

GEO5

Programme « Stratigraphie » : introduction

Résumé

L'objectif de ce cahier technique est de montrer comment utiliser le programme GEO5 « Stratigraphie » dans le cadre de tâches élémentaires qui serviront de base à des travaux plus évolués.

Le fichier exemple correspondant est « Demo_manual_40.gsg ».

ATTENTION : Dans ce document, l'utilisateur sera guidé à travers toutes les étapes de définition et d'analyse d'un projet géotechnique, dans un contexte établi par l'auteur. L'utilisateur doit être informé que les réglages de l'analyse (onglet « Paramètres ») sont de sa responsabilité et doivent être vérifiés/adaptés avant de commencer tout nouveau projet.

1 Introduction

Ce cahier technique est un outil élémentaire de présentation du programme GEO5 « Strati-graphie », il va nous permettre de réaliser un modèle 3D d'un sous-sol répondant à des conditions données, d'en créer une coupe transversale et de la coller dans le programme « Stabilité des pentes ».

Lors de la modélisation, il est conseillé de respecter la procédure de saisie suivante :

1. définition du site de construction
2. création d'un modèle de terrain
3. saisie des sondages et des essais *in situ*
4. création de profils de sols à partir des essais *in situ*
5. création de coupes géologiques
6. création du modèle géologique 3D
7. définition des coupes transversales afin de réaliser des analyses complémentaires en utilisant d'autres programmes GEO5.

Chaque section fournit des remarques explicatives au sujet de la saisie de données dans le cadre de situations réelles souvent beaucoup plus complexes.

2 Spécification de l'étude

Le terrain est défini par six points de coordonnées $(x; y; z)$: $(0; 0; 0)$, $(0; 10; 0)$, $(7; 0; 3)$, $(7; 10; 3)$, $(20; 0; 5)$, $(20; 10; 5)$.

Nous avons les résultats de trois sondages :

- BH1 - $(2, 0; 4, 0)$, 3 couches :
 1. remblai : 1, 5 m
 2. limon : 0, 9 m
 3. argile : 4, 1 m
- BH2 - $(3, 0; 9, 5)$, 3 couches :
 1. remblai : 1, 2 m
 2. limon : 1, 4 m
 3. argile : 3, 5 m
- BH3 - $(1, 6; 2, 4)$, 2 couches :
 1. remblai : 1, 6 m
 2. argile : 4, 2 m

3 Solution

3.1 Paramétrage

Dans le cadre « Paramètres », modifiez le système de coordonnées en cliquant sur le bouton « Modifier ». Dans la fenêtre de dialogue, sélectionnez le type de système de coordonnées « utilisateur » et une orientation « main droite » :

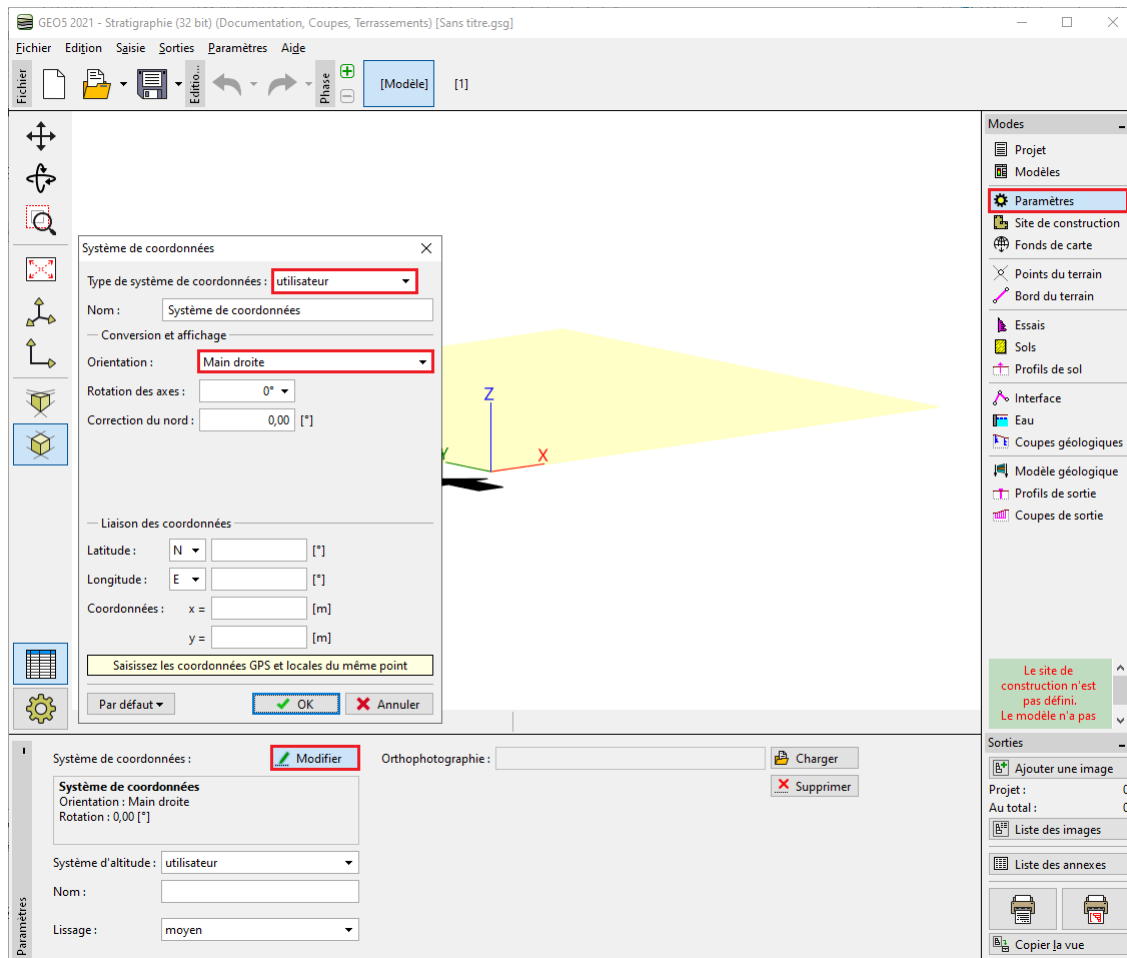


FIGURE 1 – Cadre « Paramètres » - Système de coordonnées

Remarque : pour les constructions réelles, il convient de choisir le système de coordonnées utilisé dans le pays ou la région donné. La République tchèque utilise le système JTSK et toutes les coordonnées sont ensuite ajoutées selon ce système de coordonnées.

3.2 Site de construction

Dans le cadre « Site de construction », conservez le type de site « Rectangle » en vérifiant que l'option « Générer le rectangle » est bien sélectionnée :

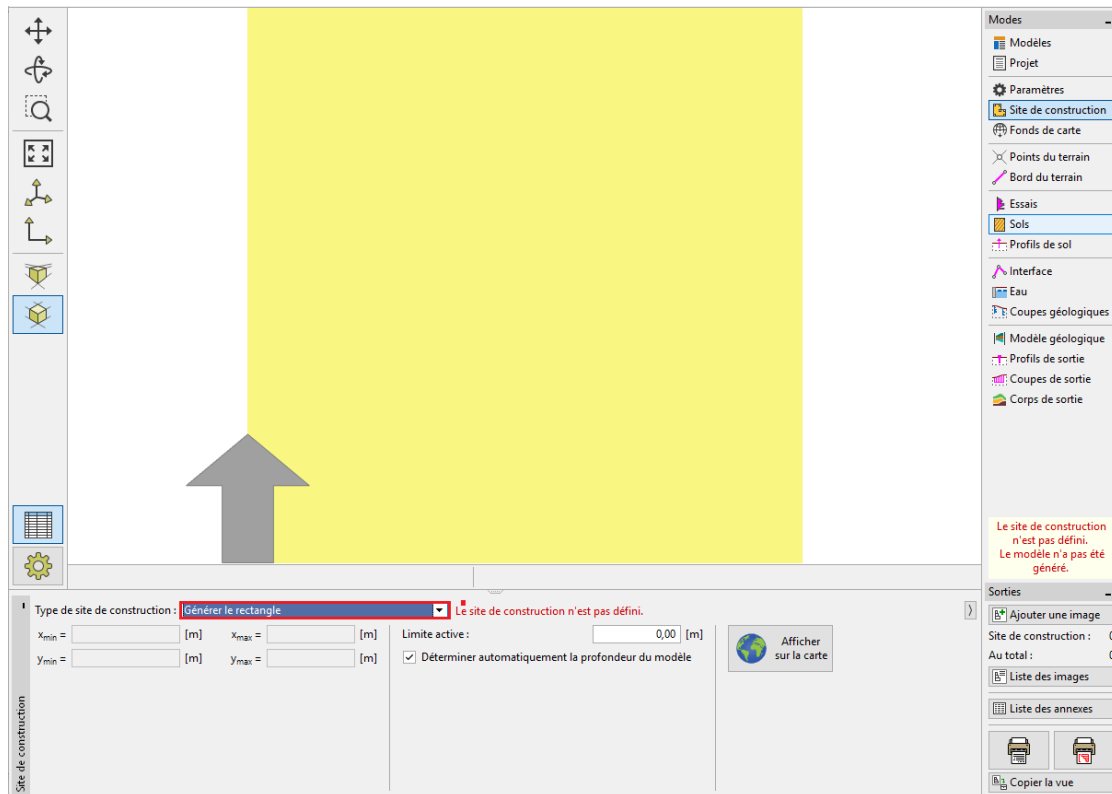


FIGURE 2 – Cadre « Site de construction »

Remarque : si nous utilisons un véritable système de coordonnées (comme JTSK), le programme permet d'afficher l'emplacement du site de construction dans Google Maps.

Dans le cadre « Points du terrain », saisissez les points (0; 0; 0), (0; 10; 0), (7; 0; 3), (7; 10; 3), (20; 0; 5), (20; 10; 5). Le modèle numérique sera généré automatiquement.

