

Applications

FORT

LAUDERDALE

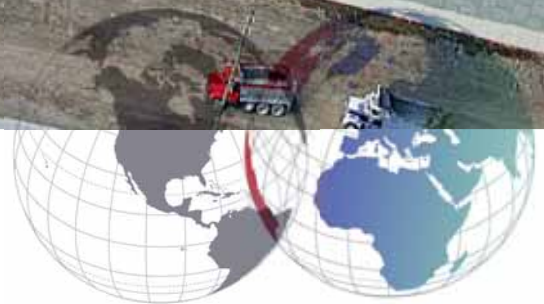
P. 14 FLORIDE—USA

2<sup>e</sup> semestre 2014 — N° 228

# TERRE ARMÉE

## Magazine

P. 06 DES OUVRAGES EN TERRE ARMÉE® POUR  
LES LIGNES FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE  
P. 07 TOUR DU MONDE : PROJETS DE NOS FILIALES  
P. 12 VOIE EXPRESS DE SALVADOR DE BAHIA  
P. 18 1963 : DÉPÔT DE BREVET DE LA TERRE ARMÉE®



TERRE ARMÉE

# L'IMAGE

ROYAUME-UNI

## La plus haute voûte TechSpan® de Grande-Bretagne



Dans le cadre du projet Heads of the Valleys Road de transformation de l'autoroute A 465 en route à deux fois deux voies au Sud du Pays de Galles, Reinforced Earth UK a construit la plus haute voûte TechSpan® jamais réalisée en Grande-Bretagne, soit 9,6 m. Du fait de son emplacement sur une pente, l'ouvrage détient la plus importante quantité de remblai au-dessus

d'une voûte en TechSpan® du Royaume-Uni, et a nécessité de fabriquer des parements sur-mesure. Cette technique a permis de réaliser l'installation de la structure plus facilement et en toute sécurité. La conception de ce projet de tous les records a associé des collaborateurs de trois entités du groupe Terre Armée : Reinforced Earth UK, Tierra Armada Espagne et Terre Armée France.

En savoir + sur  
le TechSpan®.





**Le mot**

# En 50 ans, la Terre Armée® a profondément évolué

**T**erre Armée a fêté en 2013 le cinquantième anniversaire du dépôt de brevet de la Terre Armée® par Henri Vidal. Cette technique est aujourd'hui présente dans le monde entier et ce sont plus de 50 millions de m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® qui ont été installés depuis 1963. En cinquante ans la technologie de la Terre Armée® a profondément évolué. Nos équipes de recherche et développement l'ont perfectionnée et ont développé des techniques innovantes ouvrant de nouvelles perspectives à la société dans de nombreux domaines.

Pour les applications liées aux ouvrages miniers, aux aéroports, à l'industrie, à l'énergie, aux ouvrages hydrauliques, aux chemins de fer, aux stades ou encore aux installations militaires, Terre Armée propose une large gamme de produits.

C'est grâce à l'implication de nos équipes qui, chaque année, conçoivent et développent de nouvelles techniques, que Terre Armée conserve sa place de leader mondial dans le domaine des structures en sol renforcé.



**ROGER BLOOMFIELD,**  
DIRECTEUR GÉNÉRAL  
DE TERRE ARMÉE



## Sommaire

**06** La technique  
Des ouvrages en Terre Armée® pour les lignes ferroviaires à grande vitesse.

**07** Le tour du monde  
Des projets Terre Armée au Chili, Maroc, États-Unis, Espagne, Croatie, Inde, Pologne, Australie, Thaïlande.

**12** Le grand projet  
Des murs TerraClass® pour la voie express de Salvador de Bahia (Brésil).

**14** Applications  
Élargissement et consolidation des pistes de l'aéroport de Fort Lauderdale (USA).

**16** La rencontre  
L'ingénierie par John Sankey.

**18** Le groupe  
Un aperçu de l'actualité des autres entités du Groupe Soletanche Freyssinet.

02  
/

03



Voici la nouvelle formule du magazine Terre Armée. « Terre Armée Magazine » succède à « Sols et Structures » et vous présente deux fois par an un aperçu de nos différents projets dans le monde. Ce magazine complète notre site internet [www.terre-armee.com](http://www.terre-armee.com) où vous retrouverez d'autres informations liées à notre actualité et à nos métiers.

**Terre Armée**, le magazine semestriel de Terre Armée  
**Direction de la Communication** : 280 avenue Napoléon Bonaparte, 92500 Rueil-Malmaison - France • **Directeur de la publication** : Guillaume Billaroch • **Rédacteur en chef** : Nathalie Gresset • **Ont participé à la réalisation de ce numéro** : Juliette Dumoulin, Agnès Baranger, Anik Jean, Michele Curry, Jennie Osborne et Thomas Colombain  
**Conception** : **Réalisation** : • **Traduction** : Teletingua • **ISSN** : en cours • **Crédits photographiques** : Photothèque Soletanche Freyssinet, Marcus Brierley, Pascal Le Doaré • **Contact** : [mag@sf-group.com](mailto:mag@sf-group.com)



# 50 millions



## Le chiffre

C'est le nombre de mètres carrés de Terre Armée® construits depuis le dépôt de brevet par Henri Vidal, en 1963. Le cap du million de m<sup>2</sup> avait été franchi en 1978.

