



Edito

En 2012, malgré les reports ou ralentissements de certains projets, nous avons réussi à maintenir notre activité, et continué à développer nos parts de marché en France sur différents créneaux, dont certains sont évoqués dans cette lettre :

- les projets de réhabilitation des ouvrages anciens (en particulier les bâtiments) et de maintenance des infrastructures existantes (autoroutes ou voies ferrées), marchés en plein développement en France et dans les pays déjà bien équipés. La réhabilitation pose de nouveaux défis aux géotechniciens ; notre savoir-faire géotechnique et notre expertise combinée dans les techniques de reconnaissances, de renforcement des sols et de modélisation nous rendent tout particulièrement aptes à les relever ;
- toujours les grands projets d'infrastructure : outre les LGV BPL et CNM, sur lesquelles nous poursuivons nos interventions en ingénierie intégrée et en étroite collaboration avec les équipes de Setec, la LGV SEA est l'occasion de participer à quelques belles études, dont des viaducs en site karstique, et un grand remblai sur inclusions rigides dans un site quasiment « mythique » de la géotechnique, la vallée de la Dordogne à Saint André de Cubzac. Sans oublier le prolongement d'Eole entre Saint-Lazare et La Défense, qui est entré dans une phase active, dans l'attente des études du Grand Paris ;
- et les grandes constructions, avec notamment le tribunal de Grande Instance de Paris dont nous reparlerons prochainement ; et le chantier de la tour Odéon à Monaco qui se poursuit, avec le démarrage de la construction en « Top and Down » et l'excavation qui se rapproche des 70 m prévus au final.

Mais le contexte économique national (et européen) de cette fin d'année 2012 génère beaucoup d'incertitudes sur l'activité du secteur de la construction pour les années à venir, notamment en France, et nous conduit à poursuivre en parallèle notre développement à l'international :

- projets dans les secteurs para-pétrolier (le terminal méthanier de Browse en Australie) et de l'énergie (plusieurs centrales en Côte d'Ivoire avec Cegelec, et au Moyen-Orient ou au Vietnam avec Alstom) ;
- projets d'infrastructures et de bâtiments : 3ème Pont sur le Bosphore, missions pour ADM au Maroc, différents projets en cours en Algérie, intervention pour notre partenaire libanais sur les Crystal Towers à Beyrouth, etc.

Sans compter les multiples projets, parfois moins spectaculaires mais tout aussi passionnants, qui occupent nos équipes de près de 50 ingénieurs, toujours à votre disposition pour vous accompagner dans vos projets géotechniques.

A. Guilloux

## Géotechnique et réhabilitation d'ouvrages

Les projets de réhabilitation des constructions, bâtiments ou ouvrages d'art, intègrent une composante géotechnique qui doit chercher à répondre à la fois aux impératifs techniques et aux enjeux du Développement Durable. On doit en effet viser une réutilisation maximale des fondations existantes pour limiter les travaux de démolition et de reconstruction, et minimiser la consommation de matériaux neufs.



TERRASOL est actuellement engagée sur ces sujets à la fois :

- dans un projet de recherche intitulé Rufex (RéUtilisation de Fondations EXistantes) dans le cadre du pôle de compétitivité Advancity, visant à développer l'utilisation du Sol Mixing avec outil rétractable (Procédé Solétanche-Bachy) pour le renforcement de plateformes ferroviaires sans dépose de la voie, et de fondations existantes de bâtiments ;
- et dans divers projet de réhabilitation de bâtiments en région Parisienne : les anciens entrepôts Calberson, situés Boulevard Mac Donald (pour en faire bureaux et logements), la réhabilitation du secteur Est du campus de Jussieu, et un ancien centre de tri postal à Pantin réaménagé en Data Center.

Dans de tels contextes, les problématiques géotechniques apparaissent nouvelles par rapport à un projet neuf, et conduisent à développer des méthodologies d'étude qui diffèrent largement de celles des projets neufs :

- pour réutiliser les fondations existantes, il faut bien les connaître, et donc, alors que les plans de récolement des constructions ne sont pas toujours disponibles, mettre en œuvre des moyens d'investigation et de contrôle de la géométrie des fondations existantes, de la qualité du béton, etc ;
- dans les cas où la réhabilitation conduit à une augmentation des charges, il faut soit renforcer les fondations existantes soit en créer de nouvelles, ce qui soulève des questions de redistribution des charges, intégrant toutes les phases de construction, depuis la démolition jusqu'à la reconstruction. Les modélisations sont souvent complexes et doivent intégrer tout cet historique de chargement ;
- et même lorsqu'il n'y a pas de modification significative des charges, l'application des

règlements actuels pourrait paradoxalement conduire à renforcer des fondations qui se sont très bien comportées pendant des décennies, au motif qu'elles ne seraient plus réglementaires ?

