



Edito



Il y a vingt-sept ans François Schlosser et Alain Guilloux me proposaient de les rejoindre dans leur projet de développer TERRASOL en un acteur de référence du conseil et de l'expertise géotechniques. Quand

est maintenant venu le temps de vivre autrement « le reste de mon âge », en me retournant sur le chemin qui a été parcouru, je ne peux que m'émerveiller du processus « dynamique » ainsi engagé et qui anime toujours TERRASOL. C'est donc pour moi l'occasion de souligner l'importance des valeurs d'accueil et transmission, celles précisément du compagnonnage, qui donnent leur noblesse à tant de professions. Ma satisfaction est grande de voir ainsi me succéder au poste de Directeur scientifique Fahd Cuira que j'ai accompagné depuis son arrivée à TERRASOL, comme beaucoup d'autres. Car c'est bien en accueillant, formant et accompagnant des plus jeunes, tous appelés à contribuer au futur de la société, que TERRASOL a pu s'adapter continuellement aux évolutions de son environnement. Cette jeunesse (moyenne d'âge 34 ans) est une richesse de TERRASOL, au même titre que la multiplicité culturelle de ses ingénieurs (près de 10 nationalités) ou que le chemin déjà largement engagé vers la parité hommes-femmes.

D'autre part, à une époque où les réseaux sont mis en valeur, il faut souligner comment la réunion au sein d'une même société de compétences diverses et complémentaires (terrain, diagnostic, calcul, développement...) constitue, et depuis longtemps déjà, un « réseau », un « vivier », où chacun sait toujours pouvoir trouver la réponse à sa question. TERRASOL est également depuis toujours connectée à des réseaux extérieurs (sociétés savantes, écoles et universités, groupes de recherche), qui stimulent son attention et l'aident à porter sa curiosité vers le développement de compétences nouvelles.

Les différents projets et actions dont cette lettre rend compte témoignent à l'évidence que ce dynamisme est bien vivace.

J'aurai grand plaisir à continuer à partager mon expérience et poursuivre cette œuvre de compagnonnage auprès de Valérie Bernhardt, Hervé Le Bissonnais et leurs équipes.

B. Simon

Contournement ferroviaire de Nîmes et Montpellier



Crédit photo : OC'Via - Yannick Brossard

TERRASOL intervient sur le projet de Contournement ferroviaire de Nîmes - Montpellier depuis 2010, à l'occasion tout d'abord de la réponse à l'offre du groupement OC'VIA Construction (BOUYGUES), puis des études d'APD - PRO. Pour ces études, TERRASOL avait défini aux côtés de SYSTRA les campagnes de reconnaissances géotechniques, nécessaires (phases BC1 à BC4), puis avait réalisé les études géotechniques de conception des Ouvrages d'Art Courants du lot Gard (du Vidourle à Manduel) et participé enfin à celles de deux Ouvrages Non Courants (Viaduc du Lez et Tranchée de Manduel). Au total, près d'une centaine d'ouvrages d'art avaient alors été étudiés au printemps 2013.

Dans le cadre de la mission G3 EXE, le groupement OC'VIA Construction a ensuite confié à TERRASOL une mise à jour des études géotechniques de conception des Ouvrages d'Art du Lot 1 - Hérault et du Lot 2 - Gard. Cette mission consistait à intégrer les dernières données disponibles des reconnaissances géotechniques complémentaires de phase EXE (campagnes BC5 à BC8, orientées entre autres sur les problématiques karsts) et optimiser si possible les paramètres géotechniques de dimensionnement des fondations. On peut mentionner en particulier le saut de mouton RL015-2, permettant le passage de la future voie V2 du raccordement de Lattes au-dessus de la ligne existante Tarascon-Sète. Cet ouvrage du Lot Hérault est implanté dans un contexte géologique délicat : le massif calcaire, subaffleurant dans la zone Sud de l'ouvrage, plonge ensuite de manière abrupte et à grande profondeur dans la zone Nord de l'ouvrage, et s'ennoie sous les formations quaternaires et tertiaires de la plaine littorale. En sus, des

phénomènes de karstification affectent ce substratum calcaire. Les principes de fondations qui ont donc été retenus pour cet ouvrage associent des injections de traitement des karsts, des fondations superficielles, des pieux ancrés au rocher et des pieux flottants dans les formations tertiaires. Cette mission de mise à jour des études géotechniques de plus de 160 ouvrages d'art s'est déroulée d'Octobre 2013 à Novembre 2014, simultanément aux études des ouvrages hydrauliques.

