSTRACT

### «PONTS DE LA VENDÉE» BRIDGES IN NANTES

QUENTIN DESJARS, INGÉNIEUR TRAVAUX, SOLETANCHE BACHY

**Consolidation of the foundations supporting the piers of the Vendée bridges** was carried out between June and November 2012. These railway structures were treated by grout injection by the contractor Soletanche Bachy. To obtain access to the piers, the drilling and grout injection equipment was installed on a self-jacking platform making the works independent of the conditions in the Loire River which, at this location, is both a river and a maritime waterway with strong currents and major tides. Rail traffic was maintained during the works. On this complex project which gave rise to problems which were not all foreseen, good reactivity and good communication between the contractor and the project manager were undeniable factors of success. □

### PUENTES DE LA VENDÉE EN NANTES

QUENTIN DESJARS, INGÉNIEUR TRAVAUX, SOLETANCHE BACHY

**La consolidación de los cimientos que sostienen los pilares de los puentes de la Vendée** tuvo lugar entre junio y noviembre de 2012. Estas estructuras ferroviarias se sometieron a un tratamiento por inyección realizado por la empresa Soletanche Bachy. Para acceder a los pilares, los equipos de perforación y de inyección se instalaron sobre una plataforma autoelevadora que independizaba la obra del régimen del Loira que, en este lugar, es a la vez fluvial y marítimo con importantes corrientes y oscilaciones de nivel. El tráfico ferroviario se mantuvo durante las obras. En este complejo proyecto que planteó dificultades, algunas de las cuales no se habían previsto, una buena reactividad y una excelente comunicación entre la empresa y el promotor fueron factores de éxito indiscutibles. □

# COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DE TRAVAUX

REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS



880 - SOLS & FONDATIONS



881 - TRANSPORTS & INFRASTRUCTURES



882 - PATRIMOINE & REHABILITATION



883 - TRAVAUX SOUTERRAINS



884 - INTERNATIONAL



885 - ROUTES ET TERRASSEMENTS



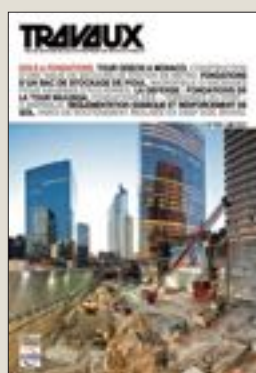
886 - VILLE DURABLE - ENERGIE - URBANISME



887 - EAU, BIODIVERSITE & INFRASTRUCTURES



888 - OUVRAGES D'ART



889 - SOLS & FONDATIONS



890 - TRANSPORTS, ROUTES ET TERRASSEMENTS



891 - PATRIMOINE & REHABILITATION



892 - LGV RHIN-RHÔNE



893 - INTERNATIONAL



894 - TRAVAUX SOUTERRAINS

## BON DE COMMANDE

À renvoyer à : Com et Com - Service Abonnements TRAVAUX - Bât. Copernic - 20 av. Édouard Herriot - 92350 Le Plessis-Robinson  
Tél. : +33 (0)1 40 94 22 22 - Fax : +33 (0)1 40 94 22 32 - Email : revue-travaux@cometcom.fr

**JE COMMANDE LES NUMÉROS SUIVANTS** (cochez les cases de votre choix en indiquant le nombre d'exemplaires) :

- 880 x  881 x  882 x  
 883 x  884 x  885 x  
 886 x  887 x  888 x  
 889 x  890 x  891 x  
 892 x  893 x  894 x

Soit un montant total de :  
\_\_\_\_\_ numéros x 25 € = \_\_\_\_\_ €

(Pour une commande de plus de 20 numéros le prix passe de 25 € à 20 € l'unité. Pour plus de 100 numéros commandés le prix est de 17 € l'unité. Pour les auteurs de la revue le prix est de 15 € l'unité).

**JE VOUS INDIQUE MES COORDONNÉES :**

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
 Entreprise \_\_\_\_\_ Fonction \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_  
 Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_  
 Tél. : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_  
 Email : \_\_\_\_\_  Merci de ne pas communiquer mon adresse mail.

Je joins mon règlement d'un montant de \_\_\_\_\_ € TTC par Chèque à l'ordre de ESI

**ATTENTION : tous les règlements doivent être libellés exclusivement à l'ordre de ESI**

- Je réglerai à réception de la facture  
 Je souhaite recevoir une facture acquittée

Date, signature et cachet de l'entreprise obligatoire



1  
© PHOTOTHÈQUE SAIPEM

# UNE NOUVELLE JETÉE RECORD EN COLOMBIE

AUTEUR : JÉRÔME HILT, CHEF DE PROJET, SAIPEM

**ENTRE FÉVRIER 2011 ET NOVEMBRE 2012, SAIPEM A RÉALISÉ DANS LE NORD DE LA COLOMBIE LA JETÉE DU NOUVEAU TERMINAL D'EXPORT DE CHARBON DE PUERTO NUEVO, ÉTABLISSANT AU PASSAGE UN NOUVEAU RECORD DE LONGUEUR POUR CE TYPE D'OUVRAGE DANS LE PAYS, SUIVANT UNE MÉTHODE DE CONSTRUCTION INNOVANTE.**

## CONTEXTE

La Colombie est un des premiers exportateurs de charbon au monde. Ce combustible est extrait des mines à ciel ouvert, notamment au nord du pays et acheminé jusqu'aux États-Unis et en Europe - en particulier en Allemagne - afin d'alimenter les centrales électriques. Acheminé par d'immenses trains depuis les mines, situées à

une centaine de kilomètre de la côte, le charbon est ensuite chargé, dans la région de Santa Marta, à bord de navires. Du fait de la très faible profondeur d'eau dans toute la baie de Santa Marta, le charbon était jusqu'à ce jour chargé à bord de petites barges à fond plat, et celles-ci étaient ensuite remorquées jusqu'aux navires de transport, ancrés au large, afin de procéder au

**1- Vue générale de la plateforme et la jetée, depuis le Cantitravel.**

**1- General view of the platform and jetty, from the Cantitravel.**

transbordement de la marchandise. C'est dans l'optique de se conformer avec les nouvelles lois environnementales colombiennes et d'optimiser cette phase de chargement de navires que Prodeco, filiale de la société minière Glencore, a décidé la construction d'un nouveau terminal de chargement à proximité de la commune de Cienaga, dans la région de Magdalena (figure 2)

et en a confié en 2011 le design et la réalisation à Saipem. Ce projet est connu sous le nom de Puerto Nuevo. Le projet a donc consisté en la réalisation d'une jetée pour un terminal de chargement de charbon, dans le Nord Est de la Colombie (figure 1). Au bout d'une jetée de 1 700 m de long sur pieux battus, une plateforme de 350 m par 25 m, également sur pieux battus, permettra lors de l'exploitation l'accostage et le chargement simultané de 2 navires parmi les plus gros au monde (300 m de long, 18 m de tirant d'eau et 200 000 tonnes de déplacement). En parallèle, un chenal d'accès a été dragué par un cotraitant, pour porter à 20 m la profondeur au droit de la plateforme.

Enfin, un système de convoyeurs pour le transport et de chargement du charbon a été installé par un cotraitant à terre et sur la jetée.

## CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES DU SITE

### Stratigraphie

La stratigraphie du site est gouvernée par l'origine des dépôts. Le dépôt sableux provient du massif de la Sierra Nevada, par transport alluvionnaire.

La variabilité du dépôt, depuis des marnes argileuses jusqu'à des sables graveleux, est expliquée par les différences de vitesse de transport hydraulique et par la courbe de la rivière à son embouchure. La couche supérieure de d'argile arrive de beaucoup plus loin par transport alluvionnaire (800 km).

Les données ont été obtenues à partir de la campagne géotechnique menée sur site.

## CARTE DE LOCALISATION DU PROJET



2

### 2- Carte de localisation du projet.

### 3- Synthèse des SPT.

### 2- Project location map.

### 3- SPT review.

### Paramètres de sols

Les paramètres de sols pour le design des pieux sont basés à la fois sur des études en laboratoire sur les prélèvements effectués lors de la campagne géotechnique sur site et sur la synthèse des SPT (figure 4).

Ces paramètres sont ensuite utilisés pour modéliser l'interaction entre les

pieux et le sol. Cette interaction varie avec le sol, sur toute la hauteur du pieu. En conséquence, elle est modélisée par une série de ressorts non linéaires, distribués le long du pieu (figure 4).

Les courbes d'interaction pieu/sol, appelées P-Y, sont ensuite analysés suivant la méthode développée par l'API-RP-2A.

## UN DESIGN ÉPROUVÉ

L'ensemble de la jetée (y compris la plateforme) est constitué d'une structure acier soudée et boulonnée, recouverte par des dalles préfabriquées en béton armé. Les dalles, d'épaisseur 30 à 40 cm, ont été réalisées sur site par les équipes de Saipem en béton C35/45. Cette structure mixte est mise en place sur des pieux en acier, eux-mêmes battus dans le sol à l'aide d'un marteau hydraulique. Les pieux en acier S355 et X60 ont un diamètre extérieur variant de 54 à 60 pouces, et une épaisseur comprise entre 20 et 25 mm. Sur la Trestle, tous les pieux sont verticaux puisque les efforts sont principalement verticaux (portance).

Sur la plateforme en revanche, la structure doit reprendre des contraintes de traction dus à l'accostage des navires, et une partie des pieux sont donc inclinés (figure 5).

Développé depuis le centre d'ingénierie de Saipem basé à Lima, au Pérou, ce design a été optimisé sur la base de différents projets par le passé. Il a en effet été utilisé sur plusieurs projets successifs et l'emploi répété d'un design similaire a permis l'optimisation et l'amélioration de tous les détails. Les problèmes d'interfaces ont été gommés, les difficultés d'installation atténuées, les méthodes d'installation optimisées. Ces étapes successives d'amélioration permettent aujourd'hui de proposer un produit fini de très grande qualité, à moindre coût et dans un délai d'exécution très intéressant.

Un exemple parmi d'autres est la réalisation sur ce projet de modules de structures boulonnées pour supporter les défenses. Sur les projets précédents, ces structures étaient soudées sur les pieux, après battage. Cela engendrait des temps d'utilisation de grues considérables et des périodes d'arrêts pour la soudure et la peinture très importantes, du fait de la houle.

