

orb^ow

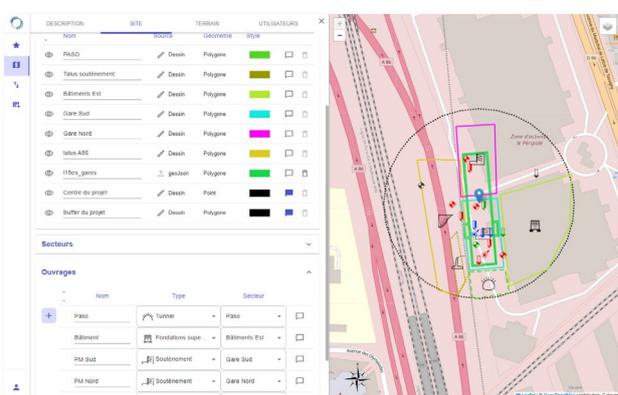
un véritable système d'exploitation dédié à la géotechnique

En parallèle de son activité principale en ingénierie géotechnique, Terrasol est, depuis plus de 30 ans, vecteur d'innovation et d'expertise via notamment ses logiciels. Conçus pour nos besoins internes, porteurs de nos méthodes de calcul, de travail ainsi que de notre vision en tant que concepteur d'ouvrages géotechniques, ils bénéficient des retours d'expérience quotidiens de nos 80 ingénieurs spécialisés en géotechnique et de ceux de la profession. Ce modèle nous engage à enrichir toujours davantage notre offre de solutions.

C'est dans cet esprit que Terrasol s'est investi dans un ambitieux projet de développement d'une plateforme web de travail collaboratif, **orb^ow**, destinée à couvrir l'ensemble des tâches qui font le quotidien des géotechniciens : du géoréférencement des projets jusqu'aux calculs de dimensionnement en passant par l'exploitation et la valorisation des données de reconnaissance des sols. **orb^ow**, c'est notre réponse aux défis de la transition numérique en géotechnique. **orb^ow**, c'est une solution logicielle qui va bien au-delà de la seule question du stockage et de la gestion de données de reconnaissance de sol.

Le besoin premier est celui de la capitalisation sur les données des projets. En interne, nous sommes depuis longtemps utilisateurs de SIG (système d'information géographique) et développeurs d'une multitude d'outils, dont des outils d'analyse statistiques, de visualisation, d'automatisation. Ils interviennent

naturellement dans le processus de travail de nos ingénieurs, sur les projets de toutes tailles que nous sommes amenés à traiter. **orb^ow** intègre aujourd'hui ce type d'outils pour créer un flux de travail naturel, rationnel et performant. Vous aurez la possibilité



de rentrer directement les informations projet (localisation, sectorisation, types d'ouvrages...), d'importer les reconnaissances de sol disponibles (sondages, essais in situ, essais en laboratoire...), de rechercher des données sur les projets à proximité, de renseigner les interprétations et d'accéder facilement à celles réalisées par vos collègues.

Mais la force de cette nouvelle plateforme est de relier directement et sans effort les données aux dimensionnements, à l'aide d'applications tirées de nos logiciels dédiés aux fondations, soutènements, stabilité des pentes, etc. Ces applications utilisent les mêmes moteurs que nos logiciels historiques, validés scientifiquement et éprouvés sur le long terme.

orb^ow, c'est enfin l'accès à une grande bibliothèque de tableaux de Terrasol réservés jusque-là à notre usage interne et à présent portés sur le web. L'avantage du web, justement, est de pouvoir rendre ces outils accessibles de n'importe où via un navigateur, et de faciliter le travail en équipe : vous pourrez créer des projets et y « inviter » vos collègues, vos clients ou vos partenaires. Pour autant, le fonctionnement