Parallèlement, TERRASOL intervient activement sur chantier. Une ingénierie est intervenue au printemps 2014 au sein de la cellule géotechnique de la direction technique pour assurer un rôle de coordination entre les études et les travaux et un rôle de contrôle de la réalisation des travaux de fondations. Et depuis mai 2014, un ingénieur est détaché auprès de l'équipe de la Maîtrise d'Œuvre Travaux (MOEG3) pour s'occuper notamment des opérations de contrôle. Parmi l'ensemble des problématiques géotechniques rencontrées, trois thèmes retiennent l'essentiel de l'activité des services géotechniques :

- Les problèmes liés aux karsts et à leur comblement : 3 formations calcaires distinctes font en effet l'objet d'études approfondies et de traitements.
- Le suivi et la vérification des fondations des ouvrages d'art, et en particulier des pieux, véritable défi, car plus de 1200 pieux sont à réaliser. Début décembre, environ 80% des pieux avaient été exécutés.
- Le suivi des opérations délicates de jet-grouting sous les voies SNCF existantes pour la tranchée de Manduel.

Notre présence sur chantier va se poursuivre début 2015.

G. Chapron, B. Madinier et F. Asselborn

STIR Bizerte

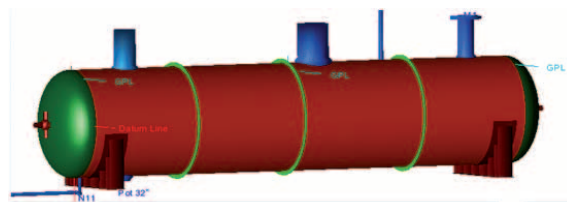
Tunisie

TERRASOL est intervenue récemment à Bizerte en Tunisie pour le compte de la société italienne TANKO SPA qui construit des réservoirs dits « à cigares », un concept novateur pour stocker du gaz GPL.

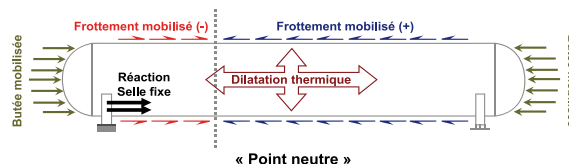
Destinés à la Société Tunisienne des Industries de Raffinage (STIR), ces cylindres enterrés dans un remblai compacté sont soumis à des changements de température. La mission de TERRASOL : calculer et optimiser les efforts thermiques subis par les réservoirs au niveau des points d'appui fixes (semelle sur pieux) en tenant compte des mécanismes d'interaction réservoir / remblai / massif de fondation. Sans passer par des traitements numériques en trois dimensions, ces interactions ont pu être abordées d'une manière satisfaisante à l'aide du programme Thermopie (que nous avons développé à l'origine pour le dimensionnement de fondations géothermiques) en utilisant comme paramètres d'entrée :

- Le résultat d'un modèle 2D (PLAXIS) représentant une coupe du réservoir et visant à apprécier l'état des contraintes normales autour du réservoir (et donc le frottement latéral mobilisable longitudinalement) ;
- Le résultat d'un modèle Groupie+ (FOXTA) permettant de quantifier la loi de réponse latérale en tête du massif de fondation.

F. Cui et B. Simon



© TANKO SPA



Tunnel de la Borne Romaine

Alpes Maritimes, France

La section dite de « la Borne Romaine », sur l'autoroute A8 entre Nice et La Turbie (Alpes-Maritimes), est implantée sur un versant instable. Les mesures confortatives mises en œuvre et la déviation côté montagne d'un sens de circulation s'étant révélées insuffisantes pour pérenniser les ouvrages, la Société ESCOTA a décidé la construction d'un tunnel dans le versant pour abriter un sens de circulation et déporter ainsi l'ensemble des voiries hors de la zone instable.

