



© DEME - Johan Ruggeman

**La Nouvelle Route du Littoral
à La Réunion : article en page 2.**

Édito par Thierry Macé,
trésorier du TRAMAF

Un déchet, une ressource...

L'économie circulaire est au cœur des préoccupations des politiques d'aménagement et de cohésion des territoires car c'est un enjeu pour les générations futures. En dehors des enjeux environnementaux, l'économie circulaire constitue une opportunité de créer à la fois de l'emploi, mais aussi de la valeur à des ressources considérées aujourd'hui par la réglementation comme des déchets.

Dans le domaine maritime ou fluvial, il reste énormément de travail à réaliser pour encadrer cette pratique : en 2009, le Grenelle de la Mer a mis en perspective les enjeux de la filière et les travaux à mener. Près de 91 % des sédiments marins dragués chaque année sont immergés en mer (38 millions de m³) ; on peut estimer à 50 millions de m³ le volume total de sédiments marins ou fluviaux extraits, en création ou en entretien d'infrastructures.

Si les conditions d'immersion deviennent plus contraignantes, comme cela est senti, il faudra bien trouver des exutoires à ces matériaux. Rappelons par ailleurs qu'aujourd'hui, la filière déchets du BTP représente 250 millions de m³ par an. Qu'en sera-t-il avec 50 millions de m³ supplémentaires de sédiments à gérer à terre ? En effet, l'acceptabilité sociale de l'immersion ou à disposer de grandes surfaces pour les installations de stockage préoccupe nos concitoyens.

Suite en page 6.

La lettre du TRAMAF N° 16 – Septembre 2017

- P. 2 • La Réunion :
la route en mer...
- P. 4 • ArcelorMittal
Palplanches
Parkings souterrains
en CSM et palplanches
- P. 5 • Boulogne-sur-Mer :
quai et jetée font peau
neuve !
- P. 6 • Rencontre avec...
Laurent Smaghe
 - Actions du TRAMAF
L'ouverture à de
nouveaux membres

Le syndicat des
Travaux Maritimes et Fluviaux
Membre de l'UMTM
9, rue de Berri – 75008 Paris
Tél. 01 44 13 32 31
benjamin.daubilly@umtm.fr
theilers@fntp.fr

La Réunion : la route en mer...

Après avoir réalisé les travaux de terrassements en mer sur la tranche MT5.1 (digues en mer), SDI (Société de Dragage International) opère les travaux de terrassements en mer depuis avril 2016 sur le tronçon du viaduc de 5 400 m de la Nouvelle Route du Littoral pour le compte du Groupement d'entreprises VINCI Construction Grands Projets (mandataire), Bouygues Travaux Publics, Dodin Campenon Bernard et Demathieu et Bard Construction.

La Nouvelle Route du Littoral : un projet français et européen

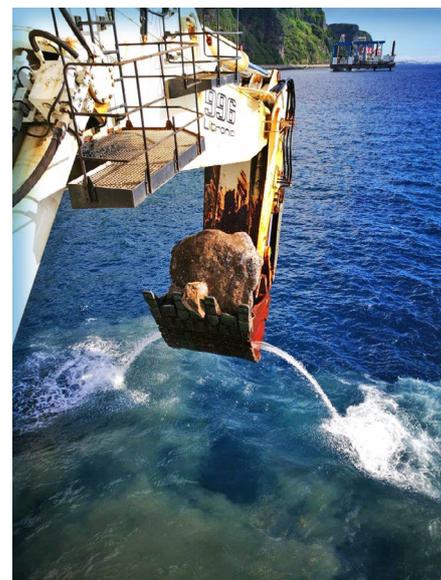
Le projet global comprend la réalisation d'une route parallèle à la côte sur 12 km environ, reliant Saint-Denis la préfecture aux villes de la Possession et du Port. La nouvelle route est divisée en plusieurs lots regroupant des digues en mer et 2 viaducs. Ce projet d'envergure, d'un coût global d'un peu plus de 1,6 milliards d'euros, est cofinancé par la Région Réunion, l'État et l'Europe (via le FEDER). Le premier enjeu de cette construction est prioritairement celui de mettre fin à une situation d'insécurité permanente pour les dizaines de milliers de professionnels et de particuliers qui empruntent chaque jour cet axe vital pour La Réunion. La route est ainsi exposée aux chutes de pierres des falaises surplombant à pic le flux des voitures, principalement après des épisodes de pluies. Les fortes houles impactent également la route. Ces deux situations imposent régulièrement son « basculement » côté mer ou côté terre, voire sa fermeture complète. La Nouvelle Route du Littoral va également contribuer à la transition vers le développement de transports collectifs modernes et performants grâce à la possibilité qu'elle offre d'intégrer les bus, un mode ferroviaire léger, mais aussi une piste cyclable pour inciter aux déplacements doux.