- enfin, que l'on soit amené à renforcer les fondations existantes ou à en créer de nouvelles, les espaces souvent restreints contraignent à choisir des techniques d'exécution singulières et innovantes, et le tout en minimisant les démolitions sur l'existant.

Nous avons notamment appliqué cette méthodologie à la réhabilitation des entrepôts Calberson, dont la structure avait été conçue à l'origine pour reprendre des charges plus élevées que celles de l'ouvrage futur. Mais les fondations avaient été dimensionnées « au plus juste », et la découverte d'une couche anormale sous la base des pieux a conduit à renforcer par Jet grouting les fondations existantes en pointe des pieux, leur permettant ainsi de travailler à un niveau optimal. La création de fondations nouvelles sur micropieux fut ensuite la deuxième étape significative du projet. A ce stade, une étude de l'interaction entre ces fondations nouvelles, dites « souples », et les pieux existants plus raides, a été menée pour évaluer au mieux les transferts de charges. Enfin, afin de vérifier le bon comportement de l'ouvrage, mêlant structures nouvelle et ancienne, il a été décidé d'instrumenter et de suivre le comportement du bâtiment dans le temps selon les principes de la méthode observationnelle.

Les projets de réhabilitation s'inscrivent ainsi dans une volonté de concevoir les bâtiments du futur en y intégrant une composante du passé. Et ces projets nous obligent à repenser et revisiter notre savoir-faire en matière d'ingénierie.

A. Guilloux & T. Perini

# Centrale de production d'énergie de Vridi – CIPREL IV

## Abidjan, Côte d'Ivoire

La centrale thermique de la Compagnie Ivoirienne de Production d'Electricité (CIPREL) est située au sud-est d'Abidjan, dans la zone du canal de Vridi, qui fait communiquer la lagune Ebrié avec l'Océan Atlantique. La société CEGELEC a été retenue par la CIPREL pour la construction clef en main d'une extension, en quatrième tranche, de la centrale existante, permettant d'augmenter la capacité de production de 111 MW supplémentaires.

A la demande de SETEC ENERGY SOLUTIONS, qui assure l'assistance technique auprès de CEGELEC pour les aspects liés au génie civil, TERRASOL a été sollicitée pour les études géotechniques de projet G2. TERRASOL est d'abord intervenue avec la définition de la campagne géotechnique et une mission de suivi des sondages en juin et août 2012.

La campagne de sondages a été marquée par la mise en place d'essais Cross-Hole, dont la réalisation fut une grande première en Côte d'Ivoire. L'analyse des essais a permis d'écarter le risque de liquéfaction lié au phénomène vibratoire de la turbine.

Dans un second temps, TERRASOL a dimensionné les fondations des différents ouvrages (turbine, charpente métallique, cheminée, bâtiments, etc) en adaptant au cas par cas les techniques mises en œuvre en fonction des niveaux de chargement et des critères stricts de tassements différentiels (fondations superficielles sur radier, micropieux, radier couplé à des viroles réalisées par lavage, etc).



C. Bernuy

Crédit photo : CEGELEC

# Ligne à Grande Vitesse Sud Europe Atlantique

## Tours - Bordeaux

La LGV Sud Europe-Atlantique (SEA) Tours-Bordeaux est le premier projet de ligne à grande vitesse sur le modèle économique de Partenariat Public Privé (PPP) en France. Elle va compter 340 km de ligne nouvelle, dont 302 km de ligne à grande vitesse et une quarantaine de km de raccordement à la ligne existante. Dans l'objectif d'une mise en service en 2017 pour une durée de concession de 50 ans, divers travaux et études préparatoires nécessaires aux premières opérations de chantier sont engagés depuis 2010. TERRASOL participe à ce projet depuis l'été 2011 sur plusieurs missions géotechniques d'exécution (G3) au service de différentes équipes du sous-groupe conception – construction COSEA :

