



## DOSSIER DE PRESSE

### « PONTS A HAUBANS »

## VINCI POUSSE L'EXCELLENCE DE SES METIERS DE SPECIALITE EN EXTREME ORIENT



## **Sommaire**

<b>Les ponts à haubans, la haute technologie au service des ouvrages d'art</b>	<b>3</b>
<b>L'Extrême Orient, un marché des infrastructures en forte croissance</b>	<b>6</b>
<b>Vladivostok, les ponts géants</b>	<b>7</b>
<b>La Corée du Sud, le pays des ponts</b>	<b>13</b>
<b>Annexes</b>	<b>16</b>

# Les ponts à haubans, la haute technologie au service des ouvrages d'art

## Freyssinet, une filiale de VINCI, leader mondial de la précontrainte et des haubans

VINCI est le leader mondial des concessions et de la construction. Le Groupe intervient sur des projets complexes à travers le monde. Dans ses métiers de construction, certaines entreprises de génie civil spécialisé du Groupe, figurent parmi les plus grands experts internationaux.

Freyssinet, filiale du groupe Soletanche Freyssinet, filiale de VINCI Construction, est ainsi le leader mondial de la précontrainte et des haubans. Il intervient notamment sur de très nombreux ponts dont les plus grands ponts haubanés du monde.

Avec ses 6 000 collaborateurs, Freyssinet contribue à de nombreuses réalisations majeures sur les cinq continents qui en font le leader mondial dans ses spécialités : la précontrainte; les méthodes de construction; les structures à câbles; les équipements d'ouvrages; la réparation, le renforcement et la maintenance de structures.

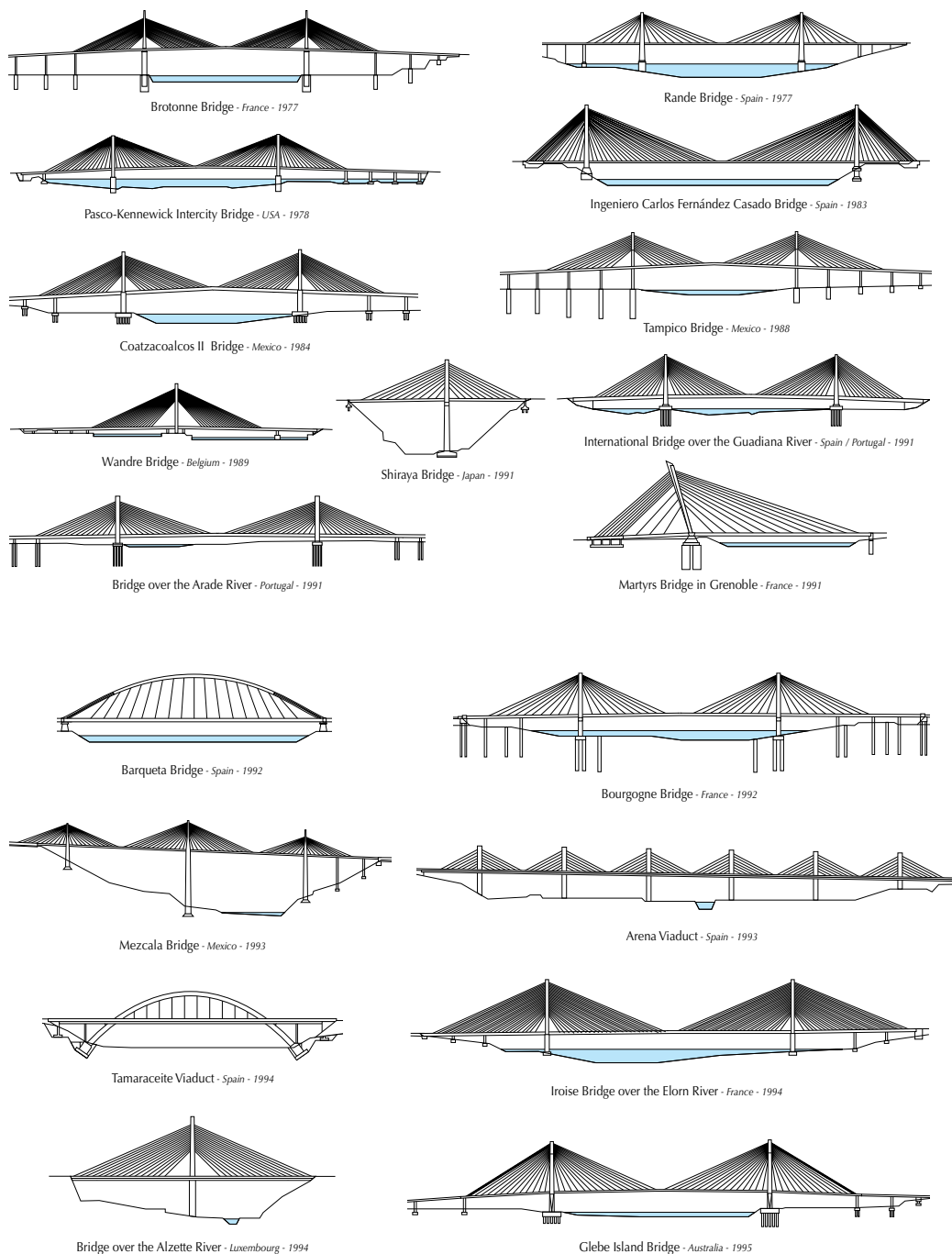
C'est en 1928, qu'Eugène Freyssinet, ingénieur diplômé de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, deux institutions emblématiques en France, invente et dépose le brevet de la précontrainte, brevet qui, comme il le disait, va « révolutionner l'art de bâtir ». A compter de cette année là, Eugène Freyssinet va investir son temps et ses économies dans le développement de son invention. En 1943, il crée la Société Technique pour l'Utilisation de la Précontrainte (STUP). Cette société, qui prendra en 1976 le nom de Freyssinet, a pour objet « la mise en valeur, la défense et l'exploitation des procédés nouveaux dont Monsieur Freyssinet est l'inventeur ».

## L'expert mondial des ponts à haubans

Eugène Freyssinet avait de longue date imaginé de réaliser des ponts avec de grandes travées haubanées. Il avait même projeté un ouvrage haubané multi-travées pour traverser la Manche ! Ses idées prennent forme dans les années 70, lorsque Freyssinet utilise pour la première fois un hauban multi-torons pour haubaner un ouvrage. La société participe aux ponts de Rande en Espagne, Brotonne en France et de Coatzacoalcos au Mexique

En 1986, Freyssinet participe à la réalisation d'ouvrages exceptionnels dont de nombreux ponts à haubans comme celui de Tampico au Mexique.