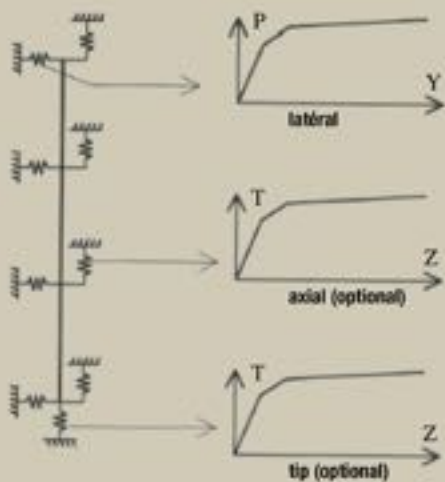
Sur ce projet en Colombie, grâce à l'utilisation de ces modules boulonnés, de gros éléments de plus de 50 tonnes ont été préassemblés à terre et mis en place au niveau de la jetée en un seul coup de grue (figure 6).

## SYNTHÈSE DES SPT



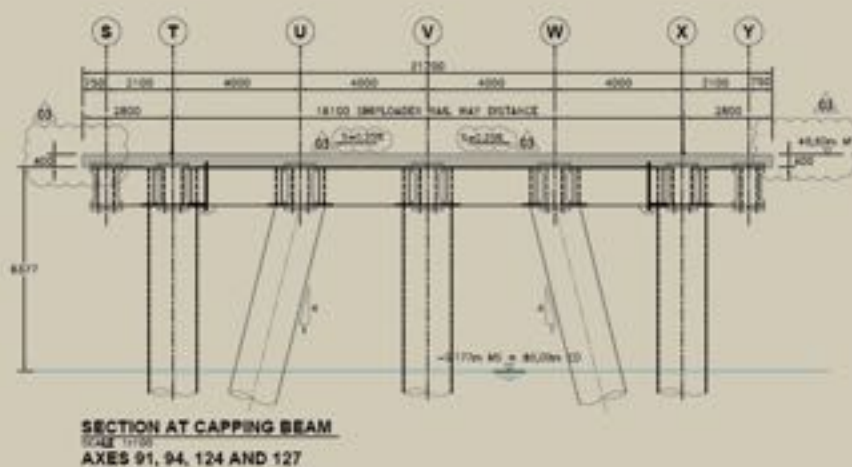
3

## MODÉLISATION DES INTERACTIONS PIEU/SOL



4

## SECTION TYPIQUE DE LA PLATEFORME



5

© PHOTO THÉRIQUE SAPEM

La réutilisation des modèles de calculs et plans généraux et de détails déjà éprouvés a d'autres avantages : elle permet de réduire au minimum la durée des études avant le lancement des achats. Ainsi, le chemin critique qui, sur ce type de projet, passe nécessairement par l'approvisionnement de la structure et des pieux, est optimisé au mieux.

### UN OUTIL DE FABRICATION INNOVANT

La plus grande particularité du projet Puerto Nuevo réside dans l'outil de travail mise en place. Il a en effet été décidé de concevoir et fabriquer une plateforme capable de progresser sur la structure déjà construite et de trans-

porter l'ensemble des outils de battage. Cette plateforme est appelée Cantitravel (figure 7).

Lors de la réalisation d'un chantier de travaux maritimes, il faut en permanence composer avec la météo et autres éléments, notamment l'état de la mer. Bien souvent, le planning d'un projet doit prendre en compte des périodes plus ou moins longues durant lesquelles l'activité du chantier est arrêtée, du fait d'une mer agitée qui empêche la réalisation des tâches les plus critiques. Les engins de levage situés sur des barges flottantes ou les jack-up lors de leurs phases de déplacement sont ainsi particulièrement sensibles à l'état de la mer. L'idée du Cantitravel est née de ce constat : travailler depuis la terre

### 4- Modélisation des interactions pieu/sol.

### 5- Section typique de la plateforme.

### 6- Une structure de support de défenses, préas- semblée à terre.

### 4- Modelling of pile/soil interactions.

### 5- Typical cross section of the platform.

### 6- A protection support struc- ture, preassembled on land.

permet de s'affranchir de l'état de la mer, et donc de maximiser le temps de travail efficace.

Dans le cas du projet Puerto Nuevo, les conditions de mer sont, la plupart du temps, clémentes. Toutefois, l'absence d'une quelconque installation portuaire à proximité immédiate du site, pour le chargement et déchargement des pieux, structures et dalles sur les barges, rendait nécessaire la construction d'infrastructures temporaires lourdes, et longues à réaliser. Pour toutes ces raisons, la solution d'un Cantitravel s'est imposée.

Le Cantitravel est une grande plateforme métallique, supportant une grue et les outils de mise en place des pieux - marteau hydraulique IHC 270 t,



6

© PHOTO THÉRIQUE SAPEM





7

© PHOTOTHÈQUE SAIPEM

vibrofonceur ICE 816, générateur et compresseur... - et qui se déplace sur la structure de l'ouvrage déjà réalisée précédemment. Cette plateforme, qui pèse plusieurs centaines de tonnes, a été fabriquée au Pérou, avant d'être transportée sur site puis assemblée à terre, juste avant les premiers pieux de la jetée (figure 8). Là encore, l'étape de conception et de réalisation du Cantitravel est assez longue, et sur le chemin critique du projet. Saipem a capitalisé sur son expérience des projets précédents pour minimiser le temps de mise en œuvre de cette plateforme.

Une fois montée, cette plateforme progresse à l'aide de mouffes ou de vérins, sur des poutres-rails eux-mêmes posés sur la structure de la jetée.

**7- Le Cantitravel.**

**8- Le Cantitravel au début de la jetée.**

**7- The Cantitravel.**

**8- The Cantitravel at the start of the jetty.**

Un cycle de travail se décompose de la manière suivante :

- Mise en fiche des pieux à l'avant du Cantitravel (figure 9) ;
- Pose de la structure sur les pieux, connectée à la structure déjà en place ;
- Déplacement du Cantitravel, sur les pieux qui viennent d'être battus ;
- Mise en place des dalles préfabriquées, à l'arrière du Cantitravel, sur la structure récemment posée ;
- Démarrage d'un nouveau cycle.

La répétition de ces cycles permet de rapprocher la production d'un processus industriel. Chaque tâche est analysée et décortiquée, afin de gagner quelques minutes. Ainsi, au cours même du projet, des modifications à la plateforme ou à l'enchaînement des

tâches sont apportées afin de gagner de précieuses heures sur le cycle.

Ces modifications sont bien évidemment intégrées, en fonction de leur pertinence, sur les prochains projets. Il faut également noter que cette méthode de construction permet l'approvisionnement de tous les matériaux (pieux, structures, dalles) via la jetée en cours de construction, par des moyens terrestres. L'approvisionnement est donc beaucoup plus simple que via des barges, dans le cas d'une construction par voie maritime. Toutefois, du fait de l'étroitesse de la jetée, les allers et retours des engins sur la jetée doivent donc être gérés de très près et le poste de responsable des transports sur site s'avère crucial pour la bonne marche du chantier (figure 10).



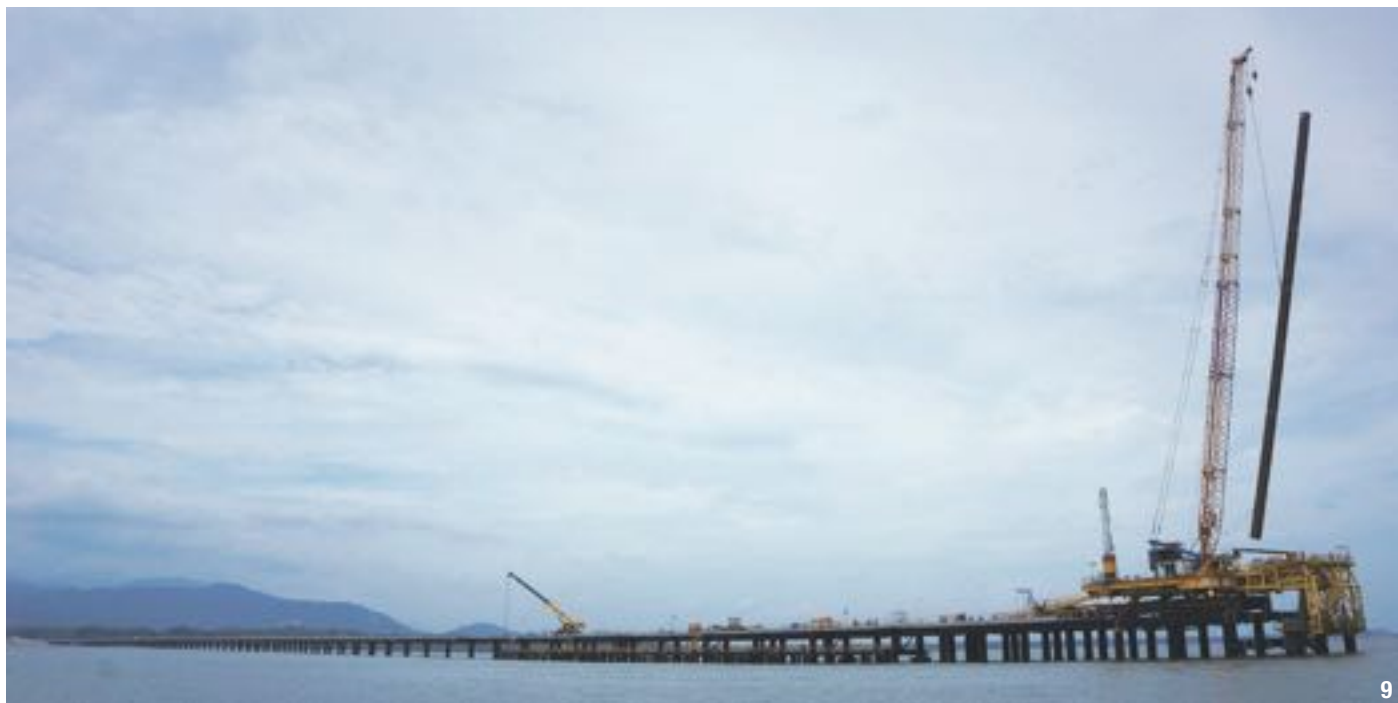
## LA FOURNITURE DES TUBES ET DES STRUCTURES

Comme expliqué précédemment, le chemin critique de ce type de projet passe par l'approvisionnement des structures et des pieux. Après une phase de design réduite au maximum, comme expliqué plus haut, des consultations sont lancées, par le département Achats de Saipem. La centralisation de tous les achats importants au sein d'un seul département dédié chez Saipem permet ainsi de faire bénéficier chaque projet de la force du groupe, en termes de recherches de fournisseurs et de poids dans la négociation.

À ce titre, les 10 000 tonnes de pieux ont été fabriqués et peints en Chine et en Turquie, et ont été acheminés par bateau, en longueur de 12 à 18 m. ▷

© PHOTOTHÈQUE SAIPEM

8



9

© PHOTO THÉQUE SANPEM

Ils ont ensuite été raboutés sur site, sur une ligne de soudage automatique, en fonction des longueurs requises à chaque nouvelle travée. Au final, les plus long pieux mesuraient jusqu'à 72 m.