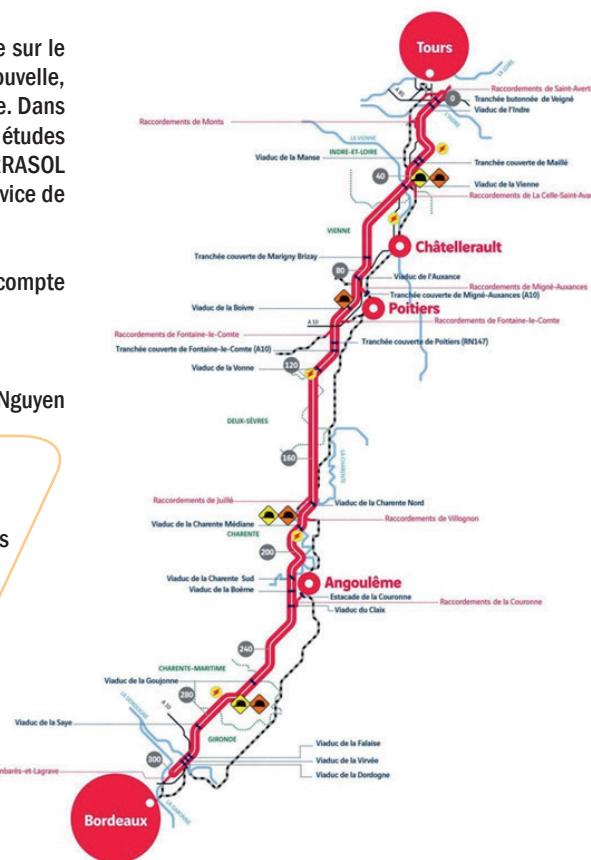
- Les ouvrages d'art courants (52) et spécifiques (4) de la section B (lots 3 & 4) ;
- Les viaducs à voussoirs préfabriqués (4) traversant l'Auxance, l'Indre et le Clais (avec la prise en compte du contexte karstique) ;
- Le bassin hydraulique de rétention à Ambarès-et-Lagrave ;
- Le renforcement des sols sous les remblais de la vallée de la Dordogne.

K.V. Nguyen

## Remblais de la vallée de la Dordogne

La ligne SEA traverse la vallée de la Dordogne à proximité de Saint André-de-Cubzac, localité connue des géotechniciens pour les remblais expérimentaux édifiés sur une argile organique de faible consistance, objets de nombreuses publications depuis les années 1970 par le LCPC. Les reconnaissances détaillées du projet SEA ont montré qu'il fallait également tenir compte de la présence d'un horizon de tourbe d'épaisseur métrique pour au moins 2 des 3 remblais à construire. L'option retenue est de construire ces remblais sur inclusions rigides préfabriquées battues associées soit à des dalles béton, soit à des géogrilles. A la demande l'entreprise BALINEAU, TERRASOL a réalisé le pré-dimensionnement de ces différentes solutions en vue de réaliser des plots expérimentaux instrumentés permettant de comparer les performances obtenues et valider les méthodes de dimensionnement.

B. Simon



# Sillon Alpin Sud Phase II

## St-Marcel lès Valence - Moirans

Les lignes ferroviaires qui permettent de relier les agglomérations de Valence, Grenoble et Chambéry constituent l'axe communément appelé « Sillon Alpin Sud ». La phase II du projet consiste en une électrification des lignes entre St-Marcel lès Valence et Moirans, un raccordement de la ligne à la LGV (opération Sud) et une électrification des lignes entre Gières et Montmélian (opération Nord).

Le groupement (ALSTOM – Mandataire, SPIE BTP, COLAS RAIL, NOUVETRA et SETEC) travaille sur l'opération Sud dans le cadre d'un marché conception-réalisation.

Longue de 80 kilomètres, la ligne se situe sur les terrasses de l'Isère et recoupe quelques éperons rocheux, ce qui a justifié le percement de 3 tunnels (Têche, Poliénas et Rochefort).

