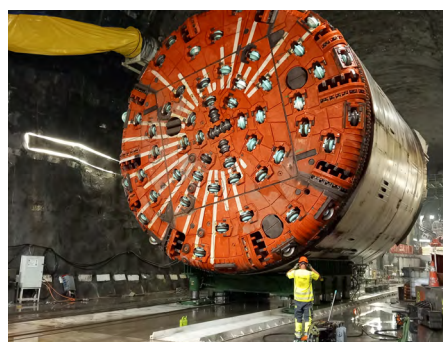


## Liaison ferroviaire Lyon Turin L'ingénierie au cœur d'un ouvrage hors normes

Dans les vallées alpines de la Maurienne (Savoie, France) et du Val de Suse (Piémont, Italie), plusieurs chantiers travaillent simultanément pour creuser entre les deux pays les 57 km du Tunnel du Mont Cenis, qui deviendra le plus long tunnel ferroviaire au monde. À terme, il constituera l'élément central de la liaison Lyon-Turin, un axe majeur reliant l'Europe de l'Ouest et du Sud.



Après avoir participé aux études de conception, **terrasol** s'implique sur le terrain depuis 2022 dans le groupement de Maîtrise d'Œuvre S2IP (**setec** – **Systra** – **Italferr** – **Pini**) des chantiers de Saint-Martin-la-Porte (CO7) et La Praz (CO6). Ces deux chantiers doivent réaliser environ 21 km de tunnel en méthode conventionnelle (explosif et brise-roche), dont 4 km déjà creusés fin 2025, et 25 km en méthode mécanisée par trois tunneliers. Les travaux y sont réalisés par le groupement **Vinci / Webuild**.



En 2025, le chantier CO7 a réalisé le montage complet du premier tunnelier, Viviana, lancé en septembre et qui a déjà parcouru presque 200 m vers l'est. À l'ouest, les excavations ont traversé une zone karstique de plusieurs centaines de mètres, avec des remplissages argileux rendant la progression complexe.

Le creusement progresse également dans les terrains poussant (squeezing) du houiller convergent, avec le franchissement du chevauchement du Front Houiller Briançonnais par une galerie pilote (Ø7 m) suivi du réalésage au diamètre définitif (Ø13 m). Du côté du CO6, la calotte de la caverne technique (GN11.T) a été achevée en octobre, et cet ouvrage permettra à partir de 2026 de monter les deux derniers tunneliers qui creuseront le tunnel de base jusqu'au pied de la descenderie de Modane (CO5). Au total, entre les deux sites, ce sont près d'une dizaine de fronts qui sont actifs simultanément.



Le chantier doit faire face à des contraintes logistiques majeures : ventilation, sécurité, circulation et stockage en espace restreint, évacuation et réemploi des matériaux... Mais c'est aussi un défi technique colossal : des ouvrages d'envergure avec des cavernes atteignant 20 m de diamètre, soumis à des fortes contraintes liées à l'importante couverture rocheuse (600 à 1200 m), le tout dans un contexte d'excavation dense. Le chantier progresse au travers d'une géologie complexe, avec des problématiques variées : anhydrites au fort potentiel de gonflement, franchissement de faille, terrains avec un comportement différé significatif, karst, venues d'eau, etc.



En bref, un chantier unique, et une référence unique pour les équipes travaux de **terrasol** !

Q. Didier

## Édito



L'année 2025 a été exigeante. Elle a mis **terrasol** au défi, et elle a confirmé ce qui fait notre force : la résilience, la mobilisation collective et l'excellence technique de nos équipes. Malgré un contexte économique et politique incertain, nous sommes parvenus à maintenir un niveau d'activité conforme à nos objectifs, tout en poursuivant nos actions de développement scientifique et notre engagement dans la transmission des connaissances, marque de fabrique du modèle **terrasol**.