La flexibilité apportée par la mise en place d'une ligne de raboutage des piles directement sur site a permis d'optimiser au maximum la quantité de tubes achetés, malgré la présence d'un terrain très hétérogène. Situé à proximité de l'embouchure d'une rivière (le Rio Magdalena), les sols se sont en effet avérés extrêmement changeants. Il est ainsi arrivé plusieurs fois, pour 2 pieux d'une même file et situés donc à 8 m l'un de l'autre, de devoir battre un pieu 10 m plus profondément que l'autre.

Les 10 000 tonnes de structures ont quant à elles été fabriquées et peintes aux Émirats Arabes Unis, et acheminés également par bateau jusqu'en Colombie.

Tous ces éléments ont été déchargés au port du Santa Marta, situé à une vingtaine de kilomètres du site. Une cellule dédiée a géré le dédouanement qui, comme dans beaucoup de pays, est une activité critique en termes de planning, surtout lorsque les volumes et les caractéristiques des marchandises importées sortent de l'ordinaire. La connaissance parfaite des rouages de l'administration du pays est primordiale pour anticiper la préparation de tous les documents nécessaires au dédouanement.

Le transport jusqu'au site fait appel à de nombreux convois hors gabarit et la liaison avec les autorités locales est permanente.

#### LA PRÉFABRICATION SUR SITE

Les dalles en béton armé ont été préfabriquées sur site.

Un atelier de préfabrication béton a ainsi été créé sur site, depuis le façonnage des aciers jusqu'au coulage du béton.

En période de pointe, ce sont 8 dalles de plus de 20 t chacune qui ont été

**9- Mise en fiche d'un pieu incliné.**

**10- Transport d'une structure de support de défenses.**

**9- Setting an inclined pile.**

**10- Transport of a fender support structure.**

fabriquées chaque jour, avec les spécificités et réservations que chacune contenait (figure 11).

L'utilisation de ponts roulants de forte capacité s'est avérée primordiale, tant le nombre de manipulations par dalles est important au niveau du parc de finitions et stockage.

En parallèle, afin de minimiser les tâches sur le chemin critique, et notamment le temps d'utilisation de la grue de l'atelier principal de battage, les différentes poutres de structures étaient assemblées sur des bancs prévus à



10

© PHOTO THÉQUE SANPEM



11

© PHOTO THÉQUE SAIPEM



12

© PHOTO THÉQUE SAIPEM

**11- Préfabrication des dalles en béton.**  
**12- Structures préassemblées à terre.**

**11- Prefabrication of the concrete slabs.**  
**12- Structures preassembled on land.**

## PROJET PUERTO NUEVO

**CLIENT :** Prodeco, filiale colombienne de Glencore

**ENTREPRISE :** Saipem

**PIEUX ACIER :** 377, dia. ext. 54" et 60", épaisseur 20 et 25 mm (10 500 t)

**STRUCTURES ACIER (CHEVÊTRES, POUTRES) :** 11 000 t

**BÉTON (DALLES PRÉFABRIQUÉES) :** 9 300 m<sup>3</sup>

**DURÉE CONTRACTUELLE :** 22 mois - **DURÉE RÉELLE :** 21 mois

cet effet, en colis de 20 à 40 tonnes (figure 12).

Chaque ensemble de 5 à 10 poutres était ensuite emmené jusqu'au Cantitravel par des fardiers de transport de forte capacité. Ceci permettait ainsi de limiter le nombre de coups de grue et le nombre de boulons à serrer par l'atelier Cantitravel.

### LES HOMMES AU CŒUR DU PROJET

Partout dans le monde, Saipem s'efforce de faire appel au maximum à la main d'œuvre locale, et le projet Puerto Nuevo n'a pas fait exception à la règle. Plus de 70 % des ressources humaines du projet, soit plus de 600 personnes au pic d'activité, étaient issues des communautés avoisinantes.

Pour s'assurer que les très stricts standards Saipem de sécurité et de qualité soient respectés, un programme de formation intense, validé par les organismes étatiques colombiens, a été mis en place, pour des activités aussi diverses que le levage, le travail en hauteur ou la survie en mer... L'ensemble des employés a notamment participé au programme Leadership in Health and Safety, programme déployé au sein de tout le groupe Saipem. Grâce à la qualité de la main d'œuvre locale, mais également grâce aux programmes de formation et de contrôle de la construction, le projet a été mené à son terme sans un seul accident avec arrêt.

### CONCLUSION

En misant sur une technologie éprouvée mais sans cesse optimisée et sur des méthodes de construction innovantes, Saipem a réalisé avec le projet Puerto Nuevo son premier ouvrage de travaux maritimes en Colombie, et bâti en un temps record la plus longue jetée du pays.

Ce projet est une nouvelle vitrine de la capacité de Saipem à mener des projets clé en main, dans les délais et en toute sécurité. □

#### ABSTRACT

### A NEW RECORD JETTY IN COLOMBIA

JÉRÔME HILT, SAIPEM

Between 2011 and 2012, Saipem carried out the EPC project for the largest jetty on piles in Colombia, for the development of a coal export terminal in the north of the country. With a special production tool, a mobile platform called Cantitravel, 377 piles, 11,000 tonnes of structures and 750 prefabricated reinforced concrete slabs were prepared and set up at sea in 13 months, to build a jetty capable of receiving two ships 300 metres long. □

### UN NUEVO MUELLE RÉCORD EN COLOMBIA

JÉRÔME HILT, SAIPEM

Entre 2011 y 2012, Saipem realizó el proyecto EPC del mayor muelle sobre pilotes de Colombia, para el desarrollo de una terminal de exportación de carbón en el norte del país. Utilizando una herramienta de producción específica, una plataforma móvil denominada Cantitravel, en 13 meses se prepararon e instalaron en el mar 377 pilotes prefabricados, 11.000 toneladas de estructuras y 750 losas prefabricadas de hormigón armado, para construir un muelle capaz de acoger 2 buques de 300 metros de eslora. □

1- La jetée.

1- The jetty.

© PHOTOTHÈQUE SAPEM

# ARZEW AMMONIA - JETÉE DE CHARGEMENT D'AMMONIAC ET D'URÉE EN ALGÉRIE

AUTEURS : OLIVIER GUINET, DIRECTEUR DE PROJET, SAIPEM SA - JÉRÔME HILT, CONSTRUCTION MANAGER, SAIPEM SA - PHILIPPE LELEU, CHEF DE PROJET, SAIPEM SA

LA JETÉE DE ARZEW AMMONIA, SITUÉE À PROXIMITÉ DU VILLAGE DE MERS EL HADJADJ, SUR LA CÔTE NORD OUEST DE L'ALGÉRIE EST AUJOURD'HUI RÉCEPTIONNÉE. CETTE JETÉE S'INSCRIT DANS LE CADRE DU PROJET ALGERIA OMAN FERTILIZER PLANT MARINE TERMINAL. SA RÉALISATION A ÉTÉ CONFÉE PAR SONATRACH AU GROUPEMENT SAIPEM SA ET SAIPEM CONTRACTING ALGÉRIE. CETTE JETÉE DE 1500 M PERMET LE CHARGEMENT SIMULTANÉ DE 2 NAVIRES DE 10 000 À 60 000 T DÉDIÉS AU TRANSPORT D'URÉE OU AMMONIAC.

## CONTEXTE

L'Algérie est un des premiers exportateurs de pétrole et de gaz naturel au monde, cette ressource représentant actuellement plus de 90% de son PIB. L'opérateur national Sonatrach désirent diversifier sa production, a formé le consortium Algeria Oman Ammonia afin de construire et exploiter une usine de fabrication d'ammoniac et d'urée, en bénéficiant du gaz naturel algérien. L'ammoniac et l'urée sont deux matières premières nécessaires à la production d'engrais. La jetée de Mers-el-Hadjadj permet l'exportation dans de bonnes conditions économiques et environnementales.

Le site est situé sur une zone à forte densité industrielle, entre Arzew et Mostaganem, dans la Wilaya d'Oran (figure 2). Les ports les plus proches ne sont pas équipés des infrastructures nécessaires au chargement des navires en urée (en vrac) ou en ammoniac liquide (à -33°C). Ce dernier produit étant également fortement toxique, il a été décidé de le livrer sur site, par l'intermédiaire d'une jetée et d'un quai de chargement dédiés.

## DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Il est constitué d'une plateforme de chargement mixte avec structure métallique et dalles en béton armé, de 260 m de long par 60 m de large, posée sur 156 pieux en acier de diamètre 60". Cette plateforme permet



2- Le site situé entre Arzew et Mostaganem.

2- The site located between Arzew and Mostaganem.

l'accostage simultané de 2 navires de 10 000 à 60 000 t dédiés au transport d'urée ou ammoniac (figure 3). La plateforme sur pieux supporte deux postes de chargement d'urée et un poste de chargement d'ammoniac

avec toutes les installations associées nécessaires au chargement et à l'exportation des produits : bras de chargement d'ammoniac, convoyeurs d'urée en granulés, systèmes de défenses, passerelles, crochets d'amarrage à largage rapide, trois dauphins d'amarrage arrière et avant, systèmes de positionnement de navires et d'aides à la navigation.

La capacité de chargement est de 1200 t par heure pour chaque convoyeur d'urée et de 1000 t par heure d'ammoniac liquide. Les convoyeurs d'urée et les systèmes de chargement d'ammoniac ont été

fournis par le client Sonatrach, et ont été installés par Saipem.

Cette plateforme de chargement est reliée à la côte par une jetée de 1200 m de long et 20 m de large, constituée d'une structure mixte identique à la plateforme et supportée par 122 pieux (figure 4).

Depuis l'usine à terre, construite par le consortium Daewoo EC et Mitsubishi HI contracté par le groupement AOA/Sonatrach, les produits finis (urée et ammoniac liquide) sont transférés au moyen d'un ensemble constitué de convoyeurs, tours de transfert et pipe-racks (figure 5).

## PRINCIPE DE CONSTRUCTION

Le principe de construction de l'ensemble jetée/plateforme est basé sur l'utilisation d'une plateforme de travail mobile, le cantitravel, supportant une grue de 400 t et un marteau hydraulique. Cette technologie développée sur de précédents projets a été adaptée et optimisée en fonction des contraintes spécifiques au projet. Le cantitravel a été fabriqué au Pérou puis livré en 162 éléments en Algérie. Il a été assemblé sur site au cours de l'hiver 2010, pour un battage des premiers pieux en février 2010. Ce principe de construction permet de s'affranchir des conditions marines et en particulier des effets de la houle et de limiter voire supprimer les approvisionnements par voie maritime (figure 6).