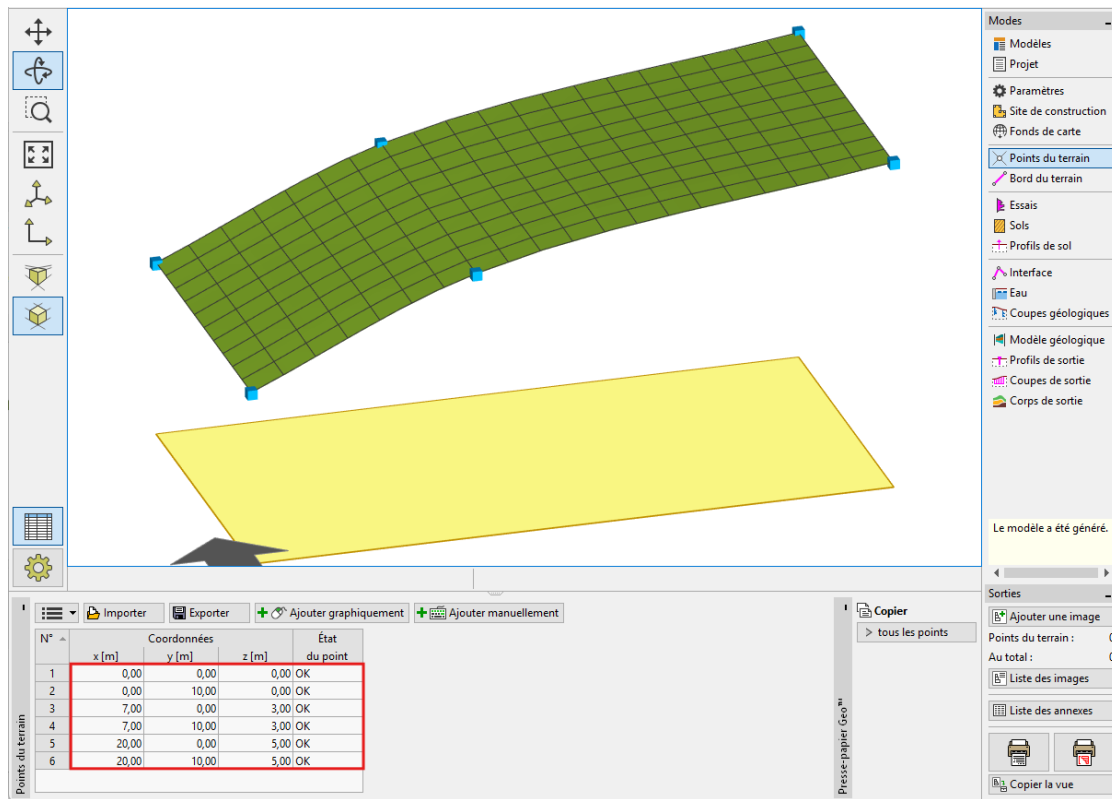


FIGURE 3 – Cadre « Points du terrain » - Saisie des points

Remarque : dans une étude réelle, les points sont généralement importés à partir de mesures géodésiques, il n'est donc pas nécessaire de les saisir.

3.3 Essais *in situ*

Dans le cadre « Essais », nous allons ajouter un essai *in situ* de type « sondage ».

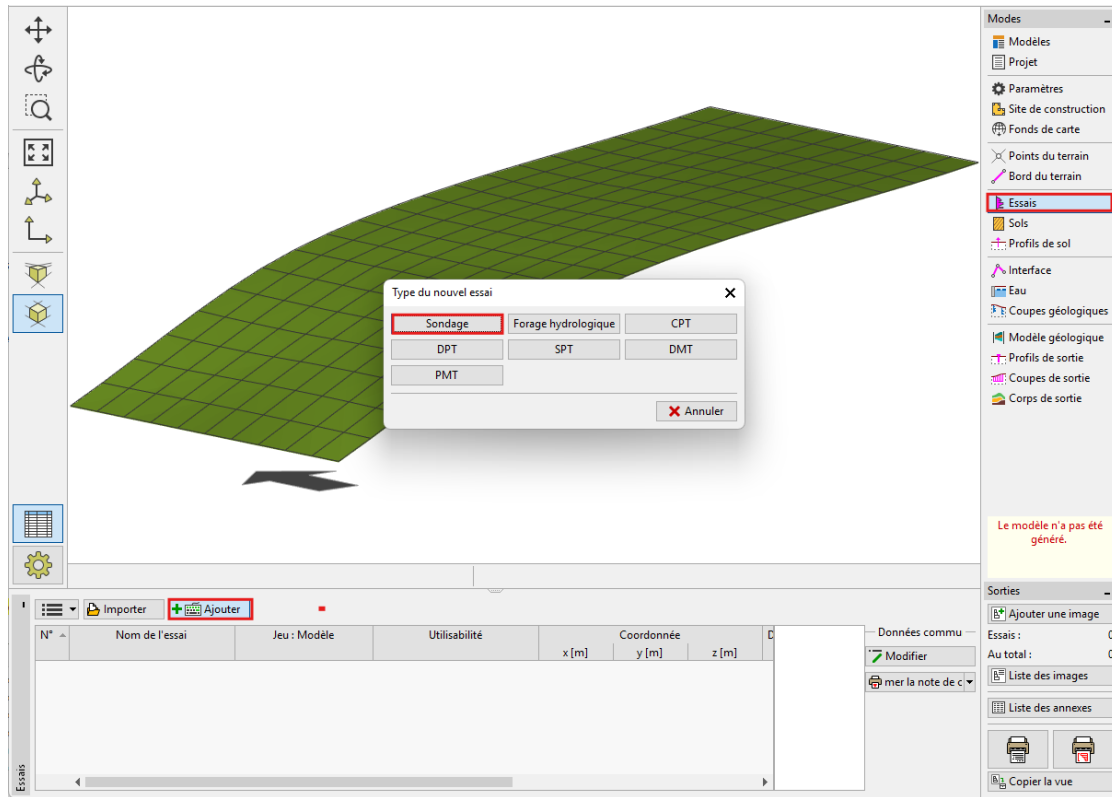


FIGURE 4 – Création d'un sondage

Nous allons remplir les « Paramètres de l'essai » (Nom de l'essai, Coordonnées) et dans l'onglet « Couches » ajouter toutes les couches en cliquant sur le bouton « Ajouter (à la fin) ».

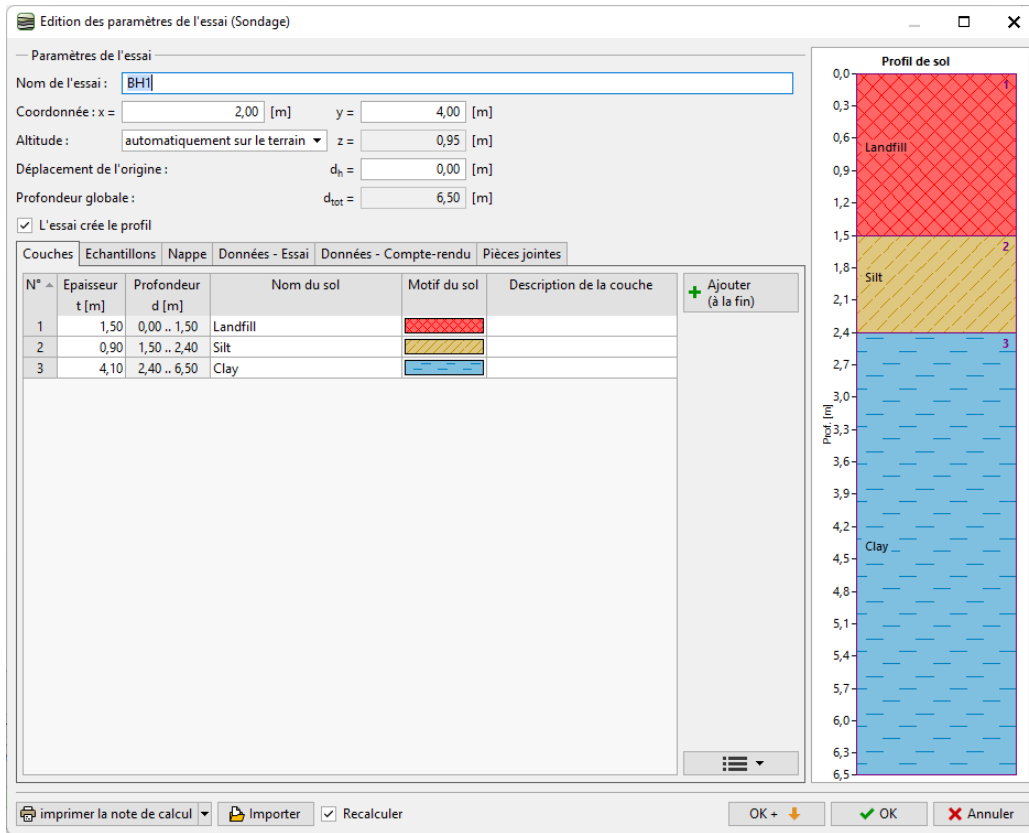


FIGURE 5 – Cadre « Essais » - Saisie du sondage BH1

Nous saisissons le « nom du sol », l'épaisseur et sélectionnons le motif et la couleur appropriés.

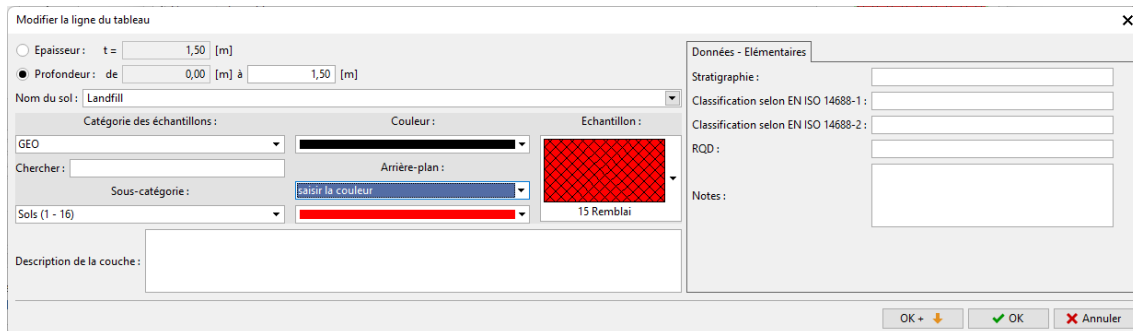


FIGURE 6 – Saisie du sol

Pour la saisie du deuxième et du troisième sondage, nous pouvons soit copier le premier sondage et modifier l'épaisseur de chaque couche, soit en créer un nouveau et affecter uniquement les sols déjà saisis dans le catalogue.