Édito

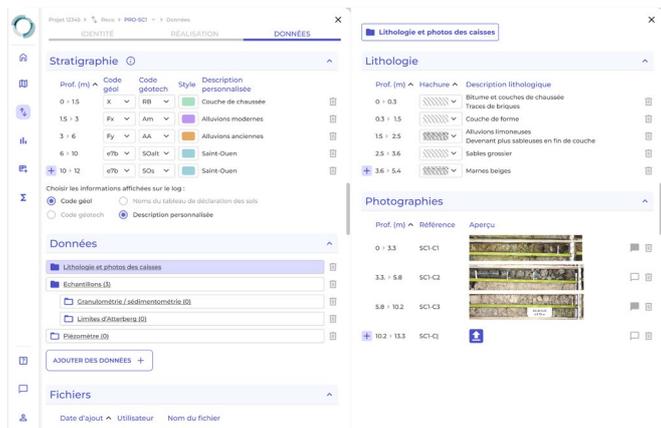
L'année 2022, sur la lancée de l'année 2021, confirme un niveau d'activité très soutenu pour Terrasol, en France et à l'international, que ce soit sur des projets de grandes infrastructures de transport (métros, lignes ferroviaires, routes), des projets portuaires, dans le domaine du bâtiment, ou encore dans le secteur de l'énergie (nucléaire, hydroélectrique, etc.).

Comme annoncé en début d'année 2022, cette année est également pour nous celle d'investissements forts sur plusieurs axes stratégiques : la transition numérique, avec en particulier le développement et la mise à disposition très bientôt de notre plateforme **orb^ow** (cf ci-contre) ; le développement international (en accompagnement du groupe, et au travers de notre activité géotechnique pour des clients directs) ; et enfin le déploiement d'actions en lien avec le dérèglement climatique (actions de formation, contribution aux réflexions de la communauté géotechnique - CFMS, Syntec Ingénierie, etc. -), développement d'un outil d'évaluation des émissions Carbone des ouvrages géotechniques), et plus généralement avec l'engagement Ingénieurs & Citoyens de l'ensemble du groupe Setec.

Ces investissements portent d'ores et déjà leurs fruits, et nous continuerons de vous informer de leurs résultats concrets dans les prochains mois.

A très bientôt,

Valérie Bernhardt



par organisation permet de garantir le parfait cloisonnement des données entreprise par entreprise. La sécurité et la confidentialité des données est d'ailleurs un engagement fondamental de terrasol contracté envers nos utilisateurs.

Actuellement en usage interne, **orb^ow** sera mis à disposition de nos clients d'ici fin 2022. N'hésitez pas à nous contacter pour en savoir plus.

G. Chapron et F. Cuiru

RTE MESIL : fin de parcours pour le tunnelier Ambre

Saint-Denis, France



Crédit photo : @Setec TPI

Après un an et 2400 ml excavés sous les quais de la Seine, le tunnelier Ambre du projet RTE MESIL (Mise en Souterrain d'Initiative Locale) est arrivé à bon port le 31 mai dernier dans le puits de sortie de la Briche. Cette galerie de 3 m de diamètre utile pour 3,9 m excavé permettra la mise en souterrain de quatre lignes électriques Haute Tension actuellement aériennes, localisées sur les communes de Saint Denis, Villeneuve-la-Garenne et sur l'île Saint-Denis, avec pour objectif de libérer des terrains pour le futur village olympique de Paris 2024.

Parti d'un puits en parois moulées de forme elliptique de 49 m de profondeur, le tunnel a été creusé à l'aide d'un tunnelier à pression de boue, principalement dans les Marnes et Caillasses, et localement dans les Sables de Beauchamp, sous forte charge d'eau (3,8 bars au maximum).

Terrasol et Setec TPI ont assuré la Maîtrise d'œuvre intégrée de ce projet (conception des ouvrages et suivi des travaux) dans le cadre d'un marché en Conception Réalisation au sein d'un groupement Spie Batignolles GC (mandataire), Spie Batignolles Fondations et Spac.

M. Cahn, F. Asselborn, G. Chapron et H. Le Bissonnais

Barrage de Cahora Bassa

Mozambique

Le barrage de Cahora Bassa au Mozambique est un barrage voûte de 171 m de hauteur construit dans les gorges du Zambèze à partir de 1969, et mis en service en 1979. La centrale souterraine construite en rive droite à l'aval du barrage est constituée de 5 groupes pour une puissance installée de 2000 MW, ce qui en fait la deuxième plus puissante d'Afrique après celle d'Assouan.

