

La future gare EOLE de la Défense

Edito

Après près de 35 années à œuvrer au sein de TERRASOL, d'abord sous la direction de François Schlosser, puis pour les treize dernières en tant que PDG, il m'a semblé que je pouvais prendre un peu de recul tout en assurant une transition progressive avec le TERRASOL de demain.

J'ai donc décidé de prendre ma retraite, que j'espère bien méritée, tout en conservant une activité à temps partiel : je reste Président du Conseil d'Administration, et poursuis mes activités d'expert au sein de TERRASOL, ainsi que d'accompagnement de toute l'équipe : accompagnement technique pour transmettre aux plus jeunes les acquis de mon expérience et accompagnement managérial auprès de la nouvelle direction.

C'est bien sûr avec beaucoup d'émotion que je tourne partiellement cette page, mais aussi avec une certaine fierté d'avoir participé, dès son lancement, à cette grande aventure qu'a été le développement de TERRASOL et de constater aujourd'hui ce qu'elle est devenue. Et je témoigne toute ma reconnaissance à ceux qui ont contribué, à un moment ou un autre, à ce que TERRASOL soit aujourd'hui cette belle société : mes collègues bien sûr, au sein de TERRASOL et du groupe SETEC, mes « compagnons » au sein de la communauté géotechnique française et internationale, ainsi bien sûr que tous nos clients qui nous font confiance.

Il faut maintenant regarder vers l'avenir : après une année 2013 très active, notre carnet de commandes est déjà bien rempli pour l'année à venir et au-delà. Et cet avenir est plus que jamais ouvert à de belles perspectives de développements, en termes notamment de diversification de nos compétences et d'ouverture encore plus prononcée au marché international, avec toujours la même exigence de qualité et de rigueur qui forme le fondement de la « culture TERRASOL ».

Cet avenir est désormais entre les mains de Valérie BERNHARDT qui assume la position de Directrice Générale, en s'appuyant sur l'ensemble de notre Comité de Direction : Hervé LE BISSONNAIS (Directeur Général Adjoint), Bruno SIMON (Directeur Scientifique), sans oublier Jean DRIVET et Philippe REIFFSTECK. Je leur fais entière confiance et suis sûr qu'ils sauront poursuivre ce voyage commencé il y a 35 ans avec la même passion et le même enthousiasme qui m'ont animé.

A. Guilloux

Dans le cadre du prolongement du RER E (Eole) vers l'Ouest de Paris, dont les études de Maîtrise d'Œuvre sont réalisées par le groupement SETEC - EGIS - Jean-Marie DUTHILLEUL, une nouvelle gare doit être implantée dans le quartier de la Défense, sous le bâtiment du CNIT. Elle comprendra un corps principal réalisé en sous-œuvre, prolongé par deux rameaux souterrains. Ancrée à une profondeur plus importante que les ouvrages existants du secteur, cette gare s'inscrit dans un contexte géotechnique particulier à fort enjeu technique, caractérisé par la présence de terrains stratifiés en voûte, et par une assise ancrée dans un reliquat de dalle calcaire (formation des Calcaires Grossiers) surmontant des sables bouillants baignés par une nappe en charge. Le CNIT étant par ailleurs un bâtiment sensible aux déformations et aux vibrations, les méthodes d'exécution à envisager doivent permettre de limiter les déplacements et nuisances induits. Dès la phase d'avant-projet, dans une démarche globale de maîtrise des risques, de lourds travaux de reconnaissances ont donc été entrepris depuis le dernier niveau de sous-sols du bâtiment, dans le but de caractériser les formations géologiques intéressées par le projet et d'évaluer la faisabilité et l'impact des méthodes d'exécution envisagées.

TERRASOL, qui réalise dans le cadre de ce projet Eole les études géotechniques des ouvrages du secteur de La Défense pour le compte de SETEC, a défini le programme de reconnaissances et en a assuré le suivi d'exécution. L'enjeu consistait à définir des méthodes permettant de caractériser des points de vue géomécanique et hydrogéologique l'ensemble des formations impactées par le projet : des sols meubles (formations sablo-argileuses de l'Yprésien, situées sous les niveaux d'assise des ouvrages) aux roches tendres (formations stratifiées très hétérogènes des Marnes, Caillasses et Calcaires Grossiers qui seront recoupées par les excavations). Les méthodes proposées doivent tenir compte du contexte fortement contraint (parking souterrain au gabarit en hauteur limité).

La démarche retenue a consisté à réaliser des essais en vraie grandeur, complétés par des essais plus conventionnels.

