

Freyssinet

JANVIER/AVRIL 2003 - N° 216

M A G A Z I N E

Dossier

**Le sauvetage
d'un ouvrage
historique**



AMÉRIQUE

ARGENTINE

Freyssinet-Tierra Armada S.A.

Buenos Aires
Tél. : (54.11) 43 72 72 91
Fax : (54.11) 43 72 51 79

BRÉSIL

STUP Premoldados Ltda

São Paulo
Tél. : (55.11) 3873 2734
Fax : (55.11) 3672 8502

Freyssinet Ltda

Rio de Janeiro
Tél. : (55.21) 2221 8500
Fax : (55.21) 3852 7926

Terra Armada Ltda

Rio de Janeiro
Tél. : (55.21) 2233 7353
Fax : (55.21) 2263 4842

CANADA

Reinforced Earth Company Ltd

Mississauga
Tél. : (1.905) 564 08 96
Fax : (1.905) 564 26 09

COLOMBIE

STUP de Colombia Ltda

Bogota
Tél. : (57.1) 236 3786
Fax : (57.1) 610 38 98

Tierra Armada

Bogota
Tél. : (57.1) 236 37 86
Fax : (57.1) 610 38 98

ÉTATS-UNIS

Freyssinet LLC

Chantilly, VA
Tél. : (1.703) 378 25 00
Fax : (1.703) 378 27 00

Menard Soiltreatment Inc.

Orange, CA
Tél. : (1.714) 288 84 47
Fax : (1.714) 639 87 01

The Reinforced Earth Company

Vienna, VA
Tél. : (1.703) 821 11 75
Fax : (1.703) 821 18 15

GUATEMALA

Presforzados Técnicos S.A.

Guatemala City
Tél. : (502) 2204 236
Fax : (502) 250 01 50

MEXIQUE

Freyssinet de Mexico S.A.

Mexico D.F.
Tél. : (52.55) 5250 70 00
Fax : (52.55) 5255 01 65

Tierra Armada S.A.

México D.F.
Tél. : (52.55) 5250 1726
Fax : (52.55) 5254 8665

SALVADOR

Fessic S.A. de C.V.

La Libertad
Tél. : (503) 2 78 86 03
Fax : (503) 2 78 04 45

VENEZUELA

Tierra Armada Ca

Caracas
Tél. : (58.212) 266 47 21
Fax : (58.212) 267 14 23

EUROPE

ARY MACÉDOINE

Freyssinet Balkans

Skopje
Tél. : (389.2) 118 549
Fax : (389.2) 118 549

BELGIQUE

Freyssinet Belgium N.V.

Vilvoorde
Tél. : (32.2) 252 07 40
Fax : (32.2) 252 24 43

Terre Armée Belgium

Vilvoorde
Tél. : (32.2) 252 43 24
Fax : (32.2) 252 24 43

DANEMARK

A/S Skandinavisk Spaendbetong

Vaerloose
Tél. : (45.44) 35 08 11
Fax : (45.44) 35 08 10

ESPAGNE

Freyssinet S.A.

Madrid
Tél. : (34.91) 323 95 00
Fax : (34.91) 323 95 51

Tierra Armada S.A.

Madrid
Tél. : (34.91) 323 95 00
Fax : (34.91) 323 95 11

FINLANDE

OY Jaennebetoni

Helsingfors

FRANCE

Freyssinet International & Cie

Vélizy
Tél. : (33.1) 46 01 84 84
Fax : (33.1) 46 01 85 85

Freyssinet France

Vélizy
Tél. : (33.1) 46 01 84 84
Fax : (33.1) 46 01 85 85

PPC

Saint-Rémy
Tél. : (33.3) 85 42 15 15
Fax : (33.3) 85 42 15 10

Terre Armée France

Vélizy
Tél. : (33.1) 46 01 84 84
Fax : (33.1) 46 01 85 85

Ménard Soltraitement

Nozay
Tél. : (33.1) 69 01 37 38
Fax : (33.1) 69 01 75 05

GRANDE-BRETAGNE

Freyssinet Ltd

Telford
Tél. : (44) 1952 201 901
Fax : (44) 1952 201 753

Reinforced Earth Company Ltd

Telford
Tél. : (44) 1952 201 901
Fax : (44) 1952 201 753

GRÈCE

Freyssinet Hellas S.A.

Athènes
Tél. : (30.10) 69 29 419
Fax : (30.10) 69 14 339

Fredra S.A.

Athènes
Tél. : (30.10) 69 29 419
Fax : (30.10) 69 14 339

HONGRIE

Pannon Freyssinet Ltd

Budapest
Tél. : (36.1) 209 1510
Fax : (36.1) 209 15 10

IRLANDE

Reinforced Earth Co.

Kildare
Tél. : (353) 4543 10 88
Fax : (353) 4543 31 45

ITALIE

Freyssinet - Terra Armata S.r.l

Rome
Tél. : (39.06) 418 771
Fax : (39.06) 418 77201

NORVÈGE

A/S Skandinavisk Spennbetong

Snarøya
Tél. : (47.67) 53 91 74

PAYS-BAS

Freyssinet Nederland B.V.

Waddinxveen
Tél. : (31.18) 26 30 888
Fax : (31.18) 26 30 152

Terre Armée B.V.

Breda
Tél. : (31.76) 531 93 32
Fax : (31.76) 531 99 43

POLOGNE

Freyssinet Polska Sp. z o.o.

Milanówek
Tél. : (48.22) 724 6893
Fax : (48.22) 724 68 93

PORTUGAL

Arnol-Freyssinet S.A.

Lisbonne
Tél. : (351.21) 716 1675
Fax : (351.21) 716 4051

Terre Armada Ltda

Lisbonne
Tél. : (351.21) 716 1675
Fax : (351.21) 716 4051

ROUMANIE

Freyrom S.A.

Bucarest
Tél. : (40.21) 220 28 28
Fax : (40.21) 220 45 41

SUÈDE

AB Skandinavisk Spaennbetong

Malmö
Tél. : (46.40) 98 14 00

SUISSE

Freyssinet S.A.

Moudon
Tél. : (41.21) 905 09 05
Fax : (41.21) 905 09 09

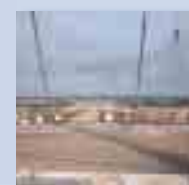
TURQUIE

Freysas

Istanbul
Tél. : (90.216) 349 87 75
Fax : (90.216) 349 63 75

Reinforced Earth Company AIS

Istanbul
Tél. : (90.216) 492 8424
Fax : (90.216) 492 3306



Irlande

56 haubans pour franchir la Boyne
p. 15



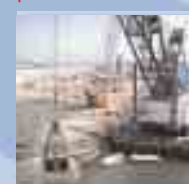
Pays-Bas

24 vil haute
p. 16



Roumanie

40 000 m² consolidé et assainis
p. 12



États-Unis

Contre les séismes, le «vibroremplacement»
p. 19

AFRIQUE

AFRIQUE DU SUD

Freyssinet Posten Pty Ltd

Olifantsfontein
Tél. : (27.11) 316 21 74
Fax : (27.11) 316 29 18

Reinforced Earth Pty Ltd

Johannesburg
Tél. : (27.11) 726 6180
Fax : (27.11) 726 5908

ÉGYPTE

Freyssinet Egypt

Gisa
Tél. : (20 2) 303 69 95
Fax : (20 2) 345 52 37

Bien que Freyssinet s'efforce de ne fournir que des informations aussi exactes que possible, aucun engagement ni aucune responsabilité d'aucune sorte ne peuvent être acceptés de ce fait par les éditeurs, leurs employés ou leurs agents. Les appellations citées en italique dans la présente brochure sont des marques du Groupe Freyssinet.

Freyssinet Magazine, 1 bis, rue du Petit-Clamart 78148 Vélizy Cedex - France. Tél. : 01 46 01 84 21. Fax : 01 46 01 86 86. Site Internet : www.freyssinet.com

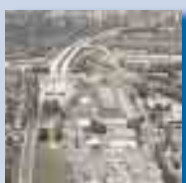
Directeur de la publication : Claude Lascols. Chef de projet : Stéphane Tourneur. Ont participé à ce numéro : Philippe Amiot, Isabelle Angot, Amaya Arrondo, Krzysztof Berger, François Bignon, Samuel Briet, Bill Brockbank, Laure Céleste, Stéphane Cognon, Jean-Philippe Fuzier, Zoran Gagic, Bertrand Garin, Albert Gilles, Michelle Haynes, Anik Jean, Roger Lacroix, Salvador Lorente, Paul McBarron, Jan de Meyer, Albert Molzeau, Sylviane Mullenberg, Patrick Nagle, Tomas Palomares, Susana Penas, Bertrand Petit, Jim Preston, Chris Robinson, Pierre Salanne, Pierre Seny, Alain Tigoulet, Martin Van Den Berg. Maquette : Pierre Bonnerre. Traduction : Network. Secrétaire de rédaction : Angeline Blard. Photos : Francis Vigouroux, photothèque Freyssinet et filiales. Couverture : Passerelle d'Agen, photo : Francis Vigouroux. Photogravure : Trameway/Pierre Bonnerre. Impression : SIO. ISSN : 1636-4104.

