

# 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 cette 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 » :

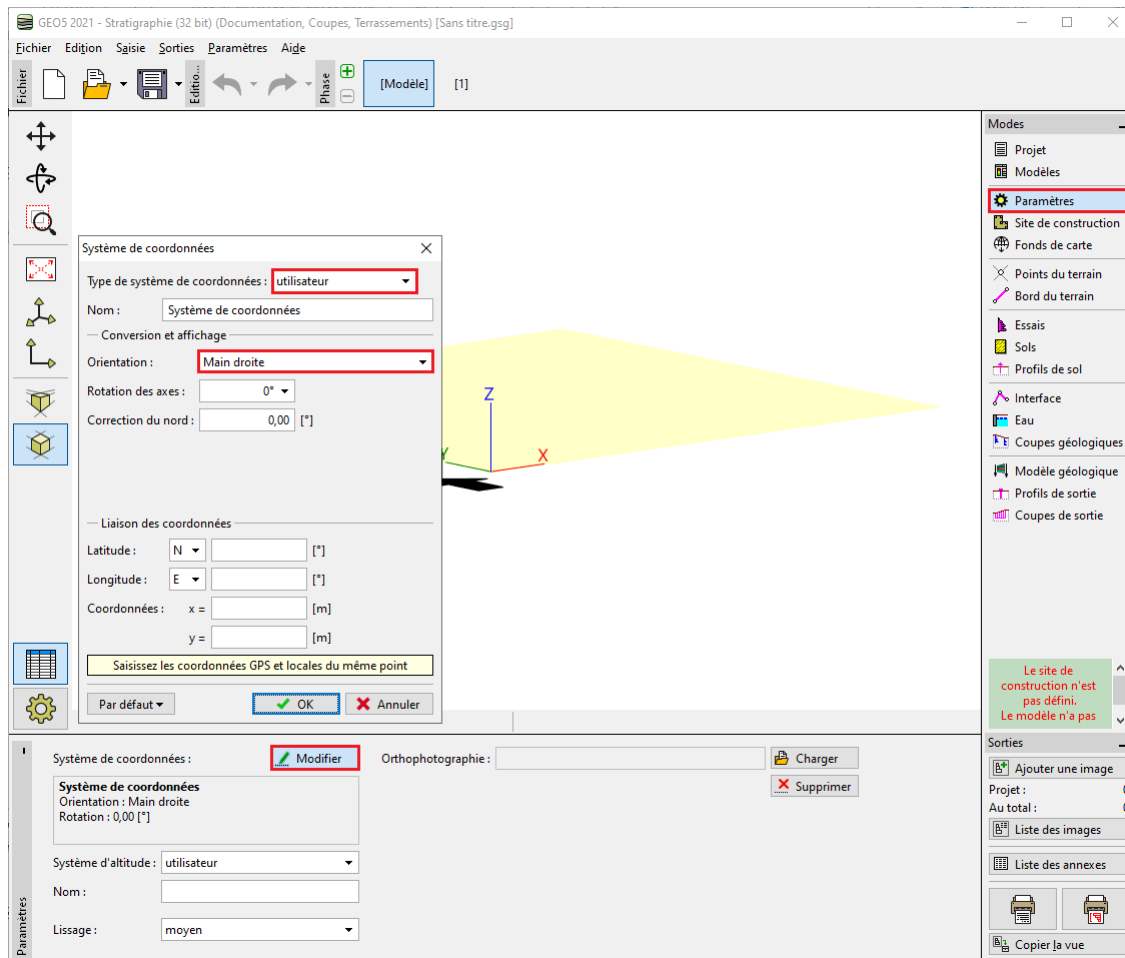


FIGURE 1 – Cadre « Paramètres » - Système de coordonnées

*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 » et vérifiez que l'option « Générer automatiquement l'étendue » est cochée :

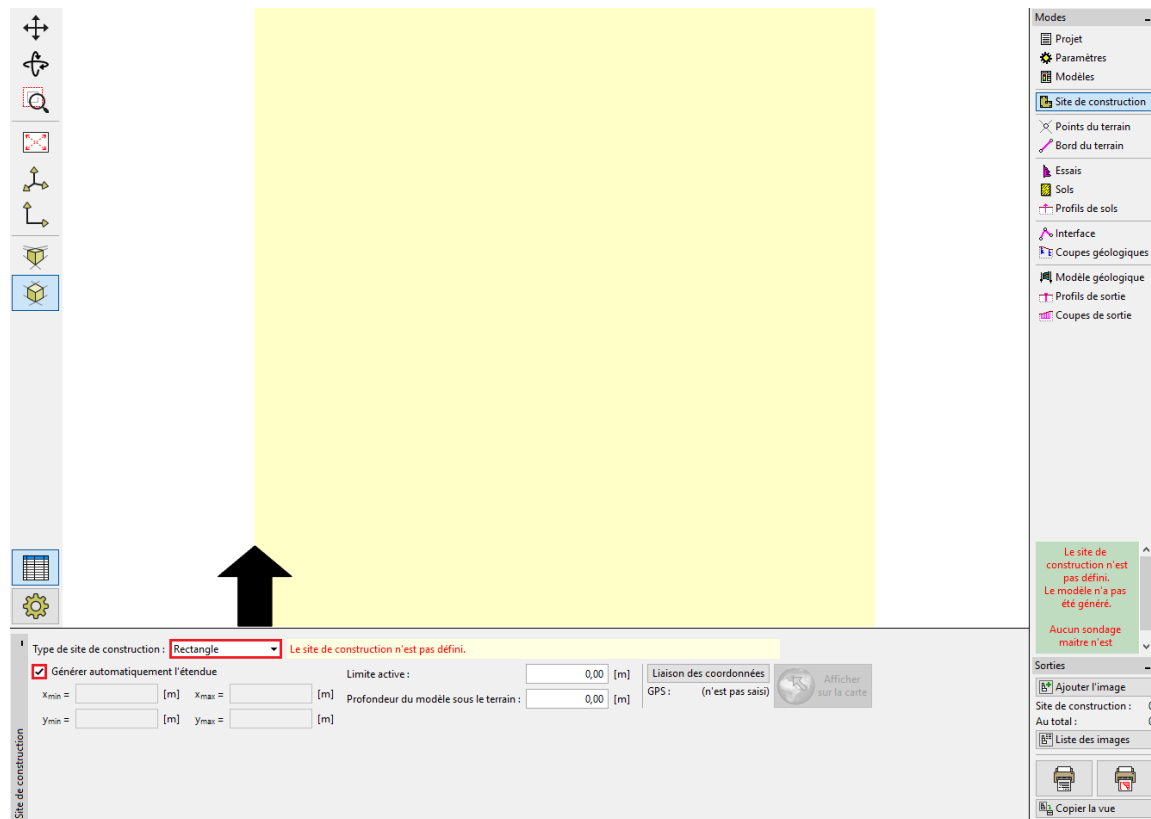


FIGURE 2 – Cadre « Site de construction »

*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.