Un viaduc de 5 400 m

Contrairement aux digues, en partie constructibles par la terre et au viaduc de la Grande Chaloupe, le Viaduc du Littoral de 5 400 m doit faire appel à des moyens nautiques importants, voire exceptionnels. Son tracé se situe exclusivement dans des eaux de pleine mer entre la digue de Saint-Denis et le nord de la digue de la Grande Chaloupe. Les fonds sur ce tronçon varient de 8 à 10 m et sont exposés aux dépressions océaniques et aux alizés du nord-ouest selon les saisons. Ils sont parcourus d'un courant côtier pour une vitesse pouvant atteindre 1,5 nœuds.

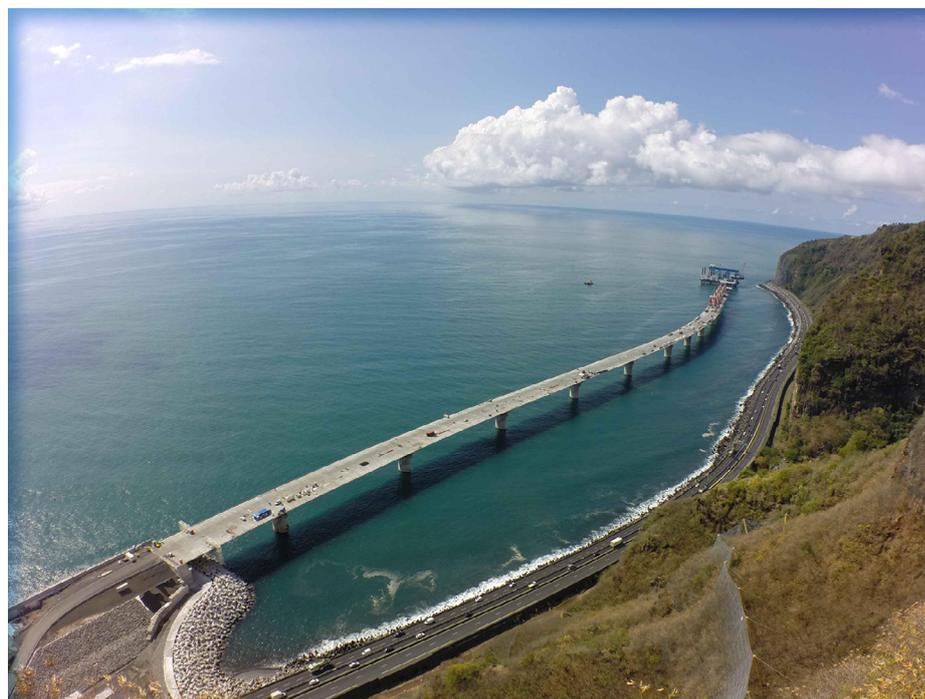
D'octobre à mars, La Réunion est exposée 3 ou 4 fois aux dépressions cycloniques dont le passage, même éloigné de l'île, impacte la houle considérablement. Le chantier s'arrête pendant ces périodes. En mer, les travaux confiés à SDI sont organisés selon les étapes suivantes :

- 1) Terrassements des puits de fondation des piles en mer, fouille d'environ 11 000 m³ (moyenne) par le BHD Pinocchio, accompagné des deux chalands fendables (1 000 m³) DI68 et DI69. Ces fouilles atteignent des profondeurs jusqu'à -16 m.
- 2) Une fois les terrassements réalisés, un lit de pose constitué d'une ou deux couches de matériaux filtres sur environ 1 m d'épaisseur est déposé par clapage à l'aide des chalands fendables DI68 et DI69.
- 3) Le lit de pose est réglé à +/- 20 cm par le BHD Pinocchio (41 300 m³ au total pour les 48 fondations).