Depuis juin 2025, **terrasol** est certifié ISO 9001, 14001, 45001 et 19443 (voir notre article). Cette reconnaissance illustre pleinement l'esprit d'exigence et de progrès continu qui anime nos équipes. Elle constitue également un gage de robustesse et de performance de notre organisation, essentiel à notre stratégie de développement sur des marchés à forts enjeux techniques et industriels.

Dans la continuité de cette démarche, **terrasol** a été retenue en septembre 2025 par **EDF** pour le marché cadre des études détaillées d'interaction sol-structure de l'EPR2 de Gravelines. En parallèle, nos équipes sont restées fortement mobilisées sur plusieurs projets d'infrastructure majeurs, notamment : la ligne 15 Est/Sud du GPE, le TELT et la Traversée Souterraine de Marseille. Enfin, l'activité Logiciels a été marquée par la mise au point d'une nouvelle version de **K-Réa**, permettant désormais une analyse 3D des ouvrages de soutènement par la méthode des coefficients de réaction.

Ces résultats nous permettent d'aborder 2026 avec ambition et confiance. Le début de l'année est marqué par le démarrage de plusieurs opérations de grande envergure : les Accès alpins de la ligne Lyon-Turin, la liaison ferroviaire Montpellier-Perpignan, la phase travaux du projet CAP2020 au port de Dunkerque, EXPO 2030 à Riyad, ainsi que la poursuite des études d'interaction sol-structure sur les projets d'EPR en France et en Angleterre.

L'année 2026 marquera également la sortie commerciale de plusieurs évolutions logicielles très utiles : dans **K-Réa** avec le module 3D ; dans **Foxta** avec de nouveaux modules (SEMIPROF 3D, FONDSIS, TASIRI) ; dans **Slake** avec de nouvelles méthodes d'évaluation du risque de liquéfaction ; et dans **Scage** avec l'intégration des éléments métalliques.

Enfin, nous poursuivons notre investissement pour préparer l'avenir : innover au service des enjeux de la société et au plus près de nos clients, consolider et amplifier notre couverture internationale - avec notamment la création d'une filiale à Madrid - et renforcer notre expertise grâce aux apports du numérique, notamment via notre plateforme **Orbow**.

Merci à l'ensemble de nos équipes pour leur engagement, et à nos clients et partenaires pour leur confiance renouvelée.

Fahd Cuira



# De la France au Brésil : regards croisés sur la géotechnique des tunnels

## Brésil

Du 3 au 14 mars 2025, **terrasol** a été à la rencontre des collègues de **setec Hidrobrasileira**, filiale brésilienne de **setec**, et partenaire depuis deux ans de **terrasol** sur des projets de travaux souterrains. Cette visite a permis de créer de nouveaux liens sur le thème de la géotechnique, de visiter les chantiers des métros de Fortaleza et São Paulo, et de présenter les activités de **terrasol** en vue de futures synergies sur les projets en cours et à venir au Brésil.

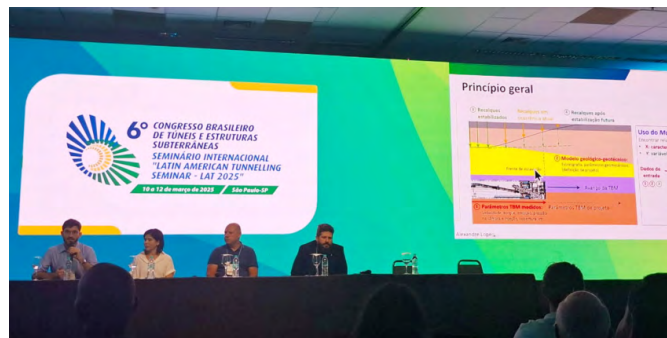
Ce déplacement a été l'occasion également de participer à la 6<sup>e</sup> Conférence Brésilienne des Tunnels (du 10 au 12 mars), où **terrasol** a présenté un article de synthèse sur ses projets souterrains récents, notamment ceux du Grand Paris Express. Cette intervention a mis en valeur l'expertise du groupe **setec** auprès de la communauté géotechnique locale.