## Le contrat



### États-Unis : au Texas, Reinforced Earth Company (RECo) a remporté un important contrat autoroutier.

L'objectif des travaux est de construire un nouveau segment de « Grand Parkway », une immense autoroute circulaire de 290 km de long desservant la région de Houston. L'ouverture de ce nouveau tronçon situé au nord-ouest de la ville est prévue pour fin 2015.



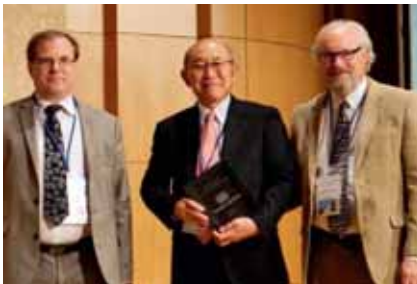
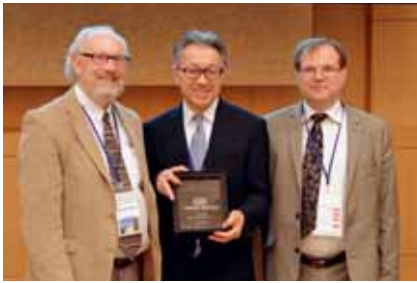
## Le pays



# Pérou

La dernière-née de nos filiales sud-américaines. Après la création de nos entités en Colombie et au Panama nous avons renforcé notre présence en Amérique Latine par l'ouverture de notre filiale Freyssinet-Tierra Armada Pérou installée à Lima, depuis le 1<sup>er</sup> août 2012.





Le prix

# 40 ans de Terre Armée au Japon

Il y a 40 ans débutait la collaboration avec nos licenciés japonais, Sumisho Tekko Hanbai Co., Ltd et son sous-licencié Hirose & Co., Ltd ainsi que Kawasho devenu JFE Shoji Terre One Corporation.

L'événement

## African Mining – INDABA

**Du 3 au 6 février 2014**, Reinforced Earth South Africa (RESA) aux côtés de Soletanche Bachy, Menard et Freyssinet, était l'un des 407 exposants d'Investing in African Mining Indaba. Considéré comme la plus grande conférence minière au monde, l'événement a réuni tous les décideurs et professionnels du secteur : 7 800 participants venus de 110 pays ont fait le déplacement. **Retrouvez tous nos évènements (salon, conférences...) sur [www.terre-armee.com/agenda](http://www.terre-armee.com/agenda)**



La nouveauté

**En octobre, le site de Terre Armée fait peau neuve !** Découvrez son nouveau look en nous rendant visite sur le [www.terre-armee.com](http://www.terre-armee.com), retrouvez toutes nos actualités, nos techniques et notre histoire, ainsi que des liens vers les sites de nos entités partout dans le monde.



04 / 05



La technique



# Rail- LGV SEA, Des ouvrages en Terre Armée® pour les lignes ferroviaires à grande vitesse

**Terre Armée a obtenu l'agrément pour la construction d'ouvrages en Terre Armée® sur le projet de ligne à grande vitesse SEA** (Sud-Europe

Atlantique) qui aboutira à la création de 320 km de nouvelles voies entre Paris et Bordeaux (France).

Les premiers ouvrages sous voies à grande vitesse sont en cours de construction.

**Sur le projet SEA 11 ouvrages seront réalisés en Terre Armée® :**

- 8 Sauts de Mouton
- 2 ponts-route
- 1 mur sous voie

**Parmi ces 11 ouvrages, 9 supportent des voies ferrées avec des hauteurs maximales de 12,50 m.** Sur ces voies, les vitesses de circulation des trains atteignent 320 km/heure, constituant ainsi une première mondiale pour des ouvrages en Terre Armée®.

Une belle référence pour les projets à venir !

En savoir + sur  
nos applications  
ferroviaires.



# TOUR DU MONDE



## Chili ANTUCOYA

**Les équipes de Tierra Armada Chile ont assuré en moins de deux mois la construction de quatre murs de soutènement de 12 m de hauteur sur la mine de cuivre d'Antucoya, située au nord d'Antofagasta au Chili.** La filiale chilienne de Terre Armée s'est chargée de la conception, du calcul et de la réalisation des travaux sur ce site minier au sol très salé. C'est le système de la Terre Composite® qui a été employé sur ce projet : des armatures synthétiques (afin de prévenir la corrosion due à la forte salinité), complétées de renforts secondaires (pour éviter les déformations). Le fait d'offrir au client une solution de murs « clés en main » a représenté un facteur important du succès du projet qui s'est conclu sans aucun accident.



**MAARTEN VAN DEN BERG,**  
DIRECTEUR GÉNÉRAL, FREYSSINET TIERRA ARMADA CHILE S.A

“Lorsqu'on est sélectionné en tant que fournisseur sur un projet minier, il s'agit avant tout de confiance. La qualité et la sécurité sont des axes-clé pour notre client Tenova Takraf et pour Tierra Armada. Nos équipes ont relevé le défi : en travaillant 7 jours sur 7 et en réalisant l'installation complète des murs sans aucun accident.”



