

## Edito

Après une année 2010 en léger retrait du fait d'un arrêt brutal de plusieurs gros projets pour raisons socio-politiques, l'année 2011 marque pour Terrasol une reprise très prononcée.

Citons par exemple la LGV Est-Européenne (le chantier du tunnel de Saverne, notamment, a démarré), la LGV Bretagne – Pays de Loire (les reconnaissances sont en cours), mais également des projets de réhabilitation de bâtiments avec réutilisation et renforcement des fondations existantes (Entrepôts Boulevard Mac Donald, îlot de la faculté de Jussieu), ou des missions d'assistance géotechnique auprès de divers acteurs dans le domaine « Oil & Gas », et ce dans diverses régions du globe, de l'Australie jusqu'à l'Amérique Latine en passant par la Russie.

Nous reviendrons sur l'avancement de ces projets dans les prochaines éditions de notre Lettre. Le présent numéro illustre certains des projets qui ont marqué notre 1er semestre 2011, et la diversité de nos interventions : types de projets, régions géographiques, nature des prestations.

L'année 2011 sera également bien remplie pour le Pôle Logiciels : le développement d'AMRetain, logiciel développé pour le compte d'ArcelorMittal, s'est achevé en mai 2011. Et des évolutions majeures de Foxta et de K-Réa seront disponibles à l'automne. Il est à noter qu'AMRetain et K-Réa appliquent la norme NP 94-282 (norme française d'application de l'Eurocode 7 pour les soutènements).

Enfin, l'année 2011 verra aussi l'aboutissement du Projet National ASIRI, dont Bruno SIMON a remarquablement assumé la direction scientifique, et qui se concrétisera par la publication de recommandations synthétisant plus de quatre années de travaux de recherche.

TERRASOL poursuit donc son développement et s'attache comme toujours à répondre aux demandes de ses clients, en anticipant les évolutions stratégiques, techniques et réglementaires de la profession, et en s'appuyant sur une large participation de ses ingénieurs à la communauté scientifique des géotechniciens.

**A. GUILLOUX**  
Président Directeur Général

## Les digues du Petit Rhône

Le SYMADREM (Syndicat mixte d'aménagement des digues du Rhône et de la Mer) a confié en 2009 au groupement TERRASOL / Hydratec la réalisation des études préliminaires et d'avant-projet du renforcement et du décorsetage limité de 18 km de digues en rive gauche du Petit Rhône (à l'aval d'Arles). Le SYMADREM est un syndicat interrégional issu du SIDRHEMER qui fut lui-même créé en 1996 à la suite des inondations de sinistre mémoire en Camargue. Ces études et travaux de renforcement des digues s'inscrivent dans le cadre du volet inondation du « Plan Rhône » qui a pour principe de :

- Réduire les inondations en agissant sur l'aléa,
- Réduire la vulnérabilité en agissant sur les enjeux,
- Savoir mieux vivre avec le risque en développant la connaissance et la culture du risque.

Dans cette optique, le marché confié au groupement TERRASOL / Hydratec consiste en :

- La réalisation des études préliminaires qui ont pour vocation de définir géographiquement les aléas de rupture et d'en quantifier le risque,
- La réalisation des études d'avant-projet de confortement qui doivent définir les parades à mettre en œuvre sur les zones à risque avéré.

La spécificité de ce type de mission est son découpage en phases multiples faisant chacune l'objet d'une validation par un comité d'experts.

- Phase 1 : historique et inspection visuelle, SIG,
- Phase 2 et 3 : reconnaissances systématiques sur les digues et sur les zones de décorsetage pressenties,
- Phase 4 : reconnaissances détaillées,
- Phase 5 : définition des aléas de rupture,
- Phase 6 : rapport EP,
- Phase 7 : dimensionnement AVP des ouvrages de confortement,
- Phase 8 : rapport AVP.