**terrasol** a également participé à une table ronde sur l'intelligence artificielle appliquée aux ouvrages souterrains et, de façon plus générale, sur l'usage des données de sol en géotechnique, en lien avec le travail de formalisation réalisé pour le développement de la plateforme **Orbow**. **terrasol** est également intervenu dans lors d'un webinaire organisé par **setec Hidrobrasileira**, retraçant les contributions du groupe **setec** dans les travaux souterrains depuis sa création, et les évolutions à attendre de l'usage de l'IA dans ce domaine.

La visite des bureaux de Fortaleza et São Paulo a permis de discuter des valeurs du groupe **setec** et de **terrasol** en particulier : expertise technique, passion du métier, engagement dans l'enseignement et les sociétés savantes, et développement de logiciels. Cette mission a marqué une étape importante dans le renforcement des relations franco-brésiliennes et a confirmé l'envie de faire fructifier cette collaboration.

A. Lopes

Crédit photo : © terrasol



# INELFE, Interconnexion Électrique France-Espagne

## France

INELFE pour Interconnexion Électrique France-Espagne, est un projet consistant à établir une liaison électrique HT à courant continu entre la France et l'Espagne, passant par le Golfe de Gascogne. Le projet s'étend du poste de Cubnezais en France à Gatika dans le Pays Basque espagnol. Les câbles franchissent de multiples obstacles sur ce tracé de 400 km dont 300 sont en sous-marins : 4 atterrages, fleuves, routes... Chacun de ces obstacles nécessitent des solutions techniques de franchissement en sous-œuvre.

**terrasol** intervient en AMO géotechnique sur :

- Les passages en sous-œuvre de la Dordogne et de la Garonne (2 x 2 forages dirigés de 1300 m de longueur maximum) ;
- Les passages en sous-œuvre des autoroutes A10 et A63 (3 forages dirigés de 150 m de longueur maximum) ;
- Les atterrages côté France, réalisés par microtunnelier (2 tirs de microtunneliers de 1300 m de longueur) ;
- L'atterrage côté Espagne réalisé par la méthode du forage dirigé (4 forages dirigés de 1100 m de longueur maximum).

L'agence Bordeaux de **terrasol** suit actuellement les travaux de forages dirigés sur le site de Lemoniz en Espagne. Cet atterrage est certainement l'ouvrage le plus challengeant, tant au niveau du tracé (100 m de dénivelé entre le point d'entrée à terre et le point de sortie en mer), que de la géologie rencontrée. En effet, 4 forages sont à réaliser, d'environ 1.1 km de longueur forée, avec une pente de 22°, dans des litages de flysch caractéristiques de la côte basque. Le pendage perpendiculaire au tracé des forages et l'alternance de faciès de grès et de marnes rend la progression des tirs pilotes et des alésages relativement difficile. Les gaines PEHD destinées à accueillir les câbles électriques seront poussées depuis la terre avec une assistance maritime pour soulager les efforts, le tout dans une fenêtre météorologique très étroite.

Le bon déroulé du projet réside dans le maintien du fin équilibre entre la préservation des cadences d'avancement des différentes étapes et la gestion des aléas (résurgence de boue en surface ou en mer, déviation du forage, perte ou détérioration des outils...). Le travail réalisé par **terrasol** consiste à contrôler la bonne réalisation des travaux via des visites de site régulières et l'interprétation des paramètres de forages transmis (pressions d'injection de fluide de forage, ratios d'avancement, pressions sur outil, efforts de poussée / traction, rotation, composition des fluides...). Le phasage travaux est divisé en 3 étapes et consiste à passer d'un forage à l'autre entre chacune de ces étapes à l'aide de 2 machines effectuant tirs pilotes et alésages en parallèle. Ces points d'arrêts stratégiques sont déterminés en amont en fonction des études de frac-out (hydrofracture), de la géologie (failles), et visent à effectuer des sorties en mer quasi simultanées afin d'éviter les éventuelles communications interforages.

