

terrassol s'installe à Aix-en-Provence

Après Lyon en 2005 et Bordeaux plus récemment, nous avons pris nos quartiers début mars 2024 dans notre nouvelle agence Sud-Est située au cœur de la Métropole Aix-Marseille-Provence, sur le plateau de l'Arbois, proche de la gare SNCF d'Aix-en-Provence TGV. Nous rejoignons ainsi l'une des principales implantations du groupe **setec**, dans une région dynamique et à l'histoire géologique complexe.



Comme toujours, notre objectif est double : développer notre activité d'expertise et d'ingénierie géotechnique auprès de nos clients présents dans le Sud-Est (Maîtres d'ouvrage, constructeurs, industriels, etc.), et apporter un appui géotechnique sur les projets d'infrastructures portés localement par les sociétés du groupe **setec**.

Plusieurs opérations de nature variée nous mobilisent déjà dans la région :

- infrastructures de transport urbain (à Marseille : bretelle Schloësing, ouvrage d'art Saint-Pierre, à Nice : PEM Saint-Augustin) ;
- installations portuaires sur le Rhône et en Méditerranée (notamment la refonte de l'appontement Milhaud 4 dans la rade de Toulon) ;
- l'Esplanade des Pêcheurs à Monaco ;
- la galerie d'évacuation de la carrière Vicat à La Courbaisse, ...

Agence Aix-en-Provence

655 rue René Descartes
13290 AIX EN PROVENCE
terrassol.aix@setec.com



Citons également le projet ferroviaire d'envergure de la traversée souterraine de Marseille (TSM) dans le cadre de la Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur, où nous intervenons au sein du groupement de Maîtrise d'œuvre **setec**. Cette opération très complète du point de vue des techniques et méthodes de construction souterraines dans un environnement densément bâti nous posera de nombreux défis pour qualifier le comportement des formations stampiennes et étudier les sujets d'interaction sol-structure des différents ouvrages projetés (tunnels au tunnelier et en méthode traditionnelle, fouille préfondée de grandes dimensions, fondations d'ouvrages d'art et de bâtiments).



N'hésitez pas à nous contacter pour en savoir plus sur nos références et activités sur la région, ou pour nous solliciter sur vos projets : l'équipe en place sera ravie de vous rencontrer et partager son expertise.

M. Hocdé & C. Bernuy

Édito

Après 23 années passées au sein de **terrassol**, dont 10 ans en tant que Directrice Générale, je passe aujourd'hui le relais à Fahd Cuira, qui va me succéder au poste de Directeur Général de **terrassol**, toujours en binôme avec Hervé Le Bissonnais qui poursuit en tant que Directeur Général Délégué.

C'est l'occasion de regarder en arrière, et de constater le chemin parcouru.

Terrassol, c'est avant tout une équipe de géotechniciens passionnés, qui a grandi régulièrement en taille bien sûr (nous sommes aujourd'hui une centaine, basés à Paris, Lyon, Bordeaux et Aix-en-Provence), mais également en expérience et en compétences grâce à un corpus solide de managers expérimentés. Nous intervenons pour le compte de nos clients maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises et industriels, en France comme à l'international ; nous avons aussi consolidé notre positionnement au sein du groupe **setec** : nous accompagnons régulièrement nos collègues sur leurs projets.

Nous avons par ailleurs élargi notre champ d'action, vers l'interaction sol-structure, vers la dynamique des sols, ou encore vers les géostructures thermiques ; et nous développons aujourd'hui nos interventions dans les domaines de la construction bas-carbone, de la résilience des ouvrages, de l'éolien offshore, et de la transition numérique (avec par exemple la commercialisation de notre plateforme web géotechnique **Orbow**).

Surtout, nous avons préservé notre modèle, gage de notre exigence technique, qui associe expertise géotechnique, développements scientifiques et logiciels, mais aussi un encadrement de qualité, un programme ambitieux de formation continue, et un esprit d'équipe précieux.

Nos bases sont solides et nos perspectives particulièrement dynamiques, portées notamment par les secteurs des transports urbains, du ferroviaire, du nucléaire et du portuaire.

Terrassol a ainsi toutes les cartes en main pour accompagner ses clients dans le cadre des grandes transitions à l'œuvre dans le monde d'aujourd'hui.

Je remercie Fahd et Hervé d'avoir accepté de prendre la relève ensemble : c'est un engagement fort envers tous les clients et les collaborateurs de **terrassol**.