Par rapport aux autres lots confiés à des hydrauliciens, la particularité (voulue) du groupement Terrasol / Hydratec a été de placer l'équipe géotechnique comme pilote du groupement.

Ce « montage » a été unanimement salué par les experts comme un gage de qualité et de technicité dans l'appréhension des modes de rupture des digues.

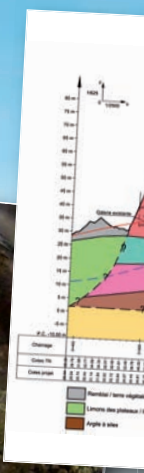
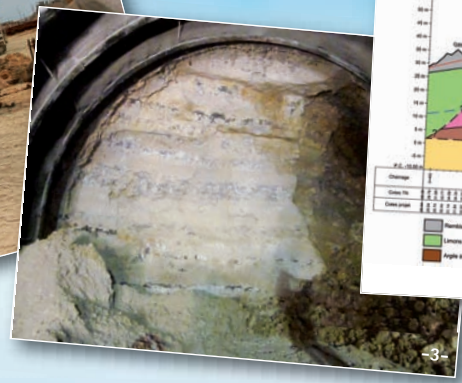
La proximité de Terrasol et d'Hydratec au sein des bâtiments lyonnais du Groupe Setec a permis un travail rapide et en adéquation totale lors des différentes phases.

Les études préliminaires sont en phase finale et les études d'avant-projet vont débiter cet été.

J. Drivet



Le petit Rhône en crue



- 1- A89
- 2- Gabes
- 3- Tunnel Jenner, front de taille
- 4- Tunnel Jenner, profil en long géotechnique
- 5- Tour Majunga, le chantier
- 6- Sheraton Park au Qatar

## Loire

## Gabes, Tunisie



## Central Seine

TERRASOL a emménagé le 27 juin dans ses nouveaux locaux à Paris, près de la Gare de Lyon, et a à cette occasion rejoint les autres implantations parisiennes des sociétés du groupe Setec.  
 Merci de prendre note de nos nouvelles coordonnées :

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

Tél. : +33 (0)1 82 51 52 00  
 Fax : +33 (0)1 82 51 52 99  
 Email : info@terrasol.com

### A89 Balbigny/Viollay

L'A89, dans sa section entre Balbigny et le tunnel du Viollay, est en chantier depuis 2009.

Dans le cadre de la réalisation de ces 14,5 km d'autoroute, comportant 3 viaducs et 15 ouvrages d'art courants, TERRASOL, après avoir réalisé la partie géotechnique des études APD, PRO et DCE, assure l'assistance géotechnique en phase chantier auprès de Setec TPI, Maître d'œuvre des terrassements et OAC, et Assistant Maître d'ouvrage pour les viaducs attribués en conception/réalisation.

A l'heure actuelle, malgré un hiver riche en intempéries, les terrassements sont presque terminés, les ouvrages d'art courants également et 5 hourdis des viaducs sur 6 sont réalisés.

Le contexte géologique, essentiellement composé de roches volcaniques très tectonisées, a imposé quelques adaptations mineures en phase chantier pour tenir compte de l'état d'altération et de fracturation du substratum pouvant varier significativement sur des distances très courtes. Il a, par exemple, été nécessaire de reconstituer le talus sous une culée perchée d'OAC qui présentait une altération erratique compromettant la stabilité de l'ouvrage.

Ces adaptations ont été faites très rapidement, en concertation avec le groupement d'entreprises et le Maître d'œuvre, afin de ne pas pénaliser le planning, et la réactivité de TERRASOL y a contribué.

