

Edito

Après une année 2009 durant laquelle nous n'avons guère vu passer la crise, l'année 2010 se présente pour **TERRASOL** avec un niveau d'activité qui reste dans la lignée des années précédentes, même si le ralentissement économique conduit à décaler certains grands investissements d'infrastructures.

Cette édition de notre Lettre **TERRASOL** présente des projets variés à tous points de vue : zones géographiques, clients, domaines géotechniques, types et volumes de prestations, avancement des projets... une bonne illustration du fait que **TERRASOL** a su diversifier ses activités, et propose des réponses adaptées aux demandes spécifiques de ses différents clients.

Vous découvrirez ainsi au fil de ce numéro un résumé de nos interventions pour :

- le tunnel de la Croix Rousse à Lyon, dans un contexte urbain très délicat : les fameuses balmes lyonnaises restent marquées dans l'esprit des géotechniciens par les accidents géologiques auxquels elles ont eu à faire face dans l'histoire
- les travaux préparatoires de la centrale EPR de Flamanville, excavations rocheuses profondes sous le niveau de la mer, maintenant achevées
- des études d'optimisation de plateformes de tramways par modélisation numérique
- dans le domaine environnemental : le projet Taparura à Sfax en Tunisie, suivi par notre antenne **TERRASOL Tunisie**, et la maîtrise d'œuvre des travaux de réhabilitation des dépôts de stériles de la Mine d'Ouche
- différents Comités Techniques "Tunnels".

D'autre part, cette Lettre **TERRASOL** "nouvelle formule" reprend la charte graphique de notre nouveau site Internet (www.terrasol.com), dont nous espérons qu'il est à l'image de l'entreprise.

Enfin, notre démarche Développement Durable se poursuit, avec la publication de notre bilan carbone 2008, qui constitue une étape importante par la référence qu'elle nous fournit : nous serons dorénavant en mesure d'évaluer l'efficacité des mesures que nous mettons en place pour une activité plus soucieuse de notre environnement.

A. Guilloux
Président Directeur Général

Lyon : le tunnel de Croix Rousse

Le tunnel de Croix Rousse est un ouvrage urbain d'infrastructure monotube d'une longueur de 1753m permettant de relier le côté Saône au côté Rhône de la colline de Croix Rousse (Lyon). Cet ouvrage reçoit un transit journalier de plus de 25000 véhicules/jour dans chaque sens.

Sa vétusté et les problèmes de sécurité en découlant ont conduit la Communauté Urbaine de Lyon (gestionnaire de l'ouvrage), à lancer une opération de « rénovation lourde » dont l'aboutissement, prévu en Février 2014, devra avoir permis :

- De rénover le tube existant en le mettant aux normes de sécurité (ventilation, niches, etc...)
- De construire un deuxième tube parallèle dédié aux modes doux (bus, cycles et piétons) faisant office, si besoin, de tube de sécurité (intertubes)
- De mettre en place un nouveau système d'information commun à tous les tunnels du Grand Lyon

Début 2009, c'est le groupement **CAMPENON BERNARD** (Génie Civil), **CEGELEC** (Equipements), **SETEC** (Conception), **STRATES** (Architecte), qui a été retenu pour assurer la conception / réalisation de ce projet de grande ampleur.

Sur cette opération, **TERRASOL** assure la partie géotechnique de tout le projet dans le cadre du Lot 3 : Conception qui, avec le lot 4 : Architecture, constitue la cellule de Maîtrise d'œuvre intégrée. L'enchaînement des tâches dévolues à la Maîtrise d'œuvre intégrée consiste à :

- Réaliser les études AVP durant la phase d'appel d'offres
- Réaliser les études PRO
- Assurer le contrôle externe des études d'exécution produites par le lot Génie Civil