Dans le cadre de ce projet, TERRASOL s'est occupée des études de projet :

- Remplacement de 5 ouvrages d'arts courants ;
- Mise au gabarit des 3 tunnels du tracé ; le tunnel de Têche est l'ouvrage sensible du projet, pour lequel une analyse poussée de sensibilité sur différents paramètres a été menée à l'aide de calculs aux éléments finis ;
- Etudes des écrans acoustiques.

La phase projet est maintenant terminée. Les visas des études d'exécution sont en cours et le suivi de chantier (Maîtrise d'Oeuvre intégrée) devrait débuter début janvier.

C. De la Salle & N. Kottaki



Crédit photo : SETECTPI

# Autoroutes marocaines – Expertises géotechniques

## Maroc

Mi-2011, la société des AUTOROUTES DU MAROC, ADM, a confié à TERRASOL un marché à commandes pluriannuel portant sur des expertises géotechniques sur le réseau autoroutier marocain. Le marché comporte également des expertises de structures et hydrauliques, confiées à MAROC SETEC.

C'est ainsi que nous avons effectué plus d'une dizaine de missions, essentiellement sur des sections en service, et portant sur des aspects aussi variés que :

- Des remblais instables depuis une dizaine d'années, ou montrant des fissurations évolutives après quelques mois seulement d'exploitation ;
- Des talus de déblais rocheux avec des problématiques de protection vis-à-vis des chutes de blocs, ou des instabilités de plus grande ampleur ;

- Des talus de déblais en sols meubles, souvent des argiles et marnes évolutives, sur des hauteurs atteignant parfois une centaine de mètres ;
- Des désordres sur des passages souterrains ou culées de viaducs ;
- Des fissurations de chaussées.

Ces interventions couvrent l'ensemble du réseau autoroutier national, du Nord au Sud : Tanger, Rabat - Fès - Oujda, Marrakech - Agadir ... et sont l'occasion de mettre en application notre savoir-faire sur les divers aspects de pathologie et réparation d'infrastructures autoroutières.

A. Guilloux



# Pont Raymond Barre

## Lyon

Marquant l'entrée sud de la ville de Lyon, le pont Raymond Barre de franchissement du Rhône a été conçu en harmonie avec celle du Musée des Confluences avec une architecture moderne par ses deux arcs inclinés vers l'extérieur. Au côté de la Maîtrise d'Oeuvre, TERRASOL a été missionnée pour l'étude des fondations de cet ouvrage, inscrit dans le cadre du projet de prolongement de la ligne de tramway T1.

Le pont à 3 travées comporte un appui en rivière (P1) et un appui en bordure de rive (P2). Les 2 appuis seront fondés sur pieux. Le contexte géotechnique ne présente pas de problème particulier ; le terrain est composé d'alluvions fluviales devenant compactes en profondeur pour rencontrer le substratum mécanique constitué d'un sable granitique associé au faciès du Jardin des Plantes.

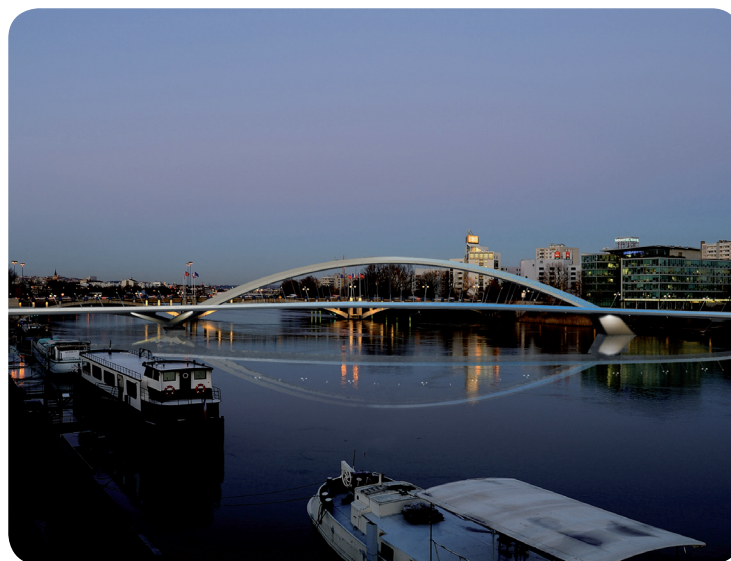
Les problématiques du projet sont essentiellement liées :

- à la descente de charges complexe de la structure due en partie à la dissymétrie du tablier qui est encastré au niveau des piles induisant d'importants efforts transversaux pour les fondations ;
- au respect des circulations fluviales qui nécessite une emprise des fondations limitée ;
- aux difficultés d'exécution en rivière avec une hauteur d'eau d'environ 12 m au droit de la pile P1.