Un puits de reconnaissances dédié a été réalisé, avec un diamètre d'excavation de 4 m, descendu par des moyens conventionnels à 25 m de profondeur



dans les formations devant constituer l'assise des ouvrages.

Il a permis de visualiser les terrains en grand et de réaliser à plusieurs niveaux des essais de chargement au vérin à plaque rigide (chargements horizontaux et verticaux) ainsi que des essais de vibration. Le programme est complété par des reconnaissances géotechniques conventionnelles, comprenant des forages carottés (valorisés par la réalisation de nombreuses diagraphies), des essais géotechniques in situ (essais SPT, pressiométriques, dilatométriques, et cross-hole), et des essais au laboratoire. Des essais de perméabilité en grand ont été menés dans les deux aquifères impactés recoupés (essais de pompage sélectifs).

Les travaux, débutés en juin 2013, ont nécessité la réalisation de pré-terrassements importants pour ménager les gabarits de hauteur nécessaires pour l'intervention des machines et équipements (sciage des dallages, dégagement des pieds des fondations actuelles, ...). Ils sont aujourd'hui en voie d'achèvement. L'ensemble des données obtenues doit permettre d'établir une synthèse géologique, géotechnique et hydrogéologique exhaustive adaptée au contexte et à la complexité du projet, de définir les paramètres de calcul pour la phase d'études PRO, ainsi que de proposer des méthodes d'exécution adaptées pour la phase EXE.

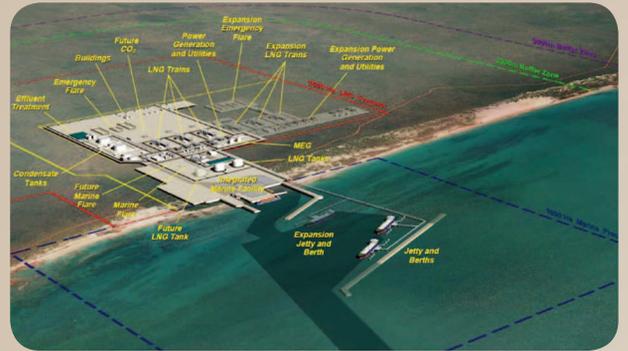
J. Marlinge, H. Le Bissonnais

Usine GNL à Browse

Australie

Le projet consiste en la réalisation d'une usine de liquéfaction de gaz naturel dans la péninsule Dampier dans la région de Kimberley (Australie Occidentale). TERRASOL est intervenue en tant qu'assistant géotechnique de SAIPEM qui réalisait un FEED (Front End Engineering Design) compétitif pour WOODSIDE.

Dans la zone maritime, 3 campagnes géophysiques et 5 campagnes géotechniques ont été réalisées entre 2010 et 2012 comprenant une centaine de sondages et plus d'un millier d'essais en laboratoire. La synthèse géotechnique de TERRASOL a permis de tracer plusieurs profils géotechniques, de définir les paramètres géotechniques de calcul et d'évaluer le risque de liquéfaction des terrains du site.



Crédit photo : Woodside

En raison de la présence de sables lâches sur le fond marin, une attention particulière a été portée à l'étude des pressions interstitielles dans ces sables sous la digue principale brise-lames de type caisson. Des calculs dynamiques temporels aux éléments finis à l'aide du logiciel PLAXIS 2D ont été réalisés pour étudier le comportement de la digue principale sous sollicitations sismiques et houles millénales.

Les séismes ont été modélisés par application des accélérogrammes à la base du modèle : les valeurs d'efforts de houles de la tempête millénaire s'appliquant sur les caissons sont issues d'un modèle physique en bassin. Les terrains sableux ont été modélisés dans un premier temps par une loi de comportement courante (HSM), puis, une fois les essais cycliques de cisaillement disponibles, par une loi avancée (UBC Sand) pouvant simuler l'accumulation de pressions interstitielles et déformations plastiques cycliques dans les sables lâches. Les résultats de ces études ont permis de confirmer la nécessité d'essais et études spécifiques pour étudier le comportement cyclique des sols.

K.V. Nguyen, A. Bergère, A. Guilloux

LGV Sud-Europe Atlantique

Remblais de la vallée de la Dordogne

La lettre TERRASOL n° 21 de décembre 2012 a rendu compte du prédimensionnement par TERRASOL d'un remblai expérimental destiné à valider le renforcement à mettre en œuvre sous les remblais de la LGV SEA (Sud Europe Atlantique) dans la vallée de la Dordogne, à proximité de Saint André-de-Cubzac. Le remblai expérimental qui a été édifié entre janvier et mars 2013 a permis, grâce à l'instrumentation mise en place, de comparer un renforcement par géogrilles et inclusions selon trois mailles différentes (1,6 m, 1,7 m ou 1,8 m) à celui d'un plot sans géogrilles mais avec dalles et inclusions selon une maille de 1,6 m.