Les travaux, réalisés sous la maîtrise d'œuvre d'EGIS Tunnels, ont été confiés fin 2013 au groupement d'entreprises CAMPENON BERNARD TP Côte d'Azur – GTM Sud – SOLETANCHE-BACHY-TUNNELS – EUROVIA. Pour le compte de celui-ci, TERRASOL réalise l'ensemble des études d'exécution (soutènements, revêtements, ouvrages, réseaux), avec l'appui de BMCI (filiale de SETEC TPI) sur les aspects structures.

Les ouvrages à construire comprennent un tunnel de 750 m de long, excavé dans un massif calcaire de bonne qualité, une galerie de sécurité de 80 m de long joignant le milieu du tunnel à l'air libre, ainsi que des ouvrages et équipements aux têtes (murs architecturaux, poste tunnel, bassin incendie et bassin de récupération des eaux). La moitié du tunnel est aujourd'hui excavée, et les travaux de la galerie de sécurité débutent.

J. Marlinge



Crédit photo : GTM – Campenon Bernard

Expertise sur le pont de Jacquville

Côte d'Ivoire

Le pont de Jacquville relie la terre ferme à Jacquville en traversant la lagune Ebrié à l'ouest d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Cet ouvrage d'art comporte 16 appuis (2 culées, 14 piles) dont 13 sont réalisés sur la lagune. Le chantier a débuté en 2012 par la foration de pieux de gros diamètre (1,20 m) à une profondeur importante (certains à plus de 50 m). Les auscultations réalisées sur les pieux après construction ont démontré des défauts de portance sur un nombre important d'appuis. Après avoir essayé de renforcer les fondations profondes à l'aide d'injections sur 3 appuis sans obtenir le résultat escompté, le Maître d'Ouvrage (AGEROUTE) a fait appel à TERRASOL pour les missions suivantes :

- Analyse fine du contexte géotechnique des appuis incriminés (P4, P14 et C16),
- Validation/proposition d'une méthode de modification du système de fondation par adjonction de pieux supplémentaires,
- Calcul du nouveau système de fondation.

L'ajout de pieux sous les chevêtres posait le problème de la proximité des pieux abandonnés qui perturbaient le frottement et le comportement de la pointe des pieux, mais également de la capacité des nouveaux pieux sous sollicitations horizontales dans un environnement perturbé. Plusieurs calculs en fourchette ont été menés à l'aide des modules Fondprof, Taspie, Tasneg, Piecoef et Groupie du logiciel FOXTA afin de déterminer le comportement de la fondation et de valider le principe de reprise. Ces calculs ont permis de poursuivre le chantier en conservant globalement la géométrie des chevêtres prévus.

J. Drivet et U.S. Okyay



Ligne Rouge du Nouveau Grand Paris

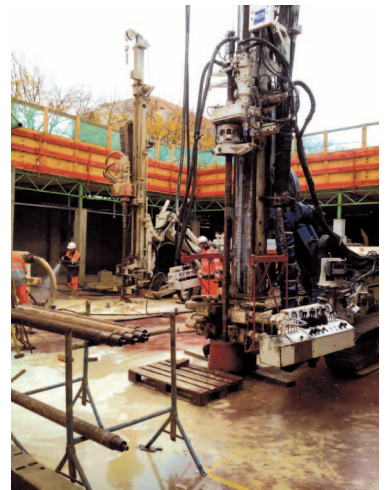
Paris, France

Comme évoqué à l'occasion d'une précédente lettre, TERRASOL est intégrée à l'équipe de Maîtrise d'Oeuvre du lot 3 de la ligne 15 du Grand Paris Express (entre Pont de Sèvres et Villejuif). Ce groupement, dont le mandataire est SETEC TPI, est en charge de 8 gares et 12 ouvrages annexes insérés dans un linéaire de 12,5 km de tunnel.