Interview

«Une offre de spécialistes»
p. 4

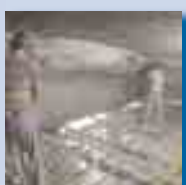


las sous
protection



Pologne

**Le «poussage»
au secours
des situations
extrêmes !
p. 20**



Hong Kong

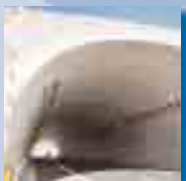
**Terminal 4
de Kwai Chung
p. 17**



France

**Le sauvetage
d'un ouvrage
historique
p. 8**

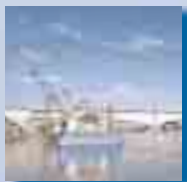
dés



Espagne

**Vrai béton
pour faux tunnel
p. 23**

ent»



France

**Réparation éclair !
p. 22**

Portugal

**Une rénovation
assistée par
ordinateur
p.17**

France

**Des murs TerraTrel
à l'aspect minéral
p. 23**

Macédoine

**Un axe stratégique
sauvé des eaux
p. 18**

ASIE

CORÉE DU SUD

Freyssinet Korea Co, Ltd

Séoul
Tél. : (82.2) 2056 05 00
Fax : (82.2) 515 41 85

Sangjee Menard Co Ltd

Séoul
Tél. : (82.2) 587 9286
Fax : (82.2) 587 9285

ÉMIRATS ARABES UNIS

Freyssinet Middle East LLC

Abu Dhabi
Tél. : (971) 2 445 88 18
Fax : (971) 2 445 88 16

HONG KONG

Freyssinet Hong Kong Ltd

Kowloon Tong
Tél. : (852) 27 94 03 22
Fax : (852) 23 38 32 64

Reinforced Earth Pacific Ltd

Kowloon
Tél. : (852) 27 823 163
Fax : (852) 23 325 521

INDE

Reinforced Earth-Aimil Ltd

New Delhi
Tél. : (91.11) 695 00 01
Fax : (91.11) 695 00 11

INDONÉSIE

**PT Freyssinet Total
Technology**

Jakarta
Tél. : (62.21) 830 02 22
Fax : (62.21) 830 98 41

JAPON

F.K.K.

Tokyo
Tél. : (81.3) 35 71 86 51
Fax : (81.3) 35 74 07 10

KOWEIT

Freyssinet International et Cie

Safat
Tél. : (965) 571 49 74
Fax : (965) 573 57 48

MALAISIE

Freyssinet PSC (M) Sdn Bhd

Kuala Lumpur
Tél. : (60.3) 79 82 85 99
Fax : (60.3) 79 81 55 30

Menard Geosystems Sdn Bhd

Selangor
Tél. : (60.3) 5632 1581
Fax : (60.3) 5632 1582

Reinforced Earth Management Services Sdn Bhd

Kuala Lumpur
Tél. : (60.3) 6274 6162
Fax : (60.3) 6274 7212

PAKISTAN

**Freyssinet -
Reinforced Earth Pvt Ltd**

Islamabad
Tél. : (92.51) 2270 443
Fax : (92.51) 2270 445

PHILIPPINES

Freyssinet Philippines S.A.

Quezon City
Tél. : (63.2) 921 3789
Fax : (63.2) 921 1223

SINGAPOUR

PSC Freyssinet (S) Pte Ltd

Singapour
Tél. : (65.6) 272 96 97
Fax : (65.6) 272 38 80

Reinforced Earth Pte Ltd

Singapour
Tél. : (65.6) 272 00 35
Fax : (65.6) 276 93 53

TAIWAN

Freyssinet Taiwan Engineering

Taipei
Tél. : (886.2) 274 702 77
Fax : (886.2) 276 650 58

THAÏLANDE

Freyssinet Thailand Ltd

Bangkok
Tél. : (662) 266 6088
Fax : (662) 266 6091

VIETNAM

Freyssinet International et Cie

Hanoi
Tél. : (84.4) 826 14 16
Fax : (84.4) 826 11 18

OCÉANIE

AUSTRALIE

Austress Freyssinet Pty Ltd

Seven Hills
Tél. : (61.2) 9674 40 44
Fax : (61.2) 9674 59 67

**Austress Freyssinet (VIC)
Pty Ltd**

Melbourne
Tél. : (61.3) 9326 58 85
Fax : (61.3) 9326 89 96

Reinforced Earth Pty Ltd

Hornsby
Tél. : (61.2) 9910 9910
Fax : (61.2) 9910 9999

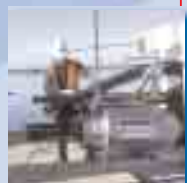
NOUVELLE-ZÉLANDE

Reinforced Earth Ltd

Auckland
Tél. : (64) 9 236 33 85
Fax : (64) 9 236 33 85

Freyssinet New Zealand Ltd

Auckland
Tél. : (64) 9 236 33 85
Fax : (64) 9 236 33 85



Australie

**La poutre en U
s'exporte
en Tasmanie!
p. 14**

Stratégie

“Une offre de spécialistes”

Freyssinet dans le domaine des structures, Terre Armée et Ménard Soltraitement dans celui des sols, ces trois entreprises s'imposent aujourd'hui comme références internationales dans leur spécialité respective. L'avance technologique du groupe Freyssinet, concrétisée par de nombreuses innovations, nourrie par une politique ambitieuse de recherche et développement, lui permet d'optimiser les performances globales de ses réalisations, notamment en termes de durabilité.



Bruno Dupety,
PDG du groupe Freyssinet.

“Nous engageons tous les moyens nécessaires pour nous situer au meilleur niveau d'expertise, de qualité et d'innovation.”

Vous définissez l'offre du groupe Freyssinet comme une offre de spécialistes. Qu'entendez-vous par là ?

Bruno Dupety : Notre ambition est tout simplement d'être les plus performants dans les spécialités qui sont les nôtres : la construction, la réparation et la maintenance de structures ; l'amélioration et le renforcement des sols. Les plus performants, cela veut dire que, dans chacune de nos spécialités, nous fournissons tous les efforts nécessaires pour nous situer au meilleur niveau d'expertise, de qualité et d'innovation. Soyons clair : nous intervenons le plus souvent sur des réalisations aux enjeux majeurs en termes de sécurité, de fiabilité, de performances techniques et économiques, de pérennité. Quand on assure la précontrainte d'un bâtiment de grande hauteur, quand on équipe en haubans des ponts parmi les plus importants au monde, quand on réalise les murs de soutènement de dizaines d'ouvrages sur un tronçon autoroutier, quand on consolide un terrain destiné à accueillir sur plusieurs hectares un site commercial ou industriel, on assume une responsabilité importante, on s'engage dans la durée. Et ce qui vaut pour les projets d'envergure vaut aussi pour les plus

modestes. Voilà pourquoi, face à des maîtres d'ouvrages, des maîtres d'œuvres et des entreprises générales qui attendent de nous des solutions à la hauteur de leurs ambitions, nous nous efforçons d'apporter la meilleure réponse de spécialiste. Bien sûr, cette démarche de spécialiste n'interdit pas les synergies entre nos équipes et nos entreprises en amont des réalisations. Les collaborations scientifiques et techniques, l'enrichissement mutuel des compétences et les échanges d'expériences sont ancrés dans notre culture. Tout ce capital d'expertise se diffuse, avec le soutien de nos services transverses, dans notre réseau de près de 70 implantations dans le monde, de sorte qu'une réalisation sur un continent ou un autre bénéficie de l'expertise globale du groupe.

Comment se concrétise cette exigence de qualité que vous évoquez ?

Dans chacune de nos spécialités, nous nous imposons des critères de performance élevés, qui sont spécifiés et connus de nos clients, et se situent généralement au-dessus des normes en usage dans notre secteur. Cette exigence de qualité concerne bien sûr nos produits, que nous



Les câbles en fibres de carbone, mis en œuvre sur la passerelle de Laroin en France, contribuent à améliorer la durabilité des structures.

développons et testons pour la plupart dans nos propres laboratoires, mais aussi la mise en œuvre, le respect des délais et la durabilité. Qu'il s'agisse du seuil de résistance des matériaux, de la tenue des haubans au vieillissement, des performances de tassement d'un terrain... cette exigence conduit au même but : garantir à nos clients le meilleur niveau de qualité et de performance. Nos réalisations, qui font référence au plan international dans le domaine des structures comme des sols, en portent la trace.

L'expertise technique conduit à l'optimisation globale d'un projet, dites-vous. Pouvez-vous nous donner des exemples ?

Le pont de Boyne, premier pont à haubans d'Irlande, est un bon exemple de performance en termes techniques comme d'optimisation des délais. Alors que nous arrivions en substitution sur ce projet, la mobilisation de nos ressources industrielles et de nos équipes de chantier a permis, fin 2002, de mettre en œuvre en moins d'un mois 56 haubans variant de 37 à 73 torons, soit 360 tonnes d'acier ; le fait de fabriquer nous-mêmes nos haubans et ancrages a été un avantage significatif.

Dans l'amélioration des sols, le chantier du futur site de fabrication de l'Airbus A380 à Hambourg, sur un terrain de 1 320 000 m², illustre les avantages de notre procédé exclusif Ménard Vacuum, qui allie performances techniques, facilité de mise en œuvre et compétitivité, en permettant de réduire considérablement les délais de consolidation tout en atteignant une fiabilité hors pair.

Dans les ouvrages en terre armée, où nous bénéficions là encore de l'avance constamment entretenue de procédés exclusifs, la mise au point de nouvelles échelles en métal nous a permis de réduire sensiblement le coût au m² pour les ouvrages de faible hauteur ; par ailleurs, grâce à

des logiciels spécifiques et à la maîtrise de notre outil de production, nous développons des parements qui permettent une vraie expression architectonique, chaque élément composant une pièce d'un décor, à l'exemple d'un aquarium que nous avons mis en scène sur une autoroute aux Etats-Unis.

L'innovation a toujours été une tradition au sein du groupe. Quelle est votre politique dans ce domaine et quelles sont vos avancées récentes les plus significatives ?

Notre politique de recherche et développement s'exerce sur trois axes. Tout d'abord, l'amélioration de nos technologies existantes. On peut citer, dans les haubans, les nouveaux dispositifs antivibratoires et les câbles en fibres de carbone à hautes performances (mis en œuvre pour la première fois sur la passerelle de Laroin, en France), ces deux innovations contribuant à améliorer la durabilité des ouvrages ; dans la précontrainte, les perfectionnements de notre gamme d'ancrage, qui permettent d'obtenir une précontrainte plus légère et plus compacte, donc plus économique ; dans l'amélioration des sols, la mise au point des colonnes ballastées Bottom feed sous pression d'air pour les travaux off shore.