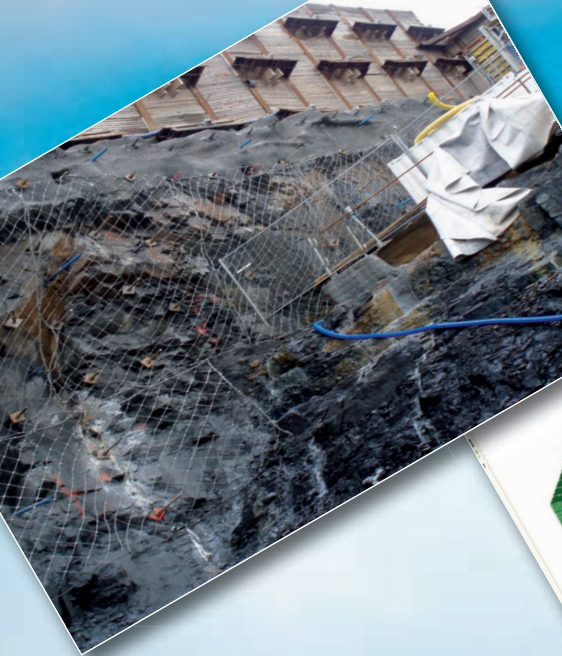
Une des spécificités du tunnel de Croix Rousse est la complexité de ses ouvrages de têtes implantés dans des versants en limite de stabilité et, de surcroît, urbanisés (Balmes lyonnaises).

La réalisation de ces ouvrages nécessite des terrassements importants avec la prise en compte, tant en phases conception qu'exécution, de limitations drastiques des déplacements afin de garantir l'absence d'impact de ces travaux sur le bâti existant. Une autre spécificité est la présence, côté Rhône, d'un réseau important de galeries souterraines existantes (« arrêtes de poisson ») dont il a fallu intégrer l'impact sur les ouvrages projetés.

Les travaux, débutés en mars 2010, devraient se poursuivre jusqu'en février 2013.

J.Drivet





Excavations rocheuses

EPR Flamanville (50)

EDF a lancé en 2006 la construction de l'EPR sur le site de Flamanville (50). **TERRASOL** est intervenu dans le cadre d'une mission G3 concernant les travaux préparatoires de terrassement et de soutènement. Il s'agissait plus particulièrement de :

- talus de déblais cloués/boulonnés exécutés dans un contexte rocheux très fracturé, voire altéré
- gabions de palplanches
- parois berlinoises tirantées
- soutènements traditionnels butonnés

Ces ouvrages sont situés pour partie sous le niveau de la mer.

D'un point de vue géologique, le projet est localisé à la périphérie du batholithe granitique de Flamanville et empiète dans des cornéennes, terrains fortement métamorphisés, caractérisés par une très forte abrasivité.

Le suivi géologique lors des terrassements a permis d'optimiser les renforcements de talus et les dispositifs de drainage en fonction de la fracturation constatée mais également d'adapter les techniques.

Certains ouvrages sensibles ont fait l'objet d'une surveillance renforcée avec définition de seuils de déformations et interprétation des résultats de l'auscultation.