Les études ont démarré en septembre 2013. Le groupement a enchaîné les études d'Avant-Projet détaillées en deux phases successives de 7 et 6 mois. TERRASOL est en charge de tous les aspects géotechniques du projet : synthèse des paramètres géotechniques, élaboration du profil en long, gestion du risque carrières, calculs d'interaction sol-structure pour les gares, les ouvrages annexes et le tunnel. Cette phase d'AVP est à présent achevée et la phase PRO a été lancée en décembre 2014 pour un rendu en juin 2015, puis un lancement des marchés de travaux à l'été 2015.

En parallèle, les premiers travaux du Grand Paris ont débuté en septembre 2014 à l'occasion de la réalisation d'un puits et d'une galerie d'essai au droit de la future station Arcueil-Cachan. Ces travaux ont pour objectif de tester la réalisation du Jet-grouting dans les remblais de carrières et les argiles de l'Yprésien (y compris son faciès sableux) et permettront d'analyser le comportement de l'Argile Plastique « en grand » (mesures de déformation, essais au vérin à plaque rigide, rétro-analyses, etc). TERRASOL participe activement au suivi de ce chantier de reconnaissances dont seront tirés de nombreux enseignements cruciaux pour le projet dans son ensemble.

G. Chapron et H. Le Bissonais



Tour Trinity

La Défense, France

Le projet de la Tour Trinity est implanté sur une dalle au-dessus de la RN192 à proximité du CNIT à La Défense. La mise en œuvre de ses fondations se fera sans interruption du trafic. Ces contraintes ont motivé le choix, en phase PRO, de fonder la tour sur des files de micropieux ainsi que sur une file de contreforts pour reprendre les efforts horizontaux. Ces fondations sont ancrées dans les Marnes et Caillasses du Lutétien, juste au-dessus de la dalle du Calcaire Grossier et des sols argileux de l'Yprésien dont le comportement impacte les tassements de la tour à long terme. Les deux points forts de l'étude de TERRASOL sont :

- La synthèse des données de sol : l'accent a été mis sur la détermination des modules de déformation, à partir de nombreux types d'essais et du retour d'expérience sur les tours avoisinantes du quartier. Ces modules constituent les données d'entrée de notre étude et sont évalués en cohérence avec le modèle de calcul adopté.
- Le modèle global de calcul 3D sous PLAXIS : les files de fondations représentent plusieurs milliers de micropieux et pieux. Elles ont par conséquent été modélisées par des éléments de volume équivalents calés grâce à des modèles très fins du comportement des micropieux et de leur effet de groupe.

A partir de ce modèle global, la matrice d'interaction sol-structure a été définie pour le système de fondation, valable dans un domaine de chargement précis. Cette matrice a permis d'optimiser les échanges avec les ingénieurs structures et d'obtenir une cuvette de tassements similaire entre le modèle de sol et le modèle de structure, dès la première itération : le tassement maximum calculé est de l'ordre de 3 à 4 cm à long terme.

A. Bergère

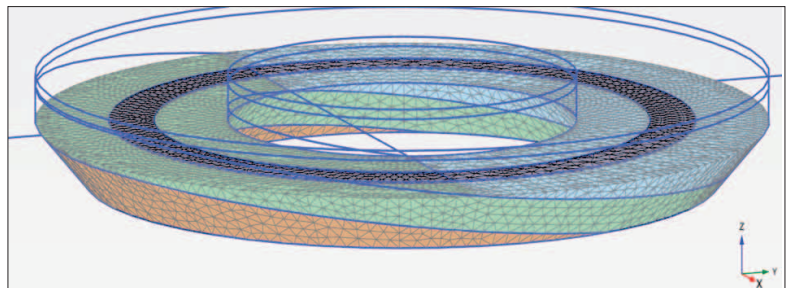


Crédits : SCI TRINITY DEFENSE (UNIBAIL RODAMCO) / Crochon Brullmann + Associés / L'autre Image Production