Le second axe concerne les idées nouvelles qui nous viennent du marché et que nous enrichissons avec nos propres expertises, le plus souvent en collaboration avec des industriels. C'est ainsi que nous avons développé ces dernières années un tissu en fibre de carbone utilisé pour le renforcement des structures en béton ou, tout récemment, le procédé Régébéton, qui a reçu en 2002 le 2^e prix du concours Siemens dans la catégorie bâtiment/TP ; grâce à l'application d'une pâte électrolytique, ce procédé permet d'éliminer

les chlorures qui corrodent les bétons et de conserver les parements d'origine, évitant ainsi des travaux de reconstruction importants. On peut citer aussi, dans cette catégorie, les systèmes de surveillance et de maintenance préventive d'ouvrages de génie civil, que nous avons contribué à développer dans le cadre de nos recherches sur la pérennisation des structures.

Enfin, il y a les idées radicalement nouvelles, qui s'inscrivent en rupture avec les pratiques du moment. Vous comprendrez que je ne m'étende pas sur ce type de recherche. Je rappellerais simplement que notre groupe s'est construit et développé grâce à de telles inventions majeures, comme les haubans toron par toron du système Freyssinet, les procédés de consolidation par compactage dynamique ou sous vide de Ménard Soltraitement ou encore le système de la terre armée, qui a renouvelé les techniques de réalisation d'ouvrages de soutènement routiers. Notre portefeuille de 140 brevets témoigne de cette avance technologique constante au cours de notre histoire, et nous comptons bien poursuivre plus que jamais sur cette voie !



Pour les murs de soutènement, "nous développons des parements qui permettent une vraie expression architectonique".

Venezuela

Des murs pour INTEVEP



Les dirigeants de la société Pétroles de Venezuela Anonimos (PDVSA) souhaitent créer un complexe sportif pour les salariés de leur filiale INTEVEP, spécialisée dans la recherche et le développement de nouvelles technologies dans le domaine pétrolier et gazier. Mais le terrain retenu, situé sur les hauteurs de la ville de los Teques dans l'Etat de Miranda, présentait une topographie abrupte et accidentée. Le recours à la technologie de la *Terre Armée* a donc permis la construction, dans des délais extrêmement courts, d'un massif de 15 m de haut environ, représentant une surface de parements verticaux de 1 030 m². Grâce à la souplesse du procédé, le chantier s'est achevé avant la date prévue !

Tahiti

Du Freyssisol près de Papeete

Dans le cadre de l'aménagement du viaduc de l'échangeur de la rivière Punaruu, près de Papeete, la Direction de l'Équipement de Tahiti et son conseil technique ont décidé de réaliser les murs de la rampe d'accès au viaduc avec la technologie du sol renforcé. La surface de parements est de 1 000 m² pour une hauteur maximale de 7,30 m. L'implantation des parements, parallèles entre eux, a conduit Terre Armée France à proposer la mise en œuvre d'armatures *Freyssisol* suivant la technique «back to back» reliant les deux parements de la rampe entre eux. Terre Armée assure le dimensionnement, la fourniture des parements, la mise à disposition des moules pour préfabriquer les écailles de parements, ainsi que l'assistance technique à la préfabrication et au montage des massifs.

Mexique

Des canoës en béton... avec du TFC !

Après une année d'efforts, le groupe de dix-sept étudiants de la Faculté d'Ingénierie de l'Université Nationale Autonome de Mexico (UNAM), lauréat du premier concours national des canoës en béton, a vu sa peine récompensée : il est parvenu à décrocher son billet pour représenter le Mexique au Championnat National des canoës en béton ! Organisée à Madison dans le Wisconsin, aux Etats-Unis, cette compétition était parrainée par The American Concrete Institute et Master Builders Technologies et regroupait 260 universités. Ce projet, mêlant recherche, architecture et construction, est basé sur le développement des

techniques du béton et autres matériaux innovants. Les canoës fabriqués devaient en effet passer un test de flottaison et participer à quelques courses. Le canoë Puma est le fruit d'un travail de longue haleine qui a nécessité quatre avant-projets pour optimiser son poids, sa stabilité, son hydrodynamique et son esthétique. Les étudiants ont choisi le tissu de fibres de carbone (*TFC*) développé par Freyssinet pour renforcer leur barque du fait de la souplesse de cette armature bidirectionnelle capable d'épouser les formes de la structure. Pour cette première participation du Mexique, le canoë Puma n'a pas démerité en se classant à la 25^e place.

Nouveau site Internet



Le Groupe Freyssinet lance son nouveau site Internet. Régulièrement mis à jour, celui-ci vous propose de découvrir les dernières actualités du Groupe mais aussi son histoire, ses implantations et ses activités.

A bientôt sur <http://www.freyssinet.com> !

Pays de Galles

Plus de 7 000 colonnes à Module Contrôlé

Depuis le milieu de l'année 2002, le Groupement Morgan-Vinci travaille à la construction d'une route périphérique à Newport : la Southern Distributor Road (SDR). Le lot relatif au traitement de sol dans les zones portuaires et la décharge attenante a été confié à Ménard Soltraitement. Le sol est constitué d'une couche de 10 à 12 m d'alluvions de mauvaise qualité, surmontée d'un matériau de remblai hétérogène et pollué par endroits. Sous les alluvions se trouve une couche de graviers d'une consistance variant de dense à très dense. Outre la pollution de certaines zones, de nombreux réseaux câblés et canalisations compliquent le projet. Pour améliorer le sol et lui permettre de recevoir un rem-

blai routier de 2 à 9 m de haut, Ménard Soltraitement met en place plus de 7 000 *Colonnes à Module Contrôlé (CMC)* de 10 à 16 m de longueur. Deux machines à CMC travaillent actuellement au traitement d'environ 1,5 km de route. Sur la plus grande partie du chantier, les colonnes sont classiquement ancrées de 1 m dans la couche dure. Pour la décharge, les contraintes environnementales sont en revanche très restrictives. Les colonnes ne peuvent pas traverser les argiles alluvionnaires. Le maillage choisi est donc plus dense et les tassements attendus légèrement plus importants. La technique des CMC devrait être utilisée à nouveau, plus loin sur le tracé de la route.

Espagne

Record de hauteur de culées sur autoroute

Filiale de Freyssinet en Espagne, la société Tierra Armada est intervenue dans la phase II du projet de contournement autoroutier de la ville de Las Palmas, aux Canaries. Tierra Armada a conçu et fourni l'ensemble des matériaux pour la construction des culées d'une superficie totale de 3 600 m². Ces structures, de 24 m de haut et 40 m de

large, se classent parmi les plus hautes jamais construites.

Intervenants

Maître d'ouvrage : *Autoroute des Canaries*

Maître d'œuvre : *Groupement Necso Ferrovia*

Entreprise spécialisée : *Tierra Armada S.A.*



Afrique du Sud

Un pont pour franchir les marais



Au nord de la ville de Durban, en Afrique du Sud, se trouve le lac Sea Cow. Il se situe à environ un kilomètre du fleuve Umgeni qui alimente en eau les 5 millions d'habitants de l'agglomération. Bien que proche du centre ville, cette région de marais n'est guère développée et abrite encore l'aigle pêcheur et bien d'autres oiseaux des marais. Pourtant, les choses changent et un nouveau centre industriel commence à voir le jour. En étroite collaboration avec les autorités, ses promoteurs ont défini un projet prévoyant la construction de plusieurs infrastructures. Parmi celles-ci, un pont constitué de neuf travées est en cours de réalisation pour franchir la rivière, la voie ferrée et la plaine alluviale. Freyssinet Posten, filiale sud-africaine du Groupe, a été sollicitée sur cette partie du projet. Sur cet ouvrage de 400 m de long, dont le tablier est coulé en place, Freyssinet fournit 110 t de câbles de précontrainte longitudinale et transversale. Le système Freyssinet multitorons est mis en œuvre pour la réalisation de ce premier ouvrage d'art. Un autre ouvrage précontraint, dénommé le « passage supérieur N2 » et enjambant la route nationale existante avec ses bretelles d'accès, est en construction par poussages successifs. Freyssinet Posten y assure la fourniture et l'installation de la précontrainte. Outre ces deux ouvrages d'art, une station-service, des bâtiments industriels et un pont précontraint desservant font également partie du programme d'aménagement de la zone. A l'issue des travaux, le promoteur remettra les marais dans leur état originel... c'est-à-dire tels qu'ils étaient il y a un siècle, bien avant que l'homme n'y pénètre. On prévoit même d'y réintroduire l'hippopotame !



digest

Principales caractéristiques :

- Date de la première construction : 1839
- Longueur de l'ouvrage : 263 m
- Largeur du tablier : 2,30 m
- Hauteur des pylônes : 20 m
- Nombre de câbles porteurs : 2
- Nombre de suspentes : 88

Passerelle d'Agen

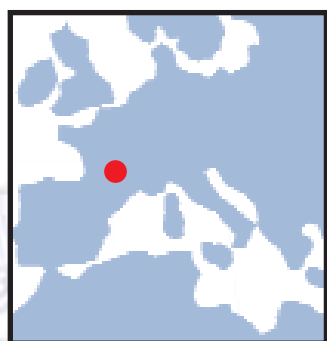
Le sauvetage d'un ouvrage historique



La solution proposée par Freyssinet consiste en un remplacement de la suspension, des ancrages des câbles des pylônes et du tablier. Un chantier de dix-sept mois.

Plus de 150 ans après sa construction, la passerelle d'Agen n'offrait plus la sécurité requise pour ses

usagers. Après plusieurs hésitations entre destruction et réhabilitation, Freyssinet a proposé une solution à mi-chemin. Récit d'une réparation de fond en comble.





Un ouvrage ancré dans l'histoire...