P. Chalivat

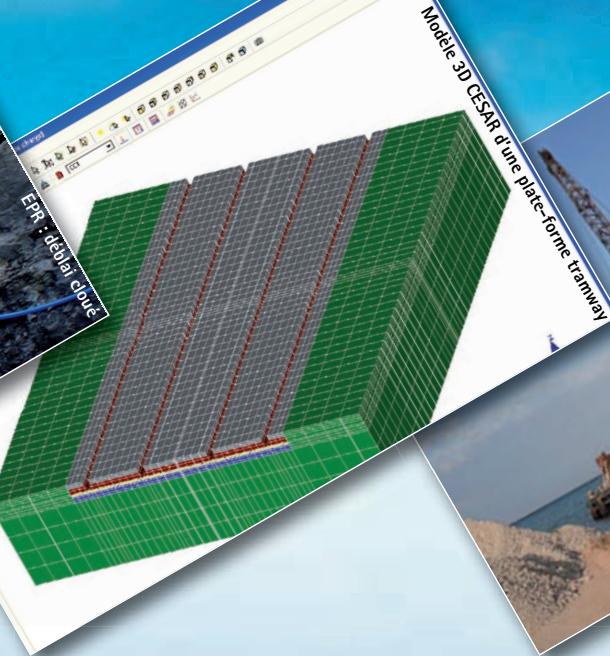


Plate-formes tramway

Calculs 3D

Dans le cadre de plusieurs projets de nouvelles lignes de tramway, en France (tramway d'Angers, Tram Train de la Réunion) ou à l'étranger (tramway de Rabat – Salé au Maroc, tramway de Lusail au Qatar), **TERRASOL** est sollicitée dans le but de valider et optimiser les dispositions prévues pour la fondation de la plate-forme (chaussée, sol d'assise...).

L'étude consiste généralement en la réalisation d'un modèle Eléments Finis 3D (logiciel CESAR) permettant de modéliser le sol d'assise, les différents éléments constitutifs de la plate-forme du tramway (couche de fondation, béton de calage, blochets, rails), le chargement de la chaussée par chacune des roues d'un bogie, et de tenir compte de différents comportements entre les éléments de chaussée (contact adhérent ou glissant).

Les contraintes de calculs obtenues dans les différentes structures de la chaussée sont ensuite comparées aux contraintes admissibles estimées selon les recommandations du SETRA pour les structures de chaussées routières en béton de ciment, prenant en compte un phénomène de fatigue.

Ces calculs permettent ainsi d'optimiser au centimètre près les épaisseurs et donc d'aboutir à des économies très significatives.

H. Le Bissonais



Dépollution

Plage de Sfax (Tunisie)

Le projet de dépollution des côtes nord de la ville de Sfax est une promesse enfin exaucée. Après quatre décennies de pollution intense et la fermeture de l'ancienne usine NPK de fabrication d'acide phosphorique, la côte a hérité d'un stock de phosphogypse répandu sur la plage et en mer.

Le projet de dépollution et de réhabilitation de ces côtes, de 140.5 millions de dinars (72.5 millions d'euros) a débuté mi-2006 et s'est achevé mi-2009 (soit environ 28 mois).

Il a comporté :

- excavation sous l'eau de 445000 m³ de sols pollués (épaisseur variant de 0.2m à moins de 1m) par des pelles mécaniques portées sur des barges, dont le godet est asservi par un système de positionnement automatique
- excavation et transport de la plaque de phosphogypse 1247000 m³, remodelage et couverture du dépôt initial de phosphogypse : 787166 m³
- dragage et mise en place de 6.75 millions de m³ de sable hydraulique. Soit une surface de terrain gagnée sur la mer de près de 420 ha.

Le système d'isolement du dépôt final est constitué par 2636 ml d'écran de paroi étanche (bentonite-ciment) ancrée à environ 10 m de profondeur et équipée d'une feuille de PHD type Agrulock.

TERRASOL Tunisie, a accompli deux missions dans ce projet :

- position d'expert national géotechnique dans l'équipe de supervision (mission attribuée à ROYAL HASKONING et IDC).
- conseil pour l'étude de l'aptitude géotechnique des terrains en vue d'orienter le plan d'aménagement selon le type de fondation et possibilité de sous-sols : prescription et suivi d'une reconnaissance géotechnique, définition du nombre d'étages et de sous sols.

K. Zaghouani

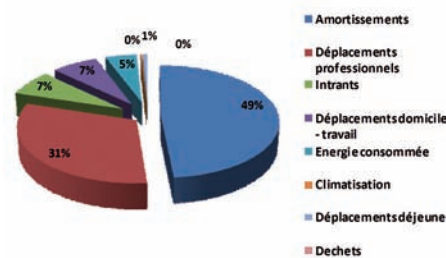


BILAN CARBONE®



Le groupe SETEC a établi fin 2009 un premier Bilan Carbone® de référence pour l'ensemble de ses sociétés, portant sur l'année 2008.