B. Crombez

Crédit photo : © terrasol





## La Traversée Souterraine de Marseille

Marseille, France

La Traversée Souterraine de Marseille (TSM), élément majeur de la phase 2 de la LN PCA, prévoit la réalisation d'une gare souterraine de 450 m sous Saint-Charles et d'un tunnel bitube d'environ 8 km, interconnecté par 38 rameaux techniques / d'évacuation et relié au réseau ferré par des tranchées ouvertes / couvertes de 400 à 450 ml. À l'approche de la gare, deux entonnements de 70 et 120 ml, dont les sections atteignent 100 à 200 m<sup>2</sup>, assurent la transition progressive du bitube vers les quatre voies à quais. L'opération s'accompagne également d'ouvrages de surface tels que ponts-routes, ponts-rails et soutènements nécessaires au réaménagement de la plateforme ferroviaire, et est complétée par le doublement du tunnel Saint-Louis via deux tunnels de 500 ml.

Le tracé traverse les bassins oligocènes marseillais, organisés en fossés d'effondrement comblés par des dépôts fluviolacustres particulièrement hétérogènes. Les formations alternent marnes, argiles, grès et conglomérats dans une architecture en « mille-feuilles » lenticulaire à faible continuité latérale, héritée à la fois des dynamiques de sédimentation fluviale et des déformations syn- puis post-sédimentaires (subsidence, failles). Ce contexte confère au milieu un comportement d'ensemble aquitard, marqué par des perméabilités faibles et des écoulements discontinus, concentrés dans les horizons grossiers ou les structures fracturées.

Cette forte variabilité géologique et hydrogéologique constitue un enjeu majeur pour la conception des ouvrages dans un environnement bâti dense et sensible. Au sein du groupement de Maîtrise d'œuvre **setec**, **terrasol** a participé au pilotage des reconnaissances et assuré les études géotechniques pour l'ensemble des ouvrages durant la phase AVP+, achevée fin novembre 2025.

Crédit photo : © terrasol

M. Hocdé



## Un pas de plus vers l'excellence : nos récentes certifications

Paris, France

En ce début d'année, nous souhaitons mettre en lumière l'un des temps forts qui a marqué notre activité en 2025 : l'obtention de quatre certifications internationales - ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 et ISO 19443.

Nos quatre agences de Paris, Lyon, Bordeaux et Vitrolles sont désormais certifiées ISO 9001 (qualité), ISO 14001 (environnement) et ISO 45001 (santé et sécurité au travail). De plus, les agences de Paris et Lyon ont obtenu la certification ISO 19443, qui répond aux exigences spécifiques du secteur nucléaire pour notre activité d'ingénierie géotechnique.

Cette réussite est le fruit de plusieurs mois de travail collectif intense. Nos équipes se sont pleinement mobilisées pour répondre à des exigences élevées : définition et formalisation de procédures organisationnelles et métiers, audits internes et externes approfondis, et formalisation et déploiement d'une démarche d'amélioration continue.

Ces certifications témoignent de notre engagement à toujours progresser, innover et offrir à nos clients des prestations conformes aux normes internationales. Elles apportent une réelle valeur ajoutée en assurant qualité, sécurité et respect de l'environnement dans tous nos projets. Ces reconnaissances renforcent aussi la confiance de nos partenaires, tout en valorisant l'expertise et l'implication de l'ensemble des collaborateurs de **terrasol**.