© DEME – Johan Roggeman

- 4) Le Groupement utilise ensuite la méga barge Zourite (armée par la « Compagnie Maritime du Littoral ») pour poser les piles en 2 étapes.
 - 5) Une fois la pile posée, les remblais sont effectués autour des piles par clapage de matériaux excavés par le BHD Pinocchio pour assurer leur stabilité aux houles cycloniques (215 000 m³ pour les 48 fondations).
 - 6) Les remblais sont réglés à +/- 20 cm par le BHD Pinocchio (95 000 m³ pour les 48 fondations).
 - 7) Le Groupement pose enfin une protection anti-affouillement autour des piles à l'aide de ses propres moyens nautiques mobilisés.
- Certaines zones de fouille ont fait l'objet d'une amélioration de sols (avant ou après terrassement). Ces travaux ont été réalisés à l'aide de moyens nautiques propres au Groupement et sont finalisés à ce jour.



© Timeinzebox



© Laurent De Gebhardt

Les travaux sont rythmés par la pose des piles ; chaque mois, 2 piles s'ajoutent à l'avancement. Le projet comptant 48 piles en mer, la présence de SDI sur ce chantier est prévue pour 24 mois.

Les matériaux excavés sont principalement constitués de sables et galets et peuvent atteindre des dimensions qui justifient la présence et la puissance d'une excavatrice LH996 (500 T) telle que celle qui équipe le ponton Pinocchio.

Pour ces opérations, SDI peut compter sur une quinzaine d'encadrants de chantier, 60 membres d'équipages, soit 75 personnes dont une vingtaine a été engagée à La Réunion pour des postes qualifiés.

Le Viaduc du Littoral, un ouvrage tributaire d'un contexte maritime centennal

Le Projet de la Nouvelle Route du Littoral est dimensionné pour une houle cyclonique centennale de l'ordre de 12,8 m prenant également en compte l'hypothèse d'une élévation du niveau général de la mer de 1 m, suite au réchauffement climatique. Concrètement, les digues et viaducs doivent répondre à des contraintes techniques liées à ces hauteurs de houle mais aussi aux résultats des éboulements de la falaise. Pour le viaduc, cette contrainte impose notamment que les chevêtres, appareils d'appui des voussoirs sur pile, soient disposés à 1 m au-dessus de la houle de projet. La chaussée se trouve ainsi à une hauteur variant entre 20 m et 30 m au-dessus du niveau de la mer, pour tenir compte des pentes de chaussées destinées à l'écoulement et au traitement des eaux de pluie.

MT3, un chantier de 5 400 mètres linéaires en préfabriqué

Pour la construction du Viaduc du Littoral prévu sur 54 mois, le groupement VINCI Construction Grands Projets, Bouygues Travaux Publics, Dodin Campenon Bernard et Demathieu Bard Construction s'est tourné

vers la technique de la préfabrication. À cet effet, des plateformes de fabrication des pièces ont été installées en 2015 au Port Est. Il s'agit de chaînes de production dédiées aux voussoirs et aux piles.

L'espacement entre chaque pile est de 120 m. Après la pose de l'embase dont l'amorce du fût de pile sort à 3 m au-dessus de la surface et peut peser jusqu'à 4 800 t, sont acheminés dans un même voyage la tête de pile (fût de pile + chevêtre) pesant quelques 2 000 t ainsi que le MVSP, pesant à lui seul 2 400 t. Les voussoirs courants sont acheminés par des fardiers, véhicules télécommandés de 35 m de longueur, à 216 roues depuis Le Port. Ces fardiers permettent de transporter des pièces jusqu'à 700 t en suivant le parcours de l'actuelle Route du Littoral, dans des convois de nuit.