## États-Unis FASTRACKS

**Dans le district de Denver (Colorado), le programme FasTracks du RTD, (Département régional des transports) est un projet complet d'extension du réseau de transport représentant plusieurs milliards de dollars d'investissements.** Il prévoit la construction de 200 km de nouvelles lignes de train de banlieue et de métro, de 30 km de lignes de transport rapide par bus et de 21 000 nouvelles places de stationnement dans les gares et stations. Dans le cadre de ce programme, Reinforced Earth Company USA (RECO) a été sélectionné pour dix projets distincts, portant sur la conception et la fourniture de plus de 130 000 m<sup>2</sup> d'ouvrages de soutènement en Terre Armée®. RECO a apporté des solutions d'ingénierie de pointe pour répondre à toutes les contraintes de ce projet, notamment les différents traitements architecturaux et les spécificités en matière de droit de passage.



## Maroc ROCADE MÉDITERRANÉENNE

**Plus de 50 000 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® ont été installés sur la Rocade Méditerranéenne,** une immense infrastructure autoroutière située dans le Nord du Maroc. Les murs, composés d'armatures Geostrap® et de parements TerraTee®, mesurent jusqu'à 25 m de hauteur. L'objectif du projet est de désenclaver cette région qui constitue un passage incontournable pour les échanges entre l'Afrique et l'Europe. Au total, 250 km de routes existantes ont été réaménagées et 300 km de routes nouvelles ont été construites. La solution proposée par Terre Armée Maroc, succursale de Terre Armée SAS (France) a convaincu les clients grâce à sa rapidité de construction et la possibilité de conserver la circulation routière pendant les travaux de terrassement.







## Croatie MUR DE SVETA TROJICA

**Sur l'autoroute entre Rijeka et Zuta Lokva dans l'ouest du pays, le nouveau tronçon Rijeka-Križišće est désormais en service.**

À 1 km à l'ouest du village de Križišće se trouve l'imposant ouvrage en Terre Armée® de Sveta Trojica : un mur à trois niveaux, d'une hauteur maximale de 34 m et d'une longueur de 375 m. La superficie totale atteint 11 170 m<sup>2</sup>. Terre Armée a réalisé la conception de l'ouvrage, et a fourni les armatures GeoStrap®, et les connexions.



## Espagne LES ROUTES DE NAVARRRE ÉLARGIES ET RÉNOVÉES

**Avec une fréquentation journalière de près de 13 000 véhicules, la route Pampelune-Estrella-Logroño est un axe stratégique de communication en Navarre.**

C'est dans le cadre des travaux de rénovation de la bretelle d'accès de la voie rapide de Pampelune et du prolongement de la route LO-20 que Tierra Armada Espagne a remporté en juin 2013 un contrat portant sur la réalisation de 14 000 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée®. La section de travaux comprend la construction d'une voie express à chaussées séparées. Des structures de grande hauteur en Terre Armée®, constituées de panneaux TerraPlus® associés à des bandes de renforcement métalliques, sont réalisées tout au long du tracé qui s'étend d'Ouest en Est au sud de Logroño sur 8 km. La livraison des premières structures a commencé en septembre 2013 et a pris fin mi-2014.



08  
/  
09





## Inde QUAND L'ACCÈS AUX AÉROPORTS PASSE PAR LA TERRE ARMÉE®

**Reinforced Earth India (RECo) vient d'achever la construction de la première culée technique d'un passage souterrain pour piétons en Inde** devant l'aéroport international de Bombay. La ville rejoint donc New Delhi, Chennai, Bangalore, Hyderabad, Calcutta et Guwahati qui ont toutes adopté la solution de la Terre Armée® pour la construction des zones d'accès à leurs aéroports. L'Inde, comme de nombreux autres pays, a privilégié cette solution car elle présente de par de ses nombreux avantages une supériorité technique évidente. On distingue ainsi : une plus grande rapidité d'installation, des qualités esthétiques et une meilleure rentabilité économique. Pour réaliser ces ouvrages, RECo India utilise des bandes d'acier galvanisé à haute adhérence comme armatures de sol associées à des panneaux cruciformes TerraClass®.



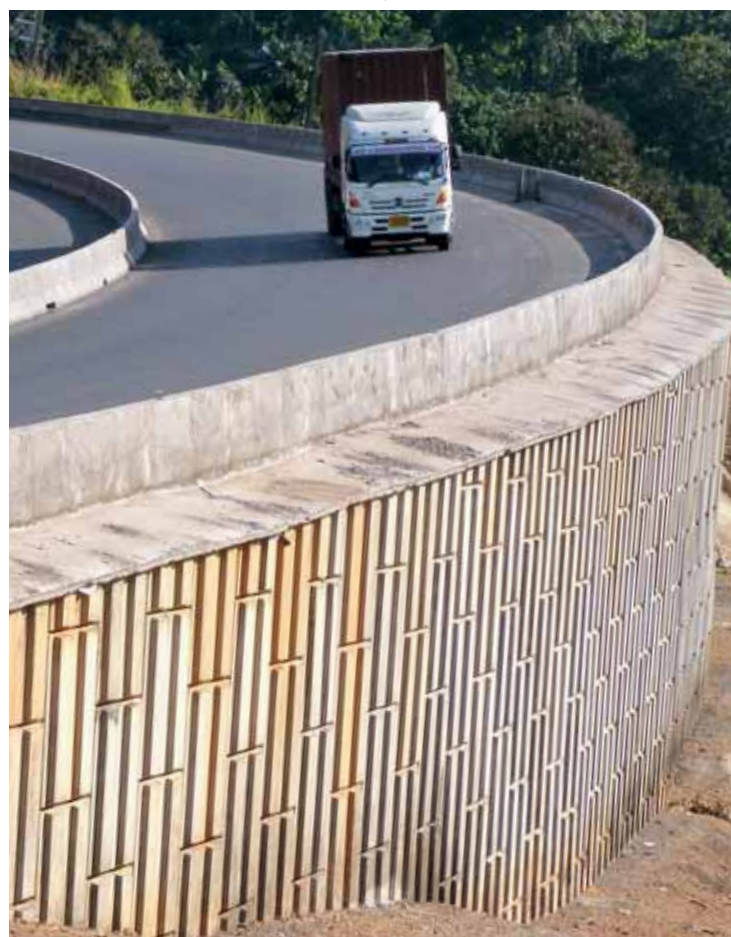
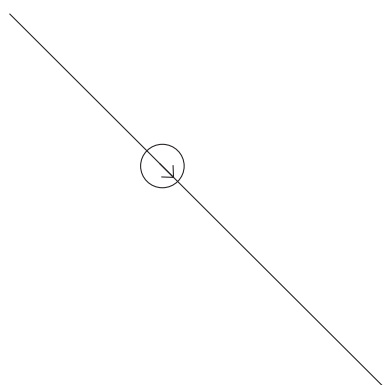
## Pologne CONTOURNEMENT DE LA VILLE DE LUBLIN