© PHOTO THÈQUE SAFEM

### PRÉFABRICATION À TERRE

La zone industrielle d'Arzew étant très densément construite, la zone allouée au projet pour la préfabrication à terre était exigüe.

Or sur ce type de projet où la plupart des matériaux, que ce soient les pieux, la structure métallique ou les dalles, sont achetés à l'extérieur du chantier, il faut une capacité de stockage importante, de manière à pouvoir faire coïncider les impératifs de production des sous-traitants avec le planning général du chantier.

Par ailleurs, et afin de minimiser les activités sur le cycle critique du cantitravel, les structures sont préassemblées à terre. Cette activité, et le stockage des modules préassemblés requiert une place importante. De ce fait, les mouvements de matériels (pieux raboutés et peints, modules de structure assemblés, dalles préfabriquées) ont été constants sur le chantier, de manière à optimiser l'espace. Pour ce faire, 2 grues à chenilles, dont une de forte capacité, ainsi qu'un stacker (gros chargeur sur pneus), étaient en activité

### 3- La plateforme de chargement.

#### 4- Jetée.

### 3- The loading platform.

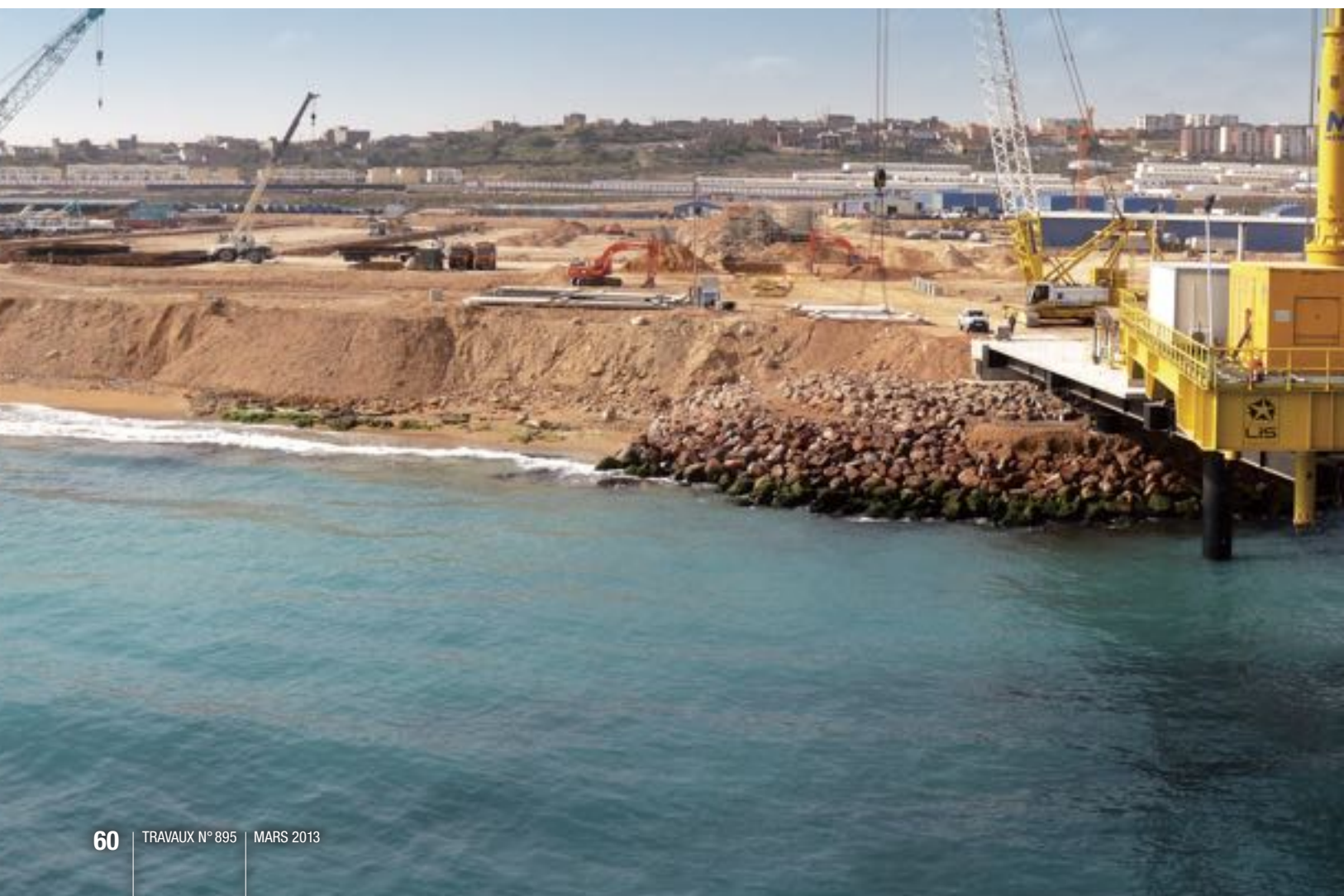
#### 4- Jetty.

éviter les accidents. La zone à terre était divisée en 3 parties bien distinctes :

- La zone d'assemblage, de peinture et de stockage des pieux ;
- La zone de pré-assemblage et stockage des structures métalliques ;
- La zone de stockage des dalles béton.

de jour comme de nuit sur le yard de préfabrication. Ces manutentions incessantes ont requis la formation d'équipes dédiées, et la mise en place de procédures de prévention spécifiques pour

Les pieux, produits en Turquie et amenés par bateau en longueur de 12 à 30 m, sont ensuite raboutés (soudés) sur site pour former des tubes de 35 à 70 m pour les plus longs, partiellement peints. La soudure a été réalisée





à l'aide d'une ligne de raboutage automatisée, mais pour des questions de productivité, d'autres lignes de raboutage manuel ont été créées au cours du chantier pour permettre de suivre le cycle du cantitravel.

Les procédés de soudage sont qualifiés en début de projet, et chaque soudure fait l'objet d'un contrôle dit « non destructif », par ultrasons. Les pieux sont ensuite peints, sauf pour la partie battue dans le sol (figure 7).

Les structures métalliques coiffant les pieux et supportant les dalles béton ont

**5- Jetée et l'usine à terre.**  
**6- Cantitravel.**  
**7- Zone de raboutage des piles.**

**5- Jetty and plant on land.**  
**6- Cantitravel.**  
**7- Piles end-to-end joining area.**

été fabriquées pour partie aux Émirats Arabes Unis, et pour partie en Inde. Ces poutres ont été préassemblées à terre, en modules de 20 à 40 t, afin de limiter au maximum les activités à réaliser in situ, sur le chemin critique. Des bancs de montage ont donc été préparés, afin de réaliser ces assemblages. Les poutres sont boulonnées entre elles, et les brides protégées à l'aide d'une soudure d'étanchéité ou d'un revêtement particulier. Puis les connexions sont peintes. Ces éléments sont ensuite emmenés jusqu'au canti-

travel à l'aide de fardiers de transport. Leur largeur rajoutait à la difficulté du transport dans la zone de préfabrication et sur la jetée, déjà fort encombrées. Les dalles ont été préfabriquées dans une usine située à une quarantaine de kilomètres du chantier. Celle-ci était équipée d'outils adaptés, tels que ponts roulants et tables vibrantes. Toutefois, la complexité des dalles, de par leur forme irrégulière et leurs nombreuses réservations pour les fondations des convoyeurs, a rendu la fabrication assez difficile. ▷

© PHOTOTHÈQUE SAIPEM



Leur taille était également un handicap puisque, de manière à éviter les bétonnages après pose des dalles, leur poids avait été porté à 40 t. Au pic, ce sont pourtant 8 dalles par jour qui étaient fabriquées et décoffrées au bout de 36 heures.

Celles-ci étaient ensuite nettoyées, finies, et expédiées par camion jusqu'au site. Le transport des dalles hors gabarit a nécessité la mise en place de procédures particulières avec des itinéraires de nuit et la présence d'une escorte de gendarmerie.

### MISE EN PLACE DES PIEUX ET STRUCTURES

Le principe du cantitravel est de mettre en place les éléments constitutifs de la jetée depuis la partie déjà construite de l'ouvrage. Ainsi, les travaux sont réalisés « depuis la terre », permettant de s'affranchir au maximum des conditions de mer. Chaque cycle du cantitravel, pour construire une travée de la jetée, se décompose de la manière suivante :

- Battage des pieux ;
- Recépage des pieux à la cote fixée ;



8  
© PHOTOTHÈQUE SAIPEM

- Installation de la poutre maîtresse ;
- Installation des poutres longitudinales, déjà préassemblées en modules ;
- Déplacement des rails du cantitravel, depuis l'arrière vers l'avant de celui-ci ;
- Avancée du cantitravel sur les nouveaux rails installés ;
- Pose des dalles béton à l'arrière du cantitravel.

**8- Mise en fiche d'un pieu de nuit.**  
**9- Poste de nuit.**  
**10- Poutres de superstructure.**

**8- Setting a pile by night.**  
**9- Night shift.**  
**10- Superstructure beams.**

La séquence de réalisation de la jetée est la même à chaque cycle, et l'approvisionnement de chaque matériel doit donc se faire sans heurt sous peine de bloquer complètement la progression du chantier.

Les pieux ont été mis en place à l'aide d'un marteau de 270 t. Les conditions de sol rencontrées étaient assez favorables, avec des marnes argileuses relativement homogènes sur l'ensemble de la zone. Toutefois, certaines zones présentaient des portions de calcarénites, matériau trop dense pour être traversé par les pieux standards.

Dans les zones de calcarénite, il a donc fallu procéder à un renforcement du pied des pieux, par soudure de surépaisseur d'acier. Ainsi équipés, les pieux ont pu être battus à travers les zones durcies, sans déformation, selon une procédure de battage adaptée (figure 8).

Pour optimiser la longueur des pieux et évaluer la portance de ceux-ci, une proportion importante de pieux était instrumentée à l'aide de capteurs afin d'obtenir en temps réel des informa-



9



10





11



12



13



14

tions sur les déplacements des pieux et l'énergie de battage. Cette instrumentation s'est révélée particulièrement intéressante pour valider, avec le client, certaines optimisations faites sur les pieux de l'ouvrage.

Le principe de préfabrication des superstructures métalliques permet une installation rapide une fois les pieux installés puisqu'elle minimise le nombre de manutentions à l'aide de la grue (figure 10).

L'assemblage des structures par boulons a également pour objectif d'optimiser la séquence d'installation.

La soudure est en effet une activité très consommatrice de temps, puisqu'elle nécessite un ajustement très précis des poutres, des conditions climatiques adéquates et un contrôle assez long. Au final, sur Ammonia, 90 000 boulons ont été utilisés pour réaliser l'ouvrage.

## INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS

Les convoyeurs, tours de transfert et piperacks structures, pré-assemblés en modules de dimensions et poids variables (jusqu'à 80 t) ont été installés sur la jetée et la plateforme par les équipes de Saipem, nécessitant le plus

**11- Installation d'un élément du convoyeur.**

**12- On voit sur cette image la complexité du montage des superstructures effectué à 1 500 mètres au large.**

**13- Convoyeur d'urée sur la plateforme de chargement.**

**14- Les bras de chargement et les deux convoyeurs.**

**11- Installation of a conveyor element.**

**12- On this picture one can see the complexity of superstructure assembly performed 1,500 metres offshore.**

**13- Urea conveyor on the loading platform.**

**14- The loading arms and the two conveyors.**

souvent des procédures et moyens de levage particuliers adaptés à l'exiguïté de la plateforme et à la hauteur de mise en place des modules (plus de 20 m au-dessus de la plateforme).

Cette activité a nécessité une phase de mise au point coordonnée par le bureau des méthodes, la mobilisation de personnels spécialisés et l'approvisionnement d'équipements spécifiques (figures 11 & 12).

L'urée est transportée sur un convoyeur allant du point de stockage à terre à la plateforme de chargement, montant à plus de trente mètres vers les bras de chargement (figures 13 & 14).

## LE PREMIER ACCOSTAGE

Malgré des conditions climatiques médiocres, le 31 mai 2012 le premier navire de LPG a accosté l'apponnement (figure 15).

## UNE RÉALISATION MULTI-SITE

L'ouvrage a été réalisé par un Groupement Momentané d'Entreprises comprenant Saipem SA et Saipem Contracting Algérie.

Le contrat a débuté en avril 2009 et, malgré de nombreux retards dans la réalisation de l'usine d'engrais, le pre-

mier accostage d'un navire a eu lieu le 31 mai 2012. L'ouvrage a été réceptionné en juillet 2012.

Une particularité de ce projet est la diversité des ressources utilisées dans le Groupe Saipem :

- Études de base et coordination du projet en France ;
- Procurement des pieux en Turquie ;
- Préfabrication des structures en Inde et aux Émirats Arabes Unis ;
- Étude de détails au Brésil et au Pérou ;
- Construction en Algérie.

La fourniture des pieux et des structures portuaires locales contraignantes, alors qu'une livraison régulière de ces éléments était primordiale pour la tenue des délais. La surface de la zone de chantier à terre et des zones de stockage s'est révélée plus faible que prévu. Malgré ces contraintes, un suivi rigoureux de ces livraisons a permis de ne jamais interrompre le travail.

## LES HOMMES

Sur site en Algérie tous les travaux ont été réalisés en propre, par des équipes Saipem mobilisant ainsi plus de 600 personnes dont une cinquantaine ▷

d'expatriés, encadrement et maîtrise confondus, se relayant jours et nuit pour une longue course qui devait durer 20 mois.

Les équipes opérationnelles ainsi que celles de QC et HSE composées à 90 % par du personnel algérien ont été constituées grâce au support et au recrutement de Saipem Contracting Algeria.

La recherche de ressources en personnel qualifié a été une des clés du projet :

→ La mobilisation de 52 expatriés (chiffre atteint en pic d'activité) a permis d'encadrer les équipes de construction et de maintenir une cadence de travail de 7j/7 et 24h/24 sur une durée de plus de 20 mois.

→ L'appui des équipes de Saipem Contracting Algeria, entité basée à Alger et Arzew, a constitué un atout majeur dans le recrutement de personnel qualifié et spécialisé (QC, HSE...) ainsi que dans la gestion quotidienne du personnel.

→ La main d'œuvre locale a révélé une force et une motivation déterminantes. Il a été nécessaire de recruter et de former en un temps record une main d'œuvre peu spécialisée à l'origine dans les activités des Travaux Maritimes. En accord et avec la collaboration des autorités algériennes, des communautés urbaines et départementales, un programme de formation accéléré a été mis en place permettant la formation de personnel spécialisé dans les activités maritimes, tant sur le plan technique que sur le plan HSE.

## CONCLUSION

Le projet Arzew Ammonia est un nouveau palier franchi dans la progression que connaissent actuellement les travaux maritimes.

Il bénéficie de l'exploitation efficace des expériences acquises sur les projets précédents, tant sur le plan du

design que sur celui des méthodes de construction.

Il démontre la richesse du potentiel humain de Saipem. De par sa taille, sa complexité et son délai très court, le projet représentait un défi.

Ce défi a été relevé avec succès grâce aux efforts réunis d'un personnel de Saipem SA aussi expérimenté et aguerri qu'exigeant et des équipes de Saipem Contracting Algeria qui, par l'effet d'une grande motivation et d'une efficace formation, se sont rapidement mises à niveau dans le domaine des travaux maritimes. □

**15- Accostage du premier navire.**

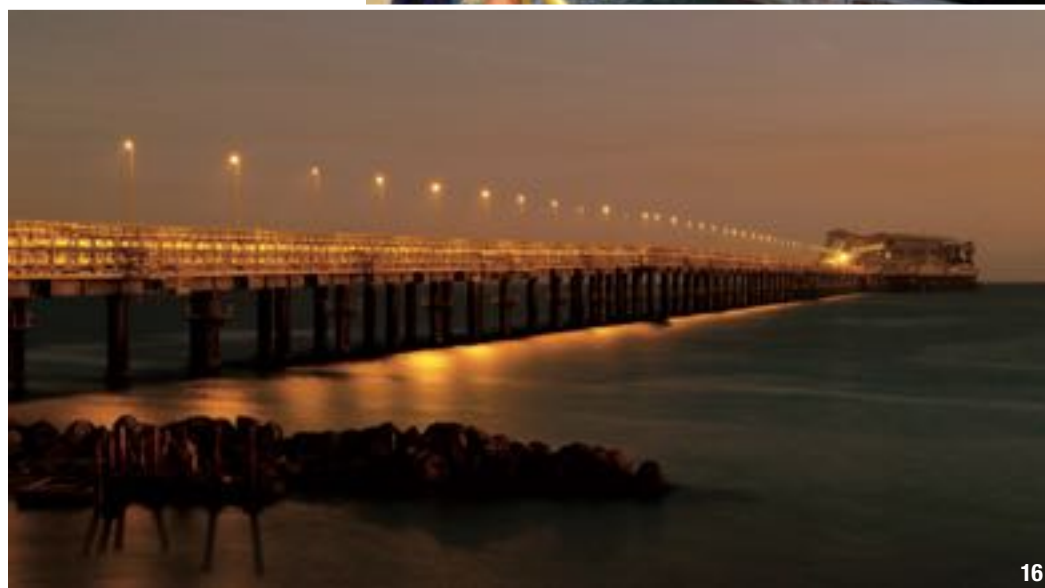
**16- By night.**

**15- Berthing of the first ship.**

**16- By night.**



15



16

© PHOTO THEQUE SAIPEM

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**CLIENT : Sonatrach (Algérie)**

**ENTREPRISE : Groupement Momentané d'Entreprises comprenant Saipem SA et Saipem Contracting Algeria**

## PRINCIPALES QUANTITÉS

**294 pieux acier diamètre 60", épaisseur 20 mm**

**11 700 t de superstructures métalliques**

**1 500 dalles en béton armé, représentant 13 000 m<sup>3</sup> de béton**

## ABSTRACT

### ARZEW AMMONIA - AMMONIA AND UREA LOADING JETTY IN ALGERIA

SAIPEM SA : OLIVIER GUINET - JÉRÔME HILT - PHILIPPE LELEU

*The Arzew Ammonia jetty, located near the village of Mers El Hadjadj, on the north-western coast of Algeria, has now been accepted. This jetty forms part of the Algeria Oman Fertilizer Plant Marine Terminal project, performance of which was entrusted by Sonatrach to the Saipem SA and Saipem Contracting Algeria consortium. This 1500-metre jetty allows simultaneous loading of two ships of 10,000 to 60,000 tonnes, dedicated to urea or ammonia transport. □*

### ARZEW AMMONIA - MUELLE DE CARGA DE AMONIACO Y DE UREA EN ARGELIA

SAIPEM SA : OLIVIER GUINET - JÉRÔME HILT - PHILIPPE LELEU

*Ya se ha realizado la recepción del muelle de ARZEW AMMONIA, situado cerca del pueblo Mers El Hadjadj, en la costa Noroeste de Argelia. Este muelle se inscribe en el marco del proyecto Algeria Oman Fertilizer Plant Marine Terminal, cuya realización fue confiada por Sonatrach a la agrupación Saipem SA y Saipem Contracting Algérie. Este muelle de 1.500 metros permite la carga simultánea de 2 buques de 10.000 a 60.000 toneladas, destinados al transporte de urea o amoniaco. □*



NOTRE TALENT  
DÉFIE LE TEMPS

STRRES

Le STRRES est le syndicat national des entrepreneurs spécialistes de travaux de réparation et de renforcement des structures.

Il rassemble 60 entreprises qui exercent, à titre principal ou secondaire, une activité d'entretien, de réparation et de réhabilitation des structures de Génie civil.

Le STRRES est adhérent de la FNTF.