Celui effectué pour TERRASOL a conclu à l'émission de 79 tonnes équivalent Carbone, avec la répartition suivante :



Les postes les plus importants sont :

- les amortissements (locaux, matériel informatique, etc) : de par notre activité de bureau d'études, chaque collaborateur dispose d'un espace de travail dédié, et nous avons besoin de nombreux postes informatiques (nous pratiquons toutefois déjà le recyclage systématique)
- les déplacements professionnels : TERRASOL privilégie le train pour les déplacements en France lorsque c'est possible, mais nous travaillons également à l'étranger, et les émissions liées à l'aviation représentent donc 72 % de ce poste

Les conclusions tirées de ce premier bilan vont nous permettre de réduire nos émissions à l'avenir, notamment au travers des premières mesures suivantes : optimisation des locaux, optimisation des cycles de vie de nos matériels et intensification du recyclage, installation d'une salle de visioconférence pour limiter les déplacements lointains.

V. Bernhardt / H. Le Bissonnais

Ouvrages souterrains

Comités techniques

Fréquemment, pour les grands projets d'ouvrages souterrains, les acteurs des chantiers mettent en place des comités techniques ou comités d'experts chargés de suivre, avec un regard externe, le déroulement des chantiers. Ces comités sont mis en place, soit par l'une des parties, maître d'ouvrage, maître d'œuvre ou groupement d'entreprises, soit conjointement par plusieurs de ces parties.

C'est ainsi que j'ai été sollicité, au cours des dernières années, pour participer à plusieurs de tels comités :

- métro de Toulouse ligne B
- tunnels routiers du Lioran et de Bois de Peu
- tunnel ferroviaire de Hallandsås - Suède
- descenderie de La Praz - LTF
- tunnel Nord de la Croix Rousse à Lyon
- tunnel sous-fluvial d'Oullins sur la ligne B du métro de Lyon
- tunnels de La Bussière et Chalosset sur l'A 89
- métro du Caire - Egypte

Le rôle de ces comités est d'assister les responsables des chantiers sur les grandes options prises en termes de méthodes et de conception, et sur les éventuelles difficultés rencontrées lors des travaux. Et ce avec une vision détachée du quotidien du chantier, permettant ainsi un plus grand recul, et par des ingénieurs ayant déjà eu l'occasion d'être confrontés à de multiples projets dans des contextes très variés, et donc capables de faire bénéficier de nombreux retours d'expérience.

Un rôle qui semble apporter une réelle plus value, puisque ces comités tendent à se multiplier.

A. Guilloux

Mines d'Ouche

Mise en sécurité des mines à Massiac (15)

La mine d'antimoine d'Ouche, proche de Massiac, a été exploitée de façon très irrégulière depuis le début du 19^{ème} siècle avant de cesser toute activité en 1967. Il s'agit aujourd'hui d'un site pollué à responsable défaillant dont les résidus de traitement du minerai constituent une source potentielle de pollution en arsenic et antimoine. Des risques d'instabilité des talus sont également à craindre sur le site.

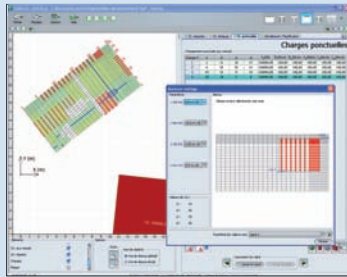
Face à cette problématique, l'ADEME a mandaté TERRASOL pour assurer une mission de maîtrise d'œuvre études et travaux garantissant la stabilisation pérenne des talus de stockage des résidus arsénisés de la laverie. L'objectif recherché est la suppression des risques pour l'environnement et la sécurité publique, notamment par érosion des dépôts pollués et relargage de produits polluants par lixiviation. Des analyses des conditions d'écoulement des eaux provenant de l'amont du site, ainsi que du risque d'érosion régressive des talus par le ruisseau de Bussac, ont permis de définir les principes de terrassement et de protection contre l'érosion.

Les travaux seront engagés sur site au cours de l'année 2010. Des aménagements hydrauliques temporaires pour éviter les entraînements de polluants en association à une surveillance stricte de la qualité des eaux du ruisseau bordant le site permettront la maîtrise des impacts du chantier sur l'environnement.