EPR UK - Site de Hinkley Point

Royaume-Uni

Dans le cadre de la construction des EPR (Evolutionary Power Reactor) britanniques, TERRASOL a été mandatée pour réaliser le dimensionnement de la galerie de précontrainte sous la centrale du site de Hinkley Point. Cet élément sert à la mise en tension des câbles de l'enceinte interne de l'EPR. Non liée structurellement au radier, la galerie de précontrainte a la forme d'un anneau de 26 mètres de diamètre et de section rectangulaire (3,5 mètres de haut). Un massif de forme torique en gros béton est mis en place autour de la galerie afin de limiter les sollicitations liées aux charges amenées par le radier général de la centrale. La complexité du contexte géologique (pendage général des couches vers le nord, anisotropie des modules de déformation) a justifié le recours à une modélisation numérique en trois dimensions à l'aide du logiciel PLAXIS (400 000 éléments). Une routine a été spécialement développée sous Visual Basic visant à rendre compatible avec le modèle PLAXIS la distribution de pressions (d'origine statique et/ou sismique) sous le radier issue du modèle structure.



Le modèle a servi ensuite d'outil pour justifier la résistance structurale de la galerie, optimiser la géométrie du gros béton environnant et définir les conditions de contact optimales à garantir entre le gros béton et la galerie.

E. Cazes et F. Cuiria

Pôle logiciels



Talren v5.0.5



Foxta v3.1.4



Straticad v1.4



K-Rea v3.1.2



Plaxis2D AE.02

Foxta v3.1

Groupie+

Ce nouveau module de Foxta v3 est en bêta test depuis plusieurs semaines. Il permet de calculer les radiers et dallages rigides sur pieux. Les pieux comme les sols peuvent être définis librement (position et inclinaison). Le nouveau moteur de calcul itératif résout directement de multiples cas de charges en menant les différentes itérations nécessaires pour obtenir la répartition des efforts dans chaque pieu, en tenant compte si nécessaire de la plastification des sols sous sollicitations latérales.

Talren v5

Une nouvelle mise à jour sera disponible prochainement. Elle permettra d'afficher les maillages de pressions interstitielles avec les isovaleurs. D'autre part, une nouvelle option permettra d'incrémenter les chargements.

Plaxis 2D

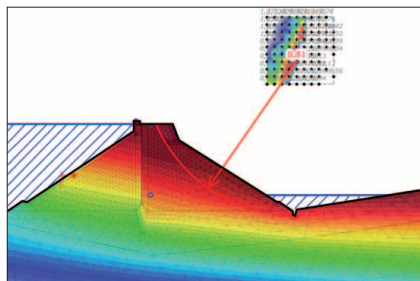
Module Thermique

Plaxis a développé un nouveau module thermique. Celui-ci permettra d'intégrer les effets thermiques dans les calculs géotechniques, et de traiter par exemple : les efforts dans les structures liés à la dilatation thermique, les applications en sol congelé, les sondes géothermiques dans des couches aquifères ou encore les changements de température du sol suite au stockage de déchets nucléaires.

F. David

Conférences

TERRASOL a participé à différents congrès en ce second semestre : JNGG (Beauvais, juillet 2014), AFTES (Lyon, octobre 2014) et GEORAIL (Marne-la-Vallée, novembre 2014) en France. A l'étranger, nous avons été présents lors du 7^{ème} Congrès National Grec de Géotechnique (novembre 2014), de la 4^{ème} Conférence Maghrébine en Ingénierie Géotechnique (novembre 2014) et du 3^{ème} Séminaire International Innovation et Valorisation en Génie Civil (novembre 2014).



Maillage de pressions TALREN v5



Congrès Géorail - Novembre 2014

Notre nouveau distributeur au Maroc

Nous avons le plaisir de vous informer que nous avons un nouveau distributeur au Maroc depuis quelques mois : il s'agit de la société Geniv, basée à Casablanca. N'hésitez pas à contacter M. Diaio Diallo (genivmg@gmail.com), ou à consulter notre site Internet pour ses coordonnées complètes.



