



Edito

Comme je l'avais évoqué en fin d'année dernière, l'année 2011 a été marquée pour TERRASOL par une nette reprise d'activité, avec une croissance de plus de 15 %, renouant avec la progression quasi-continue suivie depuis 2000.

Nos équipes ont été fortement sollicitées ces derniers mois par une multitude d'actions et sur des ouvrages toujours aussi variés. Quelques constantes fortes qui s'en dégagent sont illustrées dans cette Lettre :

- Les grands projets d'infrastructures linéaires, lignes ferroviaires à grande vitesse, comme la LGV Bretagne Pays de Loire et plus récemment le contournement Nîmes Montpellier, ou transports urbains, avec les grands projets parisiens où nous sommes déjà largement engagés ;
- Une activité internationale qui se développe, à la fois dans le domaine industriel, et notamment la production et le transport énergétiques (gazoduc au Yémen, terminal méthanier en Australie, centrales thermiques...) et dans le domaine des infrastructures de transport (expertises sur les autoroutes marocaines, assistance aux entreprises sur des projets ferroviaires en Algérie, ouvrages d'art en Côte d'Ivoire...);
- Un accompagnement des évolutions techniques et scientifiques de la profession géotechnique, avec en particulier la finalisation du Projet National de Recherche ASIRI sur les inclusions rigides, dont Bruno Simon a assuré la direction scientifique. Et en parallèle le lancement de notre logiciel Foxta v3, développé pour permettre le dimensionnement des ouvrages selon les recommandations issues de ce projet. TERRASOL reste également largement mobilisée au sein du Comité d'Organisation de la Conférence Internationale de Mécanique des Sols et de Géotechnique «Paris 2013».

D'autre part, je tiens à souligner l'arrivée récente de Philippe Reiffsteck, qui après 15 années passées au sein de l'IFSTTAR (ex LCPC), vient renforcer notre potentiel d'expertise géotechnique. C'est maintenant une équipe largement renouvelée de plus de 55 collaborateurs qui est à votre disposition pour vous accompagner dans vos projets géotechniques et continuer à contribuer à la géotechnique française et internationale.

A. Guilloux

Ligne à Grande Vitesse Bretagne-Pays de Loire

Le projet de Ligne à Grande Vitesse Bretagne - Pays de la Loire (LGV BPL) s'inscrit dans le prolongement de la LGV Atlantique Paris - Le Mans mise en service en 1989. Son objectif est d'améliorer de manière significative la desserte de la Bretagne et des Pays de la Loire, et de renforcer leur accessibilité. Le gain de temps prévu est de 37 minutes entre Paris et Rennes (pour un trajet passant à moins de 1h30).

Le contrat de PPP (Partenaire Public-Privé) a été signé entre RFF et le groupe EIFFAGE au 1er trimestre 2011. Le groupe EIFFAGE est en charge de la réalisation complète du projet, puis de la maintenance et du renouvellement de la ligne sur une durée de 25 ans. Les principaux chiffres clés sont : 214 km de ligne nouvelle (82 km de ligne à grande vitesse et 32 km de raccordements), environ 200 ouvrages d'art dont une dizaine de viaducs, et un coût prévisionnel de 3,4 milliards d'euros. Le planning étant particulièrement serré, les reconnaissances de la phase APD ont démarré en mai 2011 et les études se termineront en juillet 2012, avec un début des travaux préparatoires prévu en juillet 2012.

Au sein du groupement de la Maîtrise d'Œuvre particulière constituée de SETEC FERROVIAIRE (Mandataire), SETEC INTERNATIONAL, et SETEC TPI, TERRASOL a assuré le pilotage des reconnaissances géotechniques en phase d'APD ainsi que les études géotechniques des ouvrages d'art (OA) sur 120 km environ du projet global, soit 11 viaducs et 149 ouvrages courants.

La campagne de reconnaissance a démarré en avril 2011 et s'est terminée en janvier 2012. Une campagne complémentaire de 2 mois a ensuite été lancée en mars 2012. Les études géotechniques ont démarré au mois d'octobre 2011, avant réception de l'ensemble des sondages de phase APD. Pour respecter les délais d'études, TERRASOL a dû mobiliser une équipe de plus de dix ingénieurs : fin janvier 2012, nous avons pratiquement terminé les études



géotechniques de tous les ouvrages, avec un rythme grimant jusqu'à 20 ouvrages d'art / semaine. La phase de reprise des rapports s'est ensuite déroulée entre janvier et mi-mai, et a permis la prise en compte des nouvelles données (résultats de laboratoire, campagne complémentaire), et des diverses remarques du contrôle externe effectué par MM. Guilloux et Simon ainsi que du contrôle extérieur. Une mobilisation importante des ingénieurs sur ce projet a donc été maintenue jusqu'au 15/05/2012, date de remise de l'APD définitif.