C. Lefèvre / S. Curtil

PÔLE LOGICIELS

Foxta v3



La nouvelle version du logiciel **Foxta**, **Foxta v3**, qui intégrera une nouvelle interface utilisateurs et de nouveaux moteurs de calcul (notamment **Tasplaq**, **Taspie+** et **Piecoef+**) est en cours de développement.

Nous envisageons comme d'habitude une phase de beta-tests auprès d'utilisateurs volontaires. Si vous souhaitez participer à ces tests (que vous soyez ou non utilisateurs de **Foxta v2**), merci de nous contacter.

Vidéos de démonstration

2 nouvelles vidéos sont à votre disposition sur notre site Internet www.terrasol.com (pour visualisation en ligne, ou téléchargement) :

- Une vidéo **K-Rea** (en français et en anglais)
- Une vidéo **Talren** (en anglais)

JNGG 2010 à Grenoble

TERRASOL disposera d'un stand lors des prochaines Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, du 7 au 9 juillet 2010 à Grenoble.

DERNIÈRES VERSIONS DES LOGICIELS



Talren 4 v2.0.3



Straticad v1.13b



Foxta v2.0.2



Plaxis 2D v9.02



K-Rea v2.4.0



Plaxis 3DT v2.4

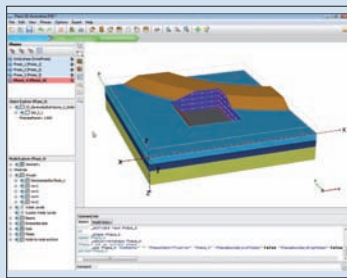


Tunren v1.05



Plaxis 3DF v2.2

Les logiciels Plaxis



- **Plaxis 2D 2010**, nouvelle version de **Plaxis 2D**, sera disponible courant 2010. Les utilisateurs **Plaxis v9**, déjà abonnés VIP, en bénéficieront automatiquement. Une dernière offre de mise à jour sera prochainement proposée aux utilisateurs Plaxis v8
- Le nouveau logiciel **Plaxis 3D** sera commercialisé courant 2010. Une journée de lancement, ouverte à tous, sera organisée en septembre 2010
- La session annuelle de formation **Plaxis 2D** aura lieu à Paris (La Défense) du 17 au 19 novembre 2010

Nouveau site internet

Après avoir rénové ses locaux de Montreuil en 2009, **TERRASOL** a mis en ligne début 2010 une nouvelle version de son site Internet www.terrasol.com !



PUBLICATIONS RECENTES

- Les études géotechniques et les fondations (F. Schlosser, **A. Guilloux**) – Revue Travaux 868, N° spécial Viaduc de Millau, Janvier 2010
- Full-scale experiments of pile-supported earth platform under a concrete floor slab and an embankment (**B. Simon** et L. Briançon) – Symposium on New Techniques for Design and Construction on Soft Clays – Brésil, Mai 2010
- Traitement de grands déblais et déblais sur la section Larbatache – Lakhdaria de l'autoroute Est-Ouest (Algérie) (L. Zhuo, J. Yuan, M. Zermani, P. Brossier, **M. Yahia-Aissa** et **N. Li**) – Revue Travaux 872, Juin 2010
- Pile-supported earth platforms: two approaches with physical models (**B. Simon**, L. Thorel, J.C. Dupla, G. Rault, J. Canou, G. Baudouin et A.Q. Dinh) – 7th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics – Zurich, Juin et Juillet 2010
- Une méthode simplifiée pour le calcul des semelles sur sol renforcé par inclusions rigides (**B. Simon**) – JNGG'10 – Grenoble, Juillet 2010
- Dimensionnement de fondations mixtes sur pieux battus pour une centrale électrique à gaz en Tunisie (**A.-L. Fauroux** et **J. Drivet**) – JNGG'10 – Grenoble, Juillet 2010



Immeuble Hélios
72, avenue Pasteur
93108 Montreuil Cedex – France

Tél. : + 33 (0)1 49 88 24 42
Fax : + 33 (0)1 49 88 06 66
Email : 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



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