La voie d'accès à la centrale souterraine borde les hautes falaises qui forment les gorges du Zambèze. Elle est donc soumise en permanence au risque gravitaire lié à l'altération en « boules » typique des matériaux granitiques. Afin de sécuriser cet accès et d'anticiper le projet de construction d'une deuxième centrale en rive gauche, HCB, exploitant du barrage, a lancé une opération lourde de sécurisation des falaises en rive droite (environ 400 m de longueur cumulée pour une hauteur de l'ordre de 100 à 120 m).

Terrasol a assisté (en collaboration avec le pôle falaise d'Hydrogéotechnique) l'entreprise Hydrokarst en phase d'appel d'offres. Hydrokarst s'est vu attribué le chantier pour un montant de 13 M€, et nous avons donc continué de les accompagner en études et suivi d'exécution, toujours en groupement avec Hydrogéotechnique.

Certaines masses sont sécurisées par la réalisation de butées de pied en béton armé coulé en place : nous avons étudié les conditions d'ancrage et de ferrailage de ces dispositifs singuliers. La gageure consistait à définir les méthodes de ferrailage d'une masse de géométrie quelconque, avec un accès sur corde uniquement et avec les fournitures disponibles sur place. Nous nous sommes ensuite rendus sur place fin mars pour assister le personnel d'Hydrokarst dans le ferrailage de la première butée et contrôler la bonne réalisation des opérations (recouvrement, respect des enrobages minimum et maximum...).

T. Rossi



Crédit photo : @Hydrokarst

Grand Paris Express : le Centre d'Exploitation d'Aulnay-sous-Bois

Aulnay-sous-Bois, France

Terrasol intervient au sein du groupement de maîtrise d'œuvre en charge de la conception et de la supervision des travaux de réalisation du Centre d'Exploitation d'Aulnay-sous-Bois (CEALN) construit sur une partie de l'ancien site de PSA. Le site du CEA s'étend sur 20 ha et accueillera les bâtiments nécessaires pour le fonctionnement des futures lignes 16 et 17 du Grand Paris Express. Il regroupe en particulier le site de maintenance et de remisage (SMR) du matériel roulant, le poste de commandement centralisé (PCC) et le site de maintenance des infrastructures (SMI). La mise en service est attendue pour l'automne 2026.

Terrasol travaille sur le projet depuis 2016 aux côtés de Setec Bâtiment (mandataire du groupement) et de l'agence d'architecture Groupe 6, ainsi que d'autres sociétés du groupe Setec.

La mission de Terrasol en phase conception (AVP/APD, PRO) a porté sur la synthèse des reconnaissances, l'identification des aléas et la définition des modèles géotechniques par zone et par ouvrage. La synthèse géotechnique a été suivie du dimensionnement des fondations, soutènements et dallages des différents bâtiments ainsi que la justification des plateformes des voies extérieures (voie ballast et voie béton).

Dans le cadre des marchés de travaux anticipés (terrassements, réseaux enterrés et génie civil) et de construction des bâtiments (actuellement bien avancés), Terrasol fournit une assistance technique aux équipes VISA et DET de Setec en assurant le contrôle des études d'exécution, le suivi ponctuel des plots d'essais, travaux de traitement de sol et de remblaiement, ainsi que la réalisation des fondations profondes et des murs de soutènement.

A. Abboud et S. Messikh



Crédit photo : @Setec Bâtiment

Mission d'assistance technique pour 2 projets routiers majeurs au Pérou

Pérou

En fin d'année 2021, le groupement Egis - Setec a été désigné par l'Etat Français, dans le cadre de la coopération franco-péruvienne, pour une mission d'assistance technique PMO (Project Management Office) portant sur deux projets autoroutiers au Pérou : la Vía Expressa Santa Rosa (VESR), voie express urbaine en viaduc sur 4 km reliant la ville de Lima à l'aéroport de Callao, et la Nueva Carretera Central (NCC), autoroute nouvelle de plus de 130 km reliant la zone côtière pacifique de Lima aux plateaux andins, à des altitudes comprises entre 300 et plus de 4500 m.

Les prestations de Terrasol consistent en un accompagnement géotechnique expert portant plus particulièrement sur les fondations des ouvrages d'art des deux projets.