En 1989, Freyssinet invente le premier hauban multi torons individuellement protégé, base de toute la technique des haubans Freyssinet pour les ouvrages qui suivront. La première application est réalisée sur le pont de Wandre en Belgique. Cette technique est depuis utilisée sur plus de 300 ouvrages par l'entreprise dont le pont de Normandie, le pont d'Iroise et le Viaduc de Millau en France, le pont Vasco de Gama à Lisbonne, le pont de Rion Antirion en Grèce, des toitures de stade avec en 2011 le stade BC Place à Vancouver, et cette année, le pont de l'île Russky à Vladivostok qui, avec 1 104 mètres de travée de centrale, détient aujourd'hui le record du monde.



Sur les anciens ponts suspendus, l'intégralité de la charge est portée par deux câbles de chaque côté de la chaussée. Accrochés aux sommets des pylônes (celles du pont de Russky culminent à 321 mètres), ils ont une forme courbe caractéristique (une forme baptisée « chaînette » par les mathématiciens) permettant une répartition homogène des forces sur toute leur longueur. Mais pour résister aux efforts, ces câbles doivent avoir une section importante. Ils sont donc très lourds, ce qui conduit à des solutions particulièrement coûteuses, voire irréalisables dès que la longueur du pont devient importante.

Par ailleurs, la surveillance de ces câbles est délicate. Même si des capteurs acoustiques, en détectant des bruits de rupture dans la structure interne, permettent de préciser l'état de santé de l'ouvrage, intervenir au cœur du câble reste une opération complexe. En répartissant les efforts sur plusieurs câbles, les structures à haubans résolvent ce problème. Par ailleurs, même

sur les ouvrages de longueur moyenne, elles s'avèrent financièrement beaucoup plus rentables qu'une structure traditionnelle.

### Quelques références de Freyssinet

- 1977: Brotonne (France - portée 320 m - le premier record du monde)
- 1995: Normandie (portée 856 m)
- 1998: Vasco de Gama (Portugal - portée 420 m)
- 1998: Ting Kau Bridge (Hong Kong - portée 475 m)
- 2000: My Tuan Bridge (Vietnam - portée 350 m)
- 2000: Santarem (Portugal - 246 m)
- 2000: Oresund (Danemark - portée 490 m)
- 2000: Seohae (Corée du Sud - portée 470 m)
- 2001: Young Hung Bridge (Corée du Sud - portée 240 m)
- 2002: Aswan Bridge (Egypte - portée 250 m)
- 2003: Samchonpo Bridge (Corée du Sud - portée 230 m)
- 2004: Rion Antirion (Grèce - portée 560 m x 6)
- 2004: Viaduc de Millau (France - portée 342 x 6)
- 2010: Geoga (Corée du Sud - portée 475 m)
- 2011: Térénez (France - portée 285 m)
- 2011: RdziDski Bridge (Pologne - portée 612 m)



# L'Extrême Orient, un marché des infrastructures en forte croissance

## Des dragons asiatiques, aux BRIC et au N-11

C'est l'Economics Research Group de Goldman Sachs qui a inventé le concept de BRIC<sup>1</sup> en 2001 puis le concept du N-11<sup>2</sup> en 2005.

Le centre de gravité de l'économie mondiale poursuit son déplacement vers l'Extrême-Orient et vers le Sud. Les BRIC représentent 50 % de la croissance mondiale

Dans les années 1990, les économies des pays industrialisés étaient à l'origine d'un peu plus des deux tiers de la croissance mondiale, cette proportion est tombée à un tiers durant la période 2000-2008. Sur cette même période, le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine (les BRIC) ont contribué à hauteur de 44% de la croissance mondiale, et sur la période 2010-2011, à la moitié. En 1995, le poids des BRIC dans le PIB mondial (en volume) était de 15 %. Il atteignait 17 % en 2000. Il a bondi à 27 % en 2011, principalement sous l'effet de la multiplication par deux du poids de la Chine dans l'économie mondiale en une décennie.

De son côté, la Corée du Sud, qui sur l'année 2011 revendique une croissance économique de 3.6% est aujourd'hui la quatrième économie d'Asie.

## Un marché des infrastructures en forte croissance

Les dépenses d'infrastructures restent la priorité du gouvernement russe. Les montant en jeu sont à la dimension du pays, 1 000 milliards d'ici 2020<sup>3</sup>. La création d'une nouvelle ligne de chemin de fer pour desservir la Sibérie représenterait un investissement de 13 milliards de dollars, la remise à niveau des infrastructures de Vladivostok pour accueillir le sommet de la Coopération Economique de la zone Asie Pacifique, a nécessité des investissements d'environ 9,5 milliards de dollars<sup>4</sup>. Moscou accueillant la Coupe du Monde de football en 2018, l'Etat russe va allouer plusieurs milliards de dollars à la construction de nouveaux stades et à la mise à niveau des infrastructures (hôtels, routes, aéroports).

La Corée du Sud accueillera deux grands événements sportifs internationaux dans les prochaines années:

- les Jeux Asiatiques de 2014 à Incheon du 19 septembre au 10 octobre 2014: 36 sports représentés, 49 sites de compétitions, 13 000 athlètes et 600 000 visiteurs attendus.
- les Jeux Olympiques et Paralympiques d'hiver de 2018 à Pyeong Chang : 16 sports olympiques représentés, 13 sites de compétitions, 2 villages Olympiques, 6 000 athlètes et 500 000 visiteurs attendus.

---

<sup>1</sup> Les pays repris sous l'acronyme BRIC sont le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine.

<sup>2</sup> Les Next 11 ou N-11, sont les pays susceptibles de rivaliser à terme avec le G7 en termes de nouvelle croissance économique: Bangladesh, Egypte, Indonésie, Iran, Corée, Mexique, Nigeria, Pakistan, Philippines, Turquie et Vietnam.

<sup>3</sup> [http://invest.gov.ru/en/government\\_support/sectors/infrastructure/](http://invest.gov.ru/en/government_support/sectors/infrastructure/)

<sup>4</sup> <http://invest.gov.ru/apec/>

## Vladivostok, les ponts géants

En prévision du sommet de l'APEC les 8 et 9 septembre 2012, Vladivostok mène plus de 40 chantiers, dont deux ponts qui enjambreront la baie de la Corne d'Or et le détroit du Bosphore Vostochny.