Cette nouvelle expérience de grande infrastructure a été acquise dans un contexte contractuel nouveau : nous concevons le projet, mais nous participons aussi à la construction. L'objectif permanent est la recherche des meilleures solutions techniques tout en optimisant le projet en termes de maîtrise des quantités, des coûts et du planning.

Cette expérience sera particulièrement utile pour les autres projets en PPP de lignes à grande vitesse sur lesquels nous sommes mobilisés : la LGV SEA (entre Tours et Bordeaux) où TERRASOL réalise pour VINCI les études d'exécution géotechnique sur plusieurs lots, et la LGV CNM (entre Nîmes et Montpellier) où le groupe SETEC est également intégré à la Maîtrise d'Œuvre pour BOUYGUES.

N. Li

Tunnel des Montets

Rhône-Alpes, France

La ligne ferroviaire touristique du Mont-Blanc Express compte, parmi ses ouvrages d'art, le tunnel des Montets (2 km) qui relie les vallées de Chamonix et de Vallorcine.

Ce tunnel ferroviaire d'altitude, réalisé au début du siècle dernier, permet un usage routier en cas de risque d'avalanches sur la route du col des Montets.

Au fil du temps, l'état du revêtement, en moellons granitiques, s'est détérioré. Les principaux facteurs responsables de cette dégradation sont les nombreuses arrivées d'eau dans le tunnel, et les conditions climatiques sévères.

A la suite de chutes de moellons, des travaux de modernisation en conception-réalisation ont été engagés

avec comme objectifs :

- créer/réparer/pérenniser le drainage et l'étanchéité,
- améliorer la sécurité de l'exploitation routière,
- maintenir le niveau de l'exploitation ferroviaire.

Au sein d'une AMO Technique, TERRASOL intervient pour le compte de SETEC ORGANISATION, Maître d'Ouvrage Délégué RFF.

TERRASOL a participé aux études, au DCE et au choix du Concepteur-Réalisateur (SPIE BATIGNOLES). La mission se poursuit par le visa des études (Bonnard et Gardel) et le suivi des travaux dont la fin est prévue en décembre 2013.

J. Senemaud



Grand Paris - Transports parisiens

Paris, France

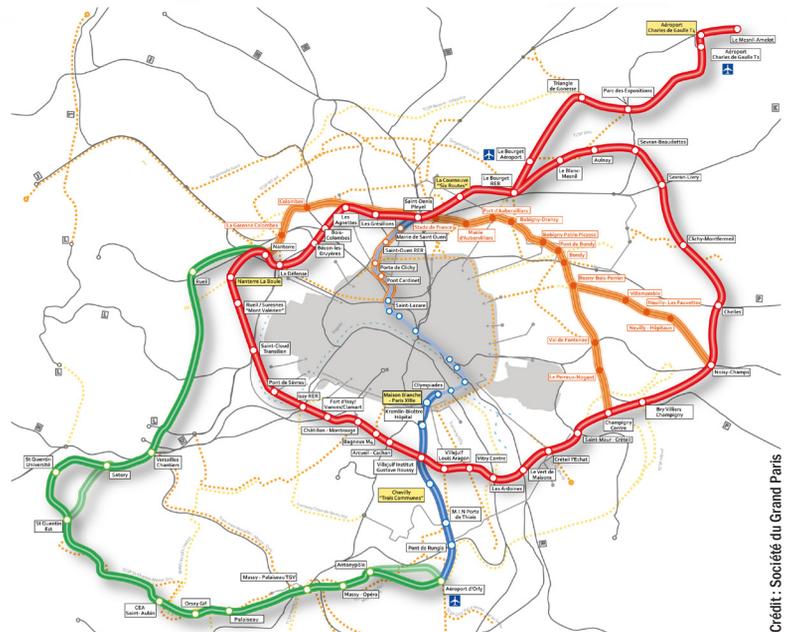
Les projets de travaux souterrains à l'étude sont particulièrement nombreux sur la région parisienne : ceux-ci sont essentiellement liés à la nécessité de réaliser de nouvelles infrastructures de transport de voyageurs (tramway, métro, RER, train). TERRASOL, du fait de son implantation historique sur Paris, de sa grande connaissance de la géologie et géotechnique de la région et de ses compétences en travaux souterrains, est impliquée de manière très importante sur un grand nombre de projets, soit pour des missions purement géotechniques, soit en collaboration avec diverses sociétés du groupe SETEC sur des missions de Maîtrise d'Œuvre.