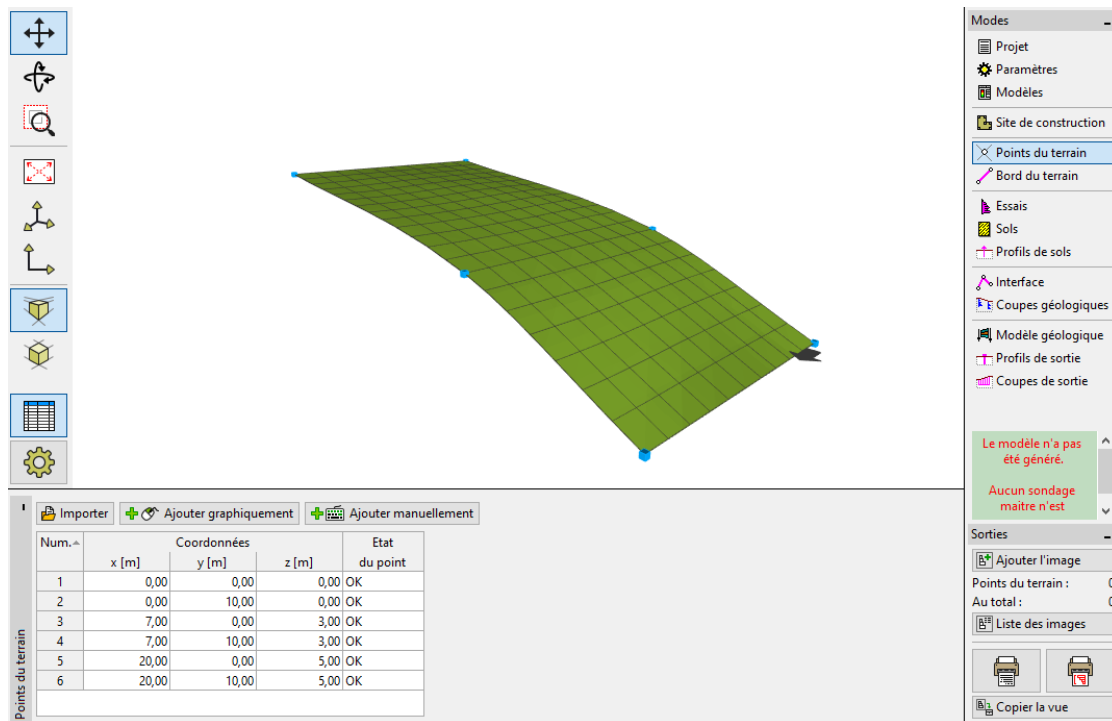


FIGURE 3 – Cadre « Points du terrain » - Saisie des points

*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 » et saisir l'épaisseur de ses différentes couches. Pour chaque sol, sélectionnez le motif et la couleur appropriés.

Nouvel essai (sondage)

— Paramètres de l'essai

Nom de l'essai : BH1

Coordonnée : x = 2,00 [m] y = 4,00 [m]

Hauteur : automatiquement au terrain z = 0,95 [m]

Profondeur du 1er point de l'essai mesurée à partir du terrain : d<sub>1</sub> = 0,00 [m]

Profondeur globale : d<sub>tot</sub> = 6,50 [m]

☒ L'essai crée le profil

Couches Echantillons Nappe phréatique Pièces jointes

Num.	Epaisseur t [m]	Prof. d [m]	Nom du sol
1	1,50	0,00 .. 1,50	Remblai
2	0,90	1,50 .. 2,40	Limon
3	4,10	2,40 .. 6,50	Argile

+ Ajouter (à la fin)

Paramètres de la note de calcul

Profil de sol

0,00  
0,35  
0,70  
1,05  
1,40  
1,75  
2,10  
2,45  
2,80  
3,15  
3,50  
3,85  
4,20  
4,55  
4,90  
5,25  
5,60  
5,95  
6,30  
6,50

imprimer la note de calcul Importer

+ Ajouter + Quitter + Ajouter X Annuler

FIGURE 4 – Cadre « Essais » - Saisie du sondage BH1

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.

Nouvel essai (sondage)

— Paramètres de l'essai

Nom de l'essai : BH2

Coordonnée : x = 3,00 [m] y = 9,50 [m]

Hauteur : automatiquement au terrain z = 1,38 [m]

Profondeur du 1er point de l'essai mesurée à partir du terrain : d<sub>1</sub> = 0,00 [m]

Profondeur globale : d<sub>tot</sub> = 6,10 [m]

☒ L'essai crée le profil

Couches Echantillons Nappe phréatique Pièces jointes

Num.	Epaisseur t [m]	Prof. d [m]	Nom du sol
1	1,20	0,00 .. 1,20	Remblai
2	1,40	1,20 .. 2,60	Limon
3	3,50	2,60 .. 6,10	Argile

+ Ajouter (à la fin)

Paramètres de la note de calcul

Profil de sol

0,00  
0,35  
0,70  
1,05  
1,40  
1,75  
2,10  
2,45  
2,80  
3,15  
3,50  
3,85  
4,20  
4,55  
4,90  
5,25  
5,60  
5,95  
6,10

imprimer la note de calcul Importer

+ Ajouter + Quitter + Ajouter X Annuler

FIGURE 5 – Cadre « Essais » - Saisie du sondage BH2

Nouvel essai (sondage)

— Paramètres de l'essai

Nom de l'essai : BH3

Coordonnée : x = 11,00 [m] y = 3,00 [m]

Hauteur : automatiquement au terrain z = 3,86 [m]

Profondeur du 1er point de l'essai mesurée à partir du terrain : d<sub>1</sub> = 0,00 [m]

Profondeur globale : d<sub>tot</sub> = 5,80 [m]

☒ L'essai crée le profil

Couches Echantillons Nappe phréatique Pièces jointes

Num.	Epaisseur t [m]	Prof. d [m]	Nom du sol
1	1,60	0,00 .. 1,60	Remblai
2	4,20	1,60 .. 5,80	Argile

Ajouter (à la fin)

Paramètres de la note de calcul

Profil de sol

imprimer la note de calcul Importer Ajouter + Quitter Ajouter Annuler

FIGURE 6 – 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 :