**Dans le cadre d'un vaste projet de renforcement des connexions routières dans le Sud-Est de la Pologne**, Terre Armée s'est vue attribuer les travaux de conception, de fourniture et d'installation de 17 483 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® et de 5 178 m<sup>2</sup> de panneaux de parement. Le projet, qui s'étend sur 3,8 km, comprend la construction de cinq viaducs, de deux ponts et d'une passerelle piétonnière. L'entreprise a assuré également l'assistance technique durant toute la durée du chantier. Commencé en juillet 2013, ce dernier a pris fin en juin 2014.



## États-Unis NORD TARRANT EXPRESS

**Dans le comté de Tarrant au Texas, le projet du Nord Tarrant Express (NTE)** longe l'une des voies routières les plus saturées de la région de Dallas-Fort Worth. Pour ce chantier, qui permettra d'améliorer la circulation le long des routes avoisinantes et de l'autoroute de l'aéroport, Reinforced Earth Company USA (RECo) fournira au total 204 500 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée®. Parallèlement à l'ajout de nouvelles voies, le projet comprend également la reconstruction des voies principales existantes et des voies de desserte. L'expérience de RECo dans les grands projets de conception-construction a joué un rôle important dans l'obtention de ce contrat. La fin des travaux est prévue pour 2015.



## Australie MUR DE SOUTÈNEMENT POUR LA MINE DE CHARBON DE CAVAL RIDGE

**Le projet de développement de la mine de Bowen** est une initiative visant à accroître les activités d'extraction de charbon dans le Queensland. C'est dans le cadre de ce projet que Reinforced Earth Australia (RECo) a remporté le contrat de conception et de fourniture d'une structure de soutènement en Terre Armée® de 17,4 m de haut pour la mine de Caval Ridge, une mine de charbon à ciel ouvert dont la production annuelle devrait atteindre 5,5 millions de tonnes. Pour garantir la durabilité de l'ouvrage dans l'environnement corrosif du charbon, nos équipes ont opté pour des panneaux de parement en béton et ont placé une membrane en PEHD dans partie supérieure de la structure pour éviter l'infiltration d'eau contaminée. Autre contrainte, l'acheminement des panneaux de parement n'a pas été aisé compte-tenu de l'isolement de la mine située au centre de la région du Queensland. La bonne coordination des différents acteurs a été essentielle pour répondre aux exigences d'une conception en constante évolution. Le projet a été mené à bien dans les délais et conformément aux obligations contractuelles.



## Thaïlande ÉLARGISSEMENT DE L'AUTOROUTE N°11

**Pour faire face à l'augmentation de la circulation sur l'autoroute n°11 qui relie les villes de Uttaradit à Denchai dans le Nord du pays**, le Département des Autoroutes a décidé d'élargir des routes de montagne de deux à quatre voies. Afin d'éviter le recours à une grande quantité de remblai, nécessaire dans le cas d'une construction classique, la solution alternative de conception de murs en Terre Armée® s'est naturellement imposée. En coopération avec l'équipe de consultants, Reinforced Earth Thailand a pris part dès les premières phases du projet, à l'étude des structures constituées de parements TerraClass® équipés de bandes haute adhérence. Entre 2010 et 2012, dix murs de superficie unitaire de 400 à 2000 m² ont été construits, pour une superficie totale de près de 12 000 m².



# VIA EXPRESSA DA BAIÁ



### L'essentiel

- Le projet Réalisation d'une voie express pour assurer le désengorgement du centre-ville de Bahia.
- Mission de Terra Armada Conception, livraison de coffrages et de matériaux, assistance technique à plein temps pour les vingt ouvrages (19 030 m<sup>2</sup> de murs en parements TerraClass® et plus de 195 000 mètres linéaires d'armatures en acier haute adhérence) ainsi que mise en œuvre de la précontrainte par post-tension.
- Durée 22 mois.