Sur les lignes de métro, on peut citer le prolongement de la L4 (2ème phase, de la mairie de Montrouge à Bagneux) avec une mission pour la RATP de « second regard géotechnique » en phases études et travaux. Une mission similaire est en cours sur la phase PRO pour le prolongement de la L12 jusqu'à la mairie d'Aubervilliers (2ème phase). TERRASOL est également active sur le prolongement de la L14, projet prioritaire de la RATP pour la désaturation de la L13 entre Saint Lazare et la mairie de Saint-Ouen.

Concernant les RER, le projet majeur à venir est le prolongement d'Eole vers la Défense, avec notamment une nouvelle gare sous le CNIT, projet pour lequel la Maîtrise d'Œuvre Etudes - Travaux devrait être attribuée prochainement. On notera également une étude de faisabilité pour le doublement du tunnel des lignes B et D entre Châtelet et la gare du Nord.

Enfin, le projet qui devrait mobiliser beaucoup d'énergie en étude puis en travaux ces prochaines années, est bien sur celui du Réseau de Transport Public du Grand Paris : TERRASOL, au côté de SETEC TPI et XELIS, finalise les études préliminaires du tronçon Villejuif - Saint Cloud (arc Sud Ouest - ligne « rouge ») et intervient en étude de faisabilité sur le tronçon Orange entre Noisy et Saint Denis. Sur la ligne « rouge », les enjeux géotechniques sont particulièrement importants, avec une problématique majeure liée à la présence de carrières souterraines.

H. Le Bissonnais



Crédit : Société du Grand Paris

Protection d'un gazoduc contre l'érosion

Yemen

Assurant le transport du gaz depuis les gisements de Marib' au centre du pays jusqu'à Bahlaf sur les côtes du Golfe d'Aden, un « pipe » de YEMEN LNG parcourt près de 320 kilomètres de déserts sableux, pierreux, et parfois très montagneux.

Un tronçon de 5 km, qui permet le passage d'un haut plateau culminant à 1700 m d'altitude à une plaine 800 m plus bas, est soumis à rude épreuve géotechnique : entouré de hautes falaises dolomitiques se délestant de blocs cyclopéens, inscrit dans un versant en limite de stabilité, ce tronçon doit en outre traverser une série d'oueds qui, alimentés par la mousson, érodent tout sur leur passage.

Après une mission d'expertise en 2010 sur les désordres liés à cette érosion torrentielle, TERRASOL a été de nouveau sollicitée par TOTAL durant le mois de mars 2012 pour une mission sur place d'un ingénieur TERRASOL pendant un mois portant sur :

- La conduite de travaux sur un ouvrage hydraulique en gabions et enrochements,
- Une expertise sur l'ensemble des travaux de réaménagement réalisés jusqu'alors.

A. Beaussier



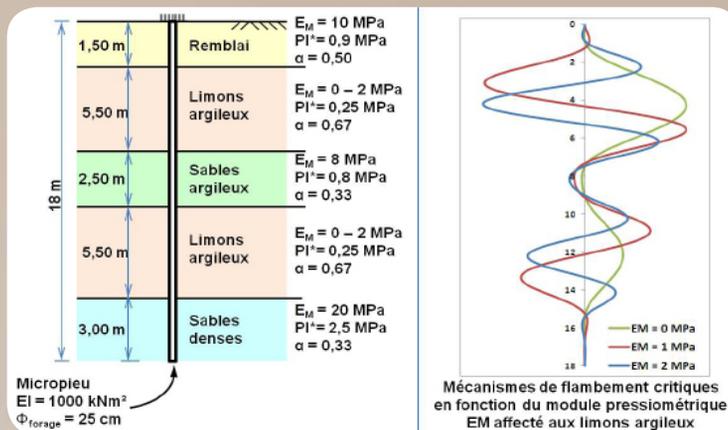
Flambement

Logiciel Foxta v3

Un calcul de flambement « direct » a été intégré au module Piecoef+ du logiciel Foxta v3. Il s'est révélé efficace dans de nombreuses études de fondations sur inclusions souples ou micropieux, verticaux ou inclinés, où la problématique du flambement devait être abordée.

La méthode utilisée s'appuie sur la formulation matricielle utilisée dans Piecoef+ et s'affranchit de la limitation des approches analytiques usuelles en fournissant une estimation directe de la charge critique de flambement pour des configurations complexes. Elle permet également d'évaluer les effets de second ordre dans le cas d'un défaut de forme ou d'un chargement latéral concomitant à une charge axiale.