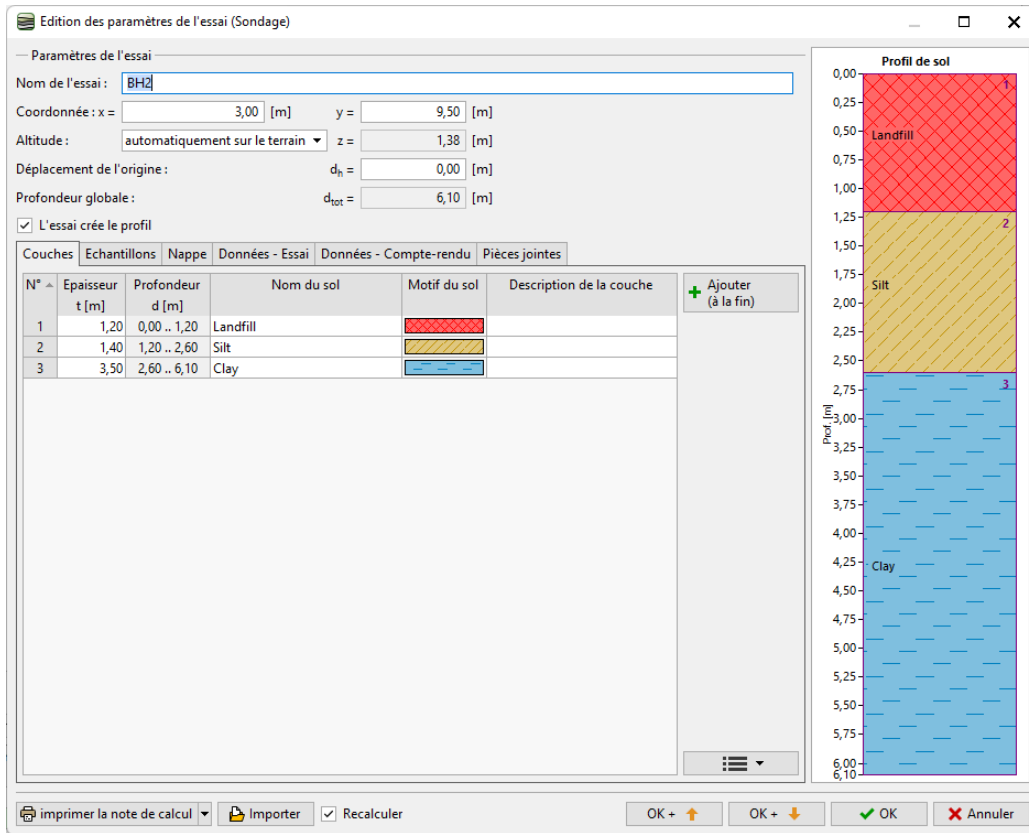


FIGURE 7 – Cadre « Essais » - Saisie du sondage BH2

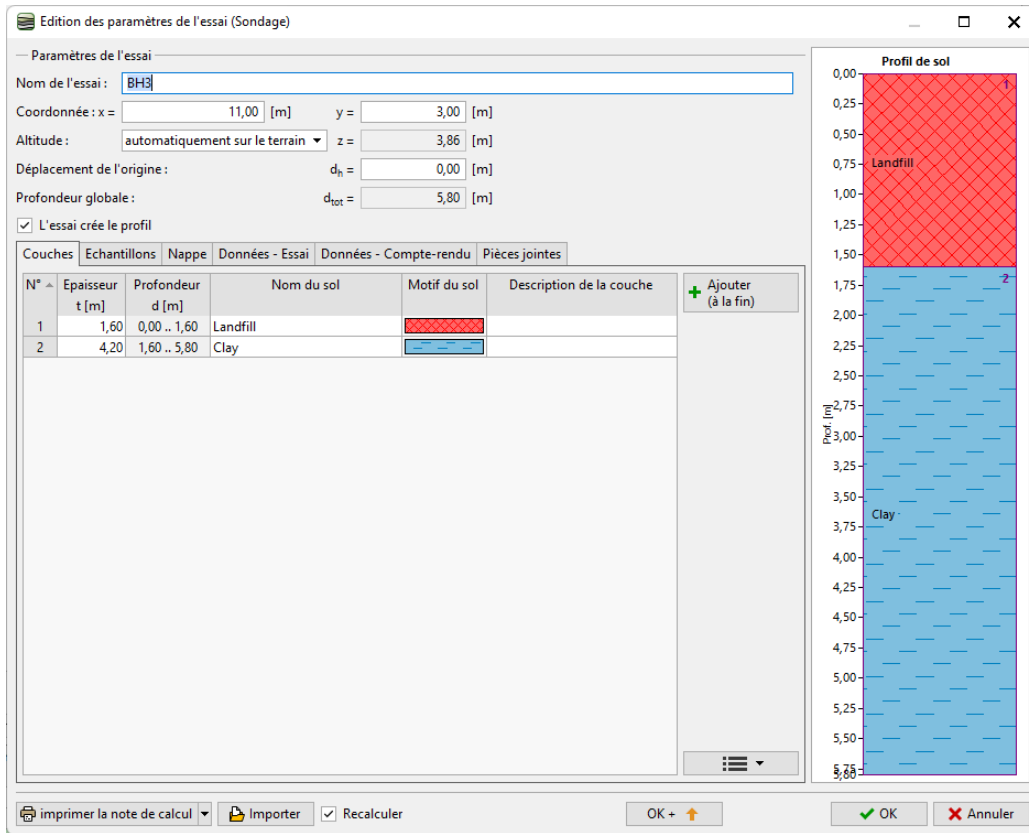


FIGURE 8 – Cadre « Essais » - Saisie du sondage BH3

Remarque : pour un sondage réel, le nombre de couches et de descriptions à saisir est généralement beaucoup plus grand. Le programme GEO5 « Stratigraphie » permet aussi d'ajouter les informations concernant la nappe phréatique et les échantillons prélevés, de télécharger des photos et autres pièces jointes. La description de la création de la documentation de sondage fait l'objet du cahier technique n° 42 - Création de la documentation des essais in situ.

Suite à la saisie des sondages, le programme donne une représentation semblable à celle-ci :

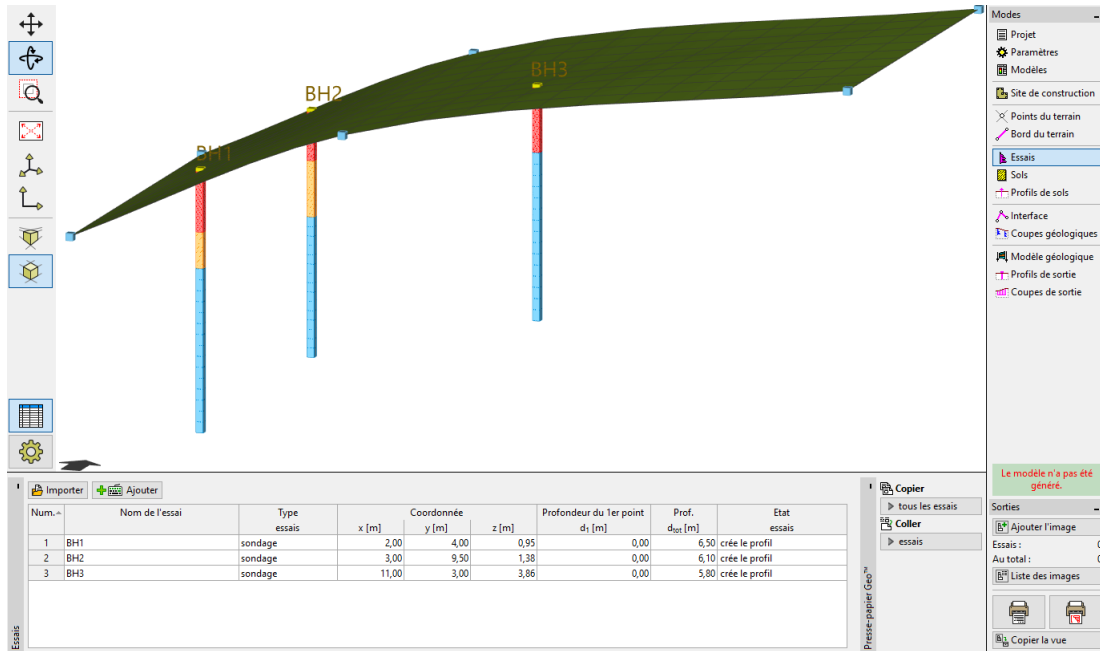


FIGURE 9 – Cadre « Essais » - Affichage des sondages

3.4 Sols et profils

Dans le cadre « Sols », créez une liste de sols en cliquant sur le bouton « Ajouter selon des essais ».

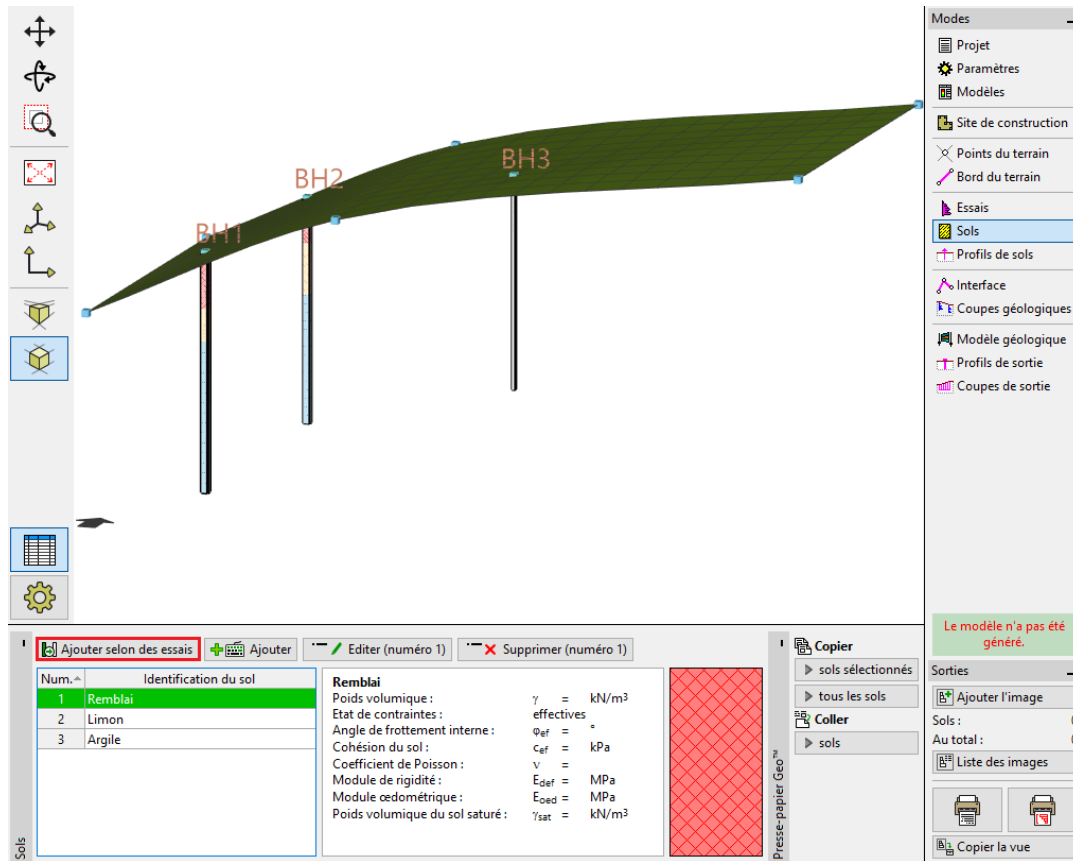


FIGURE 10 – Cadre « Sols » - Création de la liste des sols

Remarque : dans une véritable étude géologique, il est assez courant de rencontrer un grand nombre de sols présentant des différences minimales. Pour un modèle géotechnique, il convient de fusionner ces sols en « types géotechniques » et de travailler avec ceux-ci. Les sols (types géotechniques) que nous définissons ici seront utilisés non seulement pour le modèle 3D du sous-sol, mais seront également transférés vers d'autres programmes GEO5.