Je vais pour ma part rejoindre la holding du groupe **setec** et prendre le poste de Directrice en charge de la structuration du groupe.

La transition se fait dans la continuité : la nouvelle Direction est porteuse, autant que les générations précédentes, de ce « modèle **terrassol** » auquel tous les collaborateurs sont très attachés.

Merci à tous nos clients pour leur confiance renouvelée au fil des années, et à toute l'équipe **terrassol** pour ces années passées ensemble à apporter notre pierre au développement de l'ingénierie géotechnique.

Avec tous mes vœux de réussite pour cette nouvelle page qui s'ouvre,



Valérie BERNHARDT

Expertises géotechniques dans le domaine nucléaire

EPR2 de Penly et Gravelines, France

Terrasol répond à un nombre croissant de sollicitations dans le domaine nucléaire, qui témoignent de la montée en puissance du secteur à la suite des annonces du Président de la République et de la confiance gagnée auprès des principaux acteurs du domaine : **EDF**, **Edvance**, **CEA**, **Orano**, **Framatome**, etc. Deux exemples concrets mobilisent fortement nos équipes à Paris et Lyon dans le projet EPR2 : sur les sites de Gravelines et Penly.

Nous participons actuellement aux études de faisabilité des systèmes de fondation du futur EPR2 de Gravelines. La construction d'un EPR2 sur ce site constitue un défi du fait de la présence de sols meubles à forte épaisseur, avec des tassements absolus et différentiels importants attendus. Afin de fiabiliser le dimensionnement d'un tel ouvrage et limiter les tassements à des niveaux déjà éprouvés sur les installations existantes, le recours à un système de renforcement des sols est envisagé. Outre les problèmes d'interaction statique, plusieurs questions relatives à la réponse des systèmes de renforcement sous séisme sont actuellement en cours d'analyse par les équipes de **terrasol**.

En parallèle, nos équipes sont également impliquées dans les études détaillées de génie civil de l'îlot nucléaire des EPR2 de Penly, confiées au consortium **ENSPIR3** dont le groupe **setec** fait partie. Plusieurs sujets concernant l'ISS statique et dynamique sont étudiés, avec notamment les études de la chambre de précontrainte qui bénéficient de l'expérience acquise par **terrasol** dans les projets EPR UK (Hinkley Point C et Sizewell C).

J. Pérez Herreros & F. Cuira



Crédit photo : © EDF/Santer Van Hoof Architecture

Chantier de restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris

France



Crédit photo : © terrasol

Dans le cadre des travaux de restauration faisant suite à l'incendie du 15 avril 2019, **terrasol** a réalisé diverses missions d'études géotechniques pour le compte de l'Etablissement Public de conservation et de restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris.

Une première mission G2 PRO a été effectuée début 2021 liée au projet de réaménagement des installations de chantier. **Terrasol** a ensuite réalisé les missions G1, G2 PRO et G4 jusqu'à fin 2022 dans le cadre de la conception des fondations de l'échafaudage d'une hauteur de 100 m nécessaire pour la reconstruction de la flèche. L'un des enjeux a été la prise en compte de la présence de vestiges archéologiques sous le dallage existant en évitant notamment toute solution destructive, et en vérifiant l'impact de leur présence sur la stabilité du système de fondation retenu.

De fin 2022 à début 2024, des missions G1, G2 PRO et G4 se sont par ailleurs succédées concernant l'implantation d'une grue mobile et la réalisation d'une galerie technique enterrée le long de la façade Sud.

M. Targosz, S. Delattre & O. Payant

Chantier Métro de Toulouse - Ligne 3 : section souterraine

France

Depuis janvier 2022, **terrasol**, en collaboration avec les équipes de **setec tpi**, accompagne le groupement **Eiffage Génie-Civil - NGE** mandaté par **TISSEO INGENIERIE** pour la construction des ouvrages souterrains des lots 1 et 2 de la troisième ligne de métro de l'agglomération toulousaine. Après avoir assuré une assistance technique en phase de consultation, **terrasol** réalise depuis janvier 2023 les études d'exécution géotechniques du projet. Elles portent sur 9 stations souterraines, 12 ouvrages de service, 1 ouvrage de débranchement, 12 km de tunnel au tunnelier et 800 m de tunnel en méthode conventionnelle. Elles comprennent :

- L'établissement des synthèses géotechniques et hydrogéologiques ;
- Le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux en phase travaux (drains de décharge) et en phase définitive (radiers drainants) ;
- Le contrôle externe des dimensionnements des écrans de soutènement réalisés par les bureaux d'étude internes des entreprises du groupement ;
- L'estimation des déformations induites sur les avoisinants.