Les observations réunies depuis déjà plus de 6 mois sous une hauteur de remblai intégrant l'effet de la surcharge ferroviaire ont confirmé que les critères de projet (dont ceux relatifs au tassement) pouvaient être satisfaits par chacune des configurations testées. Les plots d'essai ont ainsi permis l'optimisation du projet dans un environnement géotechnique difficile. Sur cette base, TERRASOL a poursuivi les études géotechniques d'exécution du renforcement par inclusions et géogrilles pour la totalité des remblais de la rive gauche (longueur cumulée de 1400 m) ainsi que pour les différents blocs techniques situés de part et d'autre des ouvrages d'art.



Crédit photo : Balineau

Les calculs de prédimensionnement menés en préalable à l'édification du remblai expérimental ont fourni des valeurs de tassement et efforts sur les têtes d'inclusion en bon accord avec les mesures ; ceci a également permis de valider le mode de prise en compte des géogrilles au-dessus d'un réseau d'inclusions, tel qu' introduit dans les calculs menés avec le logiciel Foxta (module Taspie+).

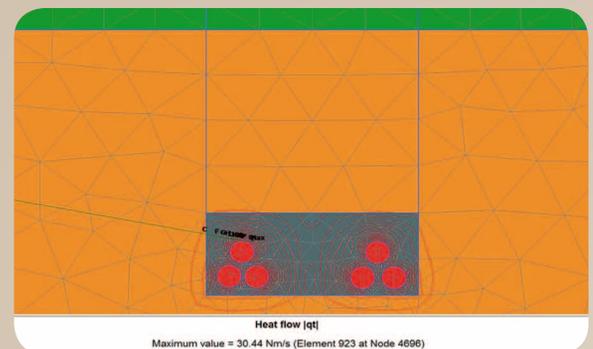
B. Simon

Classification thermique des sols

France

La prise en compte des caractéristiques thermiques des sols dans les projets d'échangeurs géothermiques, d'enfouissement de câbles électriques, ou de chaussées et conduites d'hydrocarbures soumises aux cycles de gel/dégel, représente un enjeu important. TERRASOL en partenariat avec le BRGM et l'université Paris VI a mené une étude pour RTE visant à développer une méthodologie pratique de détermination de la conductivité thermique des sols basée sur la classification des terrassements routiers dite GTR (NF P11-300).

Cette méthode prend en compte l'état de saturation du massif en s'appuyant sur la détermination des courbes granulométriques synthétiques des différentes classes à partir des points singuliers définis dans la GTR. Une seconde étape permet de définir la relation entre la distribution granulométrique et la teneur en eau caractéristique pour les sols par un modèle empirique simple. Finalement, la conductivité thermique est estimée d'après différents modèles de la bibliographie. Les prédictions obtenues par ces différentes méthodes de détermination de la conductivité thermique ont été comparées avec succès à plusieurs jeux de données couvrant l'ensemble des classes de sol. Cet outil a pu être utilisé pour étudier, avec le module Thermo-Hydro-Mécanique récemment introduit dans Plaxis2D, les flux de chaleur autour de certains ouvrages de référence (un exemple ci-contre, autour d'une tranchée d'enfouissement de câbles haute tension).



P. Reiffsteck

Barrage de Tabellout

Texenna, Algérie

L'Agence Nationale des Barrages et des Transferts d'Algérie (ANBT) a confié au groupement GEIE/RAZEL/CMC/RAVENA l'exécution du projet de barrage de Tabellout situé près de la ville de Texenna à 70 km environ au sud de la wilaya de Jijel (Algérie).

Le projet comporte dans son ensemble la réalisation d'un barrage en béton compacté au rouleau (BCR) de 366 m de long et de 112 m de haut (capacité de retenue de 294 hm³), et d'une galerie de transfert de 4,3 m de diamètre (3,5 m de diamètre fini) et de 13 km de long, dont la réalisation est prévue au tunnelier (TBM).

Dès l'entame des travaux, en mars 2010, de nombreux problèmes géotechniques ont été mis en évidence, notamment un éboulement sur la rive gauche du barrage mais aussi de fortes dégradations des voussoirs de la galerie avec développement d'un éboulement, et un blocage du tunnelier pendant plus de 6 mois.