© DEME - Johan Roggerman



© Emilie Nackaerts

Un respect strict de l'environnement

Le projet de la Nouvelle Route du Littoral intègre une gestion stricte de l'environnement avec une prise en compte des enjeux de la biodiversité. Dans le cadre des terrassements en mer, les contraintes environnementales intègrent :

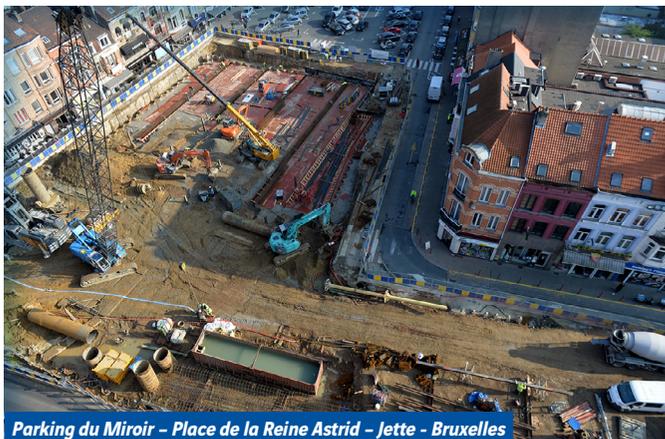
- **L'utilisation d'éclairage jaune (type sodium) et l'interdiction de travail de nuit 50 nuits par an.** Ces mesures visent principalement à la protection contre les échouements des pétrels de Barau et de manière plus générale de l'avifaune marine.
- **La limitation des matières en suspension.** Les taux font l'objet d'un suivi par mesures et certaines zones sensibles (présence de corail) sont protégées par des filets mis en place durant les travaux.
- **La limitation et le contrôle du bruit,** notamment par mesure, et par procédure de « ramp up », pour la préservation des mammifères marins.
- De manière générale et plus particulièrement en présence de mammifères marins et de tortues sur la zone, **des règles de circulation des moyens nautiques sur le plan d'eau ou d'arrêt de chantier.** Un contrôle visuel (par ULM) ou acoustique (hydrophone) est systématiquement appliqué pour détecter la présence de mammifères marins avant tout (re)démarrage de travaux sur le plan d'eau.

Parkings souterrains en CSM et palplanches

Depuis 2013, ArcelorMittal Palplanches a contribué à la construction de quatre parkings souterrains dans le cadre de grand projet de rénovation de quartier historique au cœur des villes de Alost, Courtrai et Bruxelles en Belgique.

Les bâtiments voisins de ces parkings sont dépourvus de fondations profondes, associé à des conditions de sols plus que défavorables (sol composé de tourbes et de limons mous), les travaux de construction devaient absolument être réalisés sans aucune vibration pour éviter d'éventuels tassements et désordres des bâtiments adjacents. Pour palier à ces difficultés, l'utilisation du *Cutter Soil Mixing* (CSM), en combinaison avec des palplanches en acier, a été choisie.

La nouvelle génération de palplanches AZ a contribué activement à la compétitivité financière et technique du choix du système constructif retenu pour ces projets. Des rideaux en palplanches **AZ 26-700**, **AZ 36-700N**, **AZ25-800** et **AZ26-800** ont été mis en œuvre dans le mélange sol + liant. Cette technique offre une meilleure étanchéité, ne génère aucune vibration et, pour ces projets, s'est avérée être une solution plus économique et plus rapide que les solutions en paroi moulée et pieux sécants initialement envisagées. Les palplanches de 15 à 18 m de longueur ont été installées dans une paroi CSM de 550 mm d'épaisseur.



Parking du Miroir - Place de la Reine Astrid - Jette - Bruxelles



Parking Hopmarkt - Alost



Voiles périphérique d'infrastructure en palplanches AZ26-700 & AZ36-700
Parking couvert Hopmarkt - Alost

4 parkings en Belgique

- Parking Hopmarkt - Alost
- Parking K-tower - Courtrai
- Parking du Miroir - Place de la Reine Astrid - Jette Bruxelles
- Parking Erasmus - Molenbeek - Bruxelles

Utilisées comme mur de soutènement pendant et après la construction, les **1 800 tonnes de palplanches AZ** servent de **paroi périphérique d'infrastructure permanente et visible** après l'achèvement des parkings et **supportent les charges verticales** de la structure. Le bureau d'études d'ArcelorMittal Palplanches a également réalisé une **analyse de résistance au feu**, qui a démontré que les palplanches peuvent **résister à un feu ISO de 90 minutes** qui pourrait être causé par la combustion de véhicules dans un des niveaux.