A-L. Fauroux  
 J. Drivet

### Dépôt de stockage

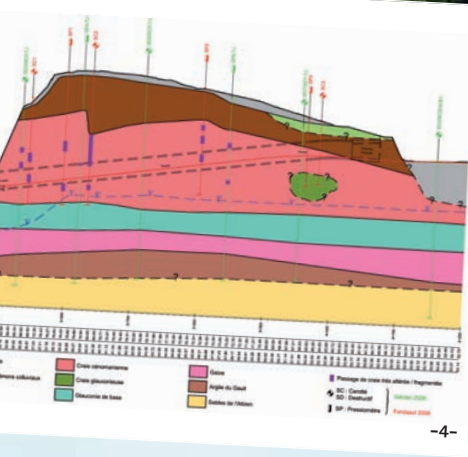
Dans le cadre de la construction d'un nouveau dépôt de stockage d'hydrocarbures liquéfiés à Gabes (Tunisie), TERRASOL, en collaboration avec TERRASOL TUNISIE, a été mandatée par ENTREPOSE CONTRACTING afin de réaliser les études d'exécution de 6 sphères de stockage de capacité unitaire 4000 m3, et notamment le dimensionnement des fondations. Ces sphères sont protégées par un sarcophage béton armé rempli de sable. Pour chaque sphère, l'ensemble de poids total 10500 tonnes environ, repose sur un radier annulaire général de 24 m de diamètre extérieur, pour lequel des contraintes de tassement admissible très strictes sont imposées (tassement absolu maximum : 15 mm).

Les reconnaissances géotechniques ont mis en évidence une succession de niveaux sableux puis argileux avec 3 couches repères : sables fins lâches en limite de liquéfiabilité entre 5 et 10 m, sables fins à moyens très compacts de 10 à 22 m, argile raide à nodules de gypse au-delà de 24 m. Les sondages ont identifié de nombreux niveaux décomprimés et passages compressibles au sein de cette argile, correspondant à des poches de dissolution de gypse.

Cet aléa majeur ainsi que la sensibilité de la structure aux tassements nous ont conduit à une réflexion appuyée concernant le principe de fondation à adopter. Nous nous sommes ainsi orientés vers une solution de fondation mixte sur radier et pieux courts ancrés dans les sables fins compacts. Chaque sphère sera ainsi fondée sur 150 pieux de 0.6 m de diamètre et 13 m de longueur. La technique d'exécution retenue, disponible localement, est la technique CFA (Continuous Flight Auger), équivalente à la tarière creuse type II.

Les travaux de fondation, suivis sur site par TERRASOL TUNISIE, ont débuté en Mars 2011, avec une cadence d'exécution moyenne de 10 à 12 pieux par jour.

M. Reboul  
 H. Le Bissonnais



## Le Havre

### Tunnel Jenner

Le Tunnel Jenner est un ouvrage souterrain à deux voies de 535 ml pour le premier tramway de l'agglomération havraise reliant la basse ville du Havre à la place Jenner de la ville haute. Il est parallèle et assez proche du tunnel routier existant.

La couverture en voûte du tunnel varie entre 35 m et 6 m, pour une section excavée de 60 m<sup>2</sup> environ.

Le tunnel est excavé en méthode traditionnelle à l'aide d'une machine à attaque ponctuelle, équipée d'une fraise de plusieurs tonnes : le creusement a démarré fin janvier 2011 et doit se terminer fin 2011.

Spie Batignolles a mandaté **TERRASOL** pour réaliser une étude géologique complémentaire, et pour effectuer le suivi géologique du creusement du tunnel.

La principale problématique de ce chantier de creusement est la mise en place de profils de soutènement lourds (cintres, béton projeté, voûte parapluie et boulons de front, et localement contre-cintre en radier) répondant à des conditions géologiques défavorables (zones karstiques ou altérées) prévues sur une grande partie du tracé alors que l'on peut supposer que le faciès traversé est en grande partie de la craie compacte assimilée à une roche.

En effet, le tunnel est implanté au droit d'un plateau creusé dans la craie du Cénomaniens, recouverte sur une épaisseur décimétrique par les argiles à silex et localement les limons des plateaux. Le début du creusement a confirmé la présence de craie majoritairement saine, avec néanmoins la présence de karsts de taille limitée nécessitant un présoutènement de type « forepolling ».