Dans le cadre « Profils de sols », nous vérifions que les profils de sols créés automatiquement à partir des sondages saisis.

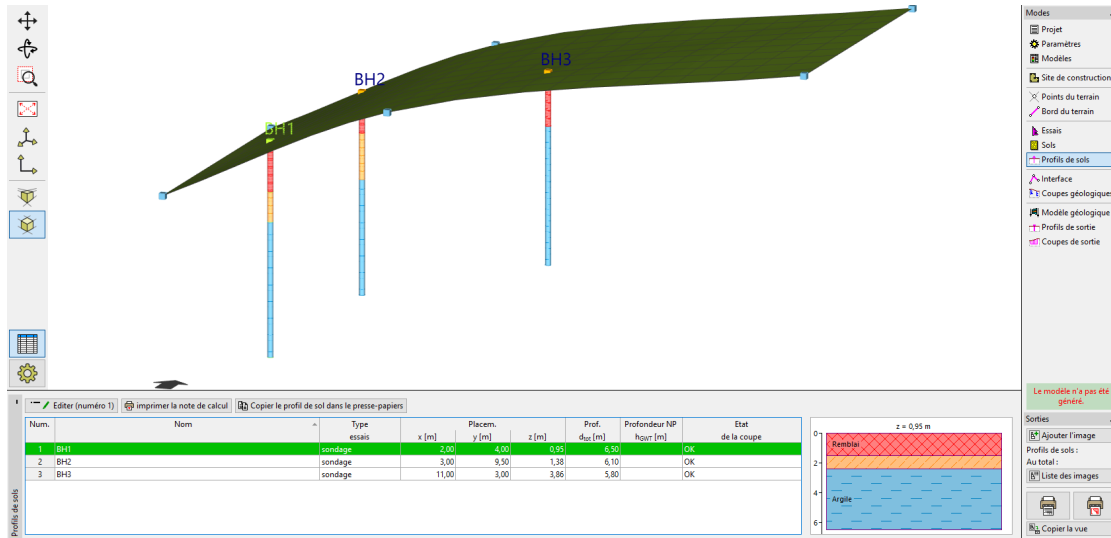


FIGURE 11 – Cadre « Profils de sols »

Remarque : la raison de l'existence de profils de sols est similaire à celle des «sols». Les sondages complexes et détaillés doivent être simplifiés pour le modèle géotechnique. Les tests de pénétration (CPT, SPT) peuvent également être interprétés dans des profils géologiques. Cela peut être fait dans ce cadre ou lors de la réalisation de coupes géologiques. La création de profils de sols à partir d'essais in situ est décrite dans le cahier technique n° 43 - Création de profils de sols à partir d'essais in situ.

3.5 Coupes géologiques

Dans le cadre « Coupes géologiques », définissez la forme de la coupe. Il convient que la section passe par les sondages saisis.

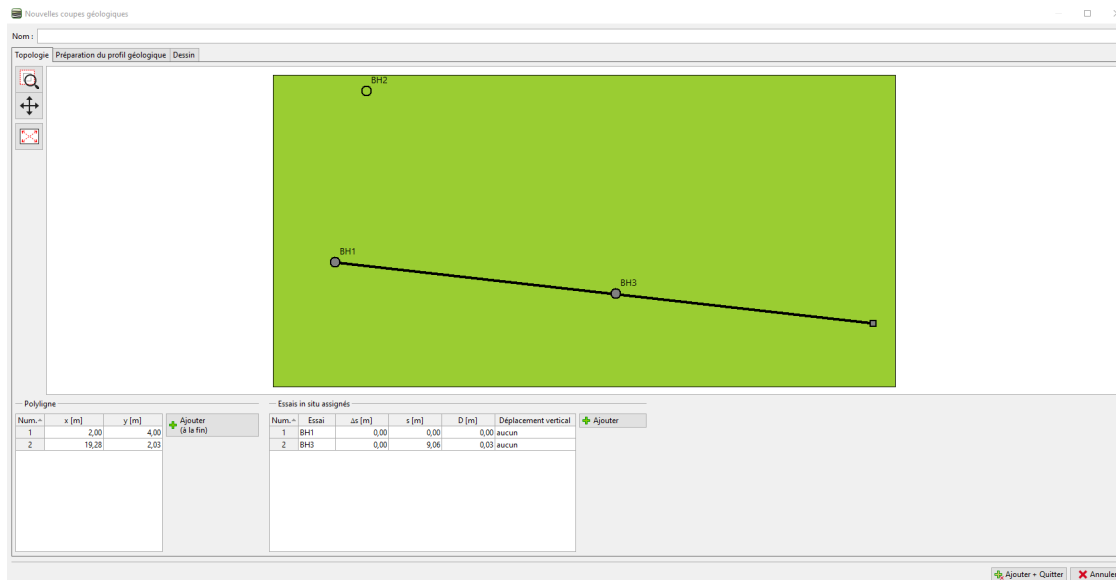


FIGURE 12 – Cadre « Coupes géologiques » - Création

Remarque : les coupes géologiques sont un élément de base pour la création d'un modèle de sous-sol 3D. Ici, vous pouvez dessiner le cours des couches selon votre idée. Le modèle 3D respectera alors votre étude. Les essais et les profils de sols qui n'interceptent pas la section peuvent également être affichés.

Passons à l'onglet « Préparation du profil géologique ». Dans notre exemple, nous voyons deux sondages. Dans un premier temps, nous allons créer une ligne entre le remblai et les autres sols. La saisie est similaire à celle que d'autres logiciels de CAO proposent. Durant la saisie, vous pouvez accrocher la nouvelle ligne aux lignes ou aux sondages pré-existants. Ces lignes peuvent être repositionnées à la position souhaitée. **Nous ne donnons pas ici les coordonnées exactes des points, car il s'agit simplement de notre estimation des couches.**

Ensuite, cliquez sur le bouton « Ajouter une interface » et définissez une nouvelle interface nommée « Remblai » - le programme ajoutera les points d'interface saisis dans la création du modèle de sous-sol 3D.

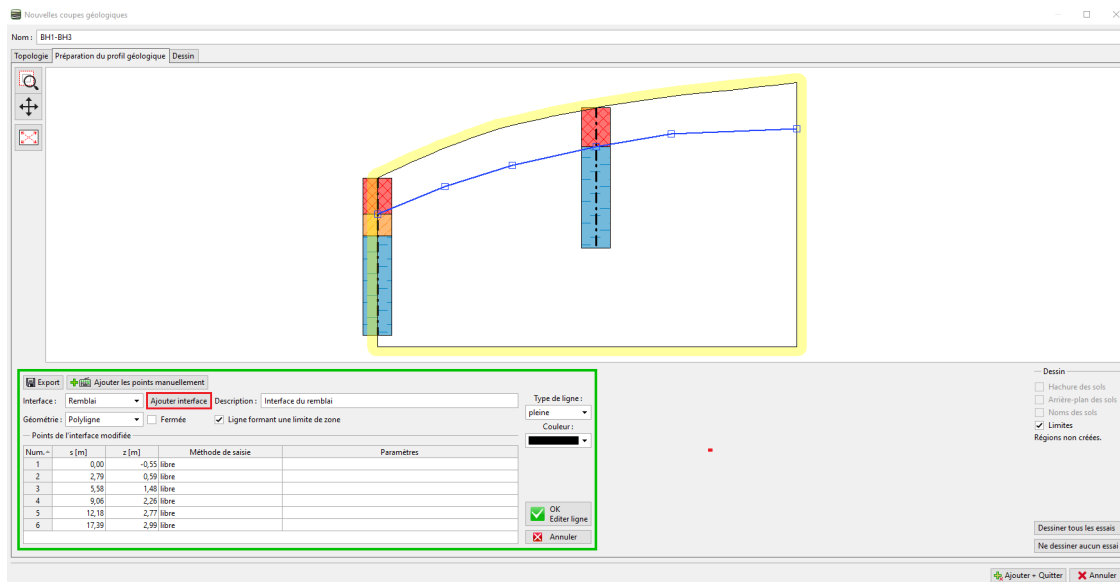


FIGURE 13 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface « Remblai »

Nous allons définir l'interface entre limon et argile de la même manière. N'oubliez pas de créer une nouvelle interface « Limon - Argile ».