Les **palplanches AZ** ont été revêtues de peinture pour des raisons esthétiques. Les travaux ont été réalisés en 2013, 2015, 2016 et 2017.

ArcelorMittal Palplanches est responsable de la vente, du marketing et de la promotion de solutions de fondation. Les **palplanches acier laminées à chaud** sont largement utilisées à l'échelle mondiale pour la construction d'ouvrages portuaires tels que murs de quais et brise-lames, d'écluses et de confortements de berges dans les rivières et canaux. D'autres applications typiques sont les batardeaux, les blindages de fouilles, les culées de ponts, les murs de soutènement de trémies ou parkings souterrains, les murs de confinement étanches, etc. ArcelorMittal propose par ailleurs une gamme complète d'accessoires nécessaires à la réalisation d'une solution complète de fondations.

ArcelorMittal Palplanches

66, rue de Luxembourg - L-4221 Esch-sur-Alzette
Luxembourg

palplanches@arcelormittal.com
palplanches.arcelormittal.com

CSM et palplanches

Entreprises Soetaert SA, division Soiltech, Ostende

Boulogne-sur-Mer : quai et jetée font peau neuve !

L'opération concerne la réhabilitation de la fondation de la jetée Nord-Est (hors superstructure) et la réhabilitation de l'ensemble du quai de pilotage.

La jetée Nord-Est et le quai de pilotage sont situés à l'entrée du port intérieur et à proximité de la plage. Lieux de promenade très prisés, ils servent surtout de délimitation et de soutènement entre le chenal (permettant d'accéder au port intérieur) et la plage, tout en permettant l'accès au feu de balisage pour les opérations de maintenance. Le quai de pilotage assure également un accès piéton et routier aux locaux du bâtiment de Nausicaa et offre une zone de stationnement pour les activités touristiques. En 1984 sont apparus d'importants désordres le long de la jetée Nord-Est, avec le glissement plan du mur poids sur sa base. L'ouvrage n'a jamais été complètement stabilisé depuis. De nouveaux mouvements ont été détectés récemment. Les structures en béton armé du quai et du tillac de la jetée présentent

également des dégradations importantes (éclatement du béton, aciers apparents...) qui remettent en cause, à plus ou moins long terme, leur capacité portante et par suite, leur usage comme accès routier.

Principaux travaux réalisés

Quai de Pilotage : reconstruire le quai de dimension 80 m de long par 16 m de large

- Déconstruction du quai existant jusqu'aux fondations à la cote + 3,50 cm.
- Réalisation d'un radier en béton armé avec réservation pour réservoir les fermes préfabriquées.
- Réalisation des pieux de fondations au droit du Centre aquatique Nausicaa.
- Préfabrication des fermes de 22 t sur le quai de l'Europe, transport et pose par voies nautique.
- Pose des poutres préfabriquées et réalisation du tablier du quai.

Jetée Nord Est (410 ml) : stopper le glissement des caissons de fondation vers l'Ouest

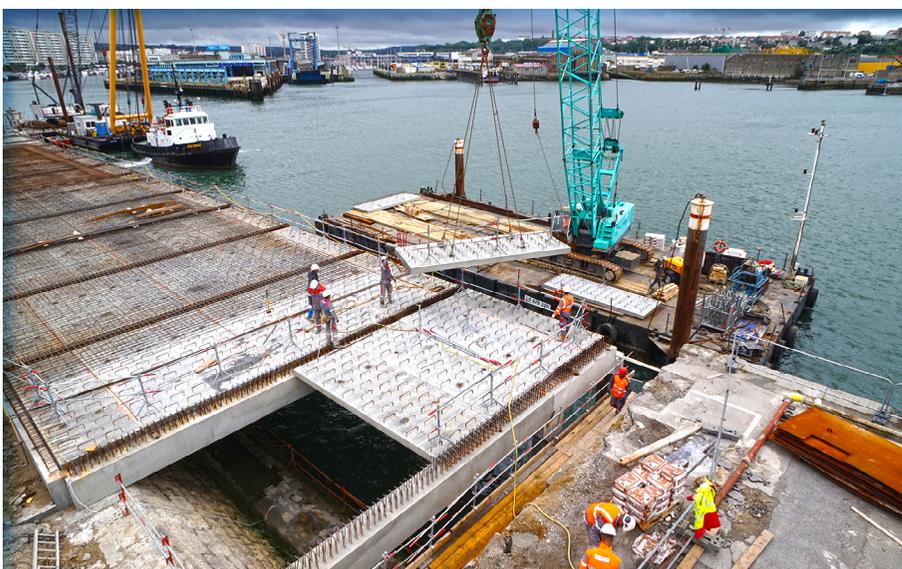
- Réalisation d'un clouage des fondations de la jetée Nord Est par la mise en place de 120 pieux forés tubés à partir d'une plateforme autoélévatrice.
- Installation d'une conduite de bétonnage sur 300 ml.
- Dépose et repose de la maçonnerie extérieure sur les zones dégradées.
- Reprise des joints de la maçonnerie.