H. Smail

## Shade : Un nouveau module dédié à l'optimisation des fondations d'ombrières

Paris, France

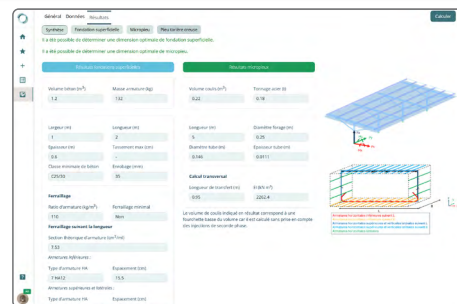
Les fondations d'ombrières photovoltaïques posent une question récurrente aux maîtres d'ouvrage comme aux bureaux d'étude : quelle est la solution la plus adaptée, techniquement et économiquement ? Jusqu'à présent, la réponse passait le plus souvent par une seule proposition de conception, présentée au client sans comparaison ni justification approfondie. Pourtant, pour ces ouvrages relativement légers, les fondations peuvent représenter près de la moitié du coût total de construction : l'enjeu économique est donc déterminant.

C'est précisément pour répondre à ce besoin qu'a été développé **Shade**, un module de calcul disponible sur la plateforme web **Orbow**. Contrairement à la plupart des logiciels du domaine, traditionnellement orientés vers une problématique géotechnique unique (soutènements, stabilité des pentes, pieux...), **Shade** adopte une approche comparative et optimisée. L'outil permet, pour un même jeu de descentes de charges, d'explorer différentes typologies de fondations afin de rechercher l'optimum. Il fournit non seulement les dimensions optimisées mais aussi les quantités de matière associées (béton, acier), en tenant compte des conditions de sol. Une manière concrète de comparer les options et de mieux maîtriser à la fois les coûts et l'empreinte environnementale.

Trois types de fondations sont actuellement intégrés dans le module : Fondations superficielles, Micro-pieux, et Pieux tarière creuse. L'utilisateur peut ainsi comparer les résultats et identifier la solution optimale en quelques clics. Ce processus, rapide et transparent, redonne au maître d'ouvrage la possibilité de faire un choix éclairé, tout en renforçant la capacité des bureaux d'étude à proposer des projets techniquement fiables et économiquement sobres. Et ce n'est qu'un début : de nouveaux types de fondations viendront enrichir le module dans les prochaines étapes de développement.

Crédit photo : Photo libre de droits et screenshot © terrasol

C. Bernuy



## Rubrique logiciels



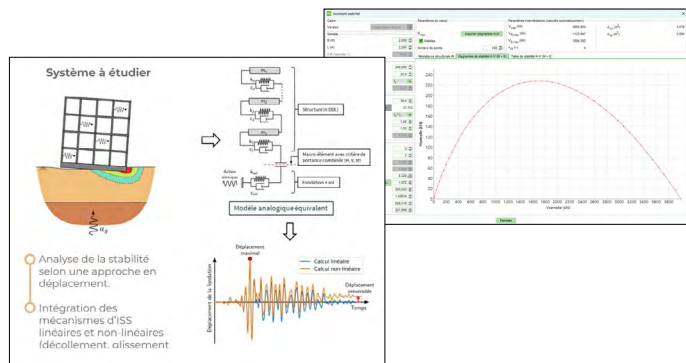
### Nouveaux modules et fonctionnalités de calcul

Une nouvelle version de notre logiciel de référence pour le calcul de fondations superficielles, profondes, mixtes et inclusions rigides est en cours de finalisation.

Cette nouvelle version intègre plusieurs évolutions majeures dont :

- Un nouveau module **FondMix** consacré au calcul intégré des fondations mixtes sous chargement combiné ;
- Un nouveau module **FondSis** permettant de traiter la réponse dynamique d'une fondation en interaction avec la structure portée ;
- Une refonte du module **SemiProf** (fondations semi-profondes) permettant notamment de traiter des chargements 3D ;
- La génération de diagrammes de stabilité H-V et V-M sous **Taspie+** pour une semelle sur sol renforcé par inclusions rigides ;
- Une évolution du module **Piecoef+** avec la prise en compte d'une loi p-y quelconque et la génération automatique de courbe de chargement transversal ;
- Ainsi que l'intégration des normes anglo-saxonnes dans les modules **Fondsup** et **Fondprof**.