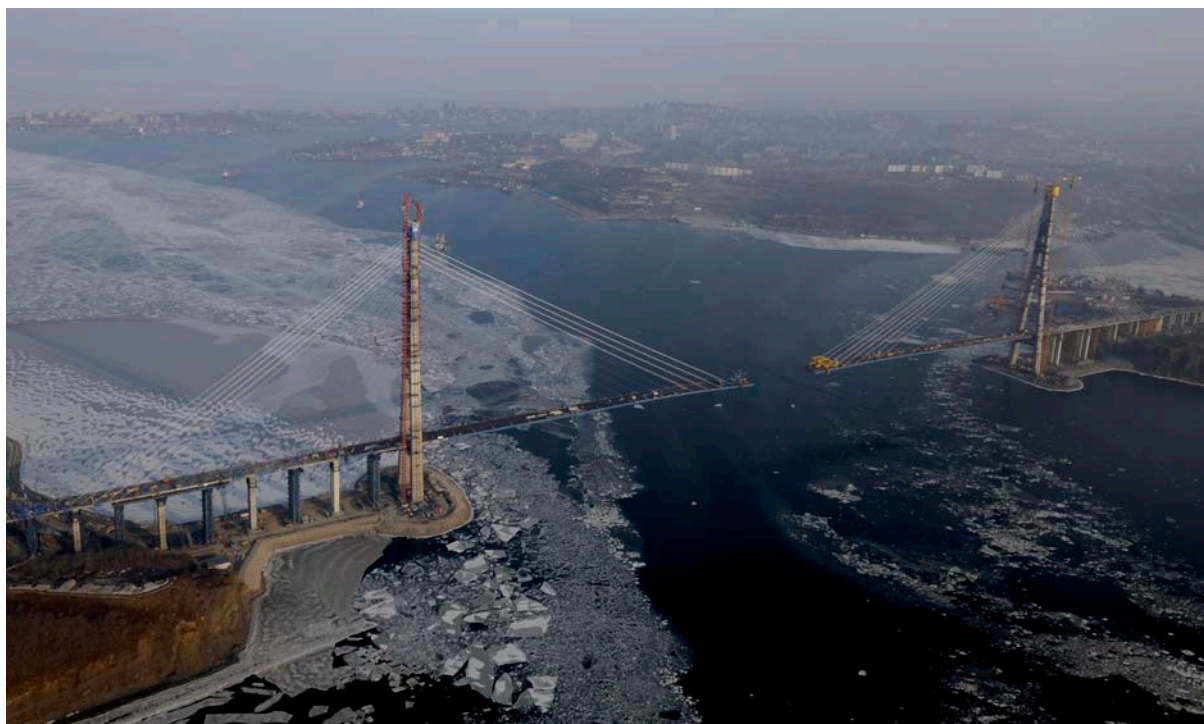
Ainsi le plus grand d'entre eux, le pont de l'île Russky à Vladivostok sera inauguré début juillet 2012. Le plus long pont à haubans du monde reliera au continent la petite île sibérienne de Russky, où se déroulera le sommet. Après le sommet, l'île accueillera l'Université fédérale d'Extrême-Orient.

Après la construction, en 1994, du pont de Normandie d'une portée de 856 mètres, Freyssinet regagnera ainsi un nouveau record.

Freyssinet a également réalisé la pose des haubans du pont de la Corne d'Or, toujours à Vladivostok. Ce dernier, d'une portée de 737 mètres, figurera ainsi parmi les 10 plus grandes travées au monde.

### Freyssinet signe le record du monde de portée haubanée à Vladivostok

Conçu par la société russe Mostovik et construit par l'entreprise générale russe USK Most, qui en a sous-traité la réalisation à sa filiale SK Most et à Mostovik, le pont de l'île Russky aura une longueur totale de 1 872 mètres avec la plus longue portée haubanée au monde soit 1 104 mètres.



Il est composé d'une travée centrale en caisson métallique orthotrope de 28 mètres de large, de deux pylônes en A de 320 mètres de hauteur, de 168 haubans à torons parallèles et d'amortisseurs disposés sur chacun de ces haubans.

Pour cet ouvrage, Freyssinet a réalisé les études, la fabrication et la pose des haubans sans oublier bien sûr, la mise en place des amortisseurs. En outre, Freyssinet a réalisé pour le compte du ministère de la Construction russe une mission d'expertise visant à valider les solutions retenues pour la conception de l'ouvrage.

**Intervenants:**

Maitre d'Ouvrage: Mairie de Vladivostok  
Maitre d'Œuvre: SK Most et à Mostovik  
Concepteur : Mostovik

**Chiffres clés:**

Haubans : 168 haubans de 136 m à 582 m  
Torons : 3 700 tonnes  
Amortisseurs : 192 type IRD

**Des haubans à torons parallèles de type compact pour minimiser les effets du vent**

Pour l'équipe Freyssinet en charge de la pose des haubans et des amortisseurs, tout a commencé le 21 juillet 2011 avec la pose de la première paire de haubans à 186 mètres de haut sur le pylône M6 côté Vladivostok. A compter de cette date, les opérations se sont enchaînées afin de poser, au fur et à mesure de la construction du pont, les 8 nappes de 21 haubans chacune soit un total de 3 700 tonnes de torons!

Compte tenu de la grande longueur des haubans (582 mètres pour les plus longs) Freyssinet a développé pour ces haubans à torons parallèles individuellement protégés des gaines de diamètre compact permettant de minimiser les effets de vent sur la structure. De type "compacts", ces haubans comportent 20% de torons en plus par rapport à une gaine de même diamètre.

En outre, les gaines comportent des filets hélicoïdaux disposés sur la partie extérieure qui empêchent l'apparition des vibrations survenant sous l'effet combiné du vent et de la pluie. Ancrés individuellement par clavette sur blocs haut et bas disposés dans les pylônes et dans le tablier, les torons et l'ensemble des composants des haubans a une durée de vie de 100 ans.

Particularité du pont de l'île Russky, les gaines sont de couleur rouge pour les haubans les plus courts, bleue pour les intermédiaires et blanche pour plus longs. Elles ont été choisies par le gouvernement russe, elles reprennent les couleurs du drapeau du pays.

**Des amortisseurs adaptés au gigantisme du pont**

A partir de fin mars 2012 et la pose des derniers haubans, Freyssinet s'est consacré notamment à la pose des amortisseurs. Développés et brevetés par Freyssinet, ces derniers sont externes pour les haubans les plus longs et internes pour les plus courts. En outre, les haubans les plus longs implantés au niveau de la travée centrale sont équipés d'amortisseurs magnéto-rhéologiques dont la viscosité est ajustée électriquement en fonction de la fréquence de vibration (technologie Maurer).

**Les tabliers**

Les tabliers des ponts de l'île Russky et de la Corne d'Or ont un profil d'aile d'avion inversée, ce qui permet d'assurer une portance négative et une meilleure stabilité vis à vis des phénomènes d'interaction fluide-structure : Les effets de soulèvement dus au vent et les phénomènes de torsion sont ainsi supprimés.