Sur demande du groupement d'entreprises, TERRASOL a effectué courant juillet 2012 une mission d'expertise sur l'éboulement de la rive gauche du barrage avec revue complète des risques d'instabilité de talus et terrassements de l'ensemble du site.

Compte-tenu de la complexité du contexte géologique et du déficit de données géotechniques, TERRASOL assure également une mission d'assistance technique et de conseil au groupement sur les différents aspects géotechniques, notamment pour la prédiction du comportement du massif lors du creusement de la galerie, et tout particulièrement celui des argiles numidiennes et des zones de fauchage suspectées d'être à l'origine des problèmes rencontrés.

M. Yahia-Aissa, A. Guilloux



Déviations de la RD1091 au droit des ruines de Séchilienne

Isère

Le projet de déviation de la RD1091 au droit des célèbres Ruines de Séchilienne consiste à déplacer son tracé vers le versant opposé afin de la protéger d'un éboulement prévisible de 3 millions de m³, scénario jugé le plus probable à court et moyen terme par les experts.

Cette déviation, d'une longueur d'environ 1000 m pour un coût total de 30 M€, comprend notamment la réalisation d'un grand déblai dans les micaschistes du Montfalcon : 40 m de hauteur maximale pour un volume de déblais de 200 000 m³ et une surface apparente de 15 000 m².

La hauteur du déblai et la qualité médiocre du massif (micaschistes globalement très fracturés, présence de bandes de terrains houillers et circulation d'eau importante) nécessitent la réalisation d'un confortement par clouage dense : plus de 45 km de clous combinés à un parement en béton projeté sur les 4/5 de la surface.

TERRASOL a été associée aux principales phases du projet en tant qu'assistant géotechnique du Maître d'Œuvre (Conseil Général de l'Isère) : études PRO/DCE en collaboration avec SITE ETUDES, mission VISA des études d'exécution et suivi géotechnique des travaux débutés au printemps 2013 et réalisés par le groupement GUINTOLI/Bianco/NGE/GTS.

A. Bachelier

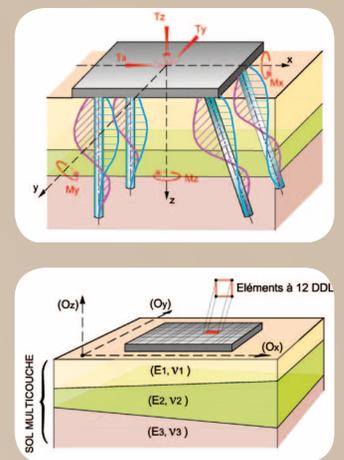


Développements scientifiques

L'année 2013 a été marquée pour TERRASOL par une activité scientifique soutenue qui s'est concrétisée par des évolutions notables des moteurs de calcul de plusieurs de nos logiciels, en particulier du logiciel Foxta :

- Le programme Groupie+ bénéficie désormais d'une nouvelle formulation mathématique traitant simultanément et dans un seul système l'équilibre 3D de l'ensemble « fondation + pieux + sol environnant » : cette formulation intègre directement les non-linéarités liées au comportement du sol et permet ainsi de s'affranchir de la complexité de la procédure actuelle qui nécessite des allers/retours entre les trois modules Taspie, Piecoef et Groupie.
- Le programme Taspie++ généralise le modèle de cellule élémentaire en intégrant le cisaillement susceptible de se développer en périphérie de la cellule : cela permet d'aborder le cas d'un nombre fini d'inclusions, d'une file d'inclusions, et plus généralement les effets de bord en périphérie de la zone renforcée (la méthode développée a fait par ailleurs l'objet d'une présentation orale au congrès de Paris 2013).
- Un retraitement de la formulation initiale du programme Tasplaq rend désormais possible la prise en compte d'un multicouche non horizontal avec un pendage défini par couche et par direction.

Ces développements, déjà mis à la disposition de nos ingénieurs en interne, seront intégrés à la prochaine version commerciale de Foxta.



F. Cuira

Pôle logiciels

Eurocode 7

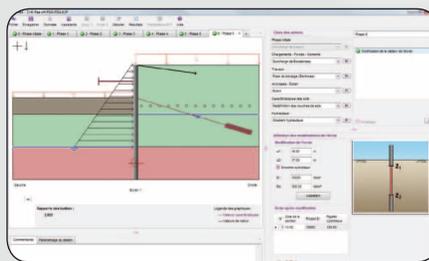
La commercialisation de Talren v5 complète l'offre de logiciels TERRASOL compatibles avec l'Eurocode 7 et ses normes d'application françaises.