CONSTRUITE EN 1839 POUR FRANCHIR LA GARONNE et relier la commune du Passage et la ville d'Agen, la passerelle d'Agen est, avec ses 263 m, l'un des plus longs ouvrages piétonniers suspendus de France.

Sa première suspension faisait appel à des chaînes. Elle fut remplacée par des fils en acier successivement en 1883, 1894 puis en 1936. L'ouvrage actuel comporte cinq travées dont trois suspendues de 29,5 m, 174,25 m et 20,6 m de portée. Le tablier, de 2,30 m de large, est une structure métallique avec un platelage en bois. Les câbles de suspension reposent sur des selles disposées sur des pylônes en maçonnerie de 18 m de haut. En rive gauche, les deux travées d'accès sont constituées de poutres-treillis.

... mais dangereux

Le vieillissement de l'ouvrage et ses problèmes structurels (l'élancement du tablier ne permettait pas de résister convenablement aux sollicitations dynamiques) avaient conduit à la fermeture totale de la passerelle en 1997. Toutefois, face aux protestations des usagers, l'ouvrage avait été rouvert au public dans des conditions très strictes : pas plus de quinze personnes à la fois sur le tablier, et fermeture de la passerelle par vent de plus de 45 km/h. Parallèlement, une solution de passerelle neuve non suspendue était mise à l'étude.

Détruire ou réhabiliter ?

La fin annoncée d'un ouvrage marquant du paysage agenais soulevait bien des polémiques au niveau local. Mais Freyssinet, qui

avait eu l'occasion de réaliser des travaux d'entretien sur la passerelle, arriva finalement à convaincre le maître d'ouvrage qu'un sauvetage était envisageable.

En 1999, un appel d'offres était donc lancé pour une remise en état de l'ouvrage conservant toutefois les conditions d'exploitation de l'ancienne passerelle.

Cette consultation se révéla infructueuse et un autre appel d'offres fut lancé l'année suivante ; Freyssinet remporta le marché sur une solution variante.

Un ouvrage quasiment refait à neuf...

Dans la solution proposée, la suspension, les ancrages des câbles, les pylônes et le tablier devaient être refaits à neuf et les travées d'accès suspendues devaient être remplacées par des poutres-treillis isostatiques. Un chantier qui nécessita dix-sept mois de travail acharné !

Les anciens pylônes en maçonnerie, datant de 1841, ont donc été démontés pierre par pierre et remplacés par deux mâts métalliques de 20 m de haut, articulés en pied et sur lesquels prennent place des selles fixes. Ces nouveaux fûts sont fondés sur des micropieux forés à travers les embases des piles en maçonnerie.

La suspension a été remplacée par deux câbles porteurs à fils ronds galvanisés de 60 mm de diamètre, sur lesquels sont fixées quatre-vingt-huit suspentes en V, en câbles à fils ronds de 16 mm de diamètre, ancrées aux pièces de pont du tablier.

En outre, afin d'améliorer le fonctionnement structurel de la travée suspendue – notamment vis-à-vis des effets du vent et de la stabilité transversale – des câbles latéraux de stabilité ont été prévus à l'image de ce qui avait été fait pour la passerelle de Tours sur le Cher (magazine n°210). Ces quatre câbles sont fixés sur de nouveaux massifs d'ancrage cloués au sol par des tirants actifs. Les câbles latéraux sont associés à la suspension triangulée à laquelle ils appliquent un préchargement. L'ensemble constitue finalement une structure plus stable et moins déformable qu'une suspension traditionnelle, et grâce à ces dispositions, la nouvelle passerelle peut procurer aux usagers un sentiment de sécurité et de confort.

Le nouveau tablier mis en œuvre se compose de deux longerons en poutrelles métalliques laminées reliées par des pièces de pont transversales. Cette configuration permet de conserver l'aspect de finesse et de légèreté qui caractérisait l'ancienne structure. Le platelage a été réalisé en bois exotique.

La pose du nouveau tablier a été effectuée en s'appuyant sur l'ancien, puis le nouvel ouvrage a été utilisé pour démonter la structure d'origine.

Les travaux se sont achevés fin décembre 2002.

... en parfait accord avec l'histoire et le site

Le nouvel ouvrage, dont les formes générales rappellent celles de la passerelle originale malgré une structure beaucoup plus moderne, a fait l'unanimité auprès de la population locale. Lors de la cérémonie d'inauguration, Freyssinet s'est d'ailleurs vu remettre par l'Association "La Passerelle" un bloc de pierre prélevé dans les anciens pylônes.

Intervenants

Maître d'ouvrage : Ville d'Agen

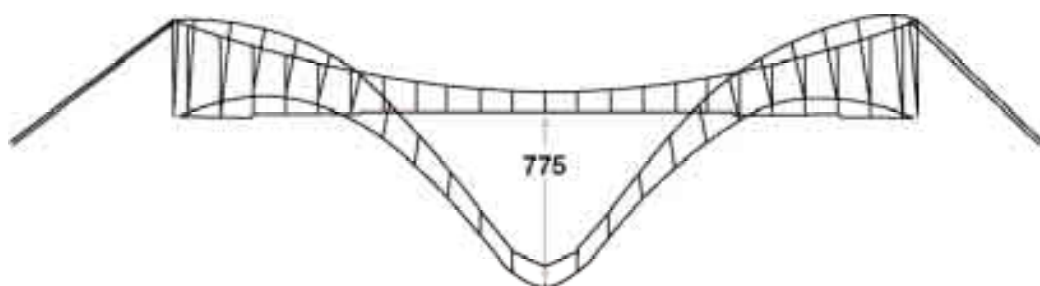
Maître d'œuvre : EEG Simecsol

Architecte : Stéphane Brassie

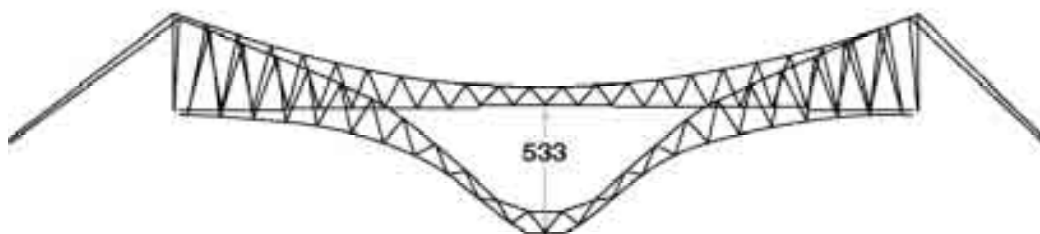
Entreprise générale : Freyssinet



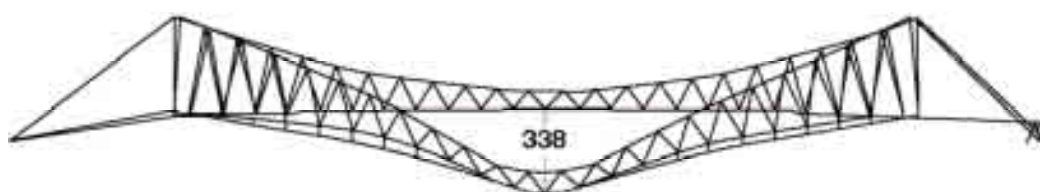
Étude comparative de la déformation sous chargement concentré



Suspension verticale



Suspension triangulée



Nouvelle suspension avec des suspentes triangulées et des câbles de stabilisation latéraux

Hypermarché Cora



40 000 m² consolidés et assainis

En août 2002, Ménard Soltraitement s'est vu confier les travaux d'amélioration de sol et de dépollution sous l'emprise d'un futur hypermarché Cora, situé à l'est de Bucarest, en Roumanie.

LE TERRAIN DESTINÉ À ACCUEILLIR LE FUTUR hypermarché Cora, à l'est de Bucarest en Roumanie, nécessitait d'importants travaux d'amélioration de sol et de dépollution. En effet, la surface à traiter – de 40 000 m² – occupe en partie le site d'une ancienne briquetterie utilisant les sables et argiles présents dans le sol. Cette exploitation avait engendré une excavation de 150 m sur 450 m, dont la profondeur atteignait par endroits les 16 m. Cette excavation fut ensuite remblayée avec des déchets urbains, avant d'être remplie de matériaux inertes pour permettre l'installation et l'exploitation, jusqu'en 1990, d'une usine d'éléments préfabriqués en béton.

L'amélioration des sols : entre plots et colonnes ballastés

Compte tenu de la mauvaise qualité des remblais, une solution de fondations profondes sur pieux était initialement envisagée, le bâtiment étant entièrement porté par un système de poutres et planchers. La solution variante d'amélioration de sol proposée par Ménard Soltraitement a permis de revenir à une solution à base de semelles superficielles et dallage. La profondeur du terrain à traiter (jusqu'à 16 m) a en effet fait opter pour une solution mixte combinant la technique des plots ballastés et celle des colonnes ballastées.

La technique des plots ballastés est une extrapolation du compactage dynamique dans laquelle l'énergie de pilonnage sert à constituer par « substitution dynamique » de larges colonnes (d'un diamètre de 2 à 2,5 m) de matériau granulaire compacté. Ces inclusions servent ensuite d'assises aux semelles superficielles du bâtiment ainsi qu'au dallage.

Cependant, pour les énergies habituellement mises en œuvre, la profondeur de traitement atteinte par cette technique ne dépasse pas 7 m. Dans les zones les plus critiques – c'est-à-dire dans les zones où la profondeur du remblai non compacté en place est supérieure à cette profondeur de traitement – il a donc fallu avoir recours à des colonnes ballastées renforçant le sol en profondeur.

La diffusion des charges induite par les plots assure la bonne répartition des contraintes en tête de colonnes. D'autre part, le terrain encaissant exerce d'autant mieux son étroitesse latérale

sur les colonnes, nécessaire à leur bon fonctionnement, si celles-ci sont compactées en profondeur.