F. Cuiru



Viaduc Riviera Marcory

Abidjan, Côte d'Ivoire

La construction du troisième pont d'Abidjan sera sans doute, pour la Côte d'Ivoire, l'un des projets les plus emblématiques du XXIème siècle.

Ce viaduc de 1500 m de longueur et comptant 30 appuis, permettra de franchir la grande lagune Ebrié et s'intégrera ainsi dans le projet global de liaison entre les quartiers de Marcory et de la Riviera. Le projet est réalisé par BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS et sera exploité par la société concessionnaire SOCOPRIM, dans le cadre d'un marché de construction / concession, dont le viaduc sera la pierre angulaire.

A la demande de BOUYGUES, TERRASOL est intervenue, dès l'amont du projet, avec la définition de la campagne géotechnique et une mission de suivi de sondages sur site en novembre 2011, qui ont débouché sur la définition et l'analyse d'essais de chargement statiques de pieux, et les études de projet et d'exécution.

La campagne de reconnaissances a été difficile, d'une part à cause de la profondeur des investigations, dépassant 80 m, et d'autre part du fait de l'environnement lagunaire. Il a ainsi fallu modifier le programme initial, prévoyant la réalisation d'au moins un sondage au piézocône par appui, en les remplaçant par des sondages destructifs et pressiométriques. Le viaduc sera fondé sur des pieux de 2 m de diamètre, forés à la tarière creuse, et qui dépasseront 80 m de profondeur dans la partie centrale de la lagune afin de s'ancrer dans un horizon de sables compacts situé sous une importante épaisseur de dépôts argilo-vasards. Cet horizon compact inclut en outre une couche d'argile profonde moins porteuse, qui a nécessité une définition précise de la stratigraphie, définition rendue délicate du fait des conditions de sédimentation erratiques et des difficultés rencontrées lors de la réalisation des investigations.

A ce jour, l'enjeu majeur reste la validation des hypothèses de calcul, dont l'évaluation de la capacité portante des pieux. Un ou plusieurs essais de pieu, avec une cellule Osterberg, sont prévus, afin de confirmer les hypothèses adoptées, notamment en ce qui concerne la portance en pointe, étroitement liée à une méthodologie d'exécution incluant des injections en pointe de pieux afin de recomprimer les terrains.

T. Perini



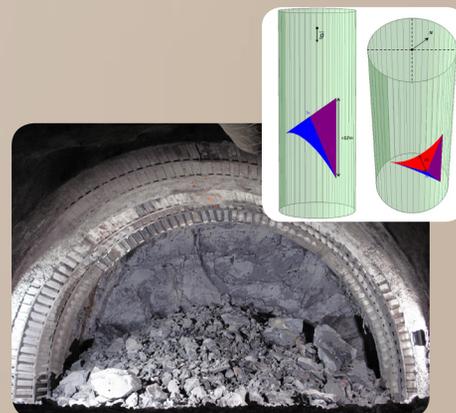
Laboratoire de Chooz

Dans le cadre de l'expérience scientifique « Double Chooz » visant à étudier le comportement des neutrinos, le groupement d'entreprises GUINTOLI - SOLETANCHE BACHYTUNNELS construit actuellement, pour le compte du CEA et du CNRS, sous Maîtrise d'Œuvre EDF, un laboratoire souterrain sur le site de la centrale nucléaire de Chooz (Ardennes). Les études d'exécution ont été confiées au groupement TERRASOL (mandataire) - SETEC TPI.

TERRASOL a réalisé l'étude des soutènements des accès au laboratoire (trémie - longueur 90 m, et descenderie - section 20 m², longueur 145 m), de

la caverne souterraine (section 95 m², longueur 30 m) et de son puits vertical, appelé à recevoir l'expérimentation (excavation de profondeur 13 m, diamètre 9.5 m). L'étude des ouvrages, excavés dans des terrains schisto-gréseux, a combiné une approche structurale (analyse de la stabilité des blocs découpés par la fracturation du massif rocheux) et des calculs aux éléments finis en milieu élasto-plastique équivalent (estimation des déformations et sollicitations par des modèles 2D et 3D).

J. Marlinge



Pôle logiciels

Logiciels K-Réa v3 et Foxta v3

Vous êtes déjà plus d'une centaine à avoir fait le choix de la mise à jour sur ces deux logiciels, et bénéficier des évolutions scientifiques et ergonomiques associées.

Nous vous remercions de votre confiance !