**Les pylônes**

Leur hauteur totale est de 321 mètres. Ils sont construits à l'aide de coffrages auto-grimpants : après le bétonnage de chaque levée, un système de vérins déplace le coffrage en s'appuyant sur la structure en place pour couler une nouvelle levée. Des pieux de près de 77 mètres les ancrent solidement dans le sol. A leur sommet, une station météorologique et une balise GPS mesurent la force des vents et détectent les déplacements des piles. Des jauges de contraintes et des capteurs



thermiques répartis tout au long de leur structure, permettent de mesurer leurs déformations liées à la dilatation du béton.

### **Les haubans**

D'une longueur comprise entre 136 et 580 mètres (record mondial), les 168 haubans ont été conçus et réalisés pour travailler sous une température ambiante comprise entre -40° C et +65° C. Ils sont aussi protégés des agressions du milieu marin. Des torons, composés de sept fils d'acier sont individuellement recouverts d'un film mince de cire pétrolière et enveloppés dans une gaine en PEHP (PolyEthylene Haute Densité). Les torons sont ensuite regroupés, parallèlement les uns aux autres, dans une gaine extérieure minimisant les effets aérodynamiques. La coloration de la gaine est réalisée à l'aide d'une formulation qui assure la stabilité aux rayons UV. Chaque toron est tendu individuellement selon le procédé breveté d'iso tension qui permet d'assurer l'égalisation des efforts de chaque toron.

### **Un pont ausculté 1000 fois chaque seconde**

Outre des moyens de vidéosurveillance conventionnels, des accéléromètres et des cellules de mesure de force sont positionnés sur 48 haubans retenus pour leur positionnement stratégique, et des capteurs de température sont repartis sur la structure. Leur principale fonction est de vérifier que les mouvements du tablier sont conformes à ceux modélisés en fonction de l'évolution des paramètres environnementaux, notamment la température et le vent. L'intégralité des mesures réalisées par les capteurs est collectée 1000 fois par seconde. Les informations sont stockées sur des disques durs tandis qu'un bilan de l'état cinétique du pont est établi en temps réel dans un centre local de surveillance. Une connexion Internet transfère également ces données à des centres distants de télémaintenance. Des alertes, envoyées par courrier électronique et par SMS aux responsables techniques de l'ouvrage, complètent ce dispositif.

## **Une équipe de spécialistes dédiée**

Pour mener à bien la construction du pont de l'île Russky, Freyssinet a travaillé en deux temps. Un travail en amont mené avec la Direction Technique en France pour l'intégration du système de haubanage, l'analyse des problèmes de vibration des haubans ou bien encore, l'optimisation des quantités de béton dans les pylônes et leurs fondations. Pour la réalisation proprement dite, Freyssinet a dépêché sur place 45 personnes. Environ 300 ouvriers russes formés par Freyssinet et travaillant sous la direction des constructeurs ont également apporté l'aide nécessaire à la mise en place des haubans.

Pendant ces 8 mois, l'équipe a travaillé sans relâche, 24h/24, 7 jours/7 et avec des températures allant jusqu'à -25°C pouvant représenter une température ressentie de -40°C en fonction de la vitesse du vent !



3 questions à Jean-Daniel Lebon, Directeur de la Division Asie, Moyen Orient et Océanie au Département des Grands Projets de Freyssinet.

#### **Quelles sont les caractéristiques du pont de l'île Russky?**

*La travée centrale est formée de caissons métalliques orthotropes. Elle mesure 3,20 mètres de haut et 28 mètres de large. La route traversant le pont sera une 2x2 voies avec une bande d'arrêt d'urgence de chaque côté. Les pylônes M6 (côté ville) et M7 (côté île) sur lesquels sont ancrés les haubans Freyssinet sont des pylônes en A mesurant 320 mètres de hauteur depuis les semelles des fondations. Sur les conseils de Freyssinet, ces pylônes ont été réalisés en béton haute résistance (60 MPa) et leurs dimensions ont été optimisées. Nous avons réalisé cette optimisation avec Michel Virlogeux qui a également conseillé le concepteur sur d'autres optimisations relatives au tablier. Le haubanage est constitué de 168 haubans décomposés en 8 nappes de 21 haubans chacune. Le pont de l'île Russky remporte trois records du monde: celui de la portée haubanée avec une longueur 1104 mètres, celui des plus longs haubans avec une longueur maximum de 582 mètres et celui du temps de réalisation le plus court pour un ouvrage de cette envergure.*

#### **Quelle est la technologie utilisée pour les haubans?**

*Il s'agit de haubans à torons parallèles, compacts développés par Freyssinet et semblables à ceux que nous avons installés sur les ponts de Normandie, Millau ou Rion Antirion. Pour une gaine de même diamètre, les haubans comportent 20% de torons en plus. Cet effet de saturation de la gaine permet notamment de minimiser les effets au vent. Les torons sont individuellement protégés de la corrosion. Ils se composent de 7 fils galvanisés autour desquels est disposée de la cire. L'ensemble est recouvert d'une gaine en polyéthylène haute densité. Particularités du pont de l'île Russky, le nombre de torons maximum par hauban est de 86 et le plus long des haubans mesure 582 mètres, ce qui constitue un record du monde. En outre, les gaines sont de couleur rouge pour les haubans les plus courts, bleue pour les intermédiaires et blanche pour plus longs. Ceci afin de rappeler les couleurs du drapeau de la Russie. Les torons sont individuellement au moyen de clavettes dans les blocs d'ancrage dans le tablier et les pylônes. Le premier hauban a été installé en juillet 2011 et le dernier en mars 2012. L'ensemble représentant un poids de 3700 tonnes.*

#### **En quoi consistait la mission d'expertise réalisée par Freyssinet?**

*A la demande du Ministère de la Construction russe, Freyssinet a été mandaté pour auditer les solutions retenues pour la conception générale du pont. Cette mission a notamment été réalisée avec le concours du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) en France. Nous avons procédé à des essais en soufflerie avec une maquette du tablier et des pylônes et avons confrontés les résultats avec les analyses réalisées sur place par nos équipes. Nous avons également procédé à l'analyse des données sismiques du site avec Géodynamique & Structure et repris avec SetecTPI l'ensemble des calculs généraux de l'ouvrage. A l'issue de nos travaux, nous avons validé les principes des solutions retenues.*

## Golden Horn Bridge

A 5 kilomètres du pont de l'île Russky, Freyssinet a également procédé à l'étude, la fourniture et l'installation des 192 haubans du pont de Golden Horn. Situé au cœur de la ville de Vladivostok, ce pont permettra de relier la partie Nord à la partie Sud de la ville. Avec une portée de 737 mètres (pour une longueur totale de 1 389 mètres), ce pont sera lors de son ouverture, le 10ème plus grand ouvrage haubané du monde.

