

Evaluation du Procédé Géotechnique

TRENCHMIX – Tranchées de sol traité au liant

Nom du procédé	TRENCHMIX
Demandeur	SOLETANCHE BACHY 280, avenue Napoléon Bonaparte 92500 Rueil-Malmaison – France

L'évaluation du procédé géotechnique TRENCHMIX a été conduite par l'Université Gustave Eiffel et le Cerema et approuvé de manière consensuelle par une commission dont la composition dédiée est précisée dans le référentiel relatif à l'évaluation des procédés géotechniques.

L'évaluation repose sur :

- la demande de l'entreprise SOLETANCHE BACHY sollicitant l'Université Gustave Eiffel et le Cerema pour un renouvellement du cahier des charges TRENCHMIX - Tranchées de sol traité au liant avec l'engagement que la mise en œuvre du procédé TRENCHMIX n'a pas été identifiée comme une source de potentielle de désordres ;
- la liste des chantiers réalisés par SOLETANCHE BACHY sur ces trois dernières années mettant en œuvre le procédé TRENCHMIX;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique TRENCHMIX dans le cadre d'une mission réalisée par l'Université Gustave Eiffel et le Cerema avec l'appui d'un expert. Les conclusions de cette mission sont consignées dans un rapport d'analyse qui est présenté en annexe 1;
- le référentiel pour l'évaluation des procédés géotechniques (version n°12 du 13 décembre 2018).

Marne La Vallée, le 8 avril 2022.

Fabien Szymkiewicz
Université Gustave Eiffel /GERS/SRO



Cécile Maurel
Cerema Ile-de-France Département
Infrastructures Risques Matériaux



1. Présentation du procédé

Le TRENCHMIX fait partie des techniques d'amélioration mécanique des sols et consiste à réaliser des panneaux de soil-mixing de X m de profondeur et de X m de largeur.

Le présent cahier des charges couvre l'utilisation du TRENCHMIX pour des problématiques de fondations et de confortement de pentes.

Les écrans étanches et les soutènements bien que pouvant être réalisés par ce procédé ne sont pas couverts par le présent cahier des charges.

2. Référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique TRENCHMIX

Le référentiel retenu pour l'évaluation du procédé géotechnique comprend :

- Norme NF EN 14679 – Exécution des travaux géotechniques spéciaux. Colonnes de sol traité.
- l'Eurocode 7 partie 1 avec son annexe nationale française ;
- l'Eurocode 7 partie 2 ;
- la norme NF P94-262 et son amendement pour l'application nationale de l'Eurocode 7 à la justification des fondations profondes;

3. Documents

Les documents examinés dans le cadre de la mission confiée à l'Université Gustave Eiffel et au Cerema sont les suivants :

- la liste de références depuis 2005,
- le cahier des charges du procédé géotechnique TRENCHMIX édition n°8 du 22 mars 2022.

4. Avis

L'Université Gustave Eiffel et le Cerema sur la base des différents documents examinés, du rapport d'analyse présenté en annexe 1 estiment que le procédé géotechnique TRENCHMIX décrit par le cahier des charges en date du 22 mars 2022 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requis par le référentiel retenu.

Le domaine d'application concerne tous les ouvrages de construction (bâtiments, ouvrages d'art, tours, mâts, cheminées et silos) en zone sismique ou non.

5. Validité

La présente évaluation est valable jusqu'au 7 avril 2025.

SOLETANCHE BACHY devra informer l'IFSTTAR ou le Cerema de tout incident ou désordre provoqué par la mise en œuvre du procédé géotechnique TRENCHMIX et de toute modification apportée au procédé durant cette période de validité.

Annexe 1 – Rapport d'analyse du procédé géotechnique TRENCHMIX – Tranchées de sol traité au liant

1. Spécificités du procédé TRENCHMIX – Tranchées de sol traité au liant

Le procédé TRENCHMIX – Tranchées de sol traité au liant est un procédé développé par SOLETANCHE BACHY qui permet d'améliorer mécaniquement les sols en mélangeant mécaniquement le sol en place avec un liant (ciment, chaux, ...). Deux méthodes sont à prendre en compte : la méthode sèche pour laquelle le liant est déposé dans une prétranchée sous forme de poudre et l'eau est injectée lors de la réalisation de la tranchée. La seconde méthode est la méthode humide pour laquelle l'introduction du liant se fait sous forme de coulis dans la lame de la machine.

Le procédé est utilisé pour améliorer la portance des sols et/ou réduire les tassements prévisibles sous les fondations. Il n'entre pas dans le domaine couvert par ASIRI. Dans le cas des fondations superficielles, il nécessite la réalisation d'un matelas de répartition intercalaire.

2. Homogénéité du matériau fabriqué – Essais et contrôle

SOLETANCHE BACHY a développé une procédure qui permet d'obtenir un matériau avec une certaine homogénéité en termes de propriétés mécaniques (R_c , modules E_{50}). Elle se base sur les éléments suivants :

- 2 millions de m² de parois réalisées,
- 3300 éprouvettes testées pour la mesure de la résistance à la compression simple à 28 jours (R_c),
- 1500 éprouvettes testées pour la mesure de la résistance à la compression simple à 90 jours,
- 312 mesures de module de déformation à 28 jours (E_{50}),
- 150 mesures de module de déformation à 90 jours,
- 20 chantiers permettant de corrélérer l'indice de malaxage du TRENCHMIX avec le coefficient de variation des mesures de résistance à la compression simple,
- 50 mesures permettant la corrélation de la résistance à la compression simple et la résistance au cisaillement (c' et ϕ') en fonction de la nature des sols pour des applications de type stabilité de pente.

Deux étapes successives sont proposées pour valider le procédé :

- (a) la définition d'un indice de malaxage qui permet d'assurer un coefficient de variation des propriétés mécaniques défini résultant de l'expérience de l'entreprise;
- (b) vérification des hypothèses avec des mesures de module / résistance à la compression sur des éprouvettes.

Par ailleurs, une fiche d'enregistrement de paramètres d'exécution est fournie pour chaque jour de chantier dans le but de vérifier que les consignes ont bien été respectées.

3. Méthodes de dimensionnement

Concernant l'amélioration de la capacité portante et la réduction des tassements, les modules pris en compte sont compris entre 100 MPa et 2 GPa. Ces valeurs, ainsi que les valeurs de résistance sont systématiquement.

Le cas du dallage chargé avec calcul du frottement négatif et la stabilité de pente sont deux domaines pour lesquels les méthodes de dimensionnement ont été développées.

Dans le cas d'une fondation superficielle reposant sur un sol renforcé par le procédé TRENCHMIX, une méthode de calcul détaillée par Bouassida et Jellali (2002) a été proposée.

Un essai de chargement est effectué pour vérifier la portance et déterminer la courbe charge – enfoncement de cet élément de fondation.

Dossier Instruit par :
Alain le Kouby (2019) et Fabien Szymkiewicz (2022)
Université Gustave Eiffel