4 mois de travaux quasi ininterrompus

Grâce à deux ateliers de colonnes ballastées équipées d'aiguilles vibrantes de 12 m et de 18 m et d'une grue de compactage, les travaux ont pu être réalisés en quatre mois... avec, tout de même, un rythme de 24 h/24 et 6 j/7 ! Plus de 5 220 colonnes ballastées d'une profondeur moyenne de 15 m, 750 plots ballastés et 800 empreintes de compactage ont finalement été réalisés.

Dépollution par ventilation

Une fois le problème de fondation traité, reste celui des biogaz. En effet, la décomposition des ordures ménagères constituant le remblai n'est pas achevée, et l'accumulation de ces gaz de décomposition – principalement du méthane – sous le dallage présente un risque important d'explosion spontanée.

La solution proposée par Ménard Soltraitement, identique à celle qui a été mise en œuvre au Stade de France, est basée sur la technique de la ventilation.

Cette technique consiste à faire circuler dans le terrain à dépolluer de l'air frais en quantité suffisante pour diluer les gaz de décomposition jusqu'à atteindre un seuil de concentration en volume assurant la non-nocivité (pour des risques d'explosion ou d'empoisonnement). Les gaz résultants (gaz nocifs et air frais de dilution) peuvent ainsi être rejetés dans l'atmosphère.



14 000 m de drains d'air frais et d'aspiration

Afin de réaliser cette dilution, un réseau de drains est installé dans une couche de matériaux drainants. Le système comporte, d'une part, un réseau de drains d'aspiration relié par des collecteurs à une salle de pompage permettant la mise en dépression de ces drains, et d'autre part un réseau de drains d'air frais relié par l'intermédiaire de collecteurs à l'air frais extérieur.

Le cheminement de l'air s'effectue de la manière suivante : l'air passe de l'atmosphère au terrain (sous le dallage) via le réseau de drains d'air frais ; puis, toujours par le sol, il arrive jusqu'au réseau de drain d'aspiration où il se charge en gaz nocifs ; le mélange gaz nocifs et air frais passe ensuite, via les collecteurs d'aspiration, du réseau d'aspiration jusqu'à la salle de pompage, puis est ensuite rejeté dans l'atmosphère.

L'ensemble du système est dimensionné de façon à avoir en permanence une dilution inférieure à la limite admissible (avec prise en compte d'un coefficient de sécurité).

Ces réseaux, qui seront installés sous le futur bâtiment (40 000 m²), représentent une longueur totale d'environ 14 000 m de drains (de 63 mm de diamètre) et 5 600 m de collecteurs (de 160 mm de diamètre). Ils doivent être posés au début de l'année 2003, avant le coulage du dallage, sur une période d'environ deux mois.

Intervenants

Maître d'ouvrage : CORA

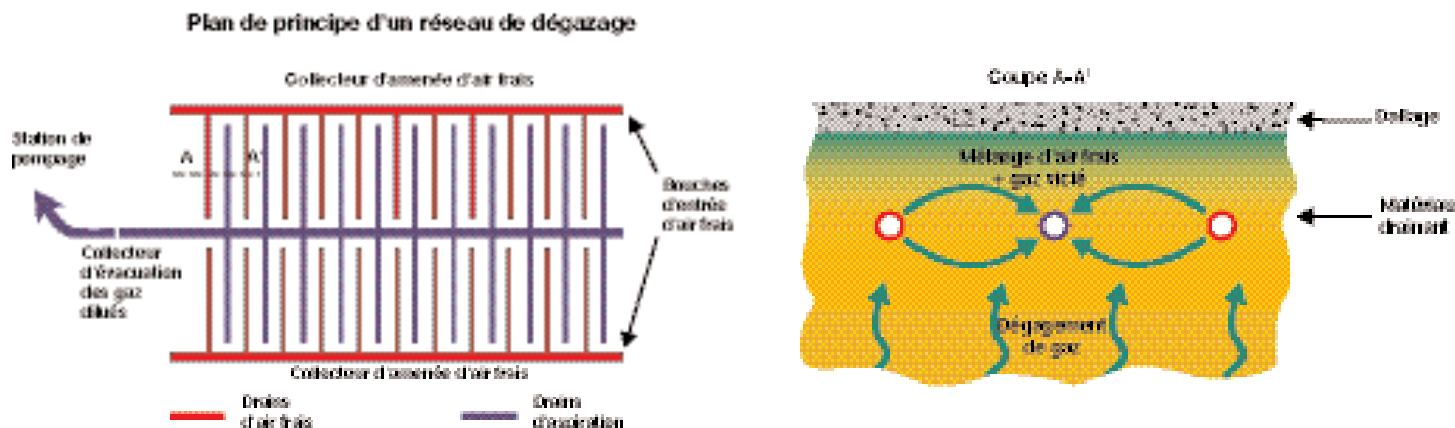
Maître d'œuvre : IBT

Entreprise générale : Hervé Romania Srl

Entreprise spécialisée : Ménard Soltraitement



Plan de principe du réseau de dégazage



Pont-jetée de la route de Sorell



La poutre en U s'exporte en Tasmanie!

Austress Freyssinet participe à la reconstruction du pont-jetée de la route de Sorell, en Tasmanie : une première en Australie.

LE PONT-JETÉE DE LA ROUTE DE SORELL EST UN élément stratégique du réseau routier de Tasmanie. Cet ouvrage est situé sur la Tasman Highway, à son extrémité orientale entre Pittwater Bluff et Midway Point, à 20 km au sud d'Hobart, au sud de la Tasmanie. Achevé en 1957, le pont-jetée était en son temps le plus grand pont précontraint d'Australie. Mais sa formule actuelle présente des signes de plus en plus accentués de détérioration structurelle entraînant une diminution de sa portance. Pour augmenter le poids total en charge autorisé au passage de l'ouvrage, le Department of Infrastructure Energy and Resources (DIER) a décidé de remplacer l'ouvrage dans les délais les plus courts possibles. Le nouvel ouvrage sera donc une poutre en U composée de voussoirs préfabriqués selon le concept développé en France par Freyssinet et Jean Muller International. Ce concept n'ayant été adopté qu'en France – où Freyssinet en a construit plusieurs pour le compte de la direction des routes – et en Amérique du Nord, le pont-jetée de Sorell sera le premier de ce type en Australie.

Freyssinet assure la précontrainte

John Holland Pty Ltd a assuré l'étude de conception et la construction du pont n°1 et ses accès, la démolition de l'ouvrage existant et l'ensemble des travaux annexes prévus au cahier des charges. John Holland a fait appel au savoir-faire d'Austress Freyssinet en matière de précontrainte, conseils techniques et techniques de construction. John Holland a remporté le marché de préfabrication des voussoirs et de précontrainte de la poutre en U, soit 18 travées de 25,5 m chacune. Le consultant pour les études est GHD. Austress Freyssinet intervient comme consultant pendant la phase d'études.



Optimiser l'usage des éléments préfabriqués

Le contrat porte sur deux lots distincts. Le lot A table sur une durée d'études et de construction de 18 mois pour le nouveau pont-jetée et ses accès. Le lot B, qui débutera après la mise en service du nouvel ouvrage, porte sur la démolition de l'ancien pont et la construction des slips de lancement des canots de sauvetage. Le contrat a été adjudgé le 19 juillet 2001. L'achèvement du lot A eut lieu le 19 janvier 2003 et la fin de l'ensemble est programmée pour le 19 juillet 2003. Les éléments préfabriqués sont constitués d'un béton très compact afin de résister à l'environnement marin. Le chantier de préfabrication a été implanté sur un terrain libre à 4 km du site. Austress Freyssinet assure l'assistance technique et la surveillance de ce chantier, notamment pour la fixation de la cage d'armature et la mise en place des gaines de câbles selon les exigences de tolérances prescrites. Le pont est constitué de deux poutres-caissons de 1 200 mm de hauteur. Les voussoirs de la poutre en U sont lancés à partir de la travée précédente, avec collage époxy et précontrainte provisoire. Une fois la précontrainte partielle permanente appliquée, l'ensemble de la travée vérinée en place est abaissée sur les appareils d'appui permanents. La précontrainte définitive est ensuite mise en œuvre et la poutre de lancement déplacée sur la travée suivante. Les voussoirs sont précontraints longitudinalement et transversalement.

Intervenants

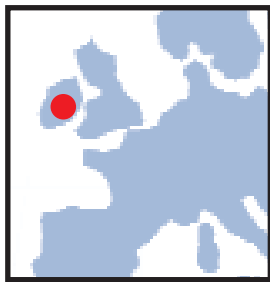
Maître d'ouvrage : Department of Infrastructure Energy and Resources Tasmanian Government

Maître d'œuvre : John Holland Pty Ltd

Consultant : GHD Pty Ltd

Entreprise spécialisée : Austress Freyssinet (VIC) Pty Ltd

Pont sur la Boyne



56 haubans pour franchir la Boyne

Freyssinet Limited a participé à la construction du pont sur la Boyne. Cet ouvrage s'imposera comme le plus grand pont d'Irlande et le premier pont à haubans de ce pays.

LE PONT SUR LA BOYNE S'INTÈGRE DANS LE TRACÉ de la nouvelle autoroute en cours de construction entre le nord de Dublin et Belfast. A sa mise en service à la fin 2003, cet axe sera la première autoroute à péage d'Irlande. La construction de ce pont à haubans de 170 m de travée principale est confiée à un groupement entre la société irlandaise Contractor Siac et la société anglaise Cleveland Bridge. Un pylône en Y inversé supporte le tablier au moyen de 56 haubans Freyssinet variant de 37 à 73 torons. Le tablier mixte est composé de poutres-caissons en acier sur lesquelles sera disposée une couche de surface en béton.



Freyssinet Limited a obtenu le contrat pour la fourniture et l'installation des haubans en mars 2001. La rapidité de mobilisation était une exigence, et six semaines ont suffi à Freyssinet pour installer la première paire de haubans nécessaire à stabiliser le pylône, et permettre ainsi au groupement d'effectuer le lancement du tablier.