Retrouvez sur **www.strres.org** :

Les guides



Pour mieux connaître et appliquer les règles de l'art en matière de réparation et de renforcement d'ouvrages, **consultez ou téléchargez gratuitement 12 guides techniques du STRRES.**

Les entreprises



Trouver une entreprise **par domaine d'activité, par région et/ou par identification professionnelle.**

SYNDICAT NATIONAL DES ENTREPRENEURS SPÉCIALISTES DE TRAVAUX  
DE RÉPARATION ET RENFORCEMENT DE STRUCTURES  
3 rue de Berri 75008 Paris • Tél. : 01 44 13 31 82 • Fax : 01 44 13 32 44 •  
strres@strres.org • [www.strres.org](http://www.strres.org)

ABS • ADS ouvrages d'art • AFGC • AGTP • ARREBA • ATS • AXIMUM • BASF CC France • BAUDIN-CHATEAUNEUF • BEC • BEKAERT France • BERTHOLD SA • BTPS • CHANTIERS MODERNES SUD • COFEX Ile-de-France • COFEX LITTORAL • COFEX REGIONS • COLAS RAIL • CTICM • CROBAM • DEMATHEU ET BARD • ECM • EGM TNC • EIFFAGE TP/ Département GCN • EIFFEL CONSTRUCTION MÉTALLIQUE • ENTREPRISE BONNET • ETANDEX • ETPO • EUROVIA BÉTON • FAURE SILVA • FAYAT • HOLCIM • FREYSSINET France • FREYSSINET International & Cie • GAUTHIER • GTS/Département ELITE • LAFARGE • LETESSIER • MAPI • MCCF • NOUVETRA • OUEST ACRO SA • PAGEL SAS • PAREXLENKO • PERRIER SAS • POA • RAZEL • RCA • RENOFORS • RESINA • RESIREP • SNC • RICHERT • SAINT GOBAIN WEBER France • SARL ROMOEUF • SEFI-INTRAFOR • SIKI • SIRCO TRAVAUX SPÉCIAUX • SNCTP • SOFRARES • SOLETANCHE BACHY • SOTEM • SORREBA TECHNOLOGIE • SOTRAIB EAU • SPIE BATIGNOLLES TECHNOLOGIES • STPL • TEMSOL • TSV • VIA PONTIS • VINCI CONSTRUCTION France • VSL France

STRRES



NOTRE TALENT  
DÉFIE LE TEMPS

# RÉPERTOIRE DES FOURNISSEURS

## MATERIEL DE TERRASSEMENT



**AMMANN**  
Ammann France - 21 Les Portes Fleuves  
21731, rue de Valenciennes - 54046 Trappes Cedex  
Tél. 01 45 17 05 88 - Fax 01 45 17 05 90  
Email : info@ammann-group.com  
[www.ammann-group.com](http://www.ammann-group.com)



**Bobcat**  
BOBCAT/BPV - B.P.3 - 27320 NONANCOURT  
Numéro Indigo  
0 825 08 43 81



**SODINEG**  
FRANCE  
PLUS DE 550 Machines et  
700 Équipements en TP, PL,  
Lavage et Manutention  
T : 00 33 1013 23 04 00 88  
F : 00 33 1013 23 68 33 80  
Mail : sodineg@wanadoo.fr  
DEPOTS 02 ET 74

### ■ CHARGEUSE SUR PNEUMATIQUES

**BOBCAT EUROPE**  
J. Huysmanslaan 59 B  
1651 Lot - Belgique  
Tél. 00 32 2 371 68 11  
Fax 00 32 2 371 69 00

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ MINI-PELLE

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ NIVELEUSE AUTOMOTRICE

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ PELLE HYDRAULIQUE SUR CHENILLES

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ ÉQUIPEMENTS POUR ENGIN DE TERRASSEMENT

**ONE - TP.COM**  
1 Place du 8 Mai 1945  
60119 Neuville Bosc  
Tél. 01 30 37 06 26  
Fax 01 34 40 01 44

### MATERIEL POUR LA PRODUCTION D'AIR COMPRIME ET TRAVAUX D'ABATTAGE

### ■ MARTEAU BRISE-ROCHE HYDRAULIQUE

**ATLAS COPCO FORAGE  
ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant - 2, av. de l'Éguillette  
BP 7181 - Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

### ■ PELLE HYDRAULIQUE SUR PNEUMATIQUES

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ TOMBREAU AUTOMOTEUR ARTICULÉ

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

### ■ CHARGEUSE PELLEUSE (BACKHOE LOADER)

**VOLVO  
CONSTRUCTION EQUIPMENT -  
EUROPE SAS**  
37, avenue Georges Politzer - BP 117  
78192 Trappes Cedex  
Tél. 01 30 69 28 28  
Fax 01 30 69 83 39  
[www.volvoce.com](http://www.volvoce.com)

## MATERIEL DE LEVAGE ET DE MANUTENTION



**PERI**<sup>®</sup>  
**Coffrages et Etaisements**  
PERI S.A.S.  
Z.I. Nord - 34/36, rue des Frères Lumière  
77109 Meaux cedex  
Tél. : 01 64 35 24 40 - Fax : 01 64 35 24 50  
[peri.sas@peri.fr](mailto:peri.sas@peri.fr)  
[www.peri.fr](http://www.peri.fr)

## MATERIEL POUR LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN DES ROUTES



**AMMANN**  
Ammann France - 21 Les Portes Fleuves  
21731, rue de Valenciennes - 54046 Trappes Cedex  
Tél. 01 45 17 05 88 - Fax 01 45 17 05 90  
Email : info@ammann-group.com  
[www.ammann-group.com](http://www.ammann-group.com)



**BOMAG**  
2, avenue du Général de Gaulle  
91170 VIRY CHATILLON  
Tél. : 01 69 57 86 00 - Fax : 01 69 96 26 60  
[www.bomag.com](http://www.bomag.com)



**WIRTGEN FRANCE**  
**WIRTGEN**  
Fraiseuses sur roues et sur chenilles  
Recycleurs à froid / Stabilisatrices de sol  
Machines à coffrage glissant / Mineurs de surface  
Outils au carbure. Betek/Sitek  
**VÖGELE**  
Finisseurs sur pneus et sur chenilles / Alimentateurs  
**HAMM**  
Rouleaux tandem vibrants  
Compacteurs à pneus  
Compacteurs monocylindre vibrants  
**KLEEMANN**  
Installations de concassage mobiles et fixes / cribles  
Distributeur exclusif pour la France des épandeurs  
de liants pulvérulents  
**STREUMASTER** série SW  
**WIRTGEN FRANCE**  
BP 31633 - 7, rue Marc Seguin  
95696 Goussainville Cedex  
Tél. : 01 30 18 95 95 - Fax : 01 30 18 15 49  
E-mail : [contact@wirtgen.fr](mailto:contact@wirtgen.fr)  
[www.wirtgen.fr](http://www.wirtgen.fr)

### METALLIANCE

ZI de la Saule - BP 111  
71304 Montceau Cedex  
Tél. 03 85 57 01 34  
Fax 03 85 57 88 73

### ■ MACHINE POUR LA STABILISATION ET LE RECYCLAGE DE CHAUSSÉES

**RABAUD**  
Bellevue - 85110 Sainte-Cécile  
Tél. : 02 51 48 51 58  
Fax 02 51 40 22 97  
[www.rabaud.com](http://www.rabaud.com)  
[info@rabaud.com](mailto:info@rabaud.com)

### MATERIEL TOPOGRAPHIQUE - LASER - GUIDAGE D'ENGIN

### ■ TRAVAUX SOUTERRAINS



**AUSCULTATIONS**  
Automatiques  
Tél. 01 41 42 06 30  
Fax 01 41 42 06 31  
[www.miretopo.com](http://www.miretopo.com)

### ■ LEVÉE BATHYMÉTRIQUE



**Bathys** Bureau d'Etude  
Bathymétrie - Topographie  
Suivi de travaux & Suivi d'Ouvrages  
Tél : 06 67 79 05 16 - 06 99 48 45 27  
[www.bathys.fr](http://www.bathys.fr) - [contact@bathys.fr](mailto:contact@bathys.fr)

CE GUIDE RENSEIGNE SUR LES PRODUCTIONS DES FOURNISSEURS DE MATÉRIEL, ÉQUIPEMENT OU SERVICES. SI VOUS DÉSIREZ ÊTRE RÉPERTORIÉS DANS CES RUBRIQUES, ADRESSEZ-VOUS À : EMMANUELLE HAMMAOUI - 9, RUE DE BERRI - 75008 PARIS - TÉL. : +33 (0)1 44 13 31 41 - EMAIL : ehammaoui@fntp.fr - TARIF : 100 € HT PAR LIGNE ET PAR RUBRIQUE OU 230 € HT LE CM COLONNE POUR UNE ANNÉE DE PARUTION.

**MATERIEL DE CONCASSAGE - BROYAGE - CRIBLAGE**

**metso**  
Concassage, broyage, criblage, manutention

Matériel de concassage à bras et à bande, installations de recyclage, transformateurs et accessoires, matériel de criblage et de tamisage, produits anti-usure, blindages, capotage, pièces.

**Metso Minerals (France)**  
40, rue de la République - 91000 Évry-Courcouronnes  
Tél. : 02 85 36 62 30 - Fax : 02 85 36 63 40  
www.metso.com

**POSTE D'ÉGOUTTAGE DES SABLES AVEC TRAITEMENT DES EAUX DE LAVAGE**

**SOTRES**  
Parc Européen des entreprises  
BP 80072 - Rue Richard Wagner  
63200 RIOM  
Tél. 04 73 15 36 00  
Fax 04 73 15 36 20

**INSTALLATIONS MOBILES DE CONCASSAGE-CRIBLAGE**

**GRAVEL**  
1 Chemin de Villers à Combault  
94420 Le Plessis Trevisé  
Tél. 01 45 94 59 53  
Fax 01 45 94 59 83

**MATERIEL FLOTTANT ET MATERIEL DE PLONGÉE POUR TRAVAUX FLUVIAUX ET MARITIMES**

**PONTON MÉTALLIQUE DÉMONTABLE**

**LEDUC T.P**  
1, rue de Folenrue  
27202 VERNON cedex  
Tél. 02 32 51 74 97  
Fax 02 32 51 57 18

**MATERIEL DE SONDAGE, FORAGE, FONDATIONS SPECIALES ET INJECTION**

**G-OCTOPUS**

www.g-octopus.com  
Tél. : +33 01 47 32 48 30

**DÉSABLEUR DE BOUES**

**SOTRES**  
Parc Européen des entreprises  
BP 80072 - Rue Richard Wagner  
63200 RIOM  
Tél. 04 73 15 36 00  
Fax 04 73 15 36 20

**SONDEUSE DE RECONNAISSANCE ET FOREUSE EN ROTATION**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant  
2, av. de l'Eguillette - BP 7181  
Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

**POMPES À BOUES**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant  
2, av. de l'Eguillette - BP 7181  
Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

**PRESSE D'INJECTION**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant  
2, av. de l'Eguillette - BP 7181  
Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

**MATERIEL SPECIAL POUR LA POSE DE CANALISATIONS**

**MARAIS SERVICES**

Marais Contracting Services  
1, rue Pierre et Marie Curie  
49430 DURTAL  
Tél : 02 41 96 16 99 - Fax : 02 41 96 16 99  
Email : info@marais.com - Web : www.marais.com

**TRANCHEUSE**

**MARAIS CONTRACTING SERVICES**  
1, rue Pierre et Marie Curie  
ZA "Les portes d'Anjou" - BP 20  
49430 DURTAL  
Tél. 02 41 96 16 90  
Fax 02 41 96 16 99

**MATERIEL POUR TRAVAUX SOUTERRAINS**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION S.A.S.**  
ZI du Vert Galant - 2, avenue de l'Eguillette  
S.P. 7181 - Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise cedex