Les terrassements sont en cours au droit des stations, en prévision de l'arrivée des tunneliers.

En parallèle, **terrasol** assure la mission de contrôle externe des aspects géotechniques des études d'exécution du lot 3, pour le compte du groupement adjudicataire mené par **Demathieu & Bard**.

J. Marlinge & M. Blanchet



Crédit photo : © MR Communication

Orbow

Toujours plus de fonctionnalités

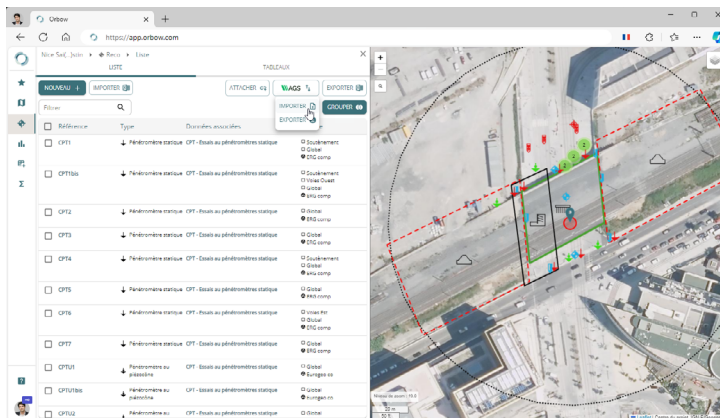


Lancée l'année dernière, notre plateforme s'améliore en continu.

Ces améliorations sont guidées par les nombreux retours d'utilisateurs, et en particulier par tous les ingénieurs de **terrasol** pour lesquels il s'agit dorénavant d'un outil du quotidien. En dehors de l'outil **Ecow** dont nous vous parlons ci-dessous, et des traditionnelles améliorations de stabilité et de performances du site, nos efforts ont porté par exemple sur :

- l'ergonomie des imports des données de sol via des assistants et des formulaires ;
- l'ajout de nouveaux modules (dépouillement des essais pressiométriques, calculs etc.) ;
- l'édition automatique de rapports ;
- le stockage des fichiers...

Pour une liste plus complète, suivez notre [compte LinkedIn](#) dédié. Pour tester l'application ou un renseignement, écrivez-nous à l'adresse orbow@terrasol.com.



G. Chapron

Ecow

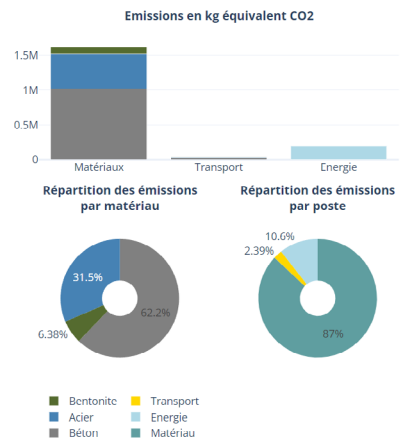
Evaluation et comparaison d'empreinte carbone pour les ouvrages géotechniques

Les ingénieurs géotechniciens ont un rôle important à jouer dans la décarbonation, car les solutions géotechniques qu'ils proposent ont un impact significatif sur les méthodes de construction utilisées et les quantités de matériaux mises en œuvre. Pour parvenir à réduire l'empreinte environnementale des ouvrages géotechniques, une étape indispensable est de mieux cerner les émissions de gaz à effet de serre (GES) induites par les différentes solutions qu'ils conçoivent. Cela nécessite le développement d'outils d'aide à la décision permettant d'estimer les émissions de GES des différentes variantes envisageables.

terrasol a engagé des travaux de R&D pour développer **Ecow**, un outil précurseur qui soit pratique d'utilisation et adapté aux usages des concepteurs. L'interface a ainsi été pensée pour mieux correspondre au niveau de connaissance d'un ingénieur intervenant en phase d'étude, c'est-à-dire avec un niveau de connaissance limité des équipements et machines qui interviendront réellement sur chantier pour la réalisation des travaux géotechniques. Le bon dosage a été recherché entre le nombre de paramètres à rentrer et la précision du résultat.