L. Casasola

## La Défense

### Tour Majunga

Le chantier de la Tour Majunga, dans le quartier de La Défense, a démarré. Sur ce qui semble être la dernière parcelle libre au milieu des immeubles et des tours, les équipes d'Eiffage Construction et de Botte Fondations s'activent : jet-grouting, injections, pieux berlinois et parisiens...

Les problématiques sont en effet variées sur ce projet, que Terrasol suit aux côtés de Setec tpi, depuis plus de 4 ans. Les études ont permis d'aborder des sujets aussi variés que les anciennes carrières de Calcaire Grossier situées sous la parcelle, le soutènement périmétrique de la fouille, la fondation sur radier de la tour, et les impacts sur les avoisinants.

En particulier, **TERRASOL** a choisi d'utiliser le logiciel Tasplaq pour estimer les tassements engendrés par l'ouvrage. Ceux-ci ont été estimés à 9 cm environ sous le noyau, 50 ans après la mise en service.

L'étude de niveau G3 de ces mêmes tassements, réalisée par Fugro à l'aide du logiciel Plaxis 3D, a permis de confronter avec succès les deux approches.

**TERRASOL** assure aujourd'hui la supervision géotechnique de ces travaux (mission G4), y compris le contrôle extérieur des études d'exécution (visa).

Pour le moment, tout se passe encore sous la surface, les terrassements n'ont pas commencé. Une auscultation est prévue, qui sera riche d'enseignements. Nous ne manquerons pas de vous en faire part dans un prochain numéro !

C. Lefèvre

## Doha, Qatar

### Projet Sheraton Park

Dans le cadre du projet de construction d'un parking souterrain (2000 places de stationnement) et d'un parc paysager sur 73000 m<sup>2</sup> devant l'hôtel Sheraton de Doha, la Direction Conception Etude de Structures de VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS a missionné **TERRASOL** pour examiner une solution de fondation de type radier ancré par micropieux. Plus précisément, l'étude, basée sur une modélisation numérique (PLAXIS 2D) visait à déterminer les efforts dans les micropieux destinés à reprendre la pression hydrostatique (tension piles) en tenant compte des phénomènes de retrait dans le béton du radier.

Le radier de l'ouvrage est placé dans des formations calcaires compactes, environ 20 m sous le niveau du terrain naturel et 15 m sous le niveau de la nappe.

Les modélisations sur plusieurs profils 2D ont permis de valider la faisabilité de la solution micropieux ; elles ont également permis d'affiner les conditions de mise en œuvre d'une telle solution sur les points suivants :

- Adaptation du maillage des micropieux en fonction de leur localisation,
- Section d'acier minimale des micropieux,
- Dispositif de connexion radier - micropieux

K. V. Nguyen  
P. Chalivat

# Pôle Logiciels

## Compatibilité 64bits

Talren 4, K-Rea et Straticad sont désormais disponibles pour les systèmes 64bits (Windows® XP/ Vista / 7).  
Nota : les clés monopostes Talren 4 doivent être échangées pour permettre la compatibilité 32/64 bits.

## Foxta v3

Le développement de cette nouvelle version particulièrement conviviale est presque achevé. La phase de beta-tests est en cours (juin-août 2011). N'hésitez pas à nous contacter pour y participer ([logiciels@terrasol.com](mailto:logiciels@terrasol.com))

Une journée d'information/démonstration consacrée à Foxta v3 sera organisée à l'automne 2011, lors de la commercialisation de cette version.

## Logiciel AMRetain

TERRASOL a développé pour le compte d'ArcelorMittal le logiciel AMRetain, permettant la vérification des rideaux constitués de palplanches ArcelorMittal (simples ou doubles, autostables ou ancrés). Ce logiciel intègre notamment 3 vérifications selon la norme française NF P 94-282 : défaut de butée, équilibre vertical et Kranz. Ces fonctionnalités seront également disponibles dans notre logiciel commercial K-Rea d'ici quelques mois.