Une étude préliminaire du tracé pour la NCC a également été confiée au groupement : l'objectif est de permettre le choix d'un corridor de passage sur la base d'une analyse multicritères (développement économique, environnement et archéologie, faisabilité technique et viabilité économique). Dans ce cadre, Alain Guilloux a participé début 2022 à une mission pluridisciplinaire qui a parcouru sur le terrain les trois fuseaux présélectionnés, en vue d'une première évaluation « in-situ » des principales contraintes du projet.

J. Marlinget et A. Guilloux



Crédit photo : @Setec

Opération ATM : fondation des dalles de couverture des voies SNCF

Paris, France



Crédit photo : @SNCF Réseau 2021

Terrasol est intervenue pour le compte de SNCF Réseau pour la conception du système de fondation de plusieurs dalles de couverture de voies ferroviaires dans le secteur de Massena (opération dite ATM : Austerlitz-Tolbiac-Massena). A terme, les dalles projetées sont destinées à supporter des voiries et des immeubles avec une charge de service allant localement jusqu'à 170 kPa.

Le dernier îlot de l'opération concerne la dalle dite M10VP dont le contexte géotechnique est marqué par la présence d'une couche de Calcaire Grossier d'épaisseur variable surmontant des Fausses Glaises en forte épaisseur (10 à 20 m selon les zones).

Ce contexte a justifié le choix d'un système de fondation constitué de plusieurs files de barrettes de 15 à 30 m de profondeur. Les barrettes dites « courtes » (15 m de profondeur) ont été arrêtées au toit du Calcaire Grossier dans les zones où celui-ci a été jugé d'une qualité et d'une épaisseur suffisantes pour respecter les critères de portance. Ailleurs, les barrettes ont été descendues à 30 m de profondeur pour un ancrage dans les Sables Sparnaciens (avec un système d'injection en pointe permettant de doubler la contrainte limite à la base des barrettes).

Ces conditions ont motivé la mise en œuvre d'une analyse d'interaction sol-structure (ISS) tenant compte pleinement des effets de groupe et visant à sécuriser les tassements et les sollicitations à reprendre. L'estimation des raideurs d'ISS a été menée à l'aide d'un modèle hybride basé sur le concept de courbes d'influence, et alliant les capacités des logiciels Foxta et Plaxis.

M. Hocdé et F. Cuiru

Mécanique des roches sur le viaduc de Grenland

Norvège

Eiffage Norge, filiale du groupe Eiffage en Norvège, est adjudicataire du projet de doublement de l'autoroute E18 dans la région de Porsgrunn au Sud-Est du pays. La section comporte un impressionnant enchaînement tunnel/viaduc/tunnel permettant d'enjamber le fjord de Grenland.

Le viaduc haubané dissymétrique s'ancrera, comme son prédécesseur, dans la falaise au nord du franchissement. Sa culée est située sur une étroite vire au milieu des falaises dominants le fjord. La question de la stabilité du massif rocheux s'est rapidement posée avant d'envisager d'apporter des charges au sommet d'une falaise de 30 m d'aplomb.

Terrasol a été sollicitée pour analyser l'ensemble des données disponibles sur la fracturation du massif rocheux, analyse qui a permis d'établir un diagnostic de stabilité de la falaise au vu du projet et des données statistiques sur la présence des fractures.

Compte tenu des enjeux, Terrasol a été mobilisée sur le site pour la réalisation d'un relevé de terrain des fractures du massif rocheux. La modélisation, déterministe cette fois, de mécanique des roches, a permis d'affiner le niveau de risque et de recommander des dispositions de confortement.