Sur ce chantier, Freyssinet assure la fourniture des matériaux (ancrages, torons, gaines PEHD, cire, amortisseurs), la location de l'équipement de mise en place, l'assistance technique à l'entrepreneur pour l'installation des haubans ainsi que la formation du personnel.

La principale contrainte réside dans l'utilisation de haubans longs (max 390 m) de type "gaine compacte". Ces-derniers ont une densité de torons plus importante que des haubans classiques ce qui permet d'utiliser des gaines PEHD de plus faible diamètre pour réduire la prise au vent génératrice de vibrations excessives.

Les travaux de haubanage ont commencé en mars 2011 et se sont terminés à la mi-avril 2012.

### Intervenants:

Maitre d'Œuvre: Mairie de Vladivostok

Maitre d'Ouvrage: société TMK

Concepteur : Gipstroy most

### Chiffres clés:

Haubans : 192 haubans de 97m à 390 m

Torons : 2050 tonnes

Amortisseurs : 192 type IRD



Freyssinet OOO est la filiale à 100% de Soletanche Freyssinet en Russie.

La présence de Freyssinet en Russie date de 2001 avec la réparation du pont "Alexandr Nievsky" à Saint Petersburg. En 2002 une agence Freyssinet a ouvert ses portes dans le pays.

Depuis cette date, de nombreux projets ont vu le jour et notamment le pont de Serebreny Bor, la réparation du pont d'Oulianosk, la cimenterie de Novorossyisk, la toiture câblée de la patinoire de Minsk et le pont de l'Arch à Almaty.

Après avoir gagné le contrat des ponts de l'île Russky et de Golden Horn à Vladivostok, il a été décidé de créer une société en Russie. Freyssinet OOO a ainsi été créée et enregistrée en octobre 2010.

Freyssinet OOO emploie 50 personnes et propose l'ensemble des produits et prestations de Freyssinet en Russie. Comme toutes les entités du groupe VINCI, les entreprises du Groupe sont locales et développer une relation à long terme avec l'ensemble des acteurs locaux, notamment en recrutant et en formant des collaborateurs russes.

# La Corée du Sud, le pays des ponts

## Un réseau de transport nécessite de nombreux ouvrages de franchissement.

La Corée se trouve confrontée à d'intenses difficultés de circulation de personnes et de marchandises avec ses 48 millions d'habitants vivant sur un territoire grand comme le cinquième de la France et 80% de sa population concentrée dans les zones urbaines.

Tout passage par la Corée du nord étant exclu, les échanges avec l'extérieur ne sont qu'aériens et maritimes. Plus qu'ailleurs, les composantes de l'activité transport constituent pour les autorités un enjeu stratégique majeur.

La politique des transports a longtemps favorisé la construction de routes au détriment du rail pour doter la Corée, plus rapidement et à moindre coût, d'un réseau adapté au rythme de son développement économique.

Plus de 100 000 km de routes et 3 000 km d'autoroutes à péage constituent aujourd'hui l'ossature d'un réseau qui assure 90% du trafic des marchandises. Cette situation évolue cependant : le train est de plus en plus perçu par les autorités publiques comme le moyen de désengorger un réseau routier saturé. Depuis 2004, l'expérience positive de la liaison à très grande vitesse (le KTX) entre Séoul et Busan, a conduit les responsables coréens à réaliser une deuxième ligne TGV de Séoul au port de Mokpo, au sud-ouest du pays, en passant par la métropole régionale de Gwangju.

Ce dynamisme offrira le cadre du prochain grand congrès international sur les ponts (IABSE) qui aura lieu en Corée fin septembre 2012.

## Freyssinet Korea, être coréen en Corée

Freyssinet est présent en Corée du Sud depuis avril 1986. Sa filiale locale, Freyssinet Korea Company Limited, a été créée en septembre 1989.

En Corée du Sud, Freyssinet intervient sur six activités différentes : Re-bar et béton, terrassement, maintenance et réparation de structures, structure métallique et travail de fenêtre, échafaudage, construction de structure en acier.

Freyssinet Korea est l'un des rares constructeurs de spécialité actif en Corée dont l'actionnaire majoritaire est une société internationale.

Freyssinet Korea emploie 80 collaborateurs à temps complet et 390 personnes en intérim.

Freyssinet est intervenu sur une trentaine de ponts en Corée du Sud et a réalisé la plupart des ponts à haubans de Séoul. La plupart des ponts suspendus à Seoul comme ceux de Seogang(1996), E-Hwa (2010), Amsa (en cours), Yang Hwa (en cours). La plupart des ponts et des viaducs à Séoul sont également équipés de joints de chaussée installés par Freyssinet (tout le périphérique intérieur, la plupart des ponts au dessus du fleuve Han). Actuellement, Freyssinet intervient notamment sur les ponts de : Yang Pyeong Bridge (depuis 2010), Angol Bridge à Busan (depuis 2010), et Doonnamchon Bridge dans la province de Cholla Buk-do (depuis 2011).

En matière de ponts à haubans, ses principales références sont :

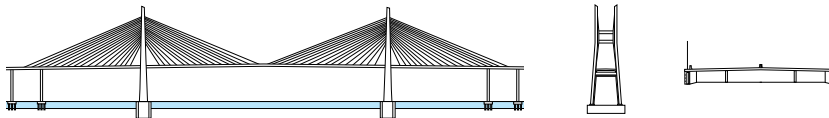
## Le pont de Seohae (pont à haubans)

### Seohae Grand Bridge South Korea



- OWNER : Korea Highway Corp.
- ENGINEER : DRC / COWI
- DESIGN : D.R.C
- CONTRACTOR : Daelim Industrial Co. Ltd
- OPENING TO TRAFFIC : 2000

- TYPE : road bridge
- TOTAL LENGTH OF THE MAIN BRIDGE : 990 m
- MAIN SPAN : 470 m
- WIDTH OF DECK : 34 m
- TYPE OF DECK : mixed
- CABLE-STAYED LENGTH : 990 m
- ANCHORAGE TYPE : Freyssinet HD
- CABLE CORROSION PROTECTION : Freyssinet monostrand, outer HDPE pipe
- MASS OF STAYS : 1,900 tons



49

Le pont de Seohae est un élément clé du développement du port de Pyong T'aek en Corée du Sud qui est un port important d'expédition de voitures coréennes et d'import/export de marchandises à vers la Chine. Situé à 70 km au sud de la capitale Séoul, il porte l'autoroute 11 (de la côte ouest) au-dessus de la Baie d'Asan. Les 7 310 m de l'ouvrage évitent le contournement de la baie et en font le plus long pont du pays.