## BRÉSIL

### Des murs en TerraClass® pour la voie express de Salvador de Bahia.

Le 1<sup>er</sup> novembre 2013, l'autoroute appelée « Via Expressa da Baía de Todos os Santos » a été officiellement ouverte à la circulation à Salvador, la capitale de l'État de Bahia au Brésil. Cette voie express, qui s'étend sur 4,5 km, a été conçue pour relier le port de Salvador à l'autoroute BR-324 afin de réduire le temps d'accès au port et désengorger le centre-ville d'une grande partie du trafic poids lourds. Ce projet comprend dix voies de circulation : six dédiées à la circulation urbaine et quatre réservées aux véhicules de transport. Trois tunnels, dix-huit croisements dénivelés, deux passerelles piétonnières, des pistes cyclables latérales et des trottoirs en font également partie.

### La polyvalence de Terra Armada : un atout

Le maître d'œuvre du projet a attribué à Terra Armada (Brésil) la conception, la livraison de coffrages et de matériaux, ainsi que de l'assistance technique à plein temps pour les vingt ouvrages en murs TerraClass®, ce qui représente une superficie totale de 19 030 m<sup>2</sup>. La plupart de ces ouvrages, dont certains mesurent jusqu'à 12 m de haut, ont été conçus pour soutenir les rampes d'accès des dix-huit croisements dénivelés. La construction de ce projet de grande envergure, finalisée en 23 mois,

a nécessité plus de 195 000 mètres linéaires d'armatures en acier haute adhérence.

En outre, Terra Armada a assuré, sur ce même projet, la majeure partie des services de précontrainte par post-tension. En à peine 22 mois, plus de 525 tonnes de torons et d'ancrages ont été installés et précontraints par post-tension dans plus de 200 poutres préfabriquées.

### Un axe décisif pour la mobilité urbaine

Lors de son inauguration, la Présidente du Brésil, Dilma Rousseff, a déclaré que cet important projet de mobilité urbaine, cofinancé par le budget général du gouvernement brésilien et par le gouvernement de l'État, « sera bénéfique à l'ensemble du réseau de transport de la ville » et qu'il se traduira par « une compétitivité accrue, de meilleures conditions d'emploi et des améliorations pour la population de Salvador ».

# 525 tonnes

C'est la quantité de torons et d'ancrages que Terra Armada a installés et précontraints par post-tension dans plus de 200 poutres préfabriquées.

➤ Une vingtaine d'ouvrages en murs TerraClass® équipent la voie express, pour une superficie totale de 19 030 m<sup>2</sup>.

### Les partenaires

- Client CONDER - Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - Société de développement urbain de l'État de Bahia & DNIT - Departamento Nacional de Infraestructuras de Transportes - Département Fédéral des Transports
- Conception Géométrique : APT Engenharia Estrutural ; JMB Engenheiros
- Entreprise générale Construtora OAS Ltd
- Entreprise spécialisée Terra Armada Ltda



**CRISTIANO RODRIGUES,**  
DIRECTEUR GÉNÉRAL DE TERRA ARMADA LTDA (TERRE ARMÉE AU BRÉSIL)

**“Sur ce projet de grande envergure** nous avons développé l’esprit de « Resonance » en fournissant les solutions en Terre Armée® pour les rampes d’accès ainsi que les services de précontrainte pour les structures en surplomb.”

**En savoir + sur**  
les applications Routes  
et Autoroutes.





# 17

## APPLICATIONS

Les techniques développées par le groupe Terre Armée sont particulièrement adaptées pour de nombreuses réalisations. Les diverses applications de nos techniques sont les suivantes :

-  Aéroports
-  Barrages et réservoirs
-  Développement foncier
-  Énergie
-  Environnement
-  Ferroviaire
-  Gestion de l'eau
-  Gestion des déchets
-  Industrie
-  Matériaux de construction
-  Militaire
-  Mines & carrières
-  Ponts
-  Ports & sites côtiers
-  Rivières & voies navigables
-  Routes & Autoroutes
-  Sports & loisirs



## DES PISTES ÉLARGIES ET CONSOLIDÉES POUR ACCUEILLIR LES GROS PORTEURS

Pour faire face à la croissance exponentielle de fréquentation de l'aéroport de Fort Lauderdale (FLL) en Floride, qui s'élève chaque année à plus de 22 millions de passagers, le Broward County Aviation Department a lancé un immense projet d'expansion comprenant l'élargissement et la prolongation de la piste Sud et la construction de nouvelles pistes enjambant l'autoroute US 1 et une voie ferrée en activité.



# 22 millions de passagers

La fréquentation annuelle de l'aéroport de Fort Lauderdale a connu une croissance exponentielle. Ce dernier accueille en moyenne plus de 22 millions de passagers, ce qui explique les importants investissements dans le cadre d'un vaste projet d'expansion.

# 46 000

C'est le nombre de m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® que Reinforced Earth Company (RECo) USA a conçu et fourni pour le projet d'expansion de l'aéroport international de Fort Lauderdale.