Nouveautés logiciels Plaxis

- **PLAXIS 3D 2011** continue de s'enrichir de nouvelles fonctionnalités : après les écoulements permanents introduits dans la version 2011.00, le calcul dynamique est désormais possible via le module Dynamics 3D, proposé en option à partir de la version 3D 2011.01.
- La nouvelle **version 3D 2012** est prévue pour cet été et intégrera les écoulements transitoires via le **module PlaxFlow 3D**.
- Lors de la « semaine des agents Plaxis » organisée par Plaxis en mai 2012 (14 pays représentés), Terrasol a eu l'honneur de recevoir le prix du « succès dans la durée », récompensant ainsi un partenariat actif depuis 14 ans !



Zoom : notre partenaire STS Consultants

La société STS Consultants, dirigée par M. Elie Rafie, est notre distributeur «logiciels» au Liban depuis une dizaine d'années (de même que la société Bat Concept, dirigée par M. Elie Hachem).

Ces derniers mois, ce partenariat s'est élargi : TERRASOL et STS Consultants ont eu l'occasion de travailler ensemble sur plusieurs études géotechniques, et nous travaillons actuellement à l'organisation d'une session anglophone de formation au logiciel Talren 4 qui devrait se tenir au Liban fin septembre 2012 (visitez régulièrement notre site Internet pour plus d'informations sur cette session).



Mr Elie Rafie,
STS Consultants
info@stsconsultants-lb.com



Talren 4 v2.0.4



Straticad v1.23



Foxta v3.0.13



K-rea v3.0.2



Plaxis 2D 2011.02



Tunren v1.05



Plaxis 3D 2011.01

Conférences

- Vous avez pu nous rencontrer lors du Symposium International TC211 : « Recent Research, Advances & Execution Aspects of Ground Improvement Works » (Bruxelles, du 29 mai au 1er juin 2012).
- TERRASOL sera également présente lors des JNGG 2012 qui se tiennent à Bordeaux du 4 au 6 juillet, via plusieurs communications et un stand.

D'autre part, TERRASOL, associée au groupe SETEC, est Sponsor Partenaire du 18ème Congrès International de Mécanique des Sols et de Géotechnique qui se tiendra à Paris, du 2 au 5 septembre 2013, et disposera donc d'un grand stand au coeur de l'exposition.

Formations

Dans la continuité des différentes sessions inter-entreprises organisées depuis début 2012, les formations d'ores et déjà programmées pour les mois qui viennent sont les suivantes :

- Formation Talren 4 le 18 septembre 2012 à Paris.
- Formation PLAXIS 2D du 6 au 9 novembre 2012 à Paris La Défense.



Workshop PLAXIS 2D Dynamics à Paris



Formation PLAXIS 2D à Alger

F. David

Publications récentes

- Performance of pile-supported embankment over soft soil: full scale experiment (**B. Simon** et L. Briançon) - Journal of Geotechnical Engineering - ASCE, avril 2012
- Tunnels en milieu urbain : Prévisions des tassements avec prise en compte des effets des pré-soutènements - Thèse **J.P Janin**, mai 2012
- General report S5 Rigid Inclusions and Stone Columns (**B. Simon**) - TC 211 International Symposium on Ground Improvement IS-GI - Bruxelles, mai / juin 2012
- Spread foundations on rigid inclusions subjected to complex loading: Comparison of 3D numerical and simplified analytical modeling ISSMGE (D. Dias et **B.Simon**) TC 211 International Symposium on Ground Improvement IS-GI Bruxelles, mai / juin 2012
- Short course on Rigid inclusions : Enseignements du projet national ASIRI et Conception des semelles sur inclusion rigides (**B. Simon**) - TC 211 IS-GI Bruxelles mai / juin 2012
- Micropieux d'ancrages pour haubans d'éoliennes en Ethiopie (**B. Madinier, H. Le Bissonnais**, Romain Pellissier) , revue TRAVAUX N°889 - « Sols & Fondations », juin 2012
- Une approche simple pour l'étude du flambement d'un pieu souple dans un sol multicouche (**F. Cuira**) - JNGG 2012 - Bordeaux, Juillet 2012
- Fondations renforcées par sol-mixing : modélisation physique et numérique (M. Dhaybi, A. Grzyb, F. Pellet, **F. Cuira**, F. Emeriault et M. Masapolo) - JNGG 2012 Bordeaux, juillet 2012
- Tunnel Sud de Toulon : rétro-analyses numériques sur les mesures in situ (**JP. Janin, H. Le Bissonnais**, D. Dias, F. Emeriault et R. Kastner) - JNGG 2012 - Bordeaux, juillet 2012



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



Rhône-Alpes

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



Tunisie

2, rue Mustapha Abdessalem
El Menzeh
2037 Tunis - Tunisie

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