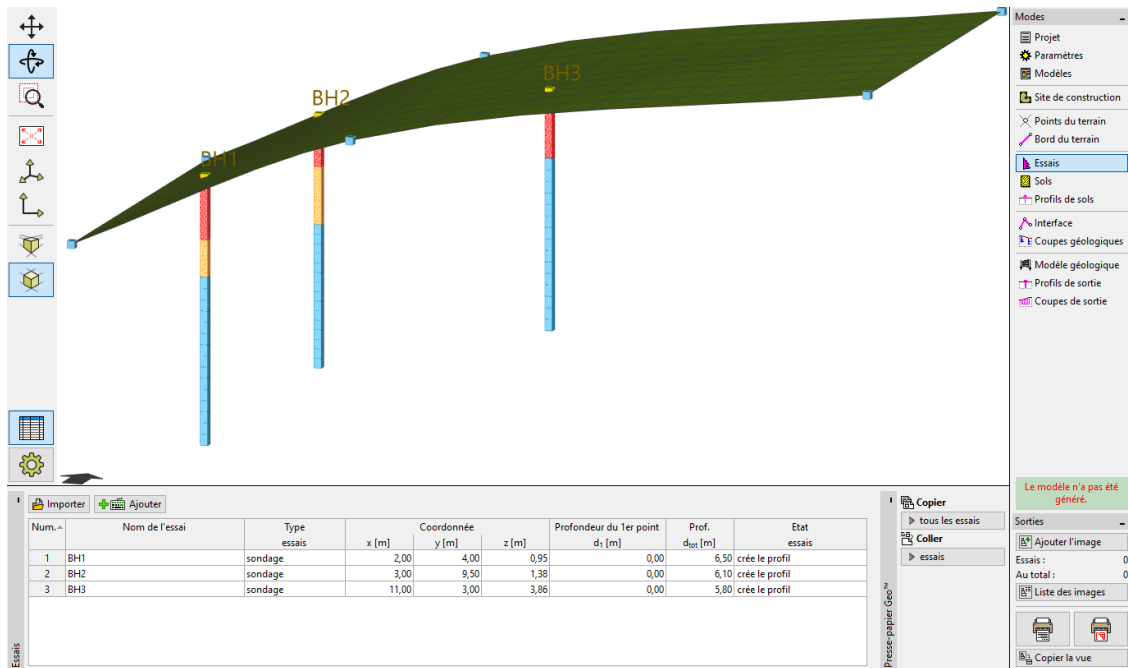


FIGURE 7 – Cadre « Essais » - Affichage des sondages



### 3.4 Sols et profils

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

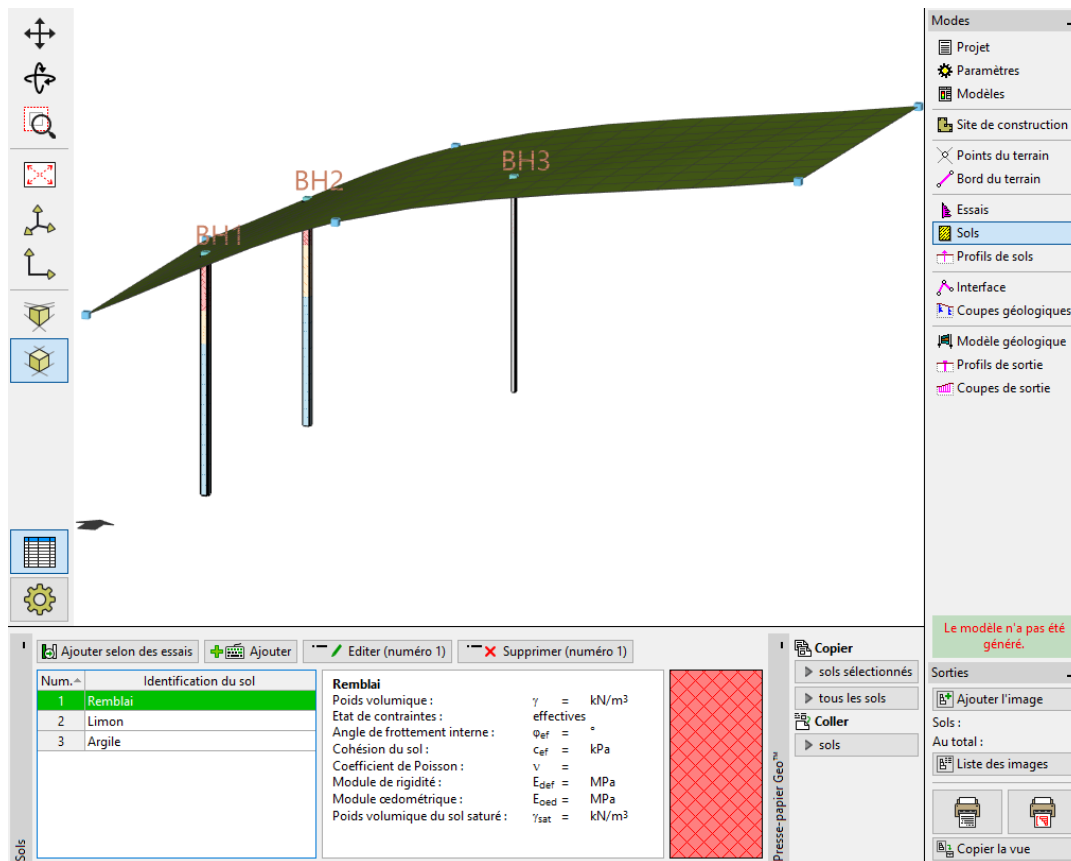


FIGURE 8 – Cadre « Sols » - Création de la liste des sols

*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 les profils de sols créés automatiquement à partir des sondages saisis.

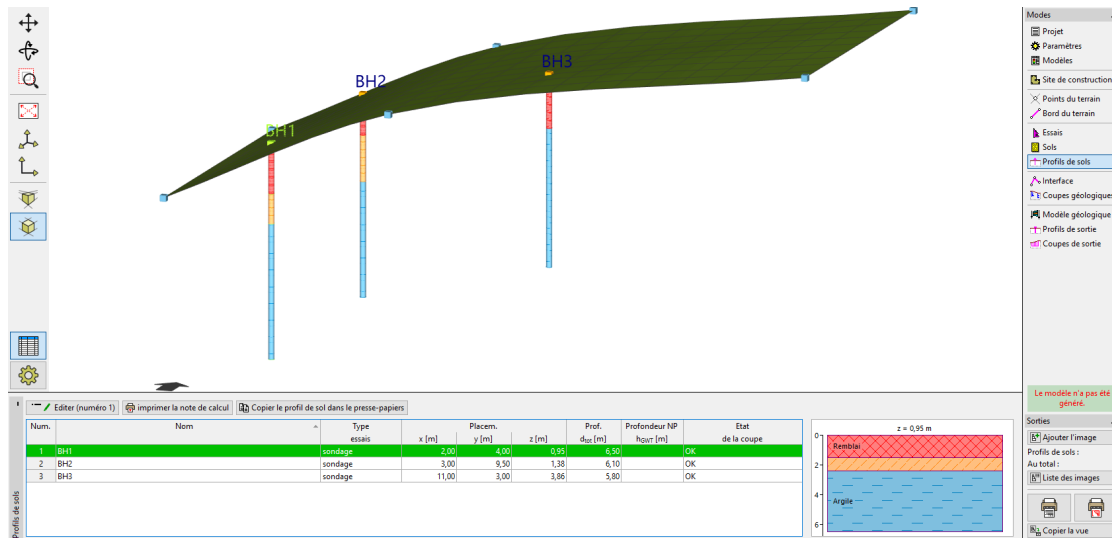


FIGURE 9 – Cadre « Profils de sols »

*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.