360 tonnes de torons

De septembre à fin novembre 2002, Freyssinet a donc mis en place les 56 haubans que compte l'ouvrage, soit 360 tonnes de torons. Freyssinet

Limited a travaillé en étroite liaison avec le département des Grands Projets de Freyssinet International et Cie pour les aspects techniques, la méthodologie et l'approvisionnement en fonction des exigences du cahier des charges.

Le pont sur la Boyne démontre nettement les avantages des haubans Freyssinet et l'efficacité du travail conjoint entre Freyssinet,

maître d'œuvre et l'ingénieur. Au nombre des caractéristiques essentielles du système Freyssinet, il faut retenir la rapidité de mobilisation et la vitesse de montage, la souplesse et la facilité d'adaptation aux exigences du groupement, l'adaptation au projet, la souplesse de l'usine et son rende-

ment, ainsi que l'expérience et la qualité du personnel.

Intervenants

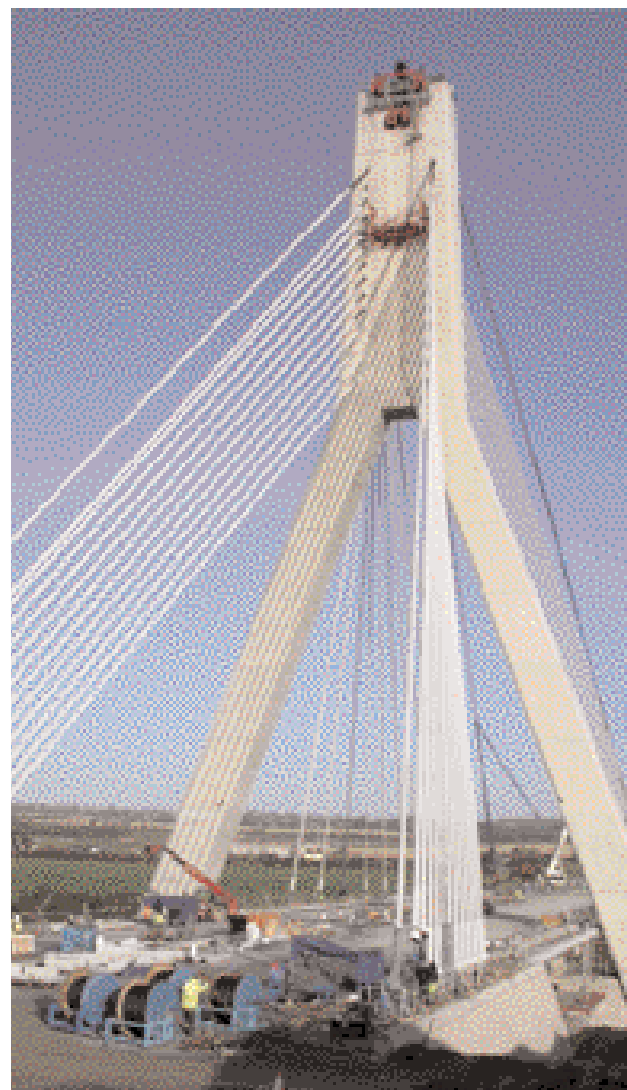
Maître de l'ouvrage :

NRA (National Roads Administration) / Meath County Council

Ingénieur : Roughan & O'Donovan Consulting Engineers

Maître d'œuvre : Coentreprise Siac / Cleveland Bridge Joint Venture

Haubans : Freyssinet Limited



Projet immobilier



24 villas sous haute protection

Sur l'ancien terrain de football de Concordia de Den Bosch, en Hollande, un nouveau projet immobilier est en cours de réalisation. Baptisé «Vijverberg», cet ensemble luxueux a nécessité la construction de 1 500 m² de murs en Terre Armée.

LA MUNICIPALITÉ DE DEN BOSCH, EN HOLLANDE, cherche à faire de la rive ouest de la ville une zone où prévalent la sécurité, la propreté et la beauté. Fortis Vastgoed Ontwikkeling N.V. a donc lancé, sur l'ancien terrain de football de Concordia, la construction de 24 luxueuses villas en adéquation avec ces valeurs. Quatre lots de six maisons sont implantés sur ce terrain. A l'arrière des maisons, des jardins-terrasses donnent sur un lac. Leurs flancs sont stabilisés par des murs en *Terre Armée*. Par ailleurs, trois îlots pour les loisirs seront créés sur le lac et reliés à la terre ferme par des passerelles.

Entre TerraClass et TerraTrel

Pour stabiliser les flancs, deux types de parements ont été retenus : 500 m² de murs *TerraClass* et

1 000 m² de murs *TerraTrel* ont ainsi été construits, ce qui a demandé huit semaines de travaux. Par souci d'esthétique, les murs présentent un fruit de 10 degrés. Sur la terre végétale et jusqu'à la cote de 26 cm au-dessus du niveau du lac, on utilise des éléments cruciformes *TerraClass*. Sur l'eau a été installé un système de mur à treillis *TerraTrel* avec pierres naturelles de Graauacke. Les parties supérieures de la couche pierreuse sont immobilisées par un double mur *TerraTrel* qui crée un rail de sécurité.

Une solution durable

La durée de vie de cette solution est estimée à 70 ans. Pour renforcer le terrassement sableux, des palplanches en acier galvanisé de 50x4 mm²

de section ont été mises en œuvre. L'ensemble constitue une solution anti-vandalisme, économique, durable... et agréable à l'œil.

Intervenants

Maître d'ouvrage :

Fortis Vastgoed Ontwikkeling N.V., Utrecht

Architecte :

Kuin & Kuin Architectens - Hertogenbosch

Maître d'œuvre :

Maasdonk's Wegenbouw b.v., Nuland

Entreprise spécialisée et fournisseur :

Terre Armée b.v. - Breda



Protection des quais



Terminal 4 de Kwai Chung



Freyssinet Hong Kong participe à la protection des dalles des quais d'un terminal à conteneurs.

SATISFAIT DE LA PROTECTION CATHODIQUE INSTALLÉE par Freyssinet, il y a neuf ans, sur un terminal à conteneurs de Kwai Chung, l'exploitant souhaitait un même système pour protéger les dalles des quais du terminal. La corrosion des armatures du béton avait provoqué des éclatements et d'autres détériorations qui favorisaient la pénétration du chlorure de sodium. En août 2002, la première phase de travaux est attribuée à Freyssinet Hong

Kong qui, en collaboration avec Corrosion Control Services Limited (filiale de Freyssinet), procède à l'installation d'une protection cathodique sur l'intrados des wharfs en béton du terminal. Le courant de protection est fourni par des anodes plates insérées dans les fentes pratiquées à la surface du béton et entièrement noyées dans du mortier de réparation. La répartition en plusieurs zones anodiques permet de surveiller chaque partie de l'ouvrage.

Cette conception permet d'envisager la généralisation du système à l'ensemble des wharfs. Sur ce chantier, Corrosion Control Services Limited effectue les études, fournit les matériaux spécialisés et assure la supervision technique, tandis que Freyssinet Hong Kong assure la maîtrise d'œuvre des travaux d'accès, de réfection du béton et d'installation des systèmes de protection cathodique. La fin des travaux est prévue pour la fin juillet 2003.

Portugal

Pont de Serpa



Une rénovation assistée par ordinateur

Freyssinet-Terra Armada a réalisé son premier chantier de renforcement d'ouvrage à l'aide de précontrainte extérieure démontable.

SITUÉ AU SUD-EST DU PORTUGAL, SUR LA ROUTE E.N 260, le pont de Serpa permet de franchir le fleuve Guadiana entre Beja et Serpa. Construit dans les années 60, ce pont en béton précontraint affiche une longueur de 400 m pour une largeur totale de 15,40 m, et se compose de deux caissons à hauteur variable. Une inspection récente de l'ouvrage avait mis en évidence une importante dégradation de la structure et en particulier des fissures le long des âmes des caissons, une détérioration avancée des appareils d'appui, une inclinaison importante de l'appui pendule en béton situé du côté de l'appui glissant, ainsi qu'une déformation du profil en long de l'ouvrage. Au cours de l'année 2000, l'administration portugaise lança un appel d'offres pour le ren-

forcement et la remise en état du pont. Il fut remporté par Freyssinet-Terra Armada SA, qui avait proposé comme alternative pour réduire la durée du chantier le levage du tablier au moyen du système LAO (Levage Assisté par Ordinateur) lors du changement des appuis...

Dans le cadre de son intervention, Freyssinet-Terra Armada SA a donc été chargé d'assurer les études d'exécution, de procéder à une campagne de gammagraphies pour vérifier la position réelle des câbles de précontrainte existants, de traiter les fissures, de renforcer l'ouvrage par précontrainte extérieure démontable constituée pour chacun des caissons de deux câbles 24T15 et, enfin, de renforcer les culées. Après avoir ramené le pile en position verticale en moyen d'appuis

provisoires, le système LAO a permis la mise à niveau du tablier et la mise en place des appareils d'appuis *Tétron*. Les joints de dilatation ont été également remplacés.

Intervenants

Maître d'ouvrage : ICOR

(*Instituto para Construção Rodoviária*)

Bureau d'étude : Ingénieur - Armando RITO

Entreprise générale : Freyssinet-Terra Armada SA

Etude d'exécution : Département technique de Freyssinet Madrid



Pont de Goce Delcev

Un axe stratégique sauvé des eaux

En plein cœur de Skopje, après une triste série d'incidents, le pont franchissant la rivière Vardar vient d'être rénové. Récit d'une opération de réhabilitation réussie.