À présent, Talren v5, K-Réa v3 et Foxta v3 vous permettent de calculer vos projets en accord avec les dernières réglementations en vigueur.

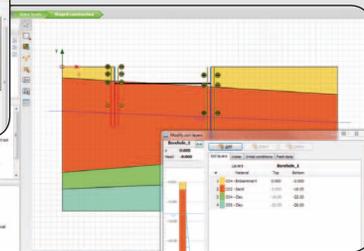
Talren v5

La version Talren v5 est disponible depuis septembre 2013. Vous êtes déjà nombreux à profiter de sa nouvelle interface et de toutes ses nouvelles fonctionnalités : import AutoCad®, contrôle des données saisies, jeux de coefficients partiels EC7...

Une nouvelle phase de développement est d'ores et déjà engagée pour vous proposer encore plus de nouveautés au cours de l'année 2014.



K-Réa v3.1



Plaxis 2D AE

K-Réa v3.1

L'interface du logiciel K-Réa a été mise à jour. Cette nouvelle version (gratuite pour les utilisateurs K-Réa v3) vous permettra de travailler dans un environnement moderne et de bénéficier des dernières évolutions de ce logiciel : contrôle des données en temps réel et assistant d'impression sont des exemples des nouvelles fonctionnalités offertes par cette nouvelle version.



18^{ème} Congrès International de Mécanique de Sol et de Géotechnique
Paris, septembre 2013



3^{ème} Conférence Maghrébine en Ingénierie Géotechnique
Alger, septembre 2013

Logiciels Plaxis

PLAXIS BV fête cette année ses 20 ans ! Une nouvelle version 2D à l'interface innovante sera disponible très prochainement pour célébrer cet anniversaire. PLAXIS 2D AE (Anniversary Edition) propose une interface semblable à celle de PLAXIS 3D et offre une grande flexibilité pour la construction de vos projets.

F. David

Publications et interventions récentes

18^{ème} Congrès International de Mécanique des Sols et de Géotechnique - Paris, septembre 2013

- Prise en compte des effets de bord dans un massif renforcé par inclusions rigides (**F. Cuira** et **B. Simon**)
- Innovations Françaises en Géotechnique : les Projets Nationaux de Recherche (F. Schlosser, C. Plumelle, R. Frank, A. Puech, H. Gonin, F. Rocher-Lacoste, **B. Simon** et C. Bernardini)
- La réutilisation des fondations existantes dans les projets de réhabilitation de constructions anciennes (**A. Guilloux**, **H. Le Bissonnais**, L. Saussac et T. Perini)
- Conception, modélisation et auscultation d'une très grande excavation à Monaco (**A. Guilloux**, M. Porquet, P. De Lavernée, P. Lyonnet et P. Roman)
- General report - Parallel session : ISP6 Pressuremeter test last innovations (**S. Burlon** et **P. Reiffsteck**)
- Application et validation d'abaque pour la classification des sols à partir des résultats pressiométriques (**P. Reiffsteck**, A. Martin et T. Perini)
- Modélisation numérique du comportement d'une colonne de soil-mixing et confrontation à un essai de chargement en vraie grandeur (**F. Cuira**, S. Costa d'Aguiar, A. Grzyb, F. Pellet, J.F. Mosser, A. Guimond-Barrett et A. Le Kouby)
- Comptes rendus du volume V relatifs aux Short Course du TC 211 - Inclusions rigides et Sols renforcés (**F. Cuira** et J. Verstraelen)

3^{ème} Conférence Maghrébine en Ingénierie Géotechnique (3^{ème} CMIG'13) - Alger, novembre 2013

- Confortement du glissement de la route de Stora dans la Wilaya de Skikda (**M. Yahia-Aissa**, **F. Binet**, **P. Brossier** et O. Naimi)
- Effet Marston au droit d'un ouvrage rigide mis en place à la base d'un remblai de grande hauteur (**M. Yahia-Aissa** et **P. Brossier**)

Geotechnics for Sustainable Development - Geotec Hanoi 2013

- Keynote lecture: Management of settlements for an urban tunnel, Toulon, France (**A. Guilloux** et **H. Le Bissonnais**)



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



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



2, rue Mustapha Abdessalem
El Menzech
2037 Tunis - Tunisie

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

Conception, mise en page :
Margot COWBURN, Julie FORGES