Ecow s'appuie sur une base de données que l'on peut faire évoluer (capitalisation) avec les projets traités, et couvre toutes les activités induisant une interaction avec le sol (terrassement, fondations de tout type, soutènements, renforcements de sol, etc.). Il permet une comparaison rapide entre différentes variantes d'un projet, basée sur une approche d'empreinte carbone standardisée.

Le module de calcul de l'empreinte carbone s'intègre dans la bibliothèque des modules de calcul de la plate-forme collaborative **Orbow** développée par **terrasol**.



C. Bernuy & J. Targhaoui

Réponse sismique des fondations sur inclusions rigides

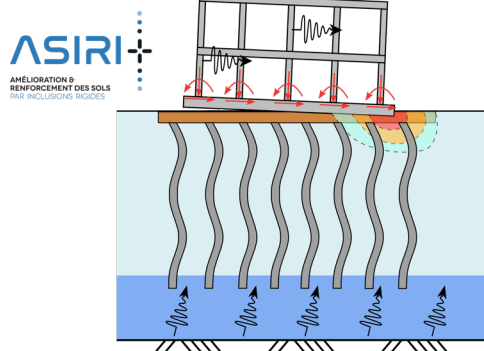
Thèse de doctorat dans le cadre du projet national ASIRI+

terrasol continue de jouer un rôle actif dans le projet national ASIRI+, initié en 2019 et visant à étendre la technique de renforcement par inclusions rigides à des ouvrages soumis à des sollicitations complexes. La contribution de **terrasol** au volet sismique s'est notamment concrétisée par un projet de thèse de doctorat co-encadrée par l'**Institut Polytechnique de Paris** (J.F. Semblat) et le Pôle Dynamique de **terrasol** (J. Pérez). La restitution de la thèse de Y. Shen a eu lieu le 18 décembre 2023 devant un jury d'experts nationaux et internationaux qui ont salué le caractère innovant du travail et souligné son intérêt pour la profession.

Outre une amélioration significative de la compréhension des mécanismes d'interaction d'origine inertielle et cinématique contrôlant la réponse sismique d'un massif renforcé par inclusions rigides, ce travail a été aussi l'occasion de proposer une nouvelle approche pour la détermination de la capacité portante, statique et sismique, de ce type de fondation suivant un cadre théorique rigoureux, dérivé de la méthode cinématique du calcul à la rupture. Un nouveau multicritère, dérivé de celui développé historiquement dans le logiciel **Talren**, a été mis au point et adapté aux spécificités des renforcements par inclusions rigides.

Ces développements ont servi d'ingrédients pour alimenter un nouveau macro-élément destiné à reproduire, de façon simple et robuste, la réponse dynamique non-linéaire d'une fondation sur sol renforcé par inclusions. Ce macro-élément est désormais intégré à la suite logicielle **Fondsis** développée par **terrasol**.

Y. Shen & J. Pérez Herreros



Rubrique logiciels

Talren v6

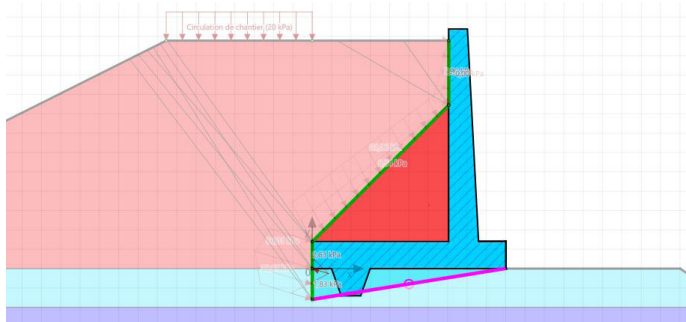
Module Mur

La version actuelle de **Talren v6** propose un module complémentaire dédié à l'analyse des problèmes de stabilité générale et externe locale des murs poids, murs en « L » ou en « T » avec ou sans bêche conformément à la norme NF P 94-281. Les points forts de ce module sont :

- Analyse de la stabilité externe globale et locale d'un ou plusieurs murs dans le même projet **Talren** ;
- Calcul automatisé des efforts de poussée et butée (calcul à la rupture) avec la prise en compte de la cohésion pour des configurations complexes (terrain naturel variable, chargement multiple, etc.) ;
- Génération automatique de combinaisons de charges (NF P 94-281 et Eurocode 0).