## DERNIÈRES VERSIONS DES LOGICIELS



Talren 4 v2.0.4



Straticad v1.2



Foxta v2.0.2



K-Rea v2.4.0



Plaxis 2D 2010.01



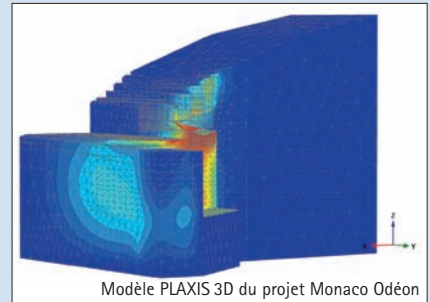
Tunren v1.05



Plaxis 3D 2010.02

## Les logiciels Plaxis

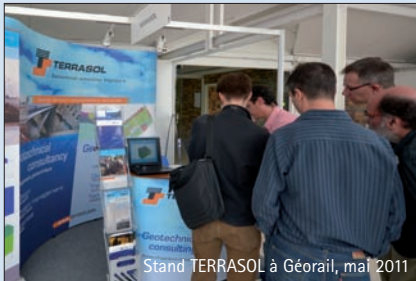
- PLAXIS 3D 2010 est disponible depuis quelques mois. Nous sommes à votre disposition si vous souhaitez en savoir plus sur ce nouveau logiciel en « vrai » 3D.



Modèle PLAXIS 3D du projet Monaco Odéon

- La session annuelle de formation PLAXIS 2D aura lieu à Paris (La Défense) du 22 au 25 novembre 2011. Nouveau : la session principale (3 jours) est précédée d'une demi-journée d'initiation pour les utilisateurs qui le souhaitent.

## Événements



Stand TERRASOL à Géorail, mai 2011

### Conférences :

Après Géorail (Paris, mai 2011) et SolScope (Beaune, juin 2011), Terrasol disposera d'un stand lors du prochain Congrès Européen de Mécanique des Sols et de Géotechnique à Athènes, du 12 au 15 septembre 2011. De plus, TERRASOL sera représentée par TERRASOL TUNISIE lors du Congrès Régional Africain (Maputo, juillet 2011).

### Formations :

Les prochaines formations de groupe programmées sont les suivantes :

- Formation Talren 4 le 6 Octobre 2011 à Paris
- Formation Plaxis 2D du 22 au 25 Novembre 2011 à Paris

## Publications récentes

- Gestion de l'aléa karstique sur les ouvrages en terre de la ligne ferroviaire Gautrain en Afrique du Sud (A. Guilloux et A. Bergère) – Symposium International Georail 2011 – Paris, Mai 2011
- Déformations excessives d'une plateforme ferroviaire suite à une saturation du corps de remblai (A. Guilloux et A. Bergère) – Symposium International Georail 2011 – Paris, Mai 2011
- Optimisation des plateformes de tramway à partir d'une modélisation tridimensionnelle en éléments finis (H. Le Bissonnais et M. Reboul) – Symposium International Georail 2011 – Paris, Mai 2011
- Retour d'expérience sur les études et le creusement du tunnel de Chavane – Terrassement et excavation dans les marnes gonflantes (P. Legrand, C. Lefèvre et S. Curtil) – Symposium International Georail 2011 – Paris, Mai 2011
- South Toulon Tunnel : Analysis of an instrumented section (JP. Janin, D. Dias, R. Kastner, F. Emeriault, A. Guilloux et H. Le Bissonnais) – Symposium TC28 IS Roma – Rome, Mai 2011
- Settlement monitoring and tunneling process adaptation – case of South Toulon Tunnel (JP. Janin, D. Dias, R. Kastner, F. Emeriault, A. Guilloux et H. Le Bissonnais) – Symposium TC28 IS Roma – Rome, Mai 2011



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

Tél. : +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

Tél. : + 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 Abdessalem  
El Menzeh  
2037 Tunis – Tunisie

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