LE 26 JUILLET 1963, UN TERRIBLE SÉISME d'amplitude supérieure à 8 sur l'échelle de Richter ravage une partie de Skopje, en Macédoine. Immédiatement après, un projet de reconstruction de la ville se dessine, dont la mise en application se fera progressivement. Élément clé de cette reconstruction : la réalisation d'un pont pour franchir la rivière Vardar à l'endroit même où la passerelle historique en bois, construite en 1928, avait été emportée par la crue de 1962. Le nouvel ouvrage s'appellera le pont Goce Delcev, du nom de l'homme qui créa la première République macédonienne au début du XX^e siècle. Les travaux de construction du pont débutent donc en 1970. La travée centrale repose alors sur un cintre en bois... qui sera emporté par une crue l'année suivante ! Après cet épisode malheureux, la portée du pont est augmentée, et un cintre métallique remplace l'ancienne structure en bois. Les deux tabliers parallèles mesurent 136 m de long, soit deux travées d'accès

de 24 m de long et une travée centrale de 88 m de long et 17,8 m de large. Le caisson en béton est précontraint transversalement et longitudinalement par des câbles 12Ø7.

Des problèmes structurels

Ce pont devient rapidement un axe stratégique de circulation : il supporte aujourd'hui le passage de 10 000 véhicules par jour ! Mais à sa mise en service, des fissures d'effort tranchant apparaissent au droit des piles. L'ouvrage perd progressivement sa contre-flèche jusqu'à atteindre une flèche de 450 mm en l'an 2000. Cette dégradation s'accompagne d'une importante infiltration d'eau de pluie à l'intérieur du caisson en raison d'une absence totale d'étanchéité. C'est ainsi qu'en 1994, un plan de confortement est étudié. Mis en œuvre en 2001, les travaux sont confiés à Freyssinet International et Cie.

Un renforcement sous circulation

Une intervention préliminaire portait sur la dépose de l'asphalte de la chaussée et des trottoirs, et le nettoyage complet de l'ouvrage.

À l'extérieur du tablier, les zones en béton endommagées ont été ragréées et l'ensemble des équipements d'ouvrage a été remplacé avec, notamment, la mise en place de 72 m de joints de chaussée et de 4 m de joints de trottoir de type WOSd. Une membrane d'étanchéité, qui faisait défaut sur l'ouvrage existant, a été réalisée ainsi que des gargouilles pour permettre l'évacuation des eaux de pluie.

À l'intérieur du caisson, les fissures des âmes ont été injectées. Freyssinet a ensuite procédé à la mise en œuvre d'une précontrainte additionnelle au moyen de quatre câbles 19C15, puis à la mise en place d'un système antisoulèvement du tablier au droit des culées au moyen de quatre câbles verticaux 7C15. Les zones de flexion maximale ont, quant à elles, été renforcées par collage de tissu de fibres de carbone (TFC), soit une superficie de 64 m².

Tous les travaux ont été menés sans interrompre la circulation.

Intervenants

Financement : AFD (Agence Française de Développement)

Maître d'ouvrage : Municipalité de Skopje

Maître d'œuvre : Louis Berger et PX Consultant

Entreprise générale : Freyssinet International et Cie, en collaboration avec Freyssinet Balkans.

Bureau d'études : EEG Simecsol



Extension du National City Marine Terminal



Contre les séismes, le «vibroremplacement»

A San Diego, en Californie, le National City Marine Terminal bénéficie d'un programme d'extension. Situé sur une zone à risques sismiques, le nouvel ensemble en cours de construction fait appel au savoir-faire de Ménard Soltraitements.

DANS LE CADRE DE L'EXTENSION DU NATIONAL City Marine Terminal, à San Diego, Ménard Soltraitements a été sollicité pour participer aux travaux de prolongement sud du quai 24-4. Ces travaux d'extension comprennent l'élargissement du littoral par fonçage de caissons de palplanches et remblaiement en arrière de ce rideau. Un ponton sera construit au-dessus et à l'extérieur de cette emprise. Le nouveau ponton sur pieux battus mesurera 340 m de long sur 25 m de large, et permettra de décharger des navires contenant chacun plus de 4 000 véhicules européens.

Considérations sismiques

Les travaux se déroulent dans le "San Diego Embayment", un bassin sédimentaire limité par une faille. Du point de vue sismique, le site est situé sur la zone de la faille de Rose Canyon dont la ramification principale la plus active est la faille de Silver Strand, située à environ 4 km à l'est. Les analyses sismiques effectuées en partant des premiers relevés géologiques indiquent que la majorité des remblais et dépôts existants dans la baie présentent un fort potentiel de liquéfaction jus-



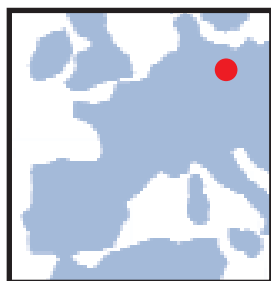
qu'à 18 m de profondeur. Les manifestations de liquéfaction des sols se traduisent par des pertes de portance et de frottement latéral pour les fondations, des tassements en surface et des risques de rupture circulaire dans le talus situé sous la mer et adossé au rideau de palplanches.

Travaux de consolidation

Pour assurer la stabilité du système et la bonne tenue du nouveau ponton, il a été jugé primordial d'améliorer les caractéristiques des matériaux de remplissage des caissons et du talus sous le ponton à l'aide de la méthode de vibroremplacement. Il s'agit d'une variante du vibrocompactage dans laquelle on utilise du ballast pour remblayer le trou foré par la sonde vibrante. On utilise cette méthode avec des matériaux de granulométrie faible, car cela permet de renforcer le sol et de drainer les surpressions d'eau au travers du réseau de colonnes ballastées. Les travaux de densification des sols actuellement en cours sont exécutés après fonçage des caissons et dragage du talus. Ils font appel au système "bottom feed" (remplissage du ballast par l'extrémité de la sonde vibrante), conçu pour fonctionner en conditions off shore (densification du talus). L'installation des colonnes est étroitement contrôlée pendant l'exécution des travaux à l'aide du Système Emparex (enregistrement des paramètres de réalisation), et le positionnement des colonnes off shore est réalisé à l'aide d'un GPS différentiel.



Viaduc de Wroclaw



Le «poussage» au secours des situations extrêmes !

Depuis quelques années, le chantier de construction du boulevard périphérique ouest de la ville de Wroclaw bat son plein. Les concepteurs ont récemment dû rivaliser d'ingéniosité pour permettre le franchissement, par un viaduc, de trois lignes de chemin de fer et d'une voie à forte circulation.



LES PREMIÈRES VOIES FERRÉES ONT FAIT LEUR apparition à Wroclaw en 1842. Le développement continu de la ville au XIX^e siècle puis au XX^e siècle a multiplié les gares et les lignes ferroviaires. Ces infrastructures découpent la ville en zones distinctes et créent autant d'obstacles majeurs à la fluidité des transports routiers, ce qui conduit les concepteurs à imaginer des solutions de franchissement toujours plus efficaces. L'exemple de la construction du viaduc du périphérique ouest de Wroclaw en est une bonne illustration.

Deux méthodes de construction

Le viaduc de Wroclaw dépasse les 600 m de long. Les douze voies ferrées à franchir (correspondant aux trois lignes de chemin de fer) et la rue se répartissent sur une largeur de 400 m, d'où l'idée de construire la partie centrale du viaduc à l'avancement par poussages successifs, et de réaliser ses extrémités in situ.

Le projet comprenait en réalité deux ouvrages distincts : l'un pour la chaussée est et l'autre pour la chaussée ouest du périphérique. L'ensemble a été réalisé en béton précontraint et a utilisé le système C de Freyssinet. Les ouvrages annexes, comme les bretelles d'accès, ont été coulés in situ. Le viaduc ouest mesure 624 m de long et le viaduc est 610 m. La plus longue travée après dépose des piles temporaires mesure 52 m. La hauteur des voussoirs des viaducs principaux

est constante et égale à 2,5 m. Au total, plus de 600 t d'acier de précontrainte ont été utilisés, et la construction des tabliers a duré 14 mois !

Le groupe Freyssinet a été largement sollicité pour la réalisation de ce viaduc : Freyssinet Polska Sp. Z. o. o. a exécuté, sous la direction de Maciej Hildebrand, le lancement et la précontrainte sur site. Le département technique de Freyssinet International et Cie s'est chargé de concevoir et d'exécuter les plans du banc de préfabrication, de l'avant-bec et des divers équipements de poussage.

Une force totale de poussage de 7 000 kN

Différents types de câbles ont été utilisés pour la construction du viaduc : des câbles principaux internes 19C15, des câbles externes 19C15, des câbles 13C15 pour le poussage et des câbles transversaux monotorons gainés et graissés pour l'extrados.

Chaque élément poussé était constitué de 27 voussoirs de 15,5 m de long en moyenne, le plus long mesurant 19 m. Equipées d'un avant-bec de 26 m et mues à l'aide d'un peigne de traction et de quatre vérins RS230, les travées ont été poussées par longueurs successives de 33,5 m. La force totale maximale pendant le poussage pouvait atteindre près de 7 000 kN ! Un seul opérateur assurait les opérations de traction, grâce à un pupitre de commande unique des ancrages à

clavettes des vérins SL230. Ces opérations de poussage sont particulièrement délicates si l'on tient compte du fait que les viaducs sont en grande majorité courbes dans le plan horizontal et vertical.

Pas de perturbation de la circulation

La durée de construction de chaque voussoir a été d'une semaine. L'exécution comprenait deux phases : le hourdis inférieur avec les deux âmes, puis le hourdis supérieur. Vingt-quatre heures après le coulage de l'extrados, le voussoir a été assemblé par précontrainte avec l'élément précédent à l'aide de six ou huit câbles 13C15. La précontrainte transversale a été réalisée en même temps. L'ensemble a ainsi été poussé au-dessus des voies ferrées et de la rue sans perturber les circulations ferroviaire et routière. Une fois les tronçons construits par poussage en position finale et

les parties extérieures réalisées sur échafaudages, les joints de clavage ont été coulés. Les câbles de continuité ont été installés pour assurer la capacité de charge requise et la continuité de l'ouvrage. Au cours de l'été 2002, près de 370 tonnes de câbles ont été installés et tendus au nombre desquels figurent les câbles extérieurs graissés dans des gaines en PEHD. Tous les câbles ont été injectés au coulis de ciment à l'exception des monotorons transversaux.