Les calculs des fondations profondes des appuis ont été effectués à l'aide du logiciel FOXTA, ses différents modules permettant la prise en compte du comportement d'un groupe de pieux sous sollicitations transversales et axiales simultanément.

La construction a été confiée au groupement BOUYGUES TP/MATIÈRE/ZWALHEN & MAYR. La première pierre a été posée le 24 novembre 2011. SETEC ALS avec l'assistance de TERRASOL assure la MOE Travaux ainsi que la MOE Études pour ce qui concerne le génie civil. Les travaux proprement dits ont débuté en avril 2012 avec la réalisation du batardeau de la pile P2 et des pieux de la culée C3. Le grand batardeau de la pile P1 est aujourd'hui achevé et attend la réalisation des 16 pieux Ø1600 nécessaires à la reprise de cet appui sur lequel viendra s'encastrer la charpente métallique.

T. Rossi & B. Aksoy



Crédit photo : Alain Spielmann Architecte

# Projet « Crystal Towers »

## Beyrouth, Liban

TERRASOL assiste son partenaire local STS CONSULTANTS dans la conception du système de fondations de deux tours (30 et 20 étages) à proximité du pont d'Antélias à Beyrouth (Liban).

Le contexte géotechnique du site est marqué par un toit du substratum mécanique fortement variable (de 20 à 50 m de profondeur) et la présence d'un horizon sablo-silteux meuble en surface avec de surcroît un risque de liquéfaction sous séisme. Ces conditions ont justifié le choix d'un système de fondation mixte (radier sur pieux) avec des pieux en béton armé de 1,2 m de diamètre ancrés de 3 à 5 m dans le substratum mécanique. Ce système est combiné à un renforcement préalable vis-à-vis de la liquéfaction par colonnes ballastées sur 20 m de profondeur. Le logiciel FOXTA v3 a été utilisé pour l'estimation des déplacements et raideurs des fondations en conditions statiques et sismiques, en tenant compte de l'effet de groupe.

F. Cuira



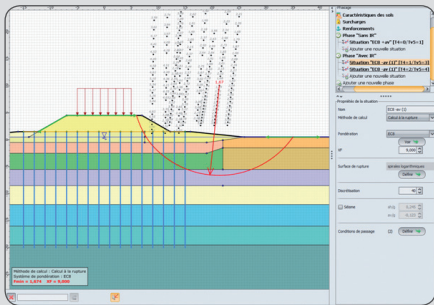
Crédit photo : SAYFCO

## Pôle logiciels

### Talren v5

Talren 4 va céder la place très prochainement à Talren v5, une toute nouvelle version de notre logiciel de calcul de stabilité. Cette nouvelle version disposera d'une interface utilisateurs totalement renouvelée, de la même génération et aussi conviviale que celle de Foxta v3, tout en conservant les fonctionnalités propres à Talren (dessin à la souris, gestion du phasage, etc).

Talren v5 sera proposé sous la forme d'une mise à jour pour les utilisateurs actuels de Talren 4. N'hésitez pas à nous contacter pour un devis. Cette mise à jour donnera également accès aux développements futurs d'ores et déjà prévus : import Autocad, automatisation de la recherche de XF pour le calcul à la rupture, introduction d'options complémentaires de calcul de sensibilité/fiabilité, etc.



### Foxta v3 et Eurocode 7

Début juillet paraissait la norme NF P 94 262, norme française d'application de l'Eurocode 7 pour le calcul des fondations profondes. Notre direction scientifique a modifié les moteurs de calcul des modules Fondprof et Taspie+ du logiciel Foxta v3, afin de les mettre en conformité avec la nouvelle norme. Ces nouvelles fonctionnalités de calcul sont actuellement en test et seront disponibles dans la prochaine mise à jour (gratuite) de Foxta v3 prévue début 2013.