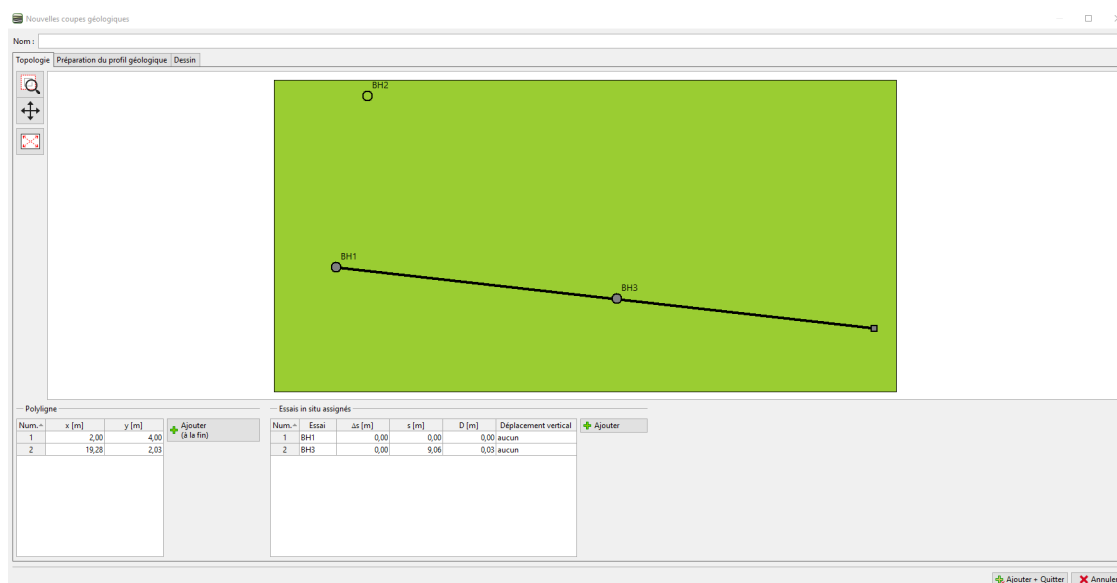


FIGURE 10 – Cadre « Coupes géologiques » - Création

*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.*

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.

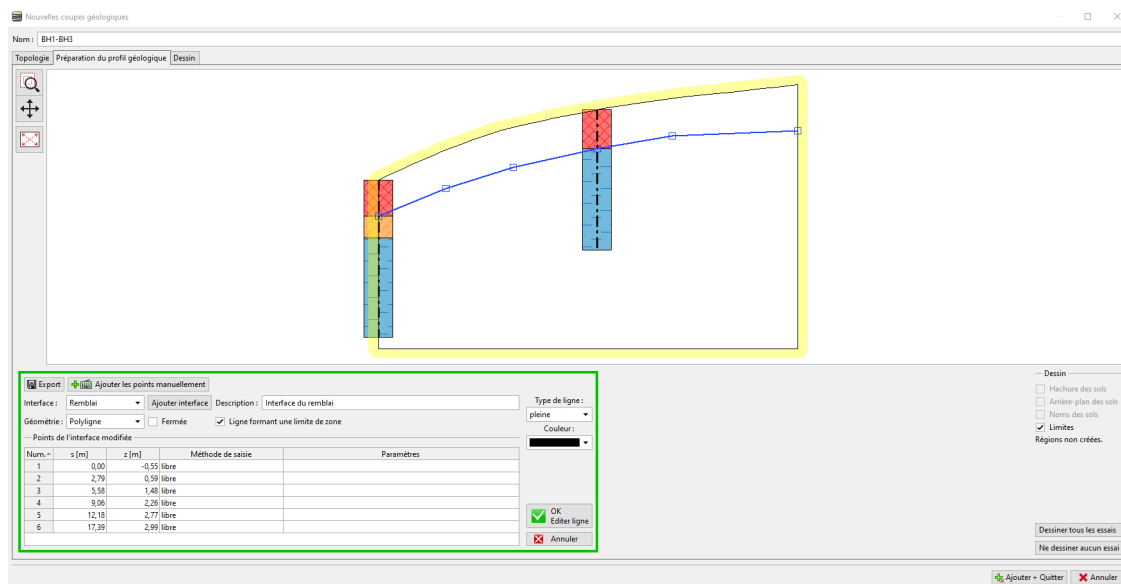


FIGURE 11 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface « Remblai »

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

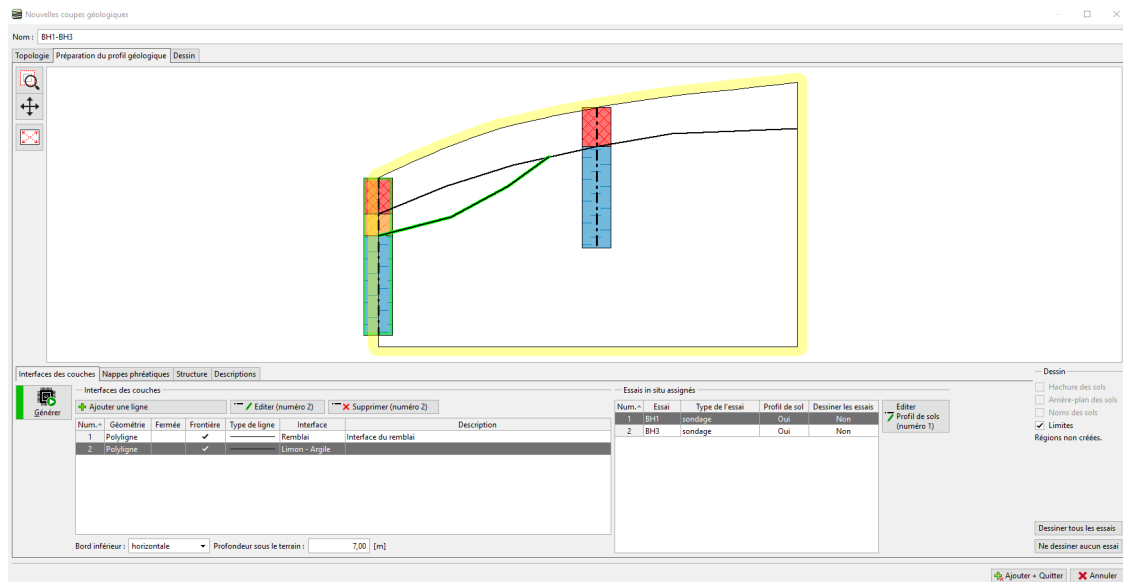


FIGURE 12 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface « Limon - Argile »

En cliquant sur le bouton « Générer », nous pouvons vérifier notre saisie en générant les zones du sol.