Publications et interventions récentes

- 2D and 3D numerical analysis for the design of a TBM dismantling cavern to be excavated under sensitive buildings for Paris metro line extension (JP. Janin, A. Martin et O. Gastbled) – NUMGE 2014 - Delft, Juin 2014
- Remblai expérimental sur inclusions rigides (L. Briançon, B. Simon, G. Auray) – JNGG 2014 - Beauvais, Juillet 2014
- Validation d'un système de classification thermique des sols (P. Reiffsteck, M. Couaillier et G. Grandjean) – JNGG 2014 - Beauvais, Juillet 2014
- Le modèle Kranz : enjeux conceptuels et considérations pratiques (F. Cuira et B. Simon) – JNGG 2014 - Beauvais, Juillet 2014
- Une mise en œuvre pratique de l'analyse des risques en géotechniques (E. Cazes, F. Cuira et B. Simon) – JNGG 2014 - Beauvais, Juillet 2014
- Les fondations profondes du pont sur la lagune à Abidjan (B. Simon, D. Michel, T. Perini et G. Kildjian) – Revue Travaux 907, Juillet 2014
- Remblai ferroviaire sur inclusions rigides (L. Briançon, B. Simon, M. Dupraz et G. Maubert) – Revue Travaux 907, Juillet 2014
- South Toulon tube : 3D numerical back-analysis on in situ measurements (JP. Janin, H. Le Bissonnais, A. Guilloux, D. Dias, R. Kastner et F. Emeriault) – 8th International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground, Seoul, Août 2014
- Pile-supported embankment over soft soil for South Europe Atlantic high speed line (L. Briançon, B. Simon et G. Auray) – 10^{ème} Conférence Internationale sur les Géotextiles – Berlin, Septembre 2014
- Puits de reconnaissance et essais en vraie grandeur pour une nouvelle gare RER à La Défense (J. Marlinge, L. Canolle, O. Thuaud) – Congrès AFTES 2014, Octobre 2014
- Tunnel de Saverne (LGV Est) : Déroulement des études géologiques et géotechniques en phase conception et travaux dans le cadre d'un processus de maîtrise des risques (H. Le Bissonnais, P. Legrand, PL. Veyron, A. Lacroix et A. Cuccaroni) – Congrès AFTES 2014, Octobre 2014
- Prise en compte des effets différés dans les ouvrages géotechniques enterrés (G. Tzimas, H. Le Bissonnais et R. Witasse) – Congrès AFTES 2014, Octobre 2014
- Variabilité de résultats pressiométriques dans un sol argilo-sableux saturé (A. Bergère, F. Asselborn, A. Guilloux, E. Touboulic et C. Servant) – Symposium International Géorail, Novembre 2014
- Maîtrise des déformations de la plateforme ferroviaire au droit des ouvrages d'art non courants (A. Cuccaroni, P. Legrand, S. Bernhard, G. Priol, PL. Veyron) – Symposium International Géorail, Novembre 2014
- Centrifuge Modeling of a Pile-Supported Granular Earth-Platform (US. Okyay, D. Dias, L. Thorel et G. Rault) – ASCE, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol 140, 2014
- Apports de l'interaction sol-structure dans la conception des ouvrages (F. Cuira) / Comportement d'un réservoir enterré sous l'effet de variations de température (F. Cuira, B. Simon) – Sousse, Novembre 2014
- Comment un choix éclairé des paramètres géotechniques contribue à une bonne conception des ouvrages (B. Simon) – 4^{ème} Conférence Maghrébine de Géotechnique - Sousse, Novembre 2014
- Quelques exemples d'application du calcul à la rupture à des ouvrages géotechniques. (B. Simon) – 4^{ème} Conférence Maghrébine de Géotechnique - Sousse, Novembre 2014
- Tunnel face reinforcement by bolting – Numerical modelling of centrifuge tests (JP. Janin et D. Dias), Soils and Rocks, vol 37, Sao Paulo, 2014



Scannez ce QR Code avec votre Smartphone

Siège social

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

Agence Rhône-Alpes

Immeuble le Crystallin
191/193 cours Lafayette
69458 Lyon Cedex 06
France

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

Terrasol Tunisie

2, rue Mustapha Abdesslem
El Menzech
2037 Tunis
Tunisie

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

Edition :
Claire DESTER