Le viaduc principal haubané franchissant le canal de navigation a une hauteur de 60 m au-dessus de la mer. Cet ouvrage a une longueur totale de 990 m avec une portée centrale de 470 m entre les pylônes.

La préfabrication et la pose des voussoirs des travées d'approche et la fourniture et la pose des haubans du viaduc principal ont été confiées à Freyssinet.

Ce pont, ouvert au trafic en 2000, a marqué l'histoire des ponts en Corée.

## Le pont de Jeon Ho (pont extradossé)

Il s'agit d'un pont routier de 350 mètres sur la route de Séoul vers la ville nouvelle de Gimpo, il a été ouvert au trafic en juillet 2011 (les travaux ont été réalisés d'octobre 2010 à juin 2011).

Longueur haubanée: 150 mètres  
Largeur du tablier: 31,9 mètres  
Hauteur du pylône: 70 mètres  
Nombre de haubans: 22



### **Le pont de Yang hwa (pont arche)**

Ce pont est situé dans la partie d'ouest de Séoul. Il s'agit d'un pont routier de 112 mètres au-dessus de la rivière Han. Pour garantir assez de largeur de navigation pour les navires de croisière, trois travées du pont pré-existant, construit il y a 30 ans, ont été démantelées et deux parties à haubans ont été érigées en cet endroit. Les travaux ont été réalisés de mai 2010 à décembre 2011.

Longueur haubanée: 112 mètres

Largeur du tablier: 14,8 mètres

Hauteur du pylône: 32 mètres

Nombre de haubans: 72



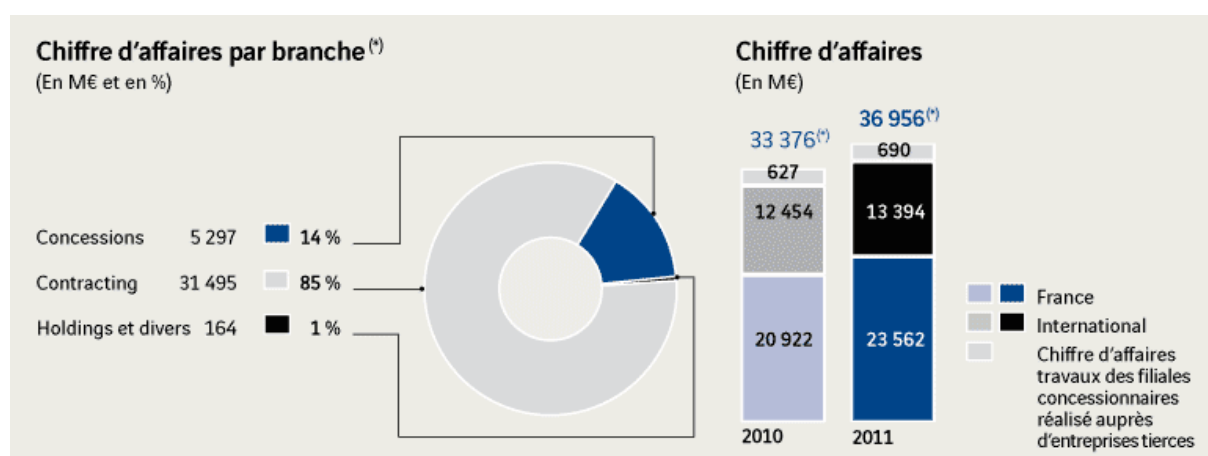
## Annexes



## VINCI

Premier groupe mondial de concessions et de construction, VINCI emploie plus de 183 000 collaborateurs dans une centaine de pays. Son métier est de concevoir, construire, financer et gérer des équipements qui améliorent la vie de chacun : infrastructures de transport, bâtiments publics et privés, aménagements urbains, réseaux d'eau, d'énergie et de communication. VINCI met sa performance de groupe privé au service de l'aménagement de la ville et du développement des territoires. Son modèle intégré de concessionnaire-constructeur conjugue ainsi les enjeux de court terme de l'activité de ses entreprises et les enjeux de long terme de ses réalisations.

[www.vinci.com](http://www.vinci.com)



## VINCI Construction

Leader en France et major mondial de la construction, VINCI Construction réunit un ensemble sans équivalent de compétences dans les domaines du bâtiment, du génie civil, des travaux hydrauliques et des métiers de spécialité associés à la construction. Son activité se répartit en trois composantes complémentaires :

### Un réseau de filiales locales :

- en France, avec VINCI Construction France, qui dispose en métropole d'un réseau solidement ancré régionalement de 472 centres de profit, et une trentaine de filiales locales dans les collectivités françaises d'outre-mer ;
- à l'international, avec VINCI Construction UK au Royaume-Uni ; CFE (détenu à 46,8 % par VINCI Construction), principalement actif au Benelux ; Warbud, Prumstav, SMP, SMS et APS Alkon en Europe centrale ; Sogea-Satom en Afrique ;

### Des filiales exerçant des métiers du génie civil spécialisé sur des marchés mondiaux :

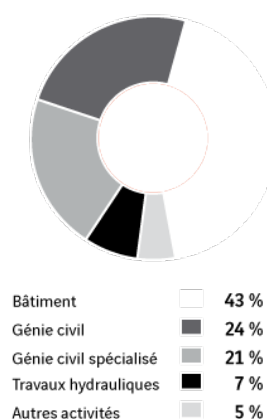
Soletanche Freyssinet (fondations et technologies du sol, structures, nucléaire) ; Entrepouse Contracting (infrastructures parapétrolières) ; DEME, détenu à 50 % par CFE (dragage, travaux maritimes et fluviaux, dépollution des sols, activités offshore et éoliennes) ;

**Une division dédiée au management et à la réalisation de projets complexes**, avec VINCI Construction Grands Projets, VINCI Construction Terrassement et Dodin Campenon Bernard, qui interviennent sur le marché des grands ouvrages de génie civil et de bâtiment en France et à l'international.

VINCI Construction est le creuset de l'esprit entrepreneurial du groupe VINCI et de son schéma de management, qui conjugue décentralisation, travail en réseau, autonomie et responsabilité individuelle de l'encadrement, valorisation des hommes et réactivité des organisations. Ce modèle a contribué à introduire de hauts standards de performance, tant en matière économique et financière que sociale, environnementale et sociétale, dans les métiers du bâtiment et des travaux publics.

Chiffre d'affaires : 14 107 M€  
Résultat opérationnel sur activité : 630 M€  
Résultat net par du groupe : 433 M€  
Effectif : 67 000 salariés

Chiffre d'affaires par métier  
(En %)



## Soletanche Freyssinet

Leader mondial dans les métiers du sol, des structures et du nucléaire, le Groupe Soletanche Freyssinet réunit un ensemble d'expertises sans équivalent dans l'univers du génie civil spécialisé.