MOYENS UTILISÉS

- Un ponton 45 x 21 m avec grue treillis de 170 t.
- Un ponton 30 x 12 m avec grue treillis de 80 t.
- Une plateforme auto élévatrice de 21 x 12 pour le forage des pieux.
- Un ponton de servitude de 12 x 6 m.
- Grues treillis de 90 t et de 50 t pour la préfabrication et le génie civil du quai.

Principaux intervenants

- **Maître d'ouvrage :**
Région Nord - Pas-de-Calais
- Direction des Ports et du littoral - Direction déléguée d'Exploitation du port de Boulogne-sur-Mer
- **Maître d'œuvre :** SCE
- **Groupeement attributaire des travaux :** Eiffage Travaux Maritimes et Fluviaux - Eiffage Génie Civil Nord
- **Sous-traitant fondation :** Botte Fondations
- **Période des travaux :** novembre 2016 à octobre 2017.
- **Montant des travaux :** 5,9 M€ H.T.



Contraintes globales

Les travaux de déconstruction et reconstruction du quai de Pilotage sont situés à proximité immédiate des bassins du centre aquatique de Nausicaa.

Le chantier a mis en place un suivi très précis des vibrations à l'aide de corde optique et d'accéléromètre associé à des moyens matériels spécifiques pour limiter les vibrations dans les bassins spécifiquement lors de la vibration des tubages pour les pieux forés (distance de 2,5 m entre les fondations du quai et les fondations des bassins).

Contraintes environnementales

- Aucun rejet dans l'eau.
- Principales répercussions : phasage de la démolition uniquement à marée basse, bétonnage des pieux à l'abri d'un tubage métallique.

Suite de l'édito page 1.

Huit ans après le Grenelle, nous ne pouvons que regretter l'absence de politique réactive, de la part des autorités, qui ne permette pas l'exécution des programmes de dragages indispensables au bon fonctionnement des ports et à leur compétitivité. A l'heure de l'élaboration des plans de prévention et de gestion des déchets régionaux, il est grand temps de se poser la question des flux et volumes de matériaux, qu'il va falloir gérer à terre dans les prochaines années, et d'élaborer une politique de programmation qui permette de faire d'un déchet une ressource.

Il faut libérer les filières de valorisation. Certes, le CEREMA va lancer à la fin de l'année l'écriture d'un guide sur la valorisation des sédiments en technique routière, auquel le TRAMAF participera, mais il y a lieu d'explorer d'autres filières de valorisation : fabrication de briques, ciments ou bétons, aménagement paysager, reconstitution de sols (valorisation agricole, réhabilitation de friches urbaines)...

Ces questions ont déjà été abordées par nos voisins, nos autorités auraient tort de ne pas s'inspirer des expériences néerlandaises et belges dans la retranscription des directives cadres EU (déchet, eau et milieu marin). Pour les territoires frontaliers, il s'agit également d'un enjeu de concurrence.

L'officialisation d'une sortie réglementaire du statut de déchet pour ces matériaux constitue une condition sine qua none à l'émergence des filières de valorisation, qui permettra aux entreprises de développer des innovations au bénéfice des maîtres d'ouvrage.