### Les logiciels Plaxis

- PLAXIS 2D 2012 inclut un nouvel élément de structure : l'élément «Embedded pile» permet de mieux modéliser les éléments tels que les pieux et ancrages.
- Les logiciels PLAXIS 3D Fondations et 3D Tunnel ne seront dorénavant plus supportés. Ces logiciels sont officiellement remplacés par le logiciel PLAXIS 3D 2012. Si vous souhaitez convertir une licence 3DF ou 3DT vers 3D 2012, merci de nous contacter pour un devis.



Talren 4 v2.0.4



Straticad v1.3



Foxta v3.0.13



Plaxis2D 2012.00



K-rea v3.0.3



Plaxis3D 2012.01

## Evénements

**Conférences :** TERRASOL était présente

- lors des JNGG 2012 à Bordeaux du 4 au 6 juillet 2012.
- lors de la Conférence Indienne de Géotechnique IGC 2012 à Delhi, en décembre 2012, aux côtés de notre distributeur indien AIMIL LTD.

**Formations :** TERRASOL a eu l'occasion d'assurer récemment plusieurs sessions de formation à l'étranger et de former ainsi près d'une centaine d'utilisateurs.

- Formation Talren 4 en Algérie (avec AMEDIC)
- Formation tous logiciels au Liban (avec STS CONSULTANTS)
- Formation tous logiciels en Indonésie (avec PT WAHANA KRIDA KONSULINDO)

Nous avons également inauguré un nouveau format de formation à Paris : un premier «atelier Foxta v3» d'une journée a été organisé en décembre 2012.

De nombreuses sessions de formation inter-entreprises sont d'ores et déjà prévues en France et à l'étranger en 2013, sur l'ensemble de nos logiciels.



JNGG 2012, Bordeaux



Formation à Beyrouth, Liban

## Newsletter logiciels

Inscrivez-vous via notre site Internet pour recevoir des informations régulières sur nos sessions de formation, les nouvelles versions disponibles, etc.

<http://www.terrasol.com/fr/inscription-newsletter>

F. David

## Publications et interventions récentes

- Mise en place de la méthode observationnelle pour la construction d'une tête de tunnel (LGV Est lot 47) (O. Bril, E. Ducoin, R. Bourget et **S. Perrot-Minot**) - JNGG2012 - Bordeaux, Juillet 2012
- Meet'ing 2012 (Paris, 25 octobre 2012) - Table-ronde « L'espace souterrain urbain : une alternative et des opportunités ». Intervention de **B.Simon** sur les défis géotechniques et les opportunités géothermiques
- Computation of local dynamic impedances for an embedded structure (**N.Kottaki**) - European Plaxis Users Meeting - Karlsruhe, Novembre 2012
- Journée d'information Cimbéton - FFB/UNESI - SMABTP (Bordeaux, 20 novembre 2012). Intervention de **B.Simon** avec L.Carpinteiro (Socotec) « La géotechnique pour la conception et la réalisation des dallages »
- Millau Viaduct: geotechnical studies and foundations (F. Schlosser, C. Servant, **A. Guilloux** et **A. Bergère**) - Indian Geotechnical Conference - New-Delhi, Décembre 2012
- Settlement monitoring and tunneling process adaptation - case of South Toulon Tunnel (**JP. Janin**, D. Dias; R. Kastner, F. Emeriault, et **H. Le Bissonnais**) - Indian Geotechnical Conference - New-Delhi, Décembre 2012
- Yield design applied to earth retaining structures (**B. Simon**) - Indian Geotechnical Conference - New-Delhi, Décembre 2012



Scannez ce QR Code avec votre Smartphone



Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Râpée  
75583 Paris Cedex 12- France

Tel: +33 (0)1 82 51 52 00  
Fax: +33 (0)1 82 51 52 99  
Email: [info@terrasol.com](mailto:info@terrasol.com)



Immeuble l'Orient  
10, place Charles Béraudier  
69428 Lyon Cedex 03- France

Tel: +33 (0)4 27 85 49 35  
Fax: +33 (0)4 27 85 49 36  
Email: [lyon@terrasol.com](mailto:lyon@terrasol.com)



2, rue Mustapha Abdesslem  
El Menzeh  
2037 Tunis - Tunisie

Tel: + 276 71 23 63 14  
Fax: + 256 71 75 32 88  
Email: [info@terrasol.com.tn](mailto:info@terrasol.com.tn)