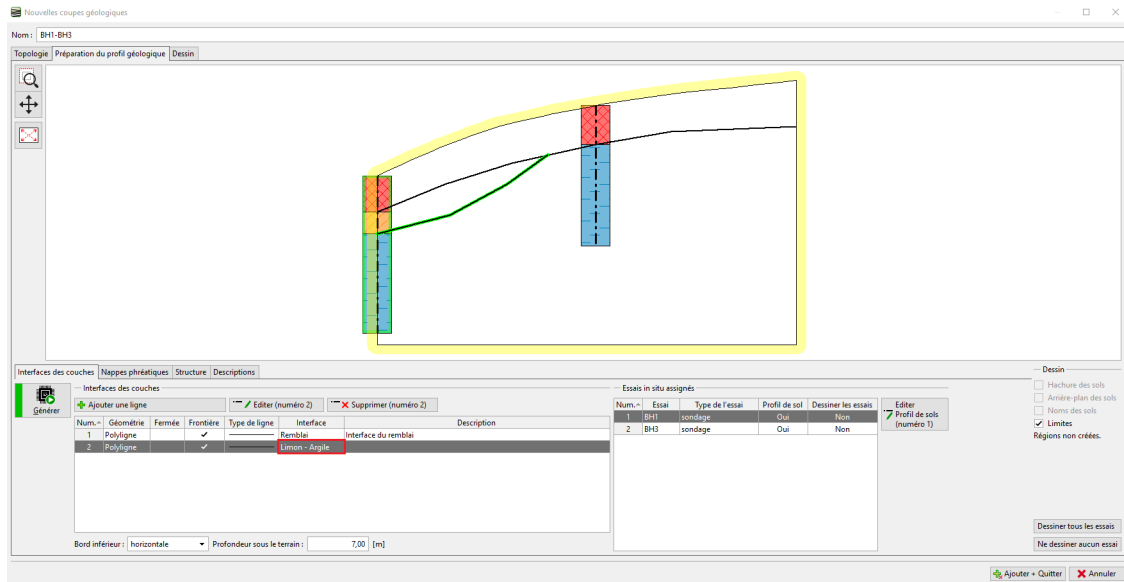


FIGURE 14 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface « Limon - Argile »

Dans le cas de la lentille, il convient également de définir la position de la couche à l'extérieur de la lentille. Nous entrons une nouvelle ligne derrière la lentille et l'assignons à l'interface « Limon - Argile » créée précédemment. Pour plus de clarté, nous choisissons le type de ligne « auxiliaire » (les lignes auxiliaires sont affichées en pointillés et ne sont pas représentées dans les dessins finaux). En cliquant sur le bouton « Générer », nous pouvons vérifier notre saisie en générant les zones du sol.

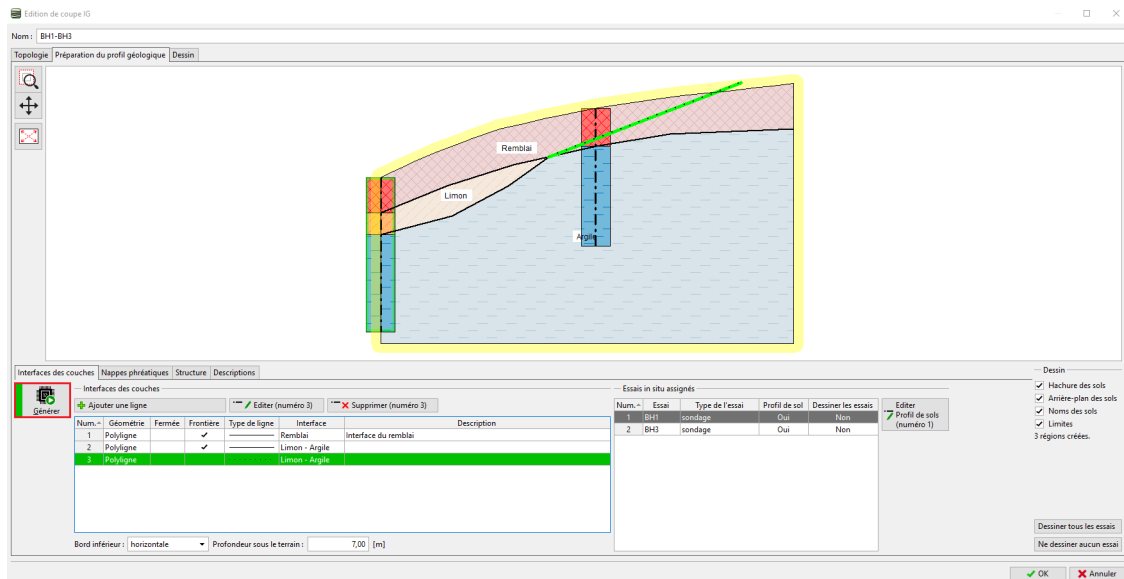


FIGURE 15 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface auxiliaire

Validez les saisies en cliquant sur le bouton « OK », le programme restitue la coupe géologique :

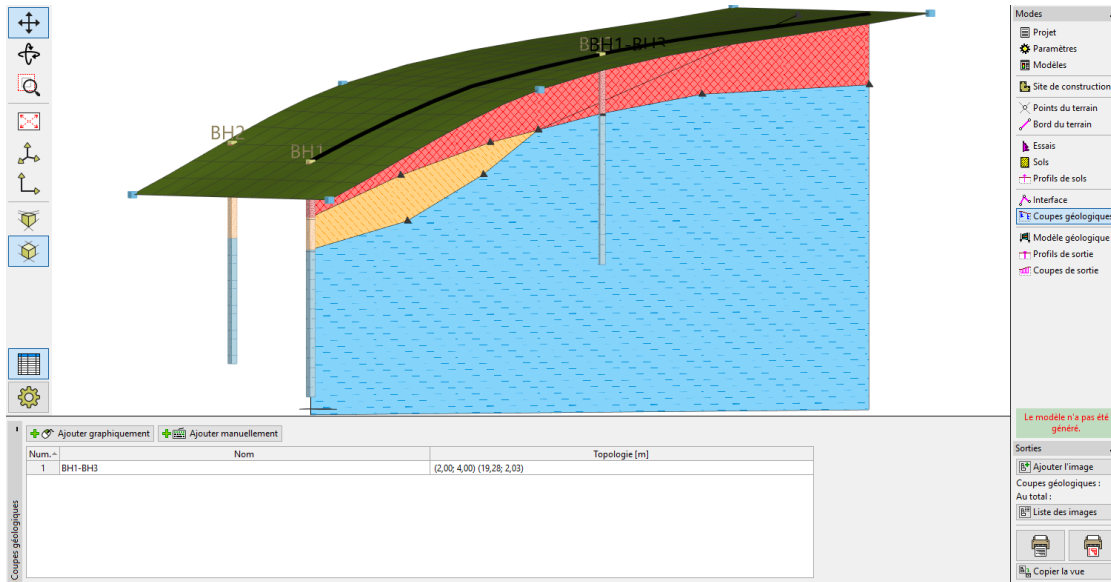


FIGURE 16 – Cadre « Coupes géologiques »

Dans le cadre « Interface », nous vérifions les nouvelles interfaces créées lors de la création des coupes géologiques. Ces interfaces sont très importantes pour la construction du modèle géologique.

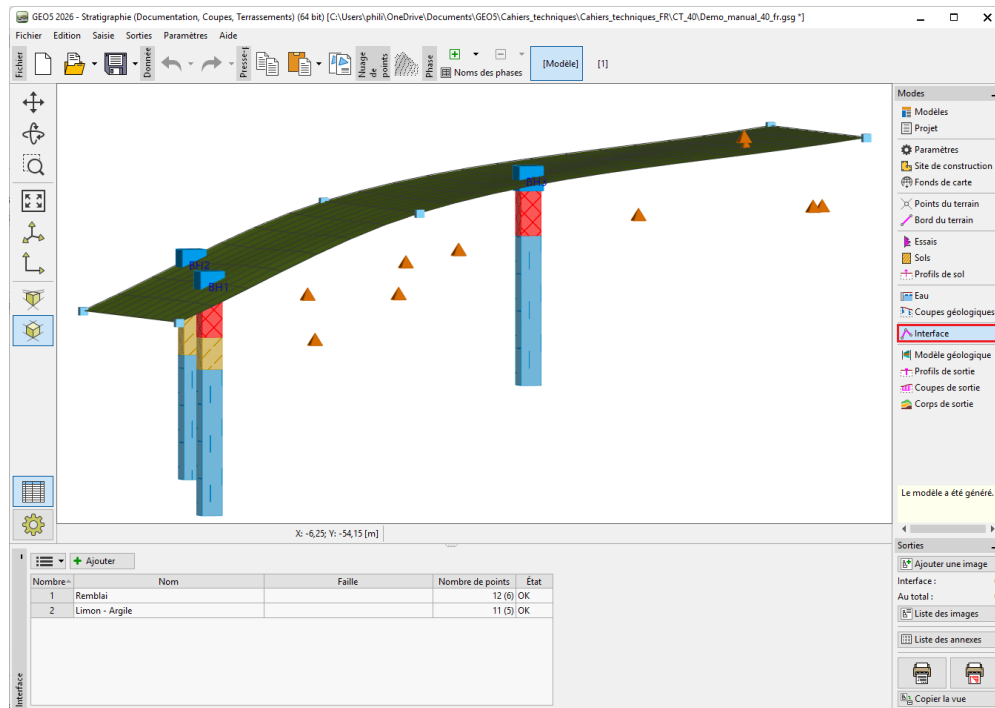


FIGURE 17 – Cadre « Interface »

3.6 Modèle géologique

À présent, passons au cadre « **Modèle géologique** ».
À partir de la version 2026, le programme propose deux options pour générer un modèle 3D : « en utilisant les interfaces spécifiées » ou « en utilisant le sondage maître ».

La modélisation **en utilisant les interfaces spécifiées** est plus simple et plus transparente, en particulier pour les projets complexes comportant des failles et des lentilles. Les essais définis (sondages/forages, profils de sol, sondes) ne sont pas pris en compte dans le processus de génération : le modèle est créé uniquement à partir des interfaces spécifiées ou générées.

La modélisation **en utilisant le sondage maître** est plus adaptée aux modèles comportant un grand nombre d'essais et une géologie simple. Le modèle respecte toutes les conditions aux limites (interfaces, sondages/forages, profils de sol, sondes), mais le travail avec les sondages de contrôle est plus exigeant.

3.6.1 Modélisation en utilisant les interfaces spécifiées

Commençons par assigner la première couche de sol sous la surface (dans notre cas, le remblai), puis ajoutons progressivement chaque interface et le sol situé sous cette interface (par exemple, Remblai, – limon, limon-argile – argile).

Ensuite, générons le modèle en cliquant sur le bouton « Générer ».