ACTIONS DU TRAMAF

Le TRAMAF s'ouvre à de nouveaux membres

Le TRAMAF a modifié ses statuts lors de son assemblée générale 2016 pour instaurer un nouveau statut de membre partenaire. Ce statut est en particulier ouvert aux entreprises de maîtrise d'œuvre et aux industriels du secteur.

Il nous a semblé opportun de renforcer les échanges et de bénéficier des expertises des acteurs du domaine au regard de la diversité des sujets traités par le syndicat (CQP de batteur de profilés métalliques, valorisation des sédiments, guide sécurité...).

Outre cette participation aux commissions du TRAMAF, il est proposé aux membres partenaires d'enrichir le contenu de notre lettre semestrielle en mettant en valeur leurs références et leur savoir-faire au travers d'articles de chantier.

Vous trouverez, dans le présent numéro, la contribution d'ArcelorMittal Palplanches, l'un de nos membres partenaires.

Plus de renseignements sur les conditions d'admission au syndicat auprès de Benjamin DAUBILLY : benjamin.daubilly@umtm.fr



RENCONTRE AVEC... Laurent Smaghe

Dire que Laurent Smaghe est un homme dans le vent pourrait être mal interprété. Il est pourtant bel et bien un expert des énergies renouvelables, en particulier des éoliennes en mer. Cet ingénieur des Ponts et Chaussées a commencé par participer à l'acte de construire, en entreprise, dans le domaine du bâtiment. Puis, il se consacre à la distribution de l'eau à l'international avant de se passionner, depuis 2008, pour les nouvelles énergies... Rencontre avec le responsable des relations industrielles EMR d'EDF Energies Nouvelles...

d'industrialiser pour réduire les coûts de l'électricité produite ! L'objectif est ainsi de créer une filière française compétitive avec son lot d'implantations industrielles, de chantiers d'installations en mer (câbles, sous-stations électriques, fondations et turbines) et donc d'emplois locaux (7 500 emplois liés à nos trois premiers projets).

Quel est le potentiel de ces installations ?

Si les pays du Nord de l'Europe sont en pointe, la France rattrape son retard dans le domaine de l'éolien posé et se place en tête sur les deux autres activités. Dans cette compétition, le potentiel est majeur, car la taille des fermes éoliennes en mer et des turbines a considérablement augmenté. GE produit aujourd'hui en France des turbines d'une puissance de 6 MW (mégawatt) et de 150 m de diamètre de rotor ! Mais à terme, les machines pourraient dépasser la puissance de 10 MW, permettant ainsi de réduire considérablement le coût de l'énergie. Jusque récemment, le coût constaté

était d'environ 150 à 200 € / MWh (mégawatt heure) en éolien en mer contre 60-80 €/MWh en terrestre, mais les coûts devraient être divisés par deux à l'horizon 2020.

Quelle est l'ampleur des investissements dans ce domaine ?

Il faut comprendre que ce sont des champs d'éoliennes en mer de plusieurs centaines de mégawatts qui vont voir le jour en France. Donc des investissements considérables. En 2012, EDF EN a remporté en France trois projets, de 450 à 500 MW chacun, soit 238 turbines et une enveloppe totale d'environ 6 milliards d'euros ! Deux autres projets ont été lancés par l'État en 2014, puis après une pause, d'autres projets ont été annoncés en 2017. Dans le domaine de l'hydrolien et de l'éolien flottant, des appels d'offres commerciaux sont eux attendus pour 2018. Autant dire que le marché des EMR est immense et une source d'opportunités pour les entreprises qui intègrent la filière.

Quels sont les enjeux du développement des énergies marines renouvelables (EMR) ? Il faut distinguer selon le segment d'activité : éolien en mer posé, éolien en mer flottant ou encore hydrolien (utilisation des courants de marées). Il y a longtemps que ces domaines sont explorés mais leur développement s'accélère avec la prise de conscience planétaire des enjeux environnementaux. Si l'hydrolien et l'éolien flottant sont encore en phase de démarrage, l'éolien posé lui a atteint un stade industriel. Ces dernières années, de nombreux appels d'offres de grande ampleur ont été lancés, y compris en France. Car l'enjeu est