F. Binet



Crédit photo : @Terrasol

Rubrique logiciels

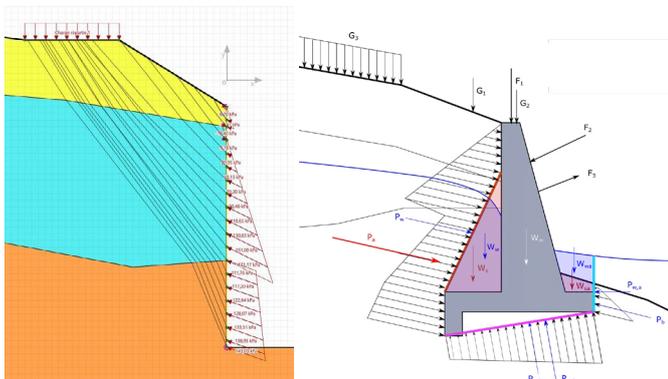
Talren v6.1

Nouveaux modules

La prochaine mise à jour de Talren proposera deux nouveaux modules très attendus par nos utilisateurs :

- Module « **Poussée/Butée** » qui exploite les capacités de la méthode cinématique du calcul à la rupture pour caler automatiquement les diagrammes des pressions limites de poussée ou de butée, le long d'une ligne verticale ou inclinée placée n'importe où dans le modèle Talren. Ces diagrammes pourront être utilisés comme donnée d'entrée pour le calcul d'un écran de soutènement (à l'aide de K-Réa v4) ou pour le calcul d'un mur poids (à l'aide du nouveau module « Mur ») ;
- Module « **Mur** » pour l'analyse des problèmes de stabilité générale, externe locale et interne des murs poids, murs en « L » ou en « T » avec ou sans bêche, murs cellulaires en béton armé ou en gabions (enrochements) ou encore des murs en maçonnerie. La justification du mur est menée conformément à la norme NF P 94-281.

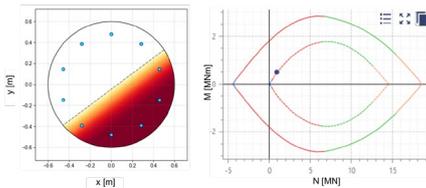
Y. Abboud, M. Blanchet et M. Huerta



Scage v2

Pieux et barrettes

La nouvelle version de Scage intègre désormais le traitement des pieux en béton armé (section circulaire) et des barrettes (section rectangulaire) en flexion simple, composée et déviée. La vérification de l'équilibre interne est menée sur la base des diagrammes d'interaction à l'ELU et à l'ELS au droit de chaque zone de renforcement.



C. Husson et M. Huerta

Formations

Terrasol est désormais certifiée Qualiopi (depuis le 1^{er} semestre 2022). Cette certification témoigne de la qualité de notre offre de formation, à la fois sur le plan pédagogique et organisationnel.



Qualiopi
processus certifié
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante :
ACTION DE FORMATION

Voici le calendrier des sessions de formation inter-entreprises prévues en fin d'année 2022 :

3 et 4 octobre	Formation Talren v6 - analyse de la stabilité des ouvrages géotechniques
5 octobre	Formation K-Réa v4 - dimensionnement des écrans de soutènement
6 et 7 octobre	Formation Foxta v4 - dimensionnement des fondations superficielles et profondes
10 oct après-midi	Formation Slake - analyse quantitative du risque de liquéfaction
11 octobre	Formation Scage - dimensionnement structural des écrans de soutènement
12 octobre	Prise en compte de l'eau dans les calculs des ouvrages de soutènement
20 octobre	Introduction à l'utilisation de Python sous Plaxis
21 novembre	Workshop Plaxis 2D - Renforcements des sols et ouvrages en terre
22 novembre	Workshop Plaxis 2D - Modélisation des écrans de soutènement
23 et 24 novembre	Workshop Plaxis 2D et 3D - Conception des ouvrages souterrains

Publications



Retrouvez sur notre site Internet l'ensemble de nos publications 2022, et notamment nos publications aux JNGG 2022.

Formations



Notre catalogue de formations 2022 est disponible sur notre site Internet. Par ailleurs, n'hésitez pas à nous contacter pour organiser des formations intra-entreprises en fonction de vos besoins.

formations.terrasol@setec.com

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 : terrasol@setec.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 : terrasol@setec.com

Représentation au Maroc

Setec Maroc
3 rue Abou Hanifa
Agdal
Rabat - Maroc

Tel : +212 (661) 16 20 78
Fax : +212 (537) 77 48 41
Email : ahmed.skalisenhaji@setec.com

Terrasol Tunisie

2, rue Mustapha Abdesslem
El Menzeh
2037 Tunis
Tunisie

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