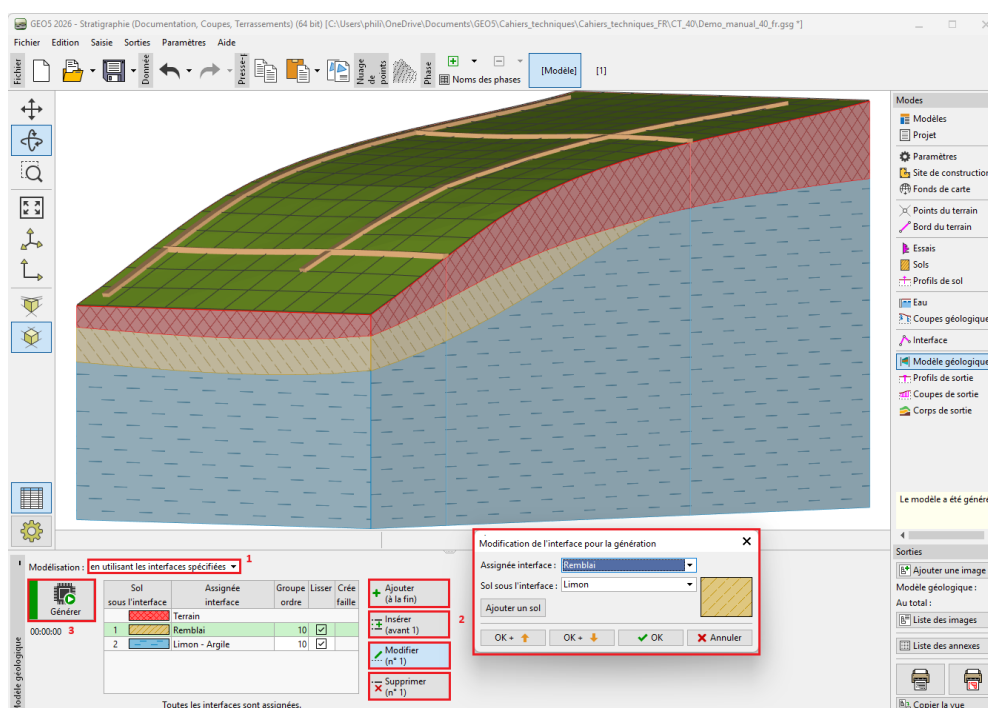


FIGURE 18 – Cadre « Modèle géologique » - Modélisation via les interfaces

Le modèle créé peut être modifié en créant ou en modifiant des sections géologiques – ce processus est présenté dans le cahier technique n° 41.

3.6.2 Modélisation en utilisant le sondage maître

Dans le cadre « Modèle géologique », sélectionnez le « sondage maître », il détermine le nombre et l'ordre des sols dans le modèle. Ce sondage doit contenir tous les sols du modèle. Dans le tableau à droite, assignez les interfaces définies lors de la création de la section géologique.

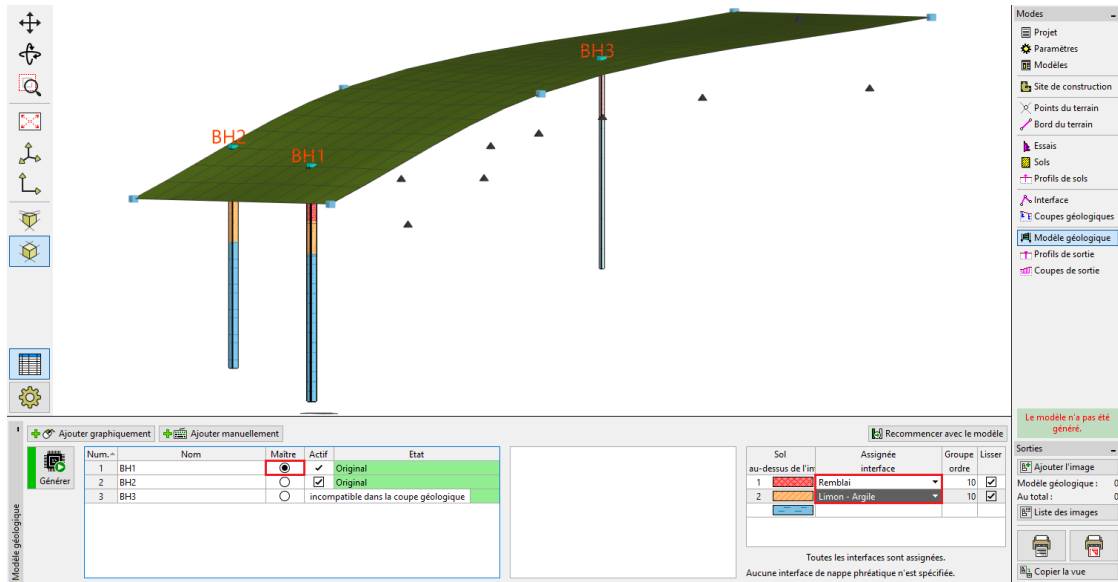


FIGURE 19 – Cadre « Modèle géologique » - Sondage maître et assignation

Remarque : le sondage principal (maître) doit contenir tous les sols (ou couches de sol) présents dans le modèle, même ceux qui ne se trouvent pas physiquement dans la zone du sondage, ce qui est courant lorsque nous créons un modèle contenant une lentille ou des failles. Pour plus d'informations, consultez le cahier technique n° 41 - Modélisation avancée dans le programme Stratigraphie.

Cliquez sur le bouton « Générer » pour calculer le modèle.

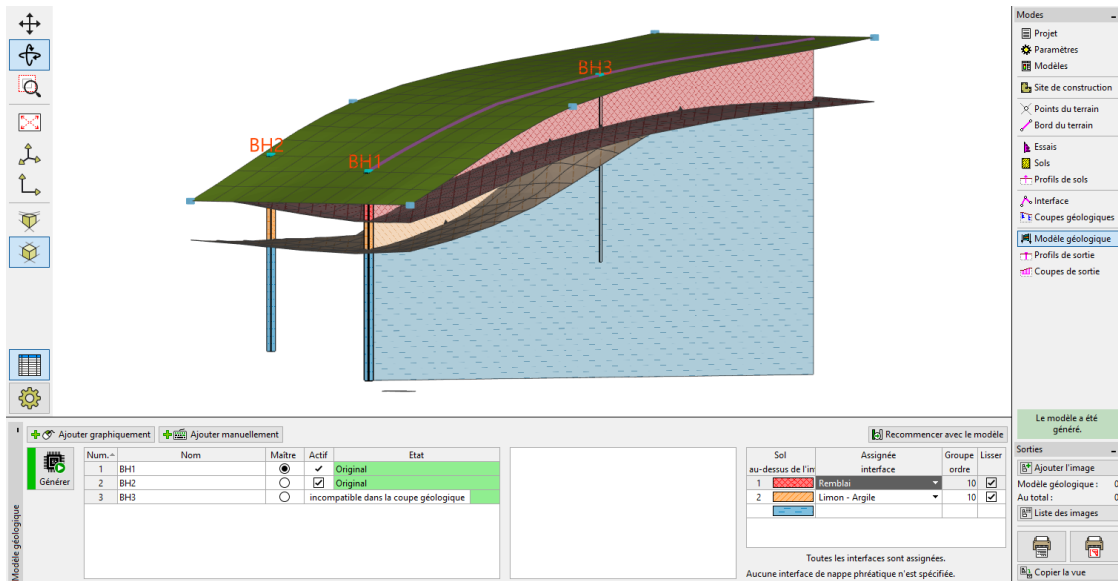


FIGURE 20 – Cadre « Modèle géologique » - Génération du modèle

Basculons vers le mode des paramètres de dessin et ajustez la vue du modèle.

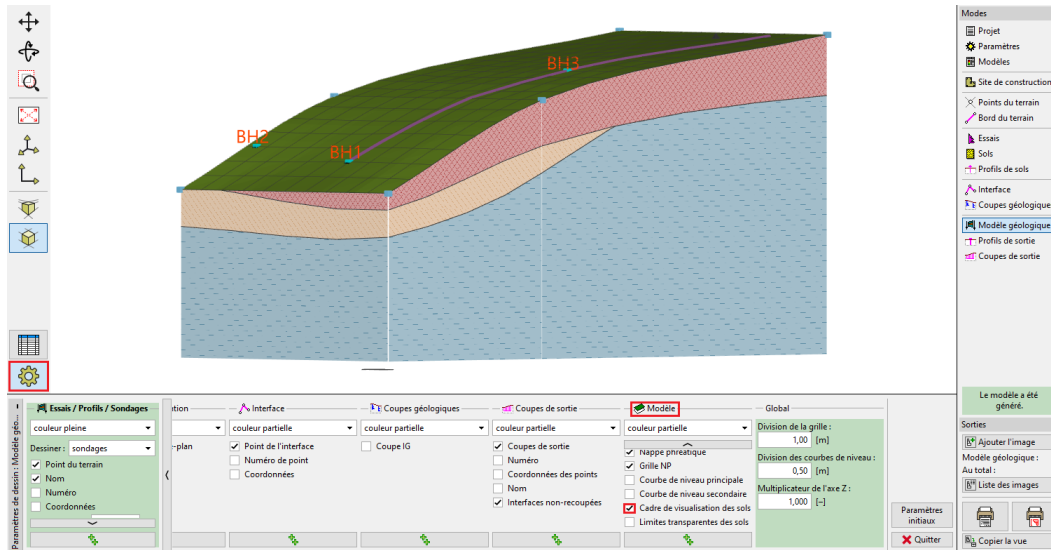


FIGURE 21 – Cadre « Modèle géologique » - Ajustement des paramètres d’affichage

Le modèle de sous-sol créé peut être encore modifié en ajoutant de nouveaux sondages. Par exemple, supposons que la couche de remblai à l’avant soit constante. Nous pouvons réaliser cet ajustement en ajoutant un nouveau sondage.

Nous allons ajouter le point en cliquant sur le bouton « Ajouter graphiquement » et en le plaçant dans la zone que nous voulons modifier - ici nous choisissons les coordonnées (0, 5; 9, 5) à gauche du sondage BH2.