## Un chantier colossal et des contraintes de poids

Pour que ce projet soit réalisable, le niveau du sol à l'extrémité Est du site a dû être élevé de 18 m. Compte-tenu de la contrainte représentée par l'importante charge exercée par les avions, un vaste programme d'amélioration de sol a précédé la mise en place du remblai. Le choix du maître d'œuvre s'est porté sur les murs de grande hauteur en Terre Armée® pour leur performance éprouvée. C'est dans ce contexte que Reinforced Earth Company (RECo) a remporté le contrat portant sur la conception et la fourniture de plus de 46000 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® de 19 m de haut ainsi que 7000m<sup>2</sup> de parement TerraTrel® d'une hauteur de 14 m. Le mur de la piste principale, dont la construction n'a duré que quatre mois, est actuellement le plus important jamais construit en Floride et cumule 14950 m<sup>2</sup> d'un seul tenant avec une capacité de charge de 630 KN/m<sup>2</sup>.

## Des solutions innovantes et sur-mesure

Étant donnée la charge importante que

représente le poids au décollage et à l'atterrissage d'un avion, des dispositions particulières ont été prises lors de la conception des murs des pistes. Ainsi, les armatures « haute adhérence » (nervurées) connues pour leurs très bonnes performances équipent les murs de grande hauteur et permettront aux structures de supporter les charges de gros porteurs tels que les Airbus A380 ou les Boeing 747-8.

L'utilisation d'armatures de renforcement plus épaisses (6 mm au lieu de 4 habituellement) a permis à RECo de réduire leur quantité de 35% et d'accroître la vitesse de réalisation.

## Un cadencage précis pour respecter les délais

Grâce à l'emploi d'éléments préfabriqués, RECo a conservé une avance sur les délais serrés imposés par l'entreprise générale tout au long du projet avec la fourniture hebdomadaire de 1115 m<sup>2</sup> de parements et 80 tonnes d'armatures de renforcement de sol.

Le chantier, débuté en octobre 2012, s'est achevé mi-2014.

## Le mur de la piste principale

Le mur de la piste principale, dont la construction n'a duré que quatre mois, est actuellement le plus important jamais construit en Floride et cumule 14950 m<sup>2</sup> d'un seul tenant avec une capacité de charge de 630 KN/m<sup>2</sup>.

## Les partenaires

- Entreprise générale Odebrecht centrale Joint Venture
- Sous-traitant murs de renforcement DANE Construction
- Conception et fourniture des murs en Terre Armée® The Reinforced Earth Company (RECo USA)
- Conception de l'amélioration de sols Hayward Baker
- Ingénierie Atkins
- Designer RS & H



# CONSTRUCTION D'UN MUR MARITIME EN TERRE ARMÉE® AU CANADA

Situé à l'Est du Canada, le Golfe du Saint-Laurent communique avec l'océan Atlantique.

La ville de Port Cartier, dans le comté des Sept-Rivières, située au Nord-Est de la région du Québec à 640 km de la ville éponyme, sur la côte Nord du Golfe du Saint-Laurent, a lancé un programme d'embellissement de son front de mer afin d'y attirer les riverains.

### Un réaménagement contre vents et marées

C'est dans ce contexte que Reinforced Earth Canada (RECo) a été contactée pour effectuer le réaménagement d'une digue en bois, surmontée d'un sentier comprenant un passage piéton et une voie cyclable, le long de la Rivière aux Rochers. L'ancien renfort en bois et le sentier devaient faire place à une digue et un parc fluvial.

Ce projet, réalisé sous conditions climatiques exigeantes (variations du niveau de l'eau de plus ou moins 2,25 m en fonction des marées, charge hydraulique, murs submergés, courant fluvial parallèle aux murs, exposition au vent) et en environnement marin (eau salée) a représenté un vrai défi pour nos équipes.

### Une première au Canada

Pour répondre à ces contraintes, RECo Canada a construit 1017 m<sup>2</sup> de murs en Terre Armée® de 3,5 m de haut en parements TerraClass® associés à des armatures de renforcement GeoStrap® de 4 m de long par l'intermédiaire de connecteurs GeoMega®. Il s'agit de la première application de ce système en environnement marin au Canada. De gros rochers présents sur le site ont servis de fondation. Pour assurer le drainage, un remblai filtrant a été utilisé associé à un géotextile adapté. Une réduction de la pression hydraulique a été obtenue grâce à l'emploi du remblai drainant permettant un écoulement rapide au fur et à mesure de la montée de l'eau. Les joints de 20 mm entre les panneaux assurent la capacité de

drainage du remblai renforcé.

De plus, afin d'assurer une protection contre l'érosion, nos équipes ont encastré la base du mur d'un mètre de plus que la moyenne. Pour tenir les délais serrés du chantier, deux semaines jour pour jour, les équipes ont travaillé 24h/24.

### À planning adapté, défi relevé

RECo Canada a su relever le défi grâce à une conception innovante adaptée aux structures immergées en milieu salin, à la mise en place d'un système de drainage et de protection contre l'érosion et à un planning de production tenant compte des contraintes climatiques.

### Les partenaires

- Client  
Ville de Port Cartier
- Ingénierie  
Axor Experts-  
Conseils Inc.
- Entreprise  
générale  
Construction Polaris Inc.
- Construction  
du mur  
Les Entreprises  
P.N.P Company



Première application du système GeoMega® en milieu marin au Canada : 1017 m<sup>2</sup> de murs de 3,5 m de haut en parements TerraClass® associés à des armatures de renforcement GeoStrap® de 4 m de long par l'intermédiaire de connecteurs GeoMega®.



En savoir + sur  
les applications  
Ports & Sites côtiers.