Intervenants

Maître d'ouvrage : Administration des Routes et des Transports publics de Wrocław

Consultant : Bureau d'études et d'essais - Mosty Wrocław

Maître d'œuvre : Budimex Dromex S.A.

Entreprise spécialisée : Freyssinet Polska Sp. Z. o. o.



Canada

Pont Clemmer

Reconstruction en urgence



Grâce à la solution proposée par Reinforced Earth Canada, l'ouvrage d'accès à la ville de Perth East a pu être remplacé en urgence.

SITUÉE AU SUD-OUEST DE L'ONTARIO, LA VILLE de Perth East devait remplacer le pont Clemmer qui franchit la Smith Creek, un affluent de la rivière Nith. Tout a commencé au début des années 80 : après que des inspections eurent révélé des problèmes structuraux, il fut décidé de réduire la circulation sur l'ouvrage. Une décision lourde de conséquences, car cet axe offrait un accès majeur à la ville et ses 12 000 habitants. En 2001, la mairie fut avertie que le pont s'était encore détérioré et que les véhicules communaux, utilisés pour le déneigement, la maintenance de la voirie ou la lutte contre les incendies, ne pouvaient plus l'emprunter pour des raisons de sécurité. L'ouvrage devait donc être fermé ou remplacé. La première solution envisagée prévoyait la construction, en trois mois, d'un nouvel ouvrage coulé en place de 18 m de long. La seconde option, qui fut retenue, prévoyait la préfabrication d'éléments et leur assemblage sur site, une solution

économiquement plus intéressante. L'ancienne structure a donc été démolie et tous les matériaux recyclés. Des semelles de fondations ont alors été réalisées, sur lesquelles les demi-sections de voûtes *TechSpan* ont été posées à l'aide de deux grues de 165 t. La construction de l'arche a duré huit heures et les murs-tympan

ont été érigés simultanément de part et d'autre. Le nouveau pont Clemmer est désormais constitué de voûtes préfabriquées *TechSpan* et de murs-tympan constitués de parements en *TerraClass*. Les voûtes, de 300 mm d'épaisseur, mesurent 18 m d'ouverture, 5,5 m de haut et 10 m de long.





Pont de Saint-Symphorien

Réparation éclair !

Après qu'une péniche eût heurté de plein fouet la pile centrale du pont de Saint-Symphorien d'Ancelles, Freyssinet est intervenu pour la réparation de la structure. Une opération menée tambour battant.

CONSTRUIT ENTRE 1952 ET 1953, LE PONT de Saint-Symphorien, sur la Saône, est un pont de type cantilever. Il s'agit d'un bipoutre de hauteur variable à trois travées, soit deux travées de rive de près de 50 m de portée, et une travée centrale composée de deux consoles de 27,3 m, sur lesquelles repose une travée isostatique de 16,5 m de portée. La chaussée de 6 m de large est bordée par deux trottoirs de 1 m. Transversalement, l'ouvrage comporte deux poutres en béton de dimensions variables raidies par des entretoises triangulées.

La structure sérieusement endommagée

Le 23 juin 2001, une barge descendant la Saône percute violemment la poutre amont située sur la travée en rive droite... et endommage sérieusement la structure : une partie du talon inférieur de la poutre amont en travée de rive droite est détruite ; l'âme, disloquée sur 7,5 m, subit une importante fissuration ; le talon de la poutre aval et des entretoises situées à proximité du tablier éclatent et se fissurent, tout comme le tablier aux deux extrémités de la poutre amont. En décembre 2001, l'ouvrage est donc mis en sécurité au moyen d'une palée provisoire et de vérins de levage d'une capacité de 300 t. En avril 2002, un dispositif est mis en œuvre pour permettre la circulation des piétons dans l'attente de la réparation du pont. Confiée à Freyssinet, la réparation débute à la mi-septembre 2002. En trois mois seulement, Freyssinet a non seulement effectué la réparation complète des dégâts causés par l'accident, mais remis, aussi, en conformité les dispositifs d'appui de la travée isostatique et les équipements (garde-corps, joints de chaussée...).

Trois mois de réhabilitation

Pour la poutre amont, il s'agissait, avant réparation, de redresser l'ouvrage et de redistribuer les contraintes dans la zone à réparer. Pour ce faire, l'ouvrage, d'une part, a été lié avec les vérins de levage disposés sur la palée provisoire, placée sous la console en travée centrale ; d'autre part, les fissures situées dans la zone endommagée ont été injectées. Après démolition des zones fracturées et préparation des surfaces par hydro-démolition, des armatures complémentaires ont été scellées dans les zones de reprise où les armatures existantes étaient insuffisantes. La zone démolie a alors été reconstituée en trois phases : reconstitution en béton du talon de la poutre, bétonnage de l'âme avec conservation d'une zone de clavage centrale, mise en compression contrôlée du talon de la poutre par blocs-verins plats et clavage définitif de l'âme. Dans le cas des entretoises, l'intervention consistait essentiellement à effectuer une injection des fissures. Pour l'entretoise la plus sérieusement endommagée, le

bracon amont et le tirant horizontal ont été reconstitués. Avant l'injection des fissures, la poutre aval a été entièrement sablée et repiquée. Quant à la réparation des appuis de la travée cantilever, elle a nécessité la dépose ou la démolition des joints de chaussée. Pour permettre la reprise complète de zones dégradées des abouts de poutres, la travée a été levée de près de 1,5 m à l'aide d'une charpente métallique disposée au-dessus du tablier. Les appuis fixes de cette travée ont été déposés et remplacés par des appuis en inox, et les bielles de l'appui mobile ont été sablées et métallisées avant la descente de l'ensemble. Lorsque l'opération a été achevée, de nouveaux joints de chaussée ont été installés. En fin d'intervention, la palée provisoire et ses éléments porteurs ont été démontés.

Intervenants

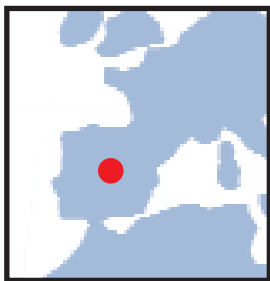
Maître d'ouvrage : Département de Saône-et-Loire

Maître d'œuvre : CETE de Lyon

Entreprise générale : Freyssinet



Ouvrage autoroutier



Vrai béton pour faux tunnel



Filiale de Freyssinet en Espagne, Tierra Armada a participé à la réalisation d'un tunnel autoroutier dans l'Etat de Léon.

DANS LA PÉNINSULE IBÉRIQUE, TIERRA ARMADA a prêté son concours à la construction d'une tranchée couverte près de Villafranca Bierzon, dans l'Etat de Léon. L'ouvrage, de deux fois 170 m de long, offre un gabarit de 11 m de large et 5,50 m de haut, et comporte deux ouvertures en biseau. La zone centrale du tunnel de la

chaussée de droite a été coulée en place à l'aide d'un camion toupie, tandis que la chaussée de gauche a été coulée en place sur un coffrage perdu de 0,15 m d'épaisseur et de géométrie identique à celle de la voûte préfabriquée des extrémités. Les 20 m d'extrémité de chaque bouche et les ouvertures en biseau sont

totalemment préfabriqués.

Intervenants

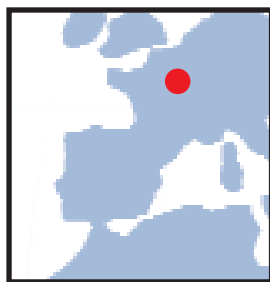
Maître d'ouvrage : *Ministère de l'Economie*

Maître d'œuvre : *Groupement Bierzo*

Entreprise spécialisée : *Tierra Armada S.A.*

France

Déviations de Faulquemont



Des murs TerraTrel à l'aspect minéral

La société Terre Armée SNC a été sollicitée pour assister l'entreprise Valérian dans la réalisation de huit ouvrages d'art routiers.

DANS LE CADRE DE L'AMÉNAGEMENT DE LA RD 910 (axe Pont-à-Mousson/Saint-Avold), le conseil général de la Moselle a confié au groupement EEG Simecsol/APAAR la maîtrise d'œuvre des travaux de la déviation de Faulquemont. L'architecte François Doyelle a inclus dans la conception des ouvrages d'art des murs de type *TerraTrel* minéral, une technologie Terre Armée.

Ces ouvrages d'art ont été divisés en trois lots : suite à la consultation lancée en 2001, deux lots ont été attribués à l'entreprise Demathieu & Bard, le troisième à Jean Bernard Entreprise.

Ces entreprises ont toutes deux sous-traité les terrassements adjacents aux ouvrages à l'entreprise Valérian. C'est dans ce cadre que, depuis juillet 2002, l'entreprise Valérian met en œuvre les murs en retour et d'habillage en *TerraTrel* minéral de ces huit ouvrages d'art... avec l'assistance, bien sûr, de Terre Armée SNC.

Des murs de 8 m de haut maximum

TerraTrel minéral est une technologie où l'on

associe aux armatures des parements constitués de panneaux de treillis soudé galvanisé, derrière lesquels le remblai est terminé par un matériau granulaire de 150 mm à 250 mm sur une largeur moyenne de 50 cm. Certains de ces murs sont verticaux, d'autres présentent un fruit. Terre Armée SNC est donc intervenue au stade de la conception des soutènements ; elle a déjà fourni à l'entreprise Valérian les éléments spécifiques (panneaux de parement, armatures et accessoires) ainsi qu'une assistance technique. Un dernier lot de deux ouvrages, en cours d'attribution, devrait être réalisé au printemps 2003.

Déviations de Faulquemont
en Moselle, France. Pour ce
projet Terre Armée SNC
intervient dans la conception
des murs de soutènement,
dans la fourniture des
parements ainsi que dans
l'assistance au montage.

Photo : Francis Vigouroux