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) :

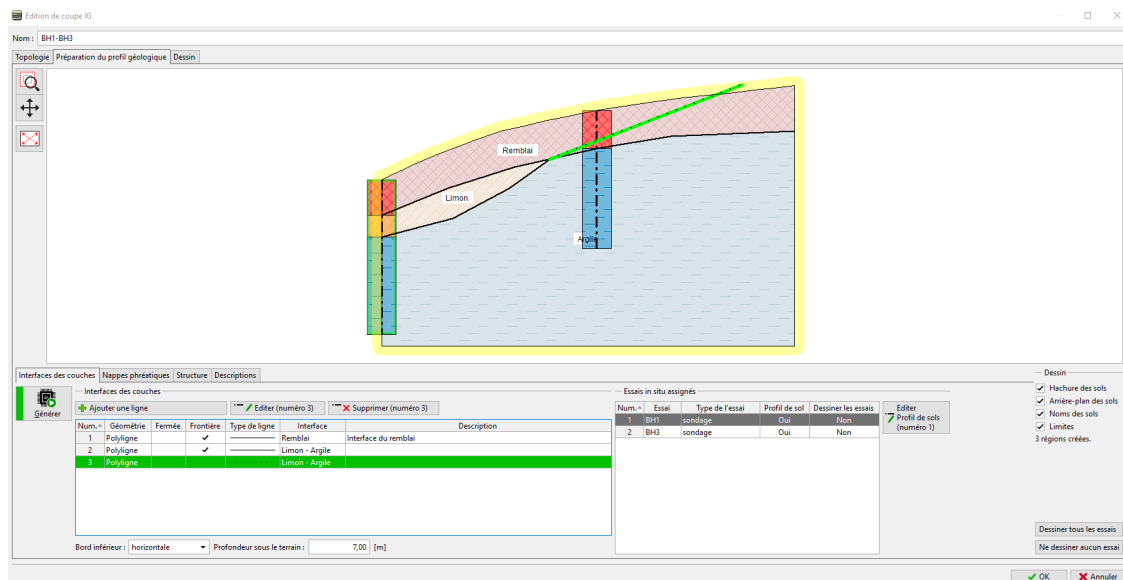


FIGURE 13 – Fenêtre de dialogue « Nouvelles coupes géologiques » - Création de l'interface auxiliaire

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

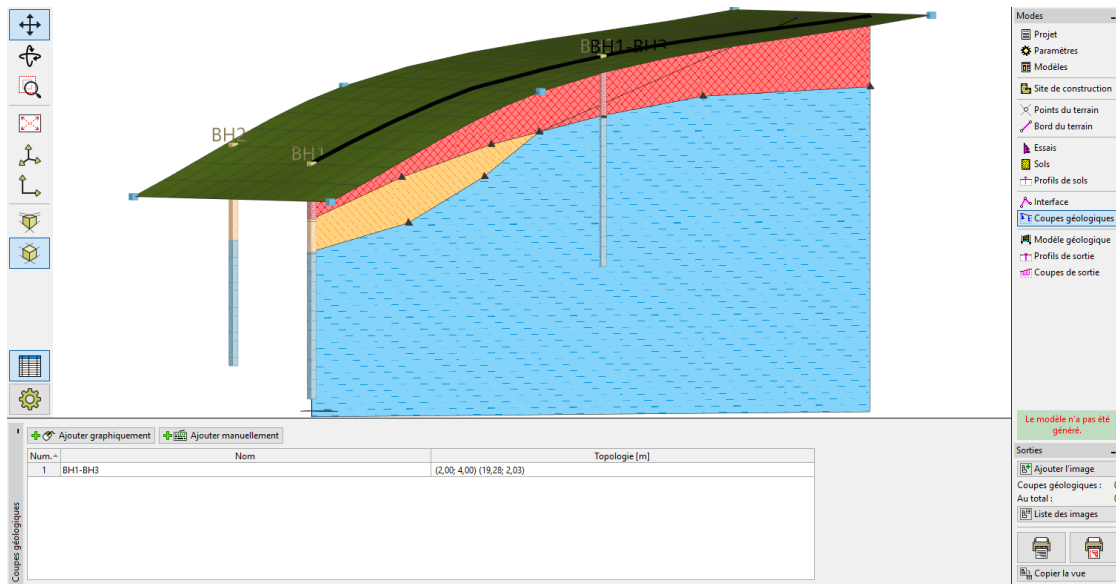


FIGURE 14 – Cadre « Coupes géologiques »

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.

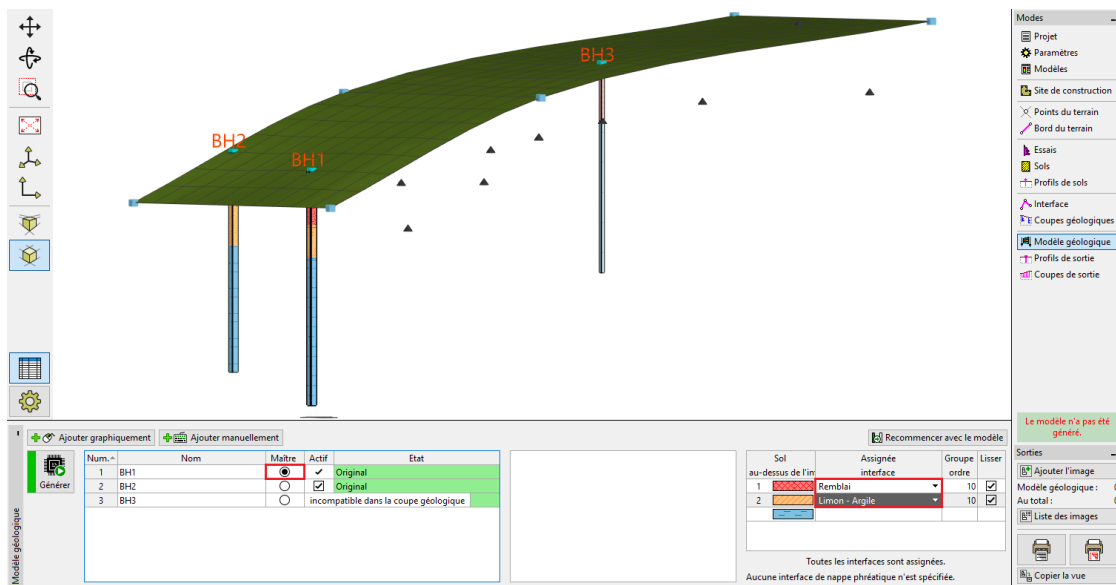


FIGURE 15 – Cadre « Modèle géologique » - Sondage maître et assignation

*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.*

### 3.6 Modèle géologique

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

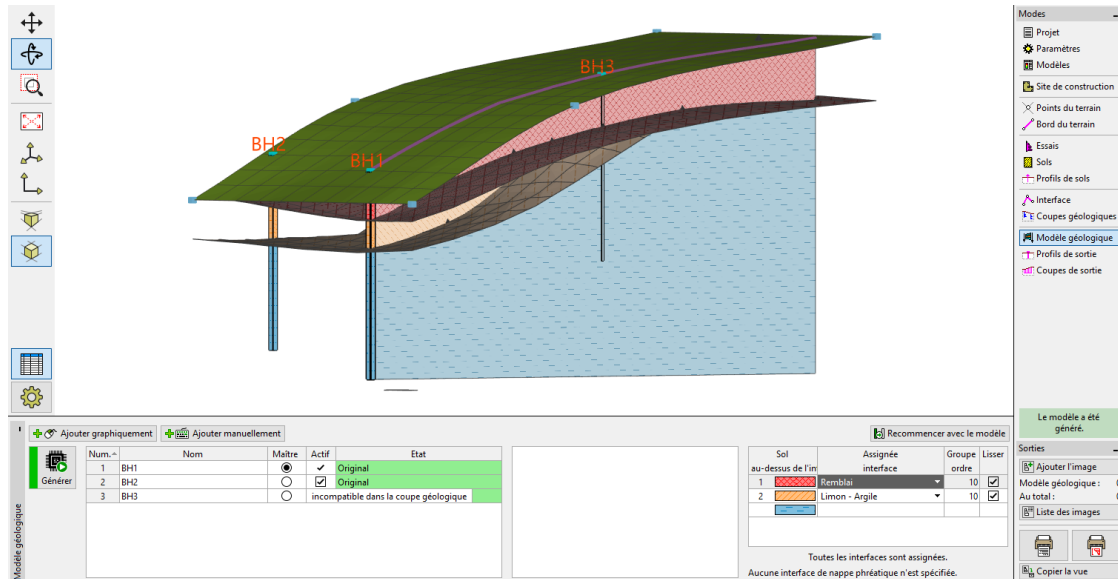


FIGURE 16 – Cadre « Modèle géologique » - Génération du modèle

Passez aux paramètres de dessin et ajustez la vue du modèle.