**JOHN SANKEY**, DIRECTEUR INGÉNIERIE DU GROUPE TERRE ARMÉE

# L'ingénierie chez Terre Armée, un véritable atout

L'ingénierie occupe une place primordiale chez Terre Armée. Grâce à ses équipes dédiées, l'entreprise peut, dans le monde entier, répondre très précisément aux demandes de ses clients. John Sankey, le Directeur de l'Ingénierie du groupe, revient sur cette activité.

**Terre Armée Magazine : D'après votre expérience, quel rôle joue l'ingénierie dans un groupe comme Terre Armée ?**

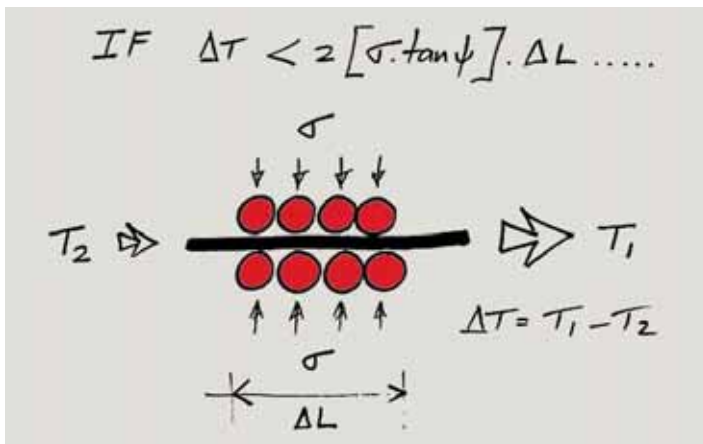
**John Sankey :** Nous pourrions comparer l'ingénierie chez Terre Armée à de la haute couture : une réalisation sur mesure, précise et de qualité adaptée aux souhaits de nos clients. L'ingénierie est le « ciment » qui lie le commercial et l'opérationnel. Que l'on soit à San Francisco, à Dubaï ou à Singapour, nous ne trouverons jamais deux projets semblables. Chacun a sa particularité qui fera de lui un projet unique. Nous sommes une entreprise qui peut s'enorgueillir de ses solutions constructives, notamment les ouvrages en remblai renforcé, les voûtes préfabriquées, les murs anti-bruit et les systèmes de panneaux préfabriqués ancrés. Toutes ces solutions se déclinent au travers de nombreuses applications. C'est là que l'ingénierie est nécessaire, afin d'adapter ces systèmes aux contraintes spécifiques de ces applications, qu'il s'agisse de murs de soutènement dans le domaine des transports, de culées de ponts, d'ouvrages miniers, de tunnels, de barrages pour ne citer que celles-ci. La plupart de nos technologies s'appliquent à des secteurs de niche qui requièrent généralement d'associer des compétences de conception dans le génie civil, structurel et géotechnique.

**T.A.M : Comment fonctionnez-vous ?**

**J.S :** La force de Terre Armée c'est de disposer d'équipes dédiées qui, pour chaque réalisation dans le monde, réaliseront l'ensemble des études techniques permettant d'apporter des réponses adaptées et innovantes. Chaque projet est ainsi vécu comme un challenge à relever.

**T.A.M : Pouvez-vous citer des projets pour lesquels l'ingénierie a été déterminante ?**

**J.S :** Je pense notamment aux études destinées à montrer les effets négligeables des vibrations d'un train à grande vitesse sur un mur en Terre Armée® à Poitiers, à la conception spécifique de structures dans une mine afin qu'elles supportent des équipements lourds au Canada et en Australie ou bien encore à l'installation d'armatures intermédiaires pour respecter des tolérances strictes de parements verticaux sur les murs de déversement d'une mine dans les montagnes du Chili. Au sein du groupe Soletanche Freyssinet, le besoin d'ingénierie s'est révélé particulièrement important pour l'intégration mutuelle de technologies. Par exemple, au New Jersey, aux États-Unis, l'association des murs en Terre Armée® avec le système d'amélioration du sol par colonnes à module contrôlé (CMC) de Menard a permis de réduire les coûts et délais par rapport aux solutions traditionnelles. La collaboration entre les départements d'ingénierie de Terre Armée et de Menard a généré d'autres opportunités de projets pour les deux entreprises grâce à une combinaison exclusive. /



L'année

En savoir + sur  
l'histoire de la  
Terre Armée®.

# 1963



## Dépôt de brevet de la Terre Armée®

C'est en jouant avec ses enfants sur une plage de l'île de Porquerolles à la fin des années 50 qu'Henri Vidal, architecte diplômé de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, a l'idée d'associer des aiguilles de pins et du sable pour améliorer la tenue des constructions de sable. Cette expérience marque le point de départ de cinq années de recherche qui l'amèneront à déposer le brevet de la Terre Armée® en 1963. S'ensuit alors la construction du premier ouvrage en 1964 et un développement sans pareil qui conduira à la mise en place d'ouvrages en Terre Armée® dans le monde entier.

### Dans le monde...

#### ...En Allemagne

**Au salon de Francfort, Porsche présente son modèle 901** qui, après réclamation de la marque Peugeot, deviendra la 911. Dès son lancement, le succès commercial est au rendez-vous et la 911 remporte de nombreux succès sportifs. Plus de 50 ans après son lancement, cette voiture reste le modèle emblématique de la marque.

