

Évaluation du Procédé Géotechnique – EPG

Nom du procédé	TRENCHMIX Tranchées de sol traité au liant
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 l'entreprise Geotec représentant l'USG aux EPG et approuvée de manière consensuelle par la commission technique EPG dont la composition dédiée est précisée dans le référentiel relatif à l'évaluation des procédés géotechniques. Cette évaluation est jointe ci-après.

L'évaluation repose sur :

- la demande de l'entreprise SOLETANCHE BACHY sollicitant l'Université Gustave Eiffel et Géotec 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 Géotec. 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 2.1 du 13 mars 2025).

Avis de la commission technique EPG

Sous réserve d'appliquer les recommandations ci-dessous, la commission technique EPG :

- estime que : le procédé géotechnique TRENCHMIX mis en œuvre par la société SOLETANCHE BACHY et décrit par le cahier des charges du procédé géotechnique révision 9 du 12/03/2025 est apte à satisfaire les exigences de fiabilité et de robustesse requis par le référentiel retenu ;
- donne un avis favorable à la prolongation de l'évaluation du procédé pour une durée de 18 mois comme spécifié dans le courrier envoyé le 11 juillet 2025 dernier (250710_EPG_Soletanche-Bachy_TrenchmixCourrier_EPG-v4.pdf).
- Dans ce même courrier, il a été précisé que à l'issue de ces 18 mois, le procédé devrait faire l'objet d'un renouvellement avec modification majeure avec les 13 points qui seront à traiter.

La présente évaluation est établie jusqu'au 30/03/2027.

Le 03/10/2025.

Le Président de la commission technique
EPG



Loïc LEURENT - CEREMA

Le Vice - Président de la commission technique
EPG



Fabien SZYMKIEWICZ - UGE

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques

1. Présentation du procédé

Le TRENCHMIX fait partie des techniques d'amélioration mécanique des sols et consiste à réaliser des panneaux de soil-mixing jusqu'à 10m de profondeur maximum. Le présent cahier des charges couvre l'utilisation du TRENCHMIX pour des problématiques de renforcement et d'amélioration des sols ainsi que pour le 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 :

- Fascicule 1 : Organisation des commissions et de la procédure EPG version 13/03/25 ;
- Fascicule 2 : Contenu détaillé d'une EPG et base de données associées – version du 30/09/25
- 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.

3. Documents

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

- la liste de références depuis 2005, Depuis 2022, il s'agit principalement de références concernant les écrans étanches qui ne font pas partie de ce cahier des charges ;
- le cahier des charges du procédé géotechnique TRENCHMIX édition n°9 du 12 mars 2025 ;
- une attestation d'absence de sinistralité relatif au procédé Trenchmix de 2022 à 2025.

4. Domaine d'emploi

Le domaine d'application, suite aux échanges avec la commission se limitent aujourd'hui, aux cas :

- des renforcements sous remblai ;
- des renforcements sous dallage avec matelas de répartition ;
- des renforcements sous radier avec matelas de répartition ;
- des renforcements de talus ;

hors sollicitations sismiques.

5. Recommandations spécifiques au procédé

5.1 Note à l'intention du maître d'œuvre et des contrôleurs

Le recours à un procédé de type TRENCHMIX est généralement à considérer sur les projets de renforcement des sols.

Il convient alors de s'assurer que la synthèse géotechnique prévue en phase conception, mission G2 au sens de la NF P94-500 (ou similaire), est adaptée à ce procédé.

L'emploi de ce procédé est soumis à l'appréciation du maître d'ouvrage sur conseils de son maître d'œuvre, et généralement du géotechnicien qui ne dépend pas du maître d'œuvre et du bureau de contrôle. Ce conseil intervient idéalement lors de la phase Assistance pour la passation des Contrats de Travaux (phase ACT).

EPG : Commission d'Évaluations des Procédés Géotechniques



5.2 Exécution

La réalisation de tranchées à l'aide de la technique du TRENCHMIX suit la norme d'exécution des colonnes de sol traité NF EN 14679. Des compléments sont indiqués dans le cahier des charges.

5.3 Cas d'utilisation pour des écrans étanches :

La majorité des cas d'utilisation de cette technique depuis la dernière version du cahier des charges en 2022 concerne les écrans étanches pour des digues. Le présent cahier des charges ne traite pas de cette application. Il est nécessaire d'utiliser ce procédé pour des travaux de renforcement des sols afin d'assurer sa pérennité autant en terme de savoir-faire que vis-à-vis de la commission technique EPG qui n'acceptera le prochain renouvellement que dans le cas où des références sur le renforcement des sols pourront être proposées. Un cahier des charges spécifique aux écrans étanches est à envisager par SOLETANCHE-BACHY.

Instructeurs du dossier :

L'instruction de cette EPG a été suivie par :

- Alain Le Kouby (Université Gustave Eiffel – Membre de la CT- EPG) : Rapporteur/Instructeur
- Francois-Xavier Baume (Géotec – Membre de la CT- EPG) : Instructeur

Ces instructeurs ont été désignés par la commission EPG.

Conditions particulières

SOLETANCHE-BACHY devra informer les commissions EPG 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 – 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. Ce procédé ne peut pas être appliqué à une fondation superficielle isolée.

2. Homogénéité du matériau fabriqué – Essais et contrôle

Dans ce paragraphe, les chiffres repris sont ceux du précédent cahier des charges de 2022. Aucun nouvel essai n'a été rajouté.

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. Cet intervalle de valeur de modules est rappelé dans les recommandations ASIRI (2012) pour la technique du Deep Soil Mixing. Ces éléments sont donnés dans l'introduction sans que l'on y revienne dans le reste du document. Ces valeurs peuvent être acceptables pour le procédé TRENCHMIX. Ces valeurs, ainsi que les valeurs de résistance, sont systématiquement contrôlées.

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.