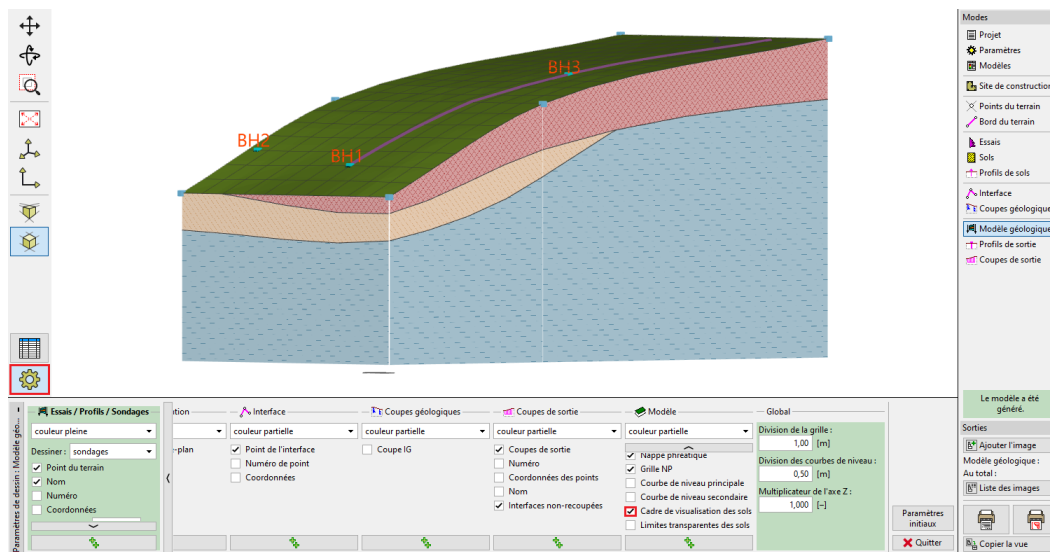


FIGURE 17 – Cadre « Modèle géologique » - Ajustement des paramètres d'affichage

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.

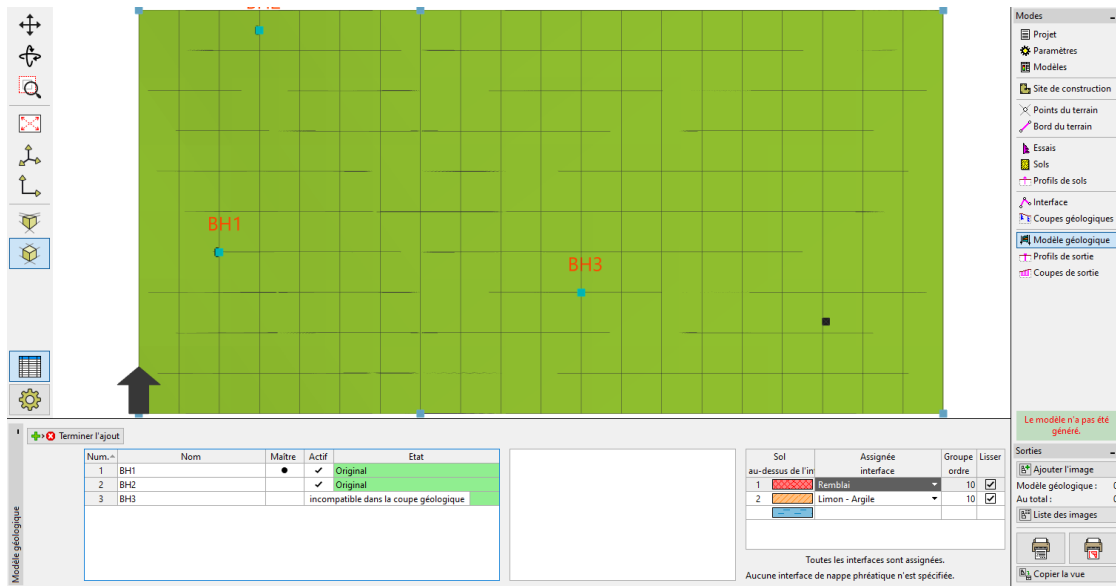


FIGURE 18 – Cadre « Modèle géologique » - Ajout d'un point graphiquement

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

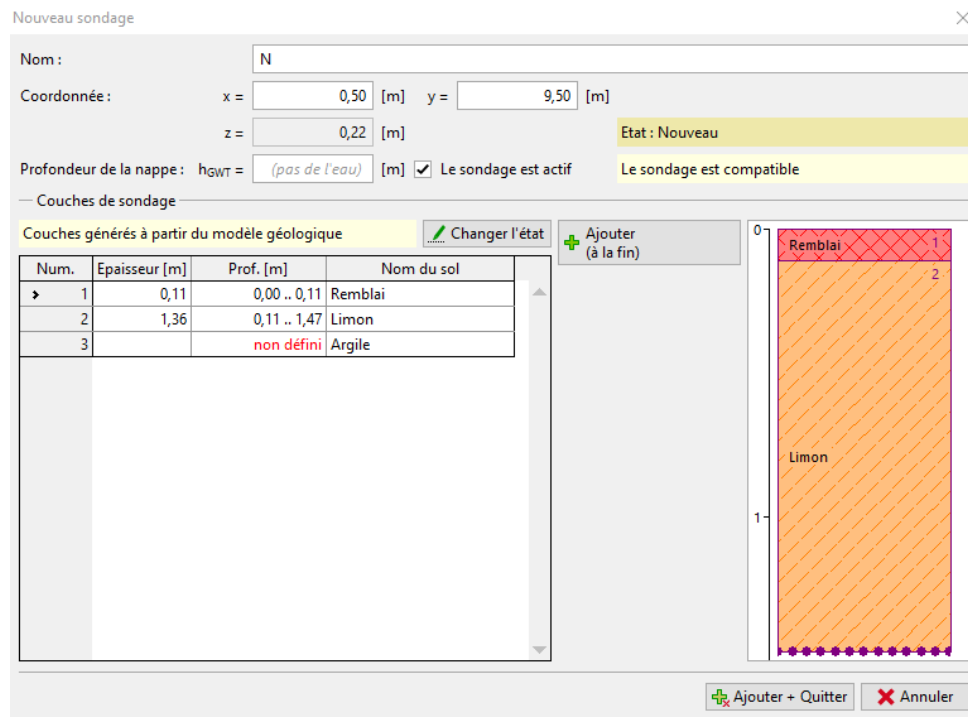


FIGURE 19 – Fenêtre de dialogue « Nouveau sondage »

Modifiez l'épaisseur de la couche de remblai à 0,8 m et générez à nouveau le modèle.