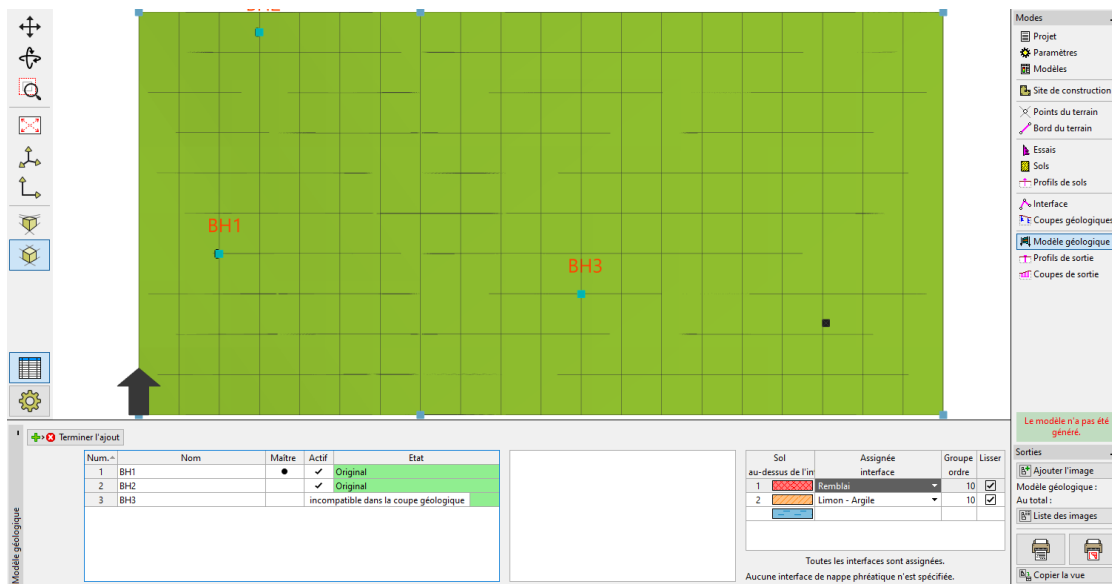


FIGURE 22 – Cadre « Modèle géologique » - Ajout d’un point graphiquement

Le sondage sera créé selon le modèle de sous-sol existant.

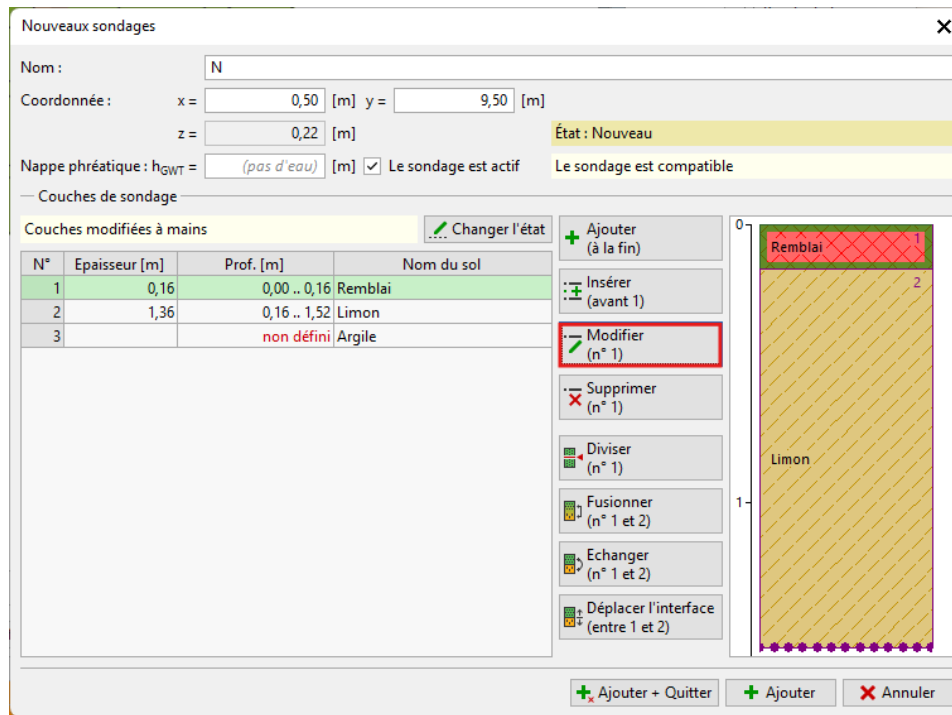


FIGURE 23 – Fenêtre de dialogue « Nouveau sondage »

Modifiez l'épaisseur de la couche de remblai à 1,5 m et générez à nouveau le modèle.

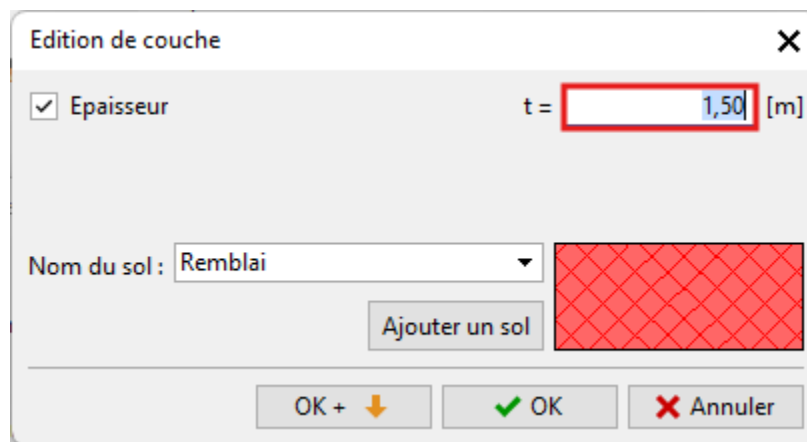


FIGURE 24 – Modification de l'épaisseur de la couche

Ensuite, nous ajoutons le sondage en cliquant sur le bouton « Ajouter + Quitter ».

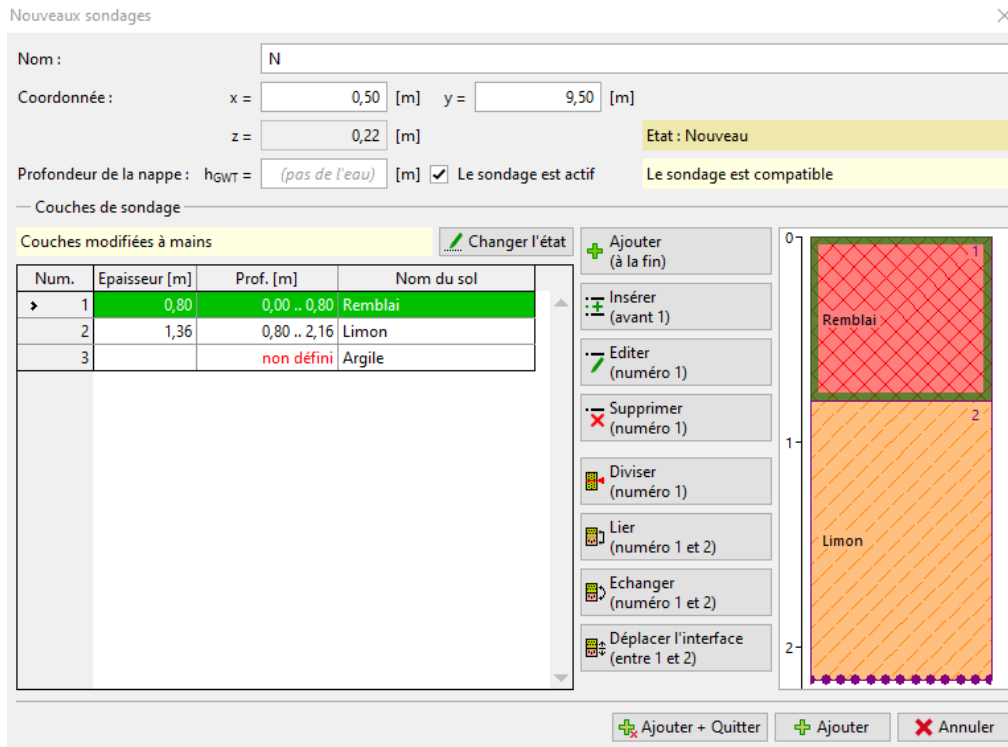


FIGURE 25 – Fenêtre de dialogue « Nouveau sondage » - Modification de l'épaisseur de la couche

Enfin nous générons le modèle en cliquant sur le bouton « Générer ». A présent, le modèle est en adéquation avec nos hypothèses.

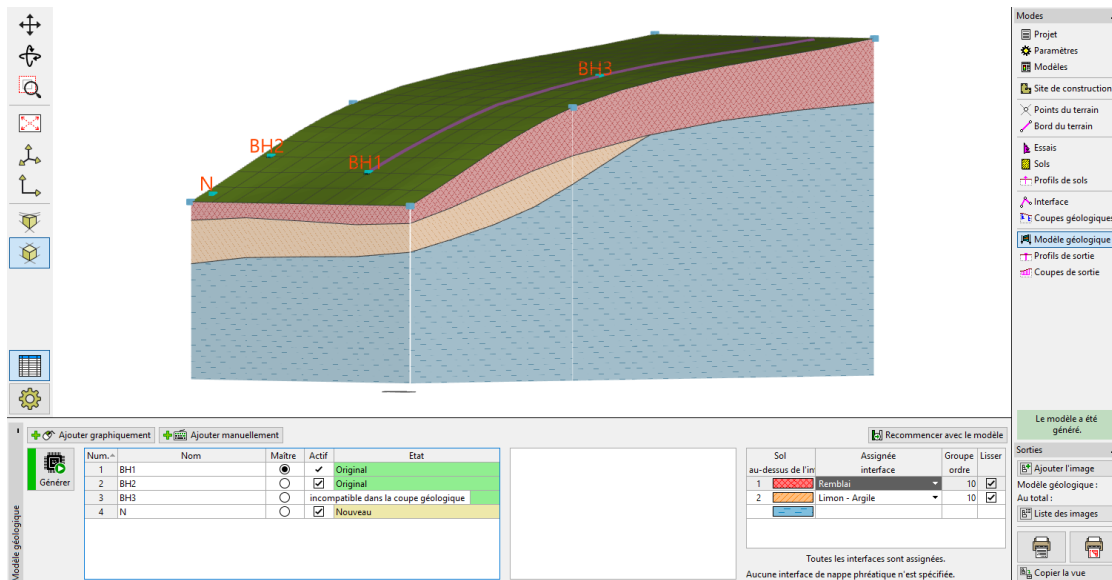


FIGURE 26 – Cadre « Modèle géologique » - Modèle final

3.7 Utilisation du modèle de sous-sol achevé

Dans le cadre « Coupes de sortie », nous pouvons définir un nombre quelconque de coupes dans le modèle. Cette vue peut être très claire et utile.