#### ...Au Royaume Uni

**Le 22 mars 1963, les Beatles présentent leur premier album : Please Please Me.** L'album contient quatorze chansons enregistrées pour la plupart en février 1963 aux studios EMI d'Abbey Road. La sortie de cet album marque le début de la carrière extraordinaire du groupe qui, très rapidement, sera connu et adulé dans le monde entier.



## Le groupe Soletanche Freyssinet



SOLETANCHE FREYSSINET



**Leader mondial dans les activités 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. Présents dans une centaine de pays, ses 19 000 collaborateurs mettent à la disposition des maîtres d'ouvrage leurs capacités à concevoir et à mettre en œuvre des solutions qui s'adaptent aux spécificités des projets, quelles qu'en soient la complexité et l'ampleur.

19 000  
collaborateurs

80  
pays

5  
sociétés



FREYSSINET



LE PONT DE CONSTANTINE,  
DEUXIÈME PONT À HAUBANS D'AFRIQUE

**Le clavage du chantier de la « huitième merveille » de Constantine en Algérie** s'est achevé le 29 mai 2014 au terme de 18 mois de travaux sur quatre fronts simultanés dont trois encorbellements successifs et une travée coulée en place progressant 24h/24 et 7j/7. L'ouvrage de 1 150 mètres de long traverse le Rhumel et est supporté par une unique nappe centrale de 64 haubans Freyssinet. Freyssinet a assuré également la fourniture et l'assistance technique pour la mise en place des 367 tonnes de précontrainte longitudinale et transversale. Situé dans une zone à risque sismique, le pont est conçu pour résister aux séismes de grandes amplitudes et pour s'adapter aux larges variations thermiques (environ 60°).



NUVIA

DÉCLASSEMENT D'UNE  
CHEMINÉE DE TRAITEMENT  
INITIAL - SELLAFIELD

**Nuvia Limited est responsable de la livraison d'un projet à la fois complexe et délicat sur le plan technique,** qui vise à retirer une cheminée de 60 mètres située au sommet de la première usine de retraitement de combustible du Royaume-Uni, au cœur du site nucléaire de Sellafield. Cette cheminée a été construite dans les années 1950 aux débuts du secteur du nucléaire au Royaume-Uni et sa démolition est prévue dans le cadre du programme de réduction des risques en vigueur sur le site de Sellafield. La localisation de la cheminée rend les travaux de démolition particulièrement délicats. Les méthodes de démolition classiques sont exclues en raison de la nature contraignante du site et des activités nucléaires en cours dans des installations adjacentes. L'équipe de Nuvia UK a mis au point un système unique de plate-forme auto-grimpante, qui va s'élever le long de la paroi externe de la cheminée et fournir un accès aux opérateurs chargés de la déconstruction en plusieurs phases à l'aide d'un système sur mesure de découpe au fil de diamant.



SOLETANCHE BACHY



HONG KONG : EXPRESS RAIL LINK

**À l'horizon 2017, un train à grande vitesse reliera en 48 minutes Hong Kong à Canton.** Dans le cadre de ce projet, au sein d'un groupement, Bachy Soletanche Group Limited, réalise notamment côté hongkongais une tranchée couverte de 300 m de long. La difficulté principale réside dans la présence d'une ligne de métro enterrée en service traversant le chantier. Cet environnement spécifique impose des contraintes de phasage et limite de façon importante les tassements et les mouvements admissibles pendant les travaux. Afin de minimiser les mouvements de la ligne en service, les barrettes existantes sont utilisées pour fonder la nouvelle structure. Opération délicate, le transfert de charge de l'ancienne vers la nouvelle structure est réalisé en coopération avec Freyssinet Hong Kong.



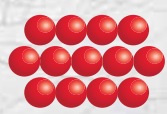
MENARD

CANADA : AÉROPORT DE VANCOUVER

**Dans le cadre de la croissance du trafic aérien,** deux développements majeurs ont été lancés en 2013 par l'aéroport international de Vancouver. Ils ont conduit aux interventions complémentaires des filiales canadiennes de Menard (Geopac) et Soletanche Bachy (Agra Foundations). Pour l'extension du terminal international tout d'abord, Agra Foundations a réalisé des pieux battus de type Franki pour supporter la structure du bâtiment, tandis que Geopac a procédé à la densification des sols par la technique de vibro-densification par méthode humide, avec apport de ballast. Geopac a ensuite traité, toujours contre le risque de liquéfaction, le sol de fondation du centre commercial de Templeton par la même méthode de densification.



Walsh River - Canada



**TERRE ARMÉE**  
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

- Railways
- Roads & Motorways
- Bridges
- Airports
- Dams & Reservoirs
- Ports & Coastal Works
- Rivers & Waterways
- Water Management
- Industry
- Energy
- Mining
- Military



Ehime road - Shikoku Island, Japan

Terre Armée  
Since 1968

**50**

*The original*



Prado Dam - California, USA

[www.terre-armee.com](http://www.terre-armee.com)



Coal Slot Dorstfontein - South Africa

Photo Credits: Solmanche Freyssinet Photo Gallery - 2013

» TERRE ARMÉE AU 18<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Publicité insérée dans le guide du 18<sup>e</sup> Congrès International de Mécanique des Sols et de Géotechnique qui se tenait à Paris du 2 au 5 septembre 2013.