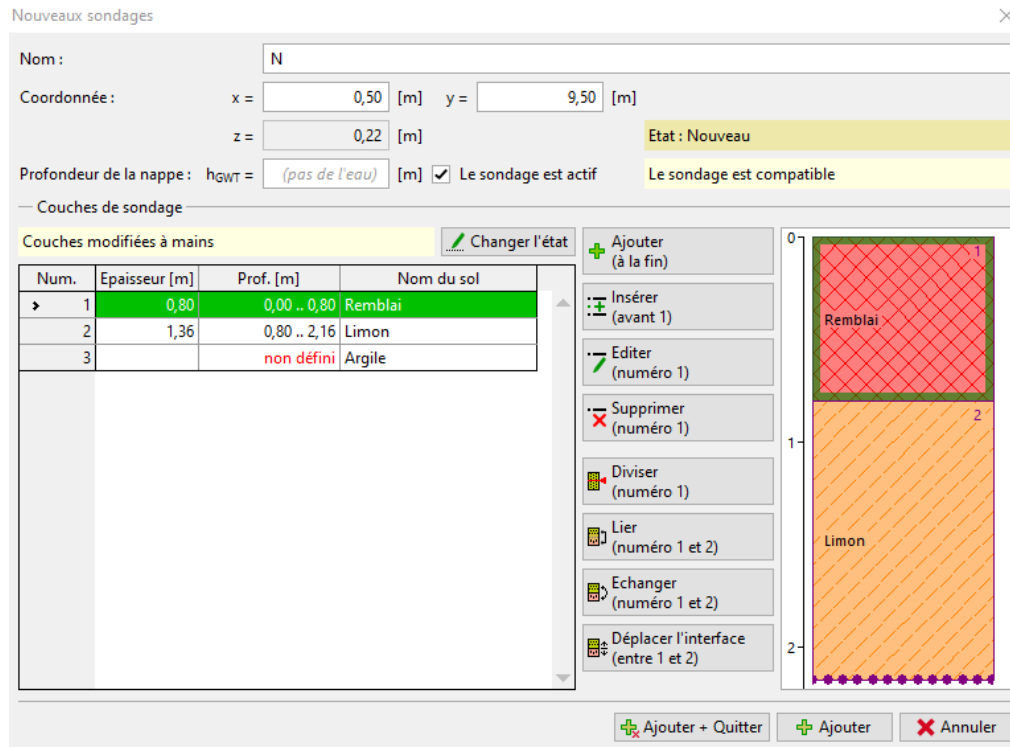


FIGURE 20 – Fenêtre de dialogue « Nouveau sondage » - Modification de l'épaisseur de la couche

A présent, le modèle est en adéquation avec nos hypothèses.

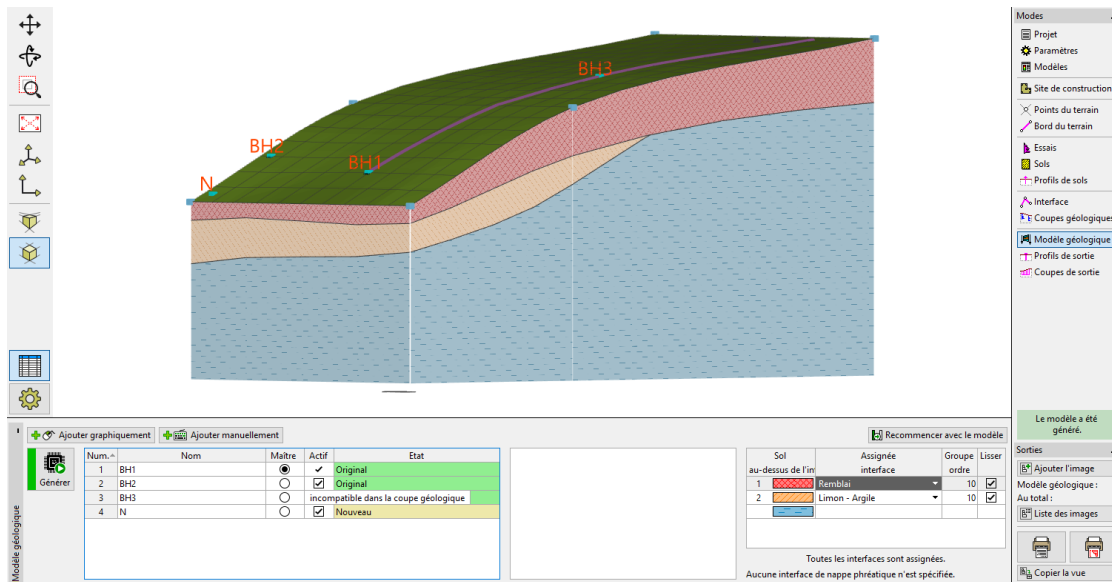


FIGURE 21 – Cadre « Modèle géologique » - Modèle final

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.



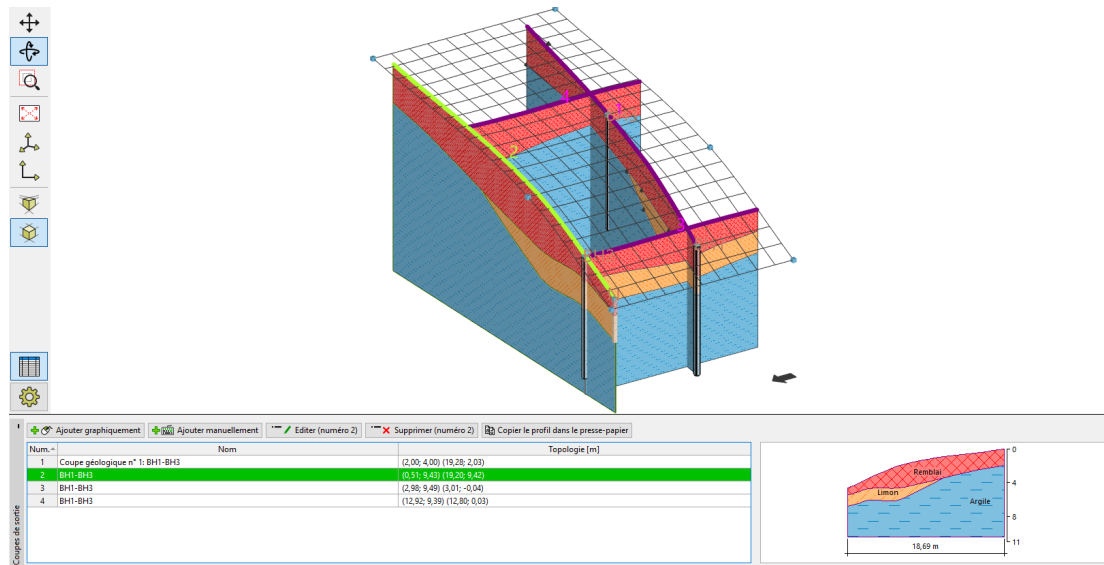


FIGURE 22 – Cadre « Coupe de sortie »