- Chiffre d'affaires 2012: 2,4 mds €
- 18 000 collaborateurs
- 80 pays d'implantation
- plus de 100 pays d'exploitation
  
- 5 groupes de filiales
  - Soletanche Bachy: géotechnique
  - Menard: Amélioration de sol
  - Freyssinet structure: Génie civil spécialisé et réparation FOREVA®
  - Nuvia Nucléaire
  - Terre armée: Sol armé et voute préfabriquées

### Sols

A travers ses trois marques de renommée mondiale, Soletanche Freyssinet dispose de la plus large expertise qui soit dans le domaine des Fondations et des technologies du sol. **Soletanche Bachy** maîtrise l'ensemble des procédés de géotechnique, de fondations spéciales, de travaux souterrains, d'amélioration et de dépollution des sols ; il met ses compétences d'ensemblier au service des grands projets d'infrastructures dans un cadre varié de formes contractuelles. **Menard** fait référence par ses procédés exclusifs de renforcement et d'amélioration de sol qui permettent de bâtir sur les terrains a priori inconstructibles. **Terre Armée**, a mi-chemin entre les sols et les structures, est le leader mondial des ouvrages de soutènements en sol renforcé des voutes préfabriquées de structures souterraines.

### Structures

À partir de son métier historique, la précontrainte, et de ses techniques et outils de mise en œuvre, **Freyssinet** a développé une somme d'expertises uniques dans la conception, la construction, la réparation, le renforcement et la maintenance des structures. Ses prestations couvrent l'ensemble des ouvrages de génie civil, des grands projets de ponts ou de tunnels aux enceintes de centrales nucléaires, réservoirs, silos, ouvrages hydrauliques, bâtiments, etc. Ses solutions exclusives sont mises en œuvre par quelques 60 filiales dans le monde.

### Nucléaire

**Nuvia** intervient à tous les stades du cycle de vie des installations nucléaires : Construction, maintenance, exploitation, prolongation de la durée de vie, démantèlement.

Nuvia conçoit des installations clef en main comprenant des process nucléaires, et met à la disposition de ses clients ses compétences technologiques en matière d'assainissement, de démantèlement, de gestion de déchets, de travaux de génie civil, de maintenance mécanique, d'auscultations, de protection coupe feu, d'étanchéité, de protection biologique.

Nuvia est un acteur majeur en matière de radio protection opérant sur une grande diversité de sites nucléaire en France et en Angleterre.

## **Freyssinet**

Freyssinet réunit un ensemble d'expertises sans équivalent dans le secteur du génie civil spécialisé. L'entreprise met en œuvre des solutions à forte valeur ajoutée dans deux grands domaines : la construction et la réparation.

Avec ses 6000 collaborateurs, Freyssinet contribue à de nombreuses réalisations majeures sur les cinq continents qui en font le leader mondial dans ses spécialités : la précontrainte; les méthodes de construction; les structures à câbles; les équipements d'ouvrages; la réparation, le renforcement et la maintenance de structures.

Très impliqué dans les problématiques de développement durable, Freyssinet multiplie les actions, notamment pour réduire l'impact environnemental des chantiers ou encore renforcer sa politique de responsabilité sociale.

Freyssinet est une filiale du groupe Soletanche Freyssinet, leader mondial dans les métiers des sols, des structures et du nucléaire.

### **Historique de Freyssinet**

Fraichement diplômé de l'École Polytechnique et de l'École des Ponts et Chaussées, deux des institutions les plus emblématiques de la France, le jeune Eugène Freyssinet débute sa carrière en tant qu'ingénieur des Ponts et Chaussées. Nous sommes en 1905, il est alors âgé de 26 ans. Passionné par le béton et ses applications, Eugène Freyssinet n'a de cesse de mettre en application les principes appris pendant ses études. Les différents projets qu'il est amené à construire lui permettront de découvrir les détails des propriétés (résistance, fluage, ductilité) de ce matériau fantastique pour la construction.

En 1928, travaillant sur les plans de la Halle Freyssinet, gare de fret existante toujours de nos jours à Paris, il invente et dépose le brevet de la précontrainte, brevet qui, comme il le disait, va « révolutionner l'art de bâtir ». A compter de cette année là, Eugène Freyssinet va investir son temps et ses économies dans le développement de son invention. En 1943, il crée la Société Technique pour l'Utilisation de la Précontrainte (STUP). Cette société, qui prendra en 1976 le nom de Freyssinet, a pour objet « la mise en valeur, la défense et l'exploitation des procédés nouveaux dont Monsieur Freyssinet est l'inventeur ».

### **La création du réseau**

Construit quelques années après la création de la STUP, le réseau de l'entreprise se développe rapidement dans le monde entier. Eugene Freyssinet, contacte les meilleurs ingénieurs des universités du monde et forme de jeunes ingénieurs qui, de retour dans leur pays d'origine deviendront des Agents et favoriseront l'étude et la réalisation de projets en béton précontraint. Avant la fin des années 40, dans une de ses premières brochures publicitaire, la STUP faisait déjà état d'une trentaine d'agences à l'étranger. Dès cette période, une usine de fabrication, prémices de l'usine actuelle nommée FPC (Freyssinet Product Company), fabriquera en France des ancrages, exportés dans le monde entier avant que soient implantés à l'étranger plusieurs sites de fabrication. Le développement du réseau international de la STUP s'accélère dans les années 50 et 60. La société développe son activité de sous-traitant dans le domaine de la construction, réalisant la conception d'ouvrages, les méthodes de construction, la fourniture et la mise en œuvre des procédés de précontrainte. La société va peu à peu s'imposer dans le monde entier et devient un partenaire privilégié pour toutes les opérations de précontrainte. C'est dans cette période qu'elle exécute la majorité de la précontrainte des ponts en Europe Orientale, réalise les premiers ouvrages en béton précontraint en Amérique du nord et du sud, et en Asie. Freyssinet innove sans cesse, l'entreprise participe à la construction des premières centrales nucléaires, ainsi qu'aux premières plates-formes pétrolières en béton précontraint en mer du Nord qu'elle conçoit à l'époque. Sur le plan purement technique, c'est également de cette époque que date l'introduction du toron de précontrainte, à l'origine de nouvelles gammes d'ancrages en acier et de fortes puissances. Son savoir faire et ses nombreuses innovations la précèdent et lui permettent un développement sans pareil sur les

cinq continents : Canada, Australie, Mexique, Iran, Suisse... Cette croissance permettra à la STUP d'être présente dans près de 70 pays au milieu des années 70.