L'exemple suivant présente le cas d'un mur en T avec bêche et un fruit à l'aval pour lequel il a été considéré : un plan incliné de la poussée, une base inclinée du mur, la présence d'une surcharge localisée, et un TN variable. Le traitement d'une telle configuration à l'aide de **Talren v6** est immédiat.

Y. Abboud & M. Huerta



K-Réa v5

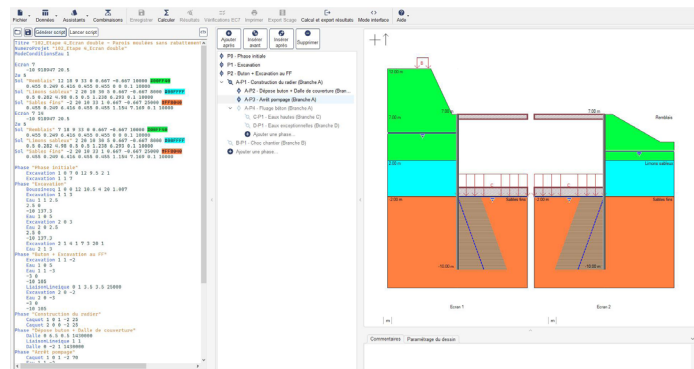
Mode Script et Arborescence du phasage

Cette nouvelle version de **K-Réa** apporte une refonte de l'interface graphique ainsi que deux fonctionnalités majeures et très attendues :

- Le mode script permettant d'éditer et de paramétrer entièrement un projet **K-Réa** à partir d'une série de commandes, ce qui en facilite grandement la modification et la mise en œuvre d'analyses paramétriques ;
- L'arborescence du phasage permettant de gérer plusieurs branches ou scénarii en parallèle dans un même projet. A titre d'exemple, cela rend aisé la recherche de la position optimale des appuis d'un écran pour minimiser la flèche et/ou les efforts internes dans l'écran.

Cette nouvelle version intègre également une passerelle directe avec les logiciels **Talren** (import des diagrammes de poussée/butée pour des situations complexes telles qu'un multicouche non horizontal, des conditions hydrauliques complexes etc.) et **Scage** (vérification structurale d'une paroi de soutènement, moulée ou en pieux sécants).

C. Grisselin & M. Huerta



Formations

L'année 2023 a été une année record en matière de formation avec plus de 80 jours de formation organisés par **terrasol**. Le calendrier de l'année 2024 prévoit plusieurs sessions de formation inter-entreprise. On liste ci-après celles programmées avant l'été.

14 mai	Introduction à l'utilisation de Python sous Plaxis	
15 au 17 mai	Initiation à Plaxis 2D - Modélisation numérique des ouvrages géotechniques	
14 / 21 / 28 mai	Eurocode 7 et Normes d'Application Nationales - Justification des ouvrages géotechniques	
13 juin	Workshop Talren/K-Réa - Vérifications hydrauliques liées aux ouvrages de soutènement	
17 juin	Workshop K-Réa v5 - Dimensionnement des écrans de soutènement complexes	
18 juin	Workshop Foxta v4 - Dimensionnement des inclusions rigides	
20 juin	Workshop Talren v6 - Conception des murs de soutènement	



N'hésitez pas également à nous contacter pour organiser des formations intra-entreprises en fonction de vos besoins :

formations.terrasol@setec.com

M. Blanchet & M. Huerta

Siège social

Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Râpée
CS 71230
75583 PARIS CEDEX 12
FRANCE

Tel : +33 (0)1 82 51 52 00
terrasol@setec.com

Agence Lyon

Immeuble Le Dièze Corner
97-101 boulevard Vivier Merle
CS 53324
69329 LYON CEDEX 03
FRANCE

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

Agence Bordeaux

42-44 rue du Général de Larminat
33000 BORDEAUX
FRANCE
terrasol.bordeaux@setec.com

Agence Aix-en-Provence

655 rue René Descartes
13290 AIX EN PROVENCE
FRANCE
terrasol.aix@setec.com

Représentation au Maroc

3 rue Abou Hanifa
Agdal
RABAT
MAROC
Tel : +212 (661) 16 20 78
ahmed.skalisenhaji@setec.com

Représentation en Tunisie

2, rue Mustapha Abdesslem
El Menzeh
2037 TUNIS
TUNISIE
Tel : +276 71 23 63 14
info@terrasol.com.tn