### 3.7 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 ».

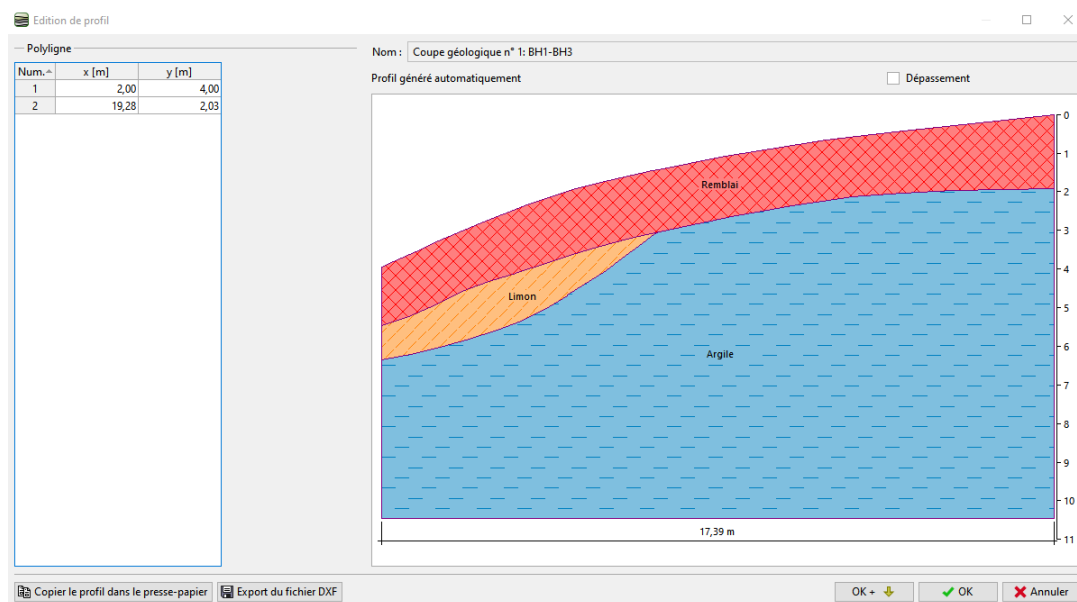


FIGURE 23 – Fenêtre de dialogue « Édition de profil »

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.

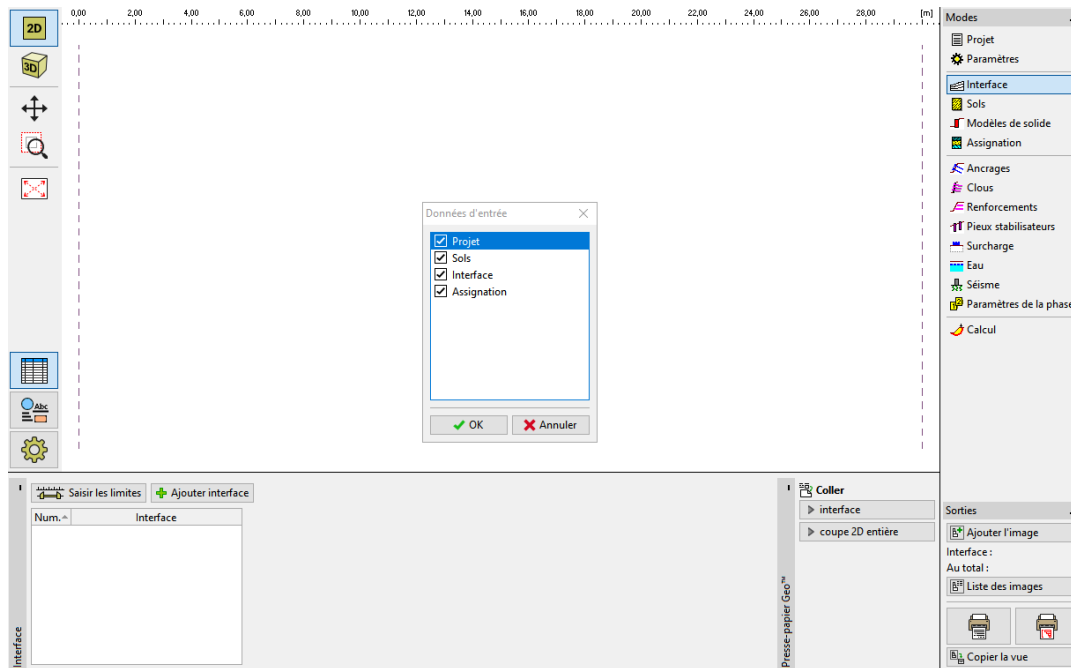


FIGURE 24 – Programme « Stabilité des pentes » - Sélection des données à coller

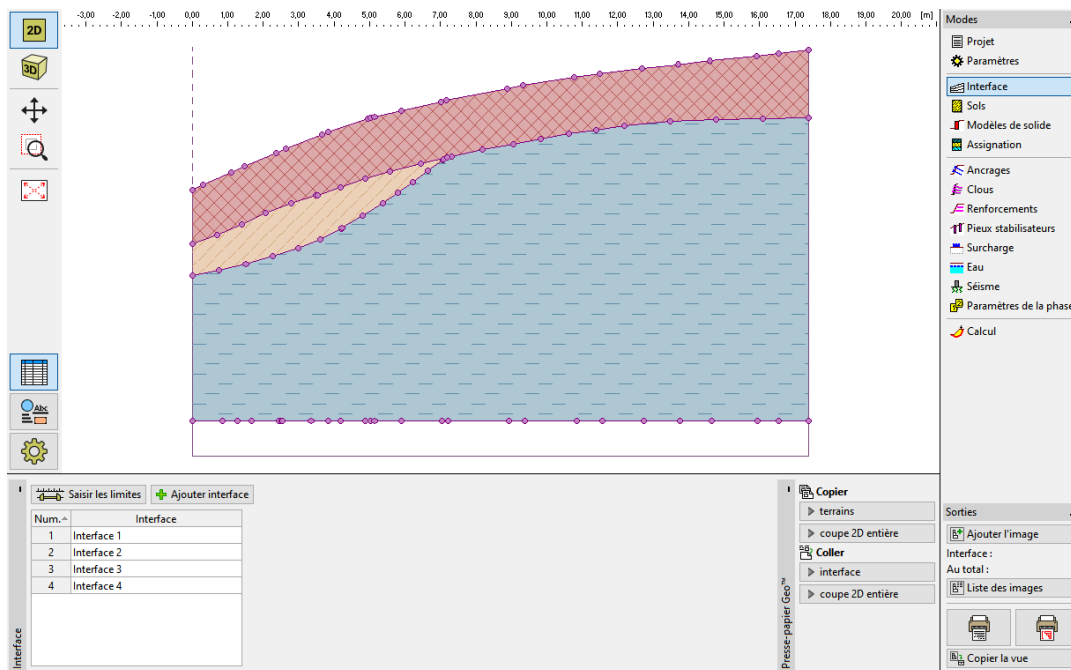


FIGURE 25 – Programme « Stabilité des pentes » - Affichage des données

## 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