### ***Le développement du nucléaire***

Freyssinet participe à la réalisation des toutes premières enceintes de confinement des premiers réacteurs d'essais en France et en Angleterre. En 1973, année du premier choc pétrolier, la France, l'Angleterre, les Etats Unis lancent un vaste programme de construction de centrales nucléaires. Freyssinet conçoit et réalise en opération clés en main la mise en précontrainte des centrales nucléaires ainsi que la mise sur appuis de celles construites en zone sismique. Freyssinet devient rapidement leader du marché. Avec 100% des centrales françaises, chinoises, 40% des centrales américaines, Freyssinet a réalisé la précontrainte des 2/3 des centrales actuelles.

### ***Le développement des ponts à haubans et des ponts extradossés***

Eugène Freyssinet avait imaginé de réaliser des ponts de grande travées haubanées, il avait par exemple projeté un ouvrage haubané multi travées pour traverser la Manche. C'est dans les années 70, que Freyssinet utilise pour la première fois un hauban multi torons pour haubaner un ouvrage. La société participe aux ponts de Rande (Espagne), Bretonne (France), Coatzacoalcos (Mexique).

### ***Le rachat du réseau et les années haubans***

En 1986, avec l'arrivée d'Henri Bonin à la présidence de l'entreprise, Freyssinet reprend son déploiement et participe à la réalisation d'ouvrages exceptionnels avec la mise en place de la plate forme off shore Conoco à Murchinson Field, la Grande Arche de la Défense à Paris, la construction de GNL sur l'île de Das (Abu Dhabi), la construction de la centrale nucléaire de Daya Bay en Chine, le renforcement du CNIT à Paris et la tour Telekom à Kuala Lumpur. Sans oublier les nombreux ponts à haubans et notamment les ponts de Tampico au Mexique.

En 1989, Freyssinet invente le premier hauban multi torons individuellement protégé, base de toute la technique des haubans Freyssinet pour les ouvrages qui suivront.

La première application est réalisée sur le pont de Wandre en Belgique. Cette technique est depuis utilisée sur plus de 300 ouvrages par l'entreprise dont le pont de Normandie, le pont d'Iroise et le Viaduc de Millau en France, le pont Vasco de Gama à Lisbonne, le pont de Rion Antirion en Grèce, et entre autres cette année, sur le pont de l'île Russky à Vladivostok qui, avec 1104 mètres de travée de centrale, détient aujourd'hui le record du monde.

### ***Le développement de la réparation***

La compétence en matière de réparation d'ouvrages provient des origines de l'entreprise. En effet, même avant sa création, Eugène Freyssinet proposait en 1929, pour réparer les quais de la gare maritime du Havre qui basculaient progressivement vers la mer, une solution innovante consistant à accrocher les quais par des tirants aux fondations du bâtiment limitrophe.

L'entreprise Freyssinet est souvent sollicitée pour concevoir des solutions économiques pour la réparation des structures. Ayant conçu des procédés de postcontrainte spécifique, de réparation par fibre de carbone, de béton projeté par voie sèche et des systèmes de vérinage, sciage du béton, reprise en sous œuvre, protection cathodique, etc., l'entreprise s'est progressivement diversifiée dans les métiers de la réparation réalisant aujourd'hui 20% de son chiffre d'affaires dans ce domaine.

Freyssinet, considérant que la qualité des travaux de réparation dépend de la maîtrise des produits mis en œuvre, a développé sa propre gamme de produits de réparation d'ouvrage commercialisée sous la marque FOREVA®.

Les produits FOREVA® permettent d'assurer le meilleur niveau de performance technique, une durabilité optimisée pour fournir une nouvelle vie aux ouvrages, la plus longue possible, et une garantie de mise en œuvre conforme à ses propres exigences.

La réparation est un métier complexe, nécessitant une expertise de diagnostic, d'auscultation, d'instrumentation, de conception de solutions de réparation, une expertise dans le calcul et l'analyse des structures, et de réalisation de travaux. La formation d'ingénieurs avec une palette complète de compétences est un enjeu permanent de l'entreprise.

### ***La diversification dans le nucléaire***

Dés les années 90, Freyssinet commence à réaliser des opérations de réparation et de maintenance sur les sites nucléaires en opération. Travaillant au contact de la radioactivité, Freyssinet est amené à réaliser des travaux de génie civil et de mécanique, tout en décontaminant les objets sur lesquels l'entreprise travaille. L'entreprise se diversifie progressivement dans une série de métiers (la décontamination, le démantèlement, la protection incendie, la ventilation, le confinement, les études de sûreté et de criticité, la réalisation de travaux de manière robotisée, la gestion de déchets, le blocage par cimentation, etc).

En 2008 Freyssinet regroupe l'ensemble de ses activités dédiées au nucléaire au sein d'une nouvelle société: NUVIA.

NUVIA regroupe aujourd'hui plus de 2200 ingénieurs et techniciens travaillant exclusivement dans le nucléaire.

### ***La diversification des activités de Freyssinet dans la géotechnique***

Au milieu des années 1990, Freyssinet renforce ses activités en développant son propre système de sol renforcé nommé alors Freyssonol. Quelques années plus tard, en 1998, Terre Armée International (leader mondial des ouvrages en sol renforcé fondée par Henri Vidal, l'inventeur de la Terre Armée) rejoint le Groupe Freyssinet.

En 1999, la société Ménard Soltraitement (fondée par Louis Ménard), spécialisée dans l'amélioration des sols rejoint l'entreprise. Ce dernier rapprochement prolonge l'intégration réussie de Terre Armée et renforce l'offre du groupe Freyssinet dans le domaine des sols, qui représente alors plus du tiers de l'activité totale.

Fin 2008, Freyssinet s'associe au leader mondial des travaux spécialisés de fondation et d'étanchéité. Les sociétés Soletanche Bachy et Freyssinet se regroupent ainsi pour fonder Soletanche Freyssinet, une société présente dans 80 pays réalisant un CA de près de 2,5 milliards d'Euro.

## Quelques ponts remarquables dans le monde

### **Les plus longs**

Monde : viaduc Danyang-Kunshan, Chine, 164,8 kilomètres  
Europe : pont Vasco-da-Gama, Portugal, 12,162 kilomètres  
France : pont de Saint Nazaire, 3,356 kilomètres

### **Plus longue portée entre deux piles**

Pont suspendu : Akashi-Kaiko, Japon, 1991 mètres  
Pont à haubans : Russky, Russie, 1104 mètres  
Pont en arc : Chaotianmen, Chine, 552 mètres

### **Plus haut**

Pont suspendu Siduhe, Chine, 496 mètres au-dessus du fond de la vallée

### **Plus haute pile**

Viaduc de Millau, France, 245 mètres

### **Plus ancien**

Pont de Kazarma, Grèce, vers 1300 av. J.C.