**Atlas Copco**

Tél. : 33 (0) 1 39 09 32 22  
Fax : 33 (0) 1 39 09 32 49  
www.atlascopco.fr

**Ducrocq**  
Ingénierie Process

ZA Lesnes 62070 MONTREUIL-LEZ  
Tél : 03 21 99 42 40 - Fax : 03 21 99 42 41  
E-mail : ducrocq.industrie@wanadoo.fr  
Site Internet : www.ducrocq.ingenierie-process.com

**METALLIANCE**  
ZI de la Saule  
BP 111  
71304 Montceau Cedex  
Tél. 03 85 57 01 34  
Fax 03 85 57 88 73

**BERLINE**

**PATRY SA**  
24, rue du 8 mai 1945  
95340 Persan  
Tél. 01 39 37 45 45  
Fax 01 39 37 45 44  
www.patry.fr

**TECHNICRIBLE**  
Zone industrielle  
81150 LAGRAVE  
Tél. 05 63 81 41 57  
Fax 05 63 81 41 56

**LOCOTRACTEUR DE MANŒUVRE**

**PATRY SA**  
24, rue du 8 mai 1945  
95340 Persan  
Tél. 01 39 37 45 45  
Fax 01 39 37 45 44  
www.patry.fr

**MACHINE D'ATTAQUE PONCTUELLE À FRAISE (RADIALE-TANGENTIELLE)**

**METALLIANCE**  
ZI de la Saule  
BP 111  
71304 Montceau Cedex  
Tél. 03 85 57 01 34  
Fax 03 85 57 88 73

**ENGIN DE BOULONNAGE**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant  
2, av. de l'Eguillette  
BP 7181 Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

**ENGIN DE FORATION**

**ATLAS COPCO FORAGE ET DÉMOLITION SA**  
ZI du Vert Galant  
2, av. de l'Eguillette  
BP 7181 Saint-Ouen-l'Aumône  
95056 Cergy-Pontoise Cedex  
Tél. 01 39 09 32 22  
Fax 01 39 09 32 49

**MATERIEL POUR TRAITEMENT DE LA TERRE**

**Lhoist France**  
Une société du Groupe Lhoist

100, Rue de France - 91000 Paris Cedex 07  
Tél. : +33 (0)1 33 45 50 00 - Fax : +33 (0)1 33 45 50 14  
www.lhoist.com

**BUREAU ETUDES**

20 agences en France | Rincem BTP | 8 agences à l'international

www.rincembtp.fr  
Tél. +33 (1) 60 87 21 25  
direction.technique@rincembtp.fr

**CATHIE ASSOCIATES**

www.cathie-associates.com  
Tél. : +33 1 47 32 48 30

**MATERIEL DE PRODUCTION, DE TRANSFORMATION ET DE DISTRIBUTION DE L'ENERGIE**

**SDMO INDUSTRIE**  
12 Bis, rue de la Villeneuve BP 241  
29272 Brest cedex  
Tél. 02 98 41 41 41  
Fax 02 98 41 13 10

# MATÉRIEL POUR LES TRAVAUX PUBLICS

CHOISISSEZ VOS RUBRIQUES ET SOYEZ PRÉSENT PENDANT 1 AN DANS TOUTS LES NUMÉROS DE TRAVAUX. POUR TOUT CONTACT, APPELEZ :  
EMMANUELLE HAMMAOUI - 9, RUE DE BERRI - 75008 PARIS - TÉL. : +33 (0)1 44 13 31 41 - EMAIL : ehammaoui@fnfp.fr

## MATÉRIEL D'ALIMENTATION EN EAU ET D'ÉPUISEMENT

- POMPE À DIAPHRAGME
- POMPE BASSE PRESSION POUR EAUX CHARGÉES
- POMPE HAUTE PRESSION, LAVAGE, LANÇAGE
- ALIMENTATION GRANDE HAUTEUR
- POMPE POUR RABATTEMENT DE NAPPE
- POMPE SUBMERSIBLE

## MATÉRIEL DE BATTAGE ET D'ARRACHAGE

- MARTEAU
- MOUTON
- VIBRATEUR DE FONÇAGE ET D'ARRACHAGE

## MATÉRIEL POUR LA PRODUCTION D'AIR COMPRIMÉ ET TRAVAUX D'ABATTAGE

- CHARIOT DE FORAGE (WAGON DRILL)
- COMPRESSEUR À VIS SUR ROUES - INSONORISÉ
- ELECTRO-COMPRESSEUR, SEMI-FIXE - INSONORISÉ
- MARTEAU BRISE-ROCHE HYDRAULIQUE
- PINCE ET CISAILLE DE DÉMOLITION

## MATÉRIEL DE TERRASSEMENT

- CHARGEUSE SUR CHENILLES
- CHARGEUSE SUR PNEUMATIQUES
- CHARGEUSE PELLEUSE (BACKHOE LEADER)
- DÉCAPEUSE AUTOMOTRICE AVEC OU SANS AUTOCHARGEUR (MOTORSCRAPER)
- MINI-PELLE
- MOTO-BASCULEUR
- NIVELEUSE AUTOMOTRICE
- PELLE À CÂBLES SUR CHENILLES
- PELLE HYDRAULIQUE SUR PNEUMATIQUES
- PELLE SPÉCIALE AVANCEMENT AU PAS
- TOMBREAU AUTOMOTEUR À CHÂSSIS RIGIDE
- TOMBREAU AUTOMOTEUR ARTICULÉ
- TRACTEUR INDUSTRIEL ET FORESTIER 4 X 4
- TRACTEUR SUR CHENILLES (BOUTEUR, BULLDOZER)
- TRACTEUR SUR PNEUMATIQUES

## MATÉRIEL DE TRANSPORT ROUTIER

- CAMIONNETTE TOUTS CHEMINS 4 X 4 < 3,5 T
- CAMION TOUTS CHEMINS 4 X 4 > 3,5 T
- CAMION TOUTS CHEMINS 6 X 4 - 6 X 6 - 8 X 6
- REMORQUE POUR TRANSPORT D'ENGINS
- SEMI-REMORQUE À BENNE
- SEMI-REMORQUE POUR TRANSPORT D'ENGINS
- VÉHICULE TRACTEUR DE SEMI-REMORQUE 4 X 4
- VÉHICULE TRACTEUR DE SEMI-REMORQUE 6 X 4 - 6 X 6

## MATÉRIEL DE LEVAGE ET DE MANUTENTION

- ASCENSEUR MIXTE (MATÉRIAUX ET PERSONNEL)
- CHARIOT ÉLÉVATEUR DE CHANTIER À PORTÉE FIXE
- CHARIOT ÉLÉVATEUR DE CHANTIER À PORTÉE VARIABLE

- ELÉVATEUR HYDRAULIQUE À NACELLE
- GRUE AUTOMOTRICE SUR PNEUMATIQUES
- GRUE AUXILIAIRE DE VÉHICULE
- GRUE ROUTIÈRE
- GRUE SUR CHENILLES
- GRUE À TOUR (MONTAGE PAR ÉLÉMENTS)
- GRUE À TOUR (DÉPLIAGE AUTOMONTABLE)
- PLATE-FORME ÉLÉVATRICE

## MATÉRIEL POUR LA CONSTRUCTION ET L'ENTRETIEN DES ROUTES

- ALIMENTATEUR DE FINISSEUR
- BALAYEUSE PORTÉE OU SEMI-PORTÉE
- BALAYEUSE RAMASSEUSE AUTOMOTRICE
- BALAYEUSE TRACTÉE
- CITERNE MOBILE DE STOCKAGE ET DE CHAUFFAGE DES LIANTS
- COMPACTEUR AUTOMOTEUR À PIEDS DAMEURS
- COMPACTEUR AUTOMOTEUR À PNEUS
- COMPACTEUR AUTOMOTEUR MIXTE
- COMPACTEUR STATIQUE AUTOMOTEUR TANDEM
- COMPACTEUR VIBRANT AUTOMOBILE, MONOCYLINDRE VIBRANT - LISSE ET PIEDS DAMEURS - LIGNE MOTRICE À 2 PNEUS
- COMPACTEUR VIBRANT AUTOMOTEUR TANDEM - 1 ET 2 CYLINDRES VIBRANTS
- COMPACTEUR VIBRANT, GUIDAGE À MAIN ET DUPLEX
- COMPACTEUR VIBRANT TRACTÉ, MONOCYLINDRE, LISSE OU PIEDS DAMEURS
- DÉPOUSSIÉREUR À TISSU FILTRANT
- DÉPOUSSIÉREUR À VOIE HUMIDE
- DOSEUR À PULVÉRULENTS
- ÉPANDEUR LATÉRAL (ÉLARGISSEUR DE ROUTE)
- FINISSEUR
- FRAISEUSE AUTOMOTRICE ET RETRAITEMENT DE CHAUSSÉES
- GRAVILLONNEUR AUTOMOTEUR
- GRAVILLONNEUR PORTÉ
- MACHINE À COULIS BITUMINEUX À FROID
- MACHINE POUR FABRICATION DE BORDURES ET CANIVEAUX
- MALAXEUR CONTINU À FROID
- MALAXEUR DISCONTINU D'ENROBAGE
- MATÉRIEL DE RÉPANDAGE ET GRAVILLONNAGE INTÉGRÉ
- PILONNEUSE
- PLAQUE VIBRANTE
- PULVÉRISATEUR MÉLANGEUR (RETRAIEMENT DE CHAUSSÉE)
- RÉPANDEUR DOSEUR DE PULVÉRULENTS
- RÉPANDEUSE DE LIANTS (ÉQUIPEMENT)
- SABLEUSE-SALEUSE
- SÉCHEUR
- TAMBOUR SÉCHEUR AVEC TAMBOUR ENROBEUR SÉPARÉ
- TAMBOUR SÉCHEUR ENROBEUR À CONTRE COURANT
- TAMBOUR SÉCHEUR ENROBEUR À FLUX PARALLÈLES
- TAMBOUR SÉCHEUR ENROBEUR À ENROBAGE SÉPARÉ DOUBLE TAMBOUR CONCENTRIQUE
- TRÉMIE DE STOCKAGE D'ENROBÉS
- TRÉMIE DE STOCKAGE DE PRODUITS STABILISÉS
- TRÉMIE PRÉDOSEUSE À GRANULATS
- VIBREUSE SURFACEUSE DE BÉTON À COFFRAGE GLISSANT (SLIP FORM PAVER)