M. Huerta & J. Perez



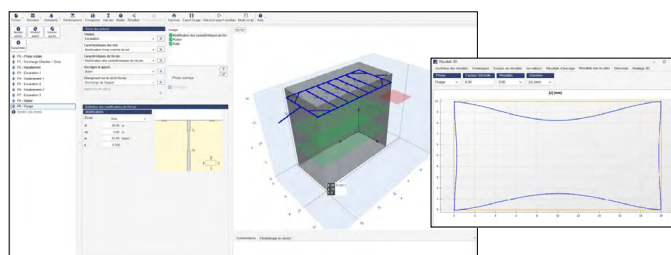
### Nouveau module 3D

Nous préparons la diffusion commerciale de la version 6 de **K-Réa** qui intègre un nouveau moteur de calcul permettant une analyse 3D des ouvrages de soutènement. Cette évolution repose sur une extension du modèle historique des calculs aux coefficients de réaction et offre une alternative moins coûteuse aux éléments finis 3D dans les situations où la géométrie du système de soutènement rend difficile le calage d'un modèle 2D équivalent. Le nouveau module **3D** permet notamment de traiter explicitement :

- Un assemblage d'écrans de soutènements de comportement anisotrope ;
- Un système d'ancrage composé de butons ou de tirants orientés de façon quelconque dans l'espace ;
- La présence de liernes ;
- Des dalles de liaison comportant éventuellement des trémies ;
- Un radier en interaction avec le sol au fond de fouille ;
- La présence de surcharges localisées sur le terrain ou sur une partie du système de soutènement.

La mise en œuvre du modèle donne accès à la déformée 3D du système ainsi qu'aux sollicitations internes (moments fléchissants, efforts axiaux, efforts tranchants) dans chaque élément : écrans, dalles, butons, tirants, liernes, radier, etc.

N. Simon & M. Huerta



## Formations

Le calendrier de l'année 2026 prévoit plusieurs sessions de formation inter-entreprise. Voici la liste de celles programmées sur ce premier trimestre.

03 fév	Atelier <b>Modélisation des renforcements de sol</b> à l'aide de Plaxis 2D	
05 fév	Atelier <b>Modélisation des écrans de soutènement</b> à l'aide de Plaxis 2D	
06 fév	Atelier <b>Conception des ouvrages souterrains</b> à l'aide de Plaxis 2D	
16 & 17 mars	<b>Foxta v4</b> - Dimensionnement des fondations superficielles et profondes	
18 mars	<b>K-Réa v5</b> - Dimensionnement des écrans de soutènement	
19 & 20 mars	<b>Talren v6</b> - Analyse de la stabilité des ouvrages géotechniques	



Contactez-nous pour organiser des formations intra-entreprises adaptées à vos besoins :  
[formations.terrasol@setec.com](mailto:formations.terrasol@setec.com)

A. Preotu & M. Huerta

### Siège de Paris

Immeuble Central Seine  
 42-52 quai de la Rapée  
 CS 71230  
 75583 Paris Cedex 12  
 FRANCE

Tel : +33 1 82 51 52 00

[terrasol@setec.com](mailto:terrasol@setec.com)

### Agence de Lyon

Immeuble Dièze Corner  
 97-101 boulevard Vivier Merle  
 CS 53324  
 69329 Lyon Cedex 03  
 FRANCE

Tel : +33 4 27 85 49 35

### Agence de Bordeaux

42-44 rue du Général de Larminat  
 33000 Bordeaux  
 FRANCE

### Agence de Vitrolles

Immeuble Griffon II  
 7 chemin des Gorges de Cabriès  
 13127 Vitrolles  
 FRANCE

### Représentation au Maroc

3 rue Abou Hanifa  
 Agdal  
 10080 Rabat  
 MAROC  
 Tel : +212 (661) 16 20 78

### Représentation en Tunisie

2, rue Mustapha Abdesslem  
 El Menzeh  
 2037 Tunis  
 TUNISIE  
 Tel : +276 71 23 63 14