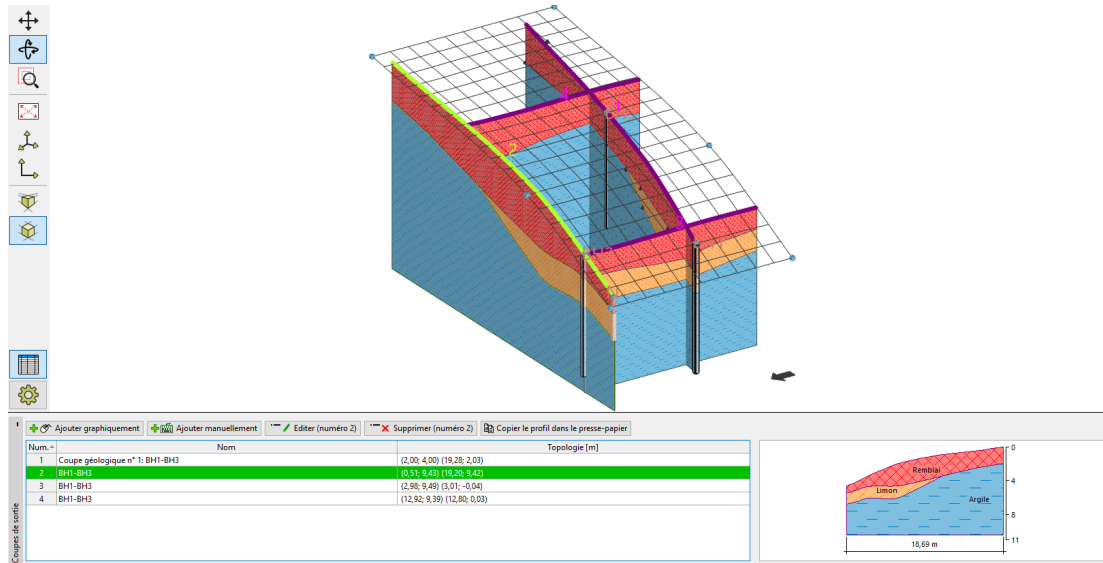


FIGURE 27 – Cadre « Coupe de sortie »

3.8 Partage des données entre programmes

Les coupes ainsi créées peuvent être copiées dans d'autres programmes GEO5. Afin d'illustrer cela, éditez une section, puis copiez la dans le presse-papier en cliquant sur le bouton « Copier le profil dans le presse-papier ».

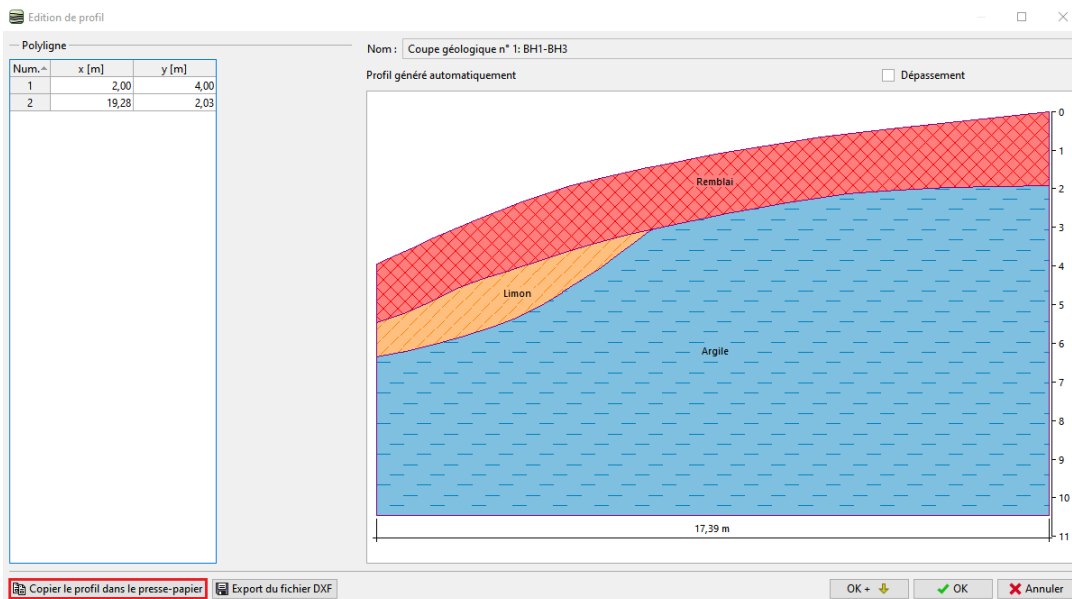


FIGURE 28 – Fenêtre de dialogue « Édition de profil »

A présent, ouvrez le programme « Stabilité des pentes », dans le menu, cliquez sur « Édition » puis « Coller les données ». La fenêtre de dialogue, qui vient de s'ouvrir, vous permet de sélectionner les données à coller.

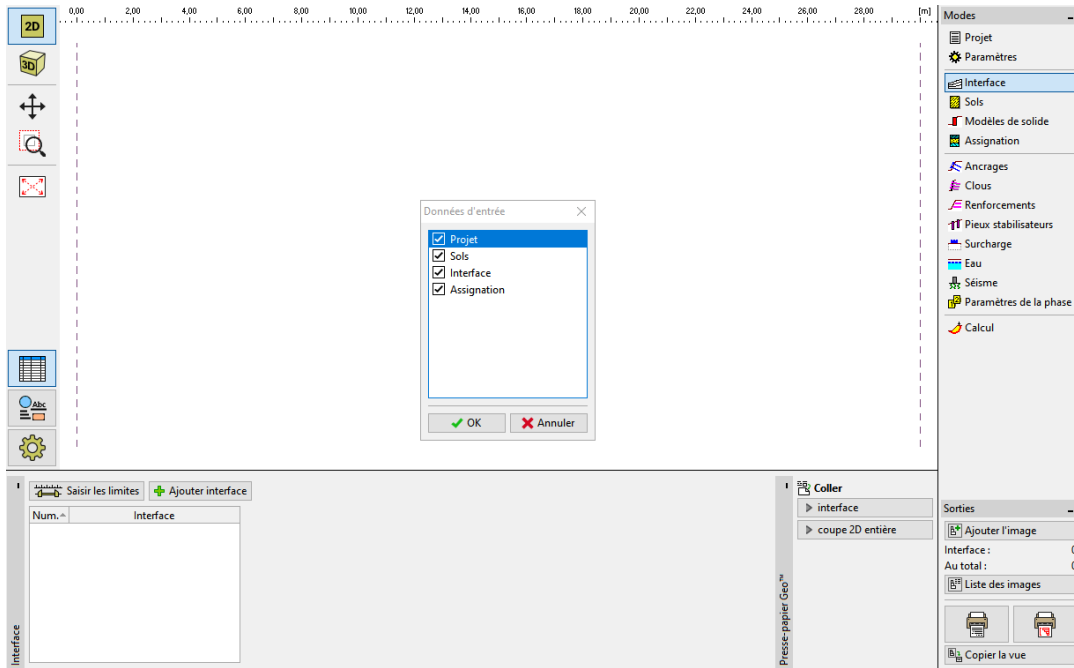


FIGURE 29 – Programme « Stabilité des pentes » - Sélection des données à coller

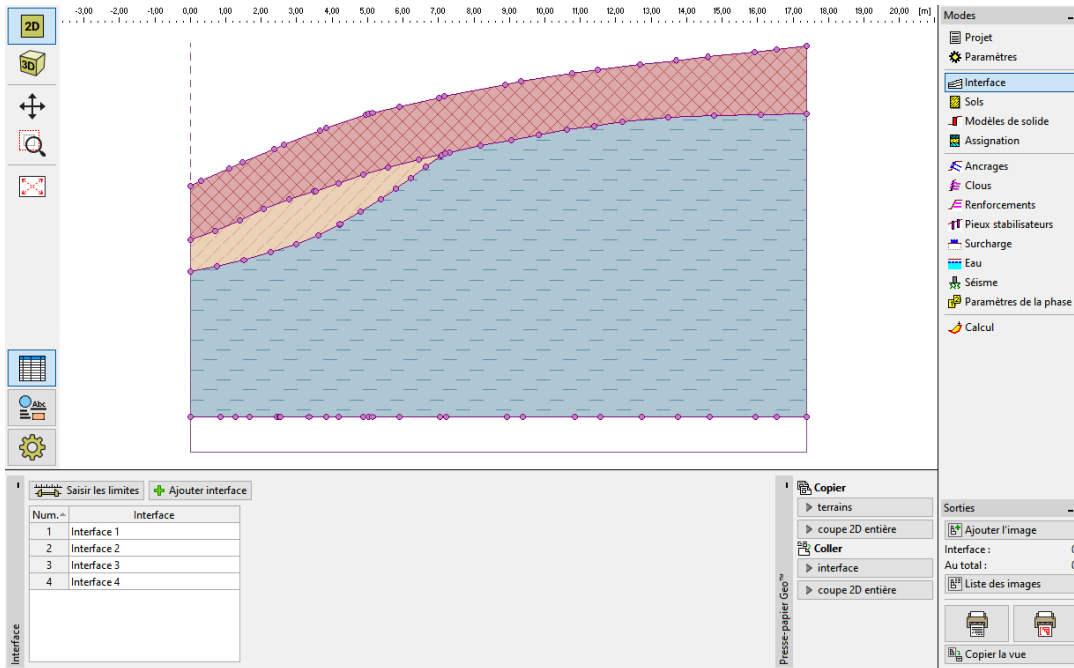


FIGURE 30 – Programme « Stabilité des pentes » - Affichage des données

4 Conclusion

L'exemple présenté ici est un exemple élémentaire de travail avec le programme « Stratigraphie ». Pour aller plus loin, d'autres cahiers techniques au sujet du programme « Stratigraphie » sont disponibles :

- cahier n° 41 - Modélisation avancée avec le programme « Stratigraphie »
- cahier n° 42 - Création de la documentation associée à un essai *in situ*
- cahier n° 43 - Création de profils de sol à partir d'essais *in situ*
- cahier n° 44 - Essais *in situ* - importation et exportation de données
- cahier n° 45 - Annexes dans les programmes GEO5
- cahier n° 46 - Modélisation avec le programme « Stratigraphie » - Terrassements
- cahier n° 47 - Exporter et importer des essais *in situ* avec le programme « Stratigraphie »
- cahier n° 49 - Réalisation d'études géologiques : Application mobile Collecteur de Données
- cahier n° 50 - Le programme Nuage de Points : Les activités de base
- cahier n° 51 - Utilisation des formules dans les modèles
- cahier n° 52 - Modification d'un modèle dans le programme Laboratoire.

Remarque : Un exemple de cette étude (Demo_manual_40.gsg) est disponible dans les exemples en ligne.