## MATÉRIEL DE CONCASSAGE - BROYAGE - CRIBLAGE

- ALIMENTATEUR À MOUVEMENT ALTERNATIF
- ALIMENTATEUR À TABLIER MÉTALLIQUE
- ALIMENTATEUR VIBRANT
- BROYEUR À BARRES
- BROYEUR À PERCUSSION À AXE VERTICAL
- BROYEUR À PERCUSSION À MARTEAUX
- CONCASSEUR À MÂCHOIRES
- CONCASSEUR À PERCUSSION À BATTOIRS
- CONCASSEUR À TAMBOUR DE FRAPPE
- CONCASSEUR GIRATOIRE (PRIMAIRE, SECONDAIRE)
- CONCASSEUR GIRATOIRE (SECONDAIRE, TERTIAIRE)
- CONCASSEUR MOBILE SUR CHENILLES
- CRIBLE VIBRANT
- DÉCANTEUR ÉGOUTTEUR À AUBES
- DÉTECTEUR DE MÉTAUX
- LAVEUR DÉBOURBEUR
- MALAXEUR À TAMBOUR
- POSTE D'ÉGOUTTAGE DES SABLES AVEC TRAITEMENT DES EAUX DE LAVAGE
- SÉPARATEUR EXTRACTEUR MAGNÉTIQUE
- TRANSPORTEUR, CRIBLEUR MOBILE À COURROIE (SAUTERELLE-CRIBLEUSE)
- TRANSPORTEUR MOBILE À COURROIE (SAUTERELLE)

## MATÉRIEL POUR LA FABRICATION, LE TRANSPORT ET LA MISE EN PLACE DES BÉTONS, MORTIERS ET ENDUITS

- AUTOBÉTONNIÈRE
- BÉTONNIÈRE
- BÉTONNIÈRE PORTÉE (TRUCK MIXER)
- CENTRALE MOBILE ET SEMI-MOBILE
- COFFRAGE (BANCHE)
- DESSACHEUSE AUTOMATIQUE
- DRAGLINE
- ECHAFAUDAGE AUTO-ÉLÉVATEUR
- MACHINE À PROJETER LE BÉTON
- MALAXEUR À AXES HORIZONTAUX
- MALAXEUR À AXE VERTICAL
- POMPE À BÉTON DE CHANTIER
- POMPE À BÉTON SUR PORTEUR
- SIDE-BOOM : VOIR TRACTEUR SUR CHENILLES, POSEUR DE CANALISATIONS
- TAPIS DISTRIBUTEUR DE BÉTON
- TRANSPORTEUR À AIR COMPRIMÉ
- TRÉMIE AGITATRICE À BÉTON SIMPLE
- TRÉMIE AGITATRICE À BÉTON RELEVABLE

## MATÉRIEL DE PRODUCTION, DE TRANSFORMATION ET DE DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

- GROUPE ÉLECTROGÈNE À MOTEUR DIESEL
- POSTE MOBILE DE LIVRAISON TYPE EXTÉRIEUR
- POSTE MOBILE DE TRANSFORMATION TYPE EXTÉRIEUR
- TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ POUR CABINE

## BARAQUEMENTS

- BARAQUEMENT MÉTALLIQUE DÉMONTABLE
- BARAQUEMENT MOBILE DE CHANTIER

## MATÉRIEL FLOTTANT ET MATÉRIEL DE PLONGÉE POUR TRAVAUX FLUVIAUX ET MARITIMES

- CHALAND MÉTALLIQUE AUTOMOTEUR
- DRAGUE À CUILLÈRE (DIPPER-DREDGE)
- DRAGUE À GODETS, STATIONNAIRE
- DRAGUE SUCEUSE PORTEUSE
- DRAGUE SUCEUSE REFOULEUSE STATIONNAIRE AVEC DÉSAGRÉGATEUR
- MOTO-PROPULSEUR AMOVIBLE
- PONTON MÉTALLIQUE DÉMONTABLE
- PONTON DE SERVITUDE
- REMORQUEUR

## MATÉRIEL DE SONDAGE, FORAGE, FONDATIONS SPÉCIALES ET INJECTION

- BENNE POUR PAROIS MOULÉES
- DÉSABLEUR POUR BOUES
- FOREUSE TARIÈRE SUR PORTEUR
- FOREUSE TARIÈRE (MONTAGE SUR GRUE)
- FOREUSE TARIÈRE POUR POSE DE POTEAUX
- POMPE À BOUES
- POMPE POUR JET-GROUTING
- PRESSE D'INJECTION
- SONDEUSE DE RECONNAISSANCE ET FOREUSE EN ROTATION

## MATÉRIEL SPÉCIAL POUR LA POSE DE CANALISATION

- CINTREUSE HYDRAULIQUE
- CLAMP INTÉRIEUR AVEC AVANCE AUTOMATIQUE
- FONCEUR À PERCUSSION, FUSÉE
- FONDOIR À BRAI
- FORAGE DIRIGÉ (INSTALLATION)
- FOREUSE HORIZONTALE À TARIÈRE
- GROUPE AUTONOME DE SOUDAGE
- MANDRIN DE CINTRAGE
- REMORQUE PORTE-TOURET
- TRACTEUR SUR CHENILLES POSEUR DE CANALISATIONS (PIPETAYER - SIDE-BOOM)
- TRANCHEUSE
- TREUIL À CABESTAN

## MATÉRIEL POUR TRAVAUX SOUTERRAINS

- BERLINE
- CHARGEUSE À ACTION CONTINUE, À BRAS DE RAMASSAGE OU GODET
- CHARGEUSE SUR PNEUMATIQUES CHARGE ET ROULE, ARTICULÉE MOTEUR DIESEL
- ENGIN DE BOULONNAGE
- ENGIN DE FORATION
- ERECTEUR DE CINTRE
- FOREUSE ALÈSEUSE
- LOCOTRACTEUR DIESEL
- LOCOTRACTEUR ÉLECTRIQUE
- MACHINE D'ATTAQUE PONCTUELLE À FRAISE (RADIALE-TANGENTIELLE)
- MICROTUNNELIER
- ROBOT DE BÉTONNAGE
- TOMBREAU AUTOMOTEUR POUR TRAVAUX SOUTERRAINS
- TRANSPORTEUR MALAXEUR
- TRÉMIE DE STOCKAGE DE DÉBLAIS
- TUNNELIER
- WAGON AUTOREMPLISSEUR ENCASTRABLE

PASSEZ VOTRE PUBLICITÉ DANS

**TRAVAUX**  
REVUE TECHNIQUE DES ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS

**POUR UN MAXIMUM D'IMPACT**  
**SUR LES ACTEURS DE LA PROFESSION DES TRAVAUX PUBLICS**

VADUC DE MILLAU © CEMM

#### ■ NOTRE LECTORAT

**41 %** - Maîtres d'ouvrage, Maîtres d'œuvre, Bureaux d'études, Laboratoires de recherche, Architectes, Conseils généraux et régionaux, Collectivités locales et territoriales.

**5 %** - Enseignement.

**54 %** - Entreprises : Grands groupes / PME.

#### ■ ÉDITEUR



Travaux est une publication de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP) qui regroupe 20 Fédérations régionales et 17 syndicats professionnels des travaux publics.

#### ■ DIFFUSION

**9 à 10** numéros par an, de 70 à 100 pages, diffusés par abonnement - distribution dans les manifestations professionnelles, mise à disposition du public dans les institutions officielles.

**Trage** : 2 000 exemplaires.

**Diffusion internationale** : 1 800 exemplaires.

#### ■ LIGNE ÉDITORIALE

Travaux est un mensuel technique et professionnel qui s'adresse à tous les acteurs de la profession des travaux publics : entreprises, bureaux d'études, maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, fabricants de matériel, chercheurs, étudiants, importateurs, exportateurs, etc. Les articles sont rédigés par des directeurs de projets, des ingénieurs et chefs d'opération, ainsi que par des autorités scientifiques. Chaque numéro comporte un éditorial signé par une personnalité et, le plus souvent une interview d'une autre personnalité et un reportage sur une entreprise ou un fournisseur indépendant. Plusieurs pages d'actualités et un calendrier des manifestations viennent compléter l'information.

### NOS TARIFS 2013

Surface	Prix (HT)	Format (L x H)	
2 <sup>e</sup> couverture*	3 390 €	215 x 315 mm	
3 <sup>e</sup> couverture*	2 980 €		
4 <sup>e</sup> couverture*	3 660 €		
Page*	2 650 €	215 x 315 mm	
1/2 page	1 630 €	185 x 121 mm	
1/4 page	1 150 €	90,5 x 121 mm	
Encart	Recto/Verso	2 680 €	Nous consulter
	4 pages	4 110 €	
Publi rédactionnel	1 page	2 690 €	Nous consulter
	2 pages	5 315 €	
Répertoire des fournisseurs	Rubrique	102 €	Par ligne/rubrique/an
	Module	235 €	Par cm/colonne/an

\* Prévoir 5 mm de fond perdu sur les 4 côtés et ne pas mettre de texte ou logo à moins de 15 mm des bords gauche et droite

#### ■ RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

**Remise des éléments d'impression** : 5 semaines avant parution.

**Documents d'impression acceptés dans les formats** : PDF, JPEG, Photoshop EPS ou TIFF (sans compression) avec une définition de 300 dpi.

**Délai d'annulation** : 2 mois avant parution.

**Frais techniques (PAO)** : à la charge de l'annonceur. Nous pouvons nous charger de la réalisation de votre annonce avec les éléments que vous nous remettez. Ces travaux sont dans ce cas facturés en sus, avec la première parution. Forfait pour la modification d'une adresse, d'un numéro de téléphone, etc. : 63 € HT.

- **Dégressifs de surface** :
- - 2 à 4 pages : 6 %
- - 5 à 7 pages : 9 %
- - 8 à 10 pages : 12 %
- **Emplacement préférentiel** : + 15 %
- **Dégressifs d'insertions** :
- - 2 à 4 insertions : 3 %
- - 5 à 7 insertions : 6 %
- - 8 à 10 insertions : 9 %
- **Règlement** : 30 jours, à l'ordre de :
- ESI, 9 rue de Berri - 75008 Paris.
- **Conditions de vente sur demande.**

#### VOTRE CONTACT

**Emmanuelle Hammaoui**, chef de publicité  
9, rue de Berri - 75008 Paris - France  
Tél. : +33 (0)1 44 13 31 41 - Email : ehammaoui@fntp.fr

# CONSTRUIRE SUR DU SOLIDE



[www.soletanche-bachy.com](http://www.soletanche-bachy.com)

→ Intervenant partout dans le monde pour le compte de clients publics ou privés, Soletanche Bachy s'attache à proposer les meilleures solutions techniques et contractuelles : elle apporte aussi bien des compétences polyvalentes d'ensemblier dans le cadre de grands projets d'infrastructures, que celles de spécialiste maîtrisant l'ensemble des procédés de géotechnique, de fondations spéciales, de travaux souterrains, d'amélioration et de dépollution des sols.



**PUERTO BRISA | COLOMBIE**

Construction d'un quai de 400 m et d'une jetée de 1200 m de long.



**SOLETANCHE BACHY**