

Création et modification d'un modèle géologique

Programme : Stratigraphie

Fichier : Demo_manual_39.gst

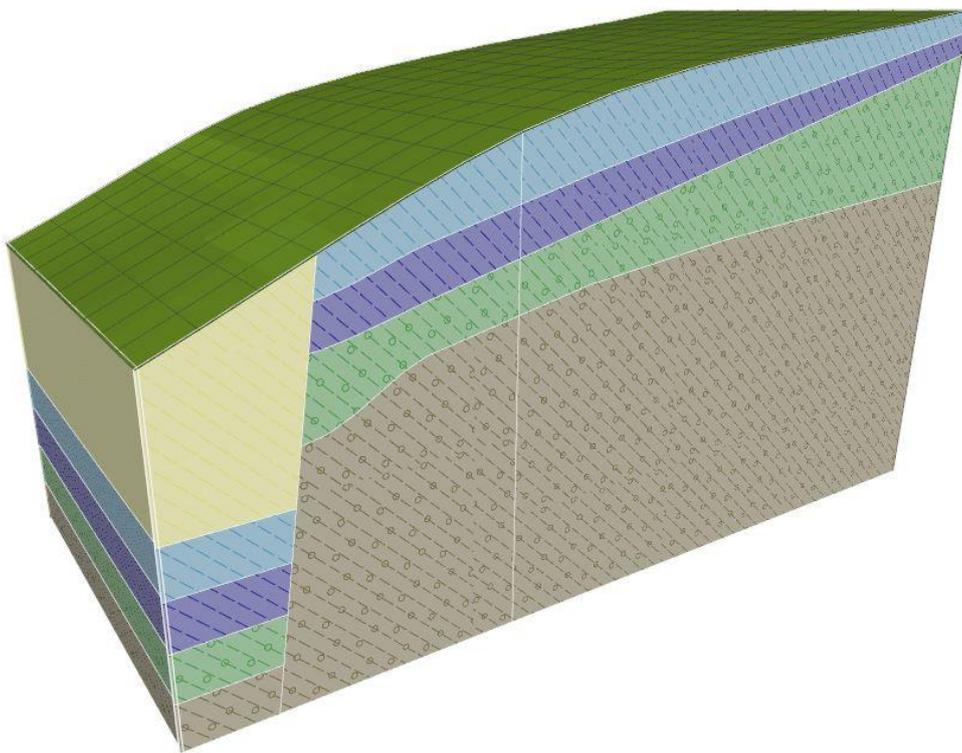
Introduction

L'objectif de ce cahier technique est d'expliquer les tâches de base du programme « Stratigraphie ». Le principe de modélisation est la création d'un modèle géologique en accord avec toutes les données de l'étude de terrain.

Dans les conditions les plus favorables, le modèle est généralement créé à partir des sondages et des essais in situ, qui sont réalisés sur le site de construction.

Dans des conditions plus difficiles, il est parfois nécessaire de modifier le modèle généré pour correspondre à l'état réel, ou l'idée que s'en fait le géologue. Cela peut être réalisé par des modifications sur les couches de sols (extension, fusion, division) ou par la création de diverses anomalies géologiques (lentilles de sol, failles...). Le contenu du manuel est axé sur ces modifications.

La modélisation de l'exemple utilisé dans ce manuel nécessite moins d'une heure. Le résultat est le modèle présenté sur la figure ci-dessous.



Modèle géologique final

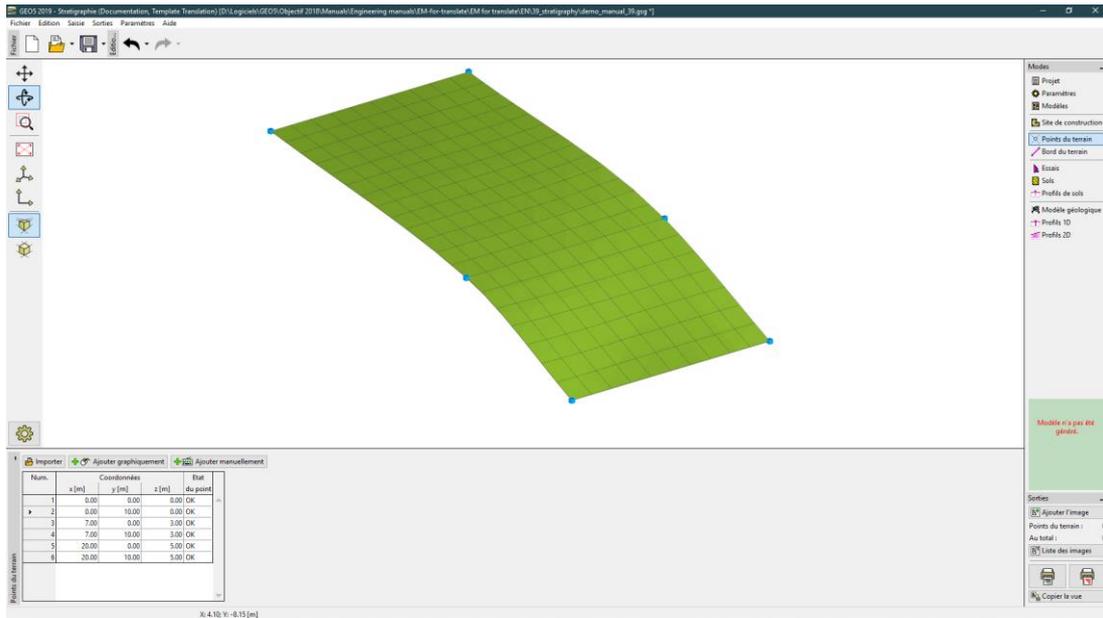
Le processus est décrit pas à pas. Pour une pleine compréhension du processus de modélisation, il est recommandé de créer un exemple indépendant. Pour vérifier le modèle créé, vous pouvez utiliser l'exemple *demo_manual_39.gsg*, qui a été installé en même temps que le programme « Stratigraphie ».

Création d'un Modèle de Terrain

La création d'un modèle de terrain digital est la première étape pour la majorité des tâches. Le modèle digital est créé aux dimensions du site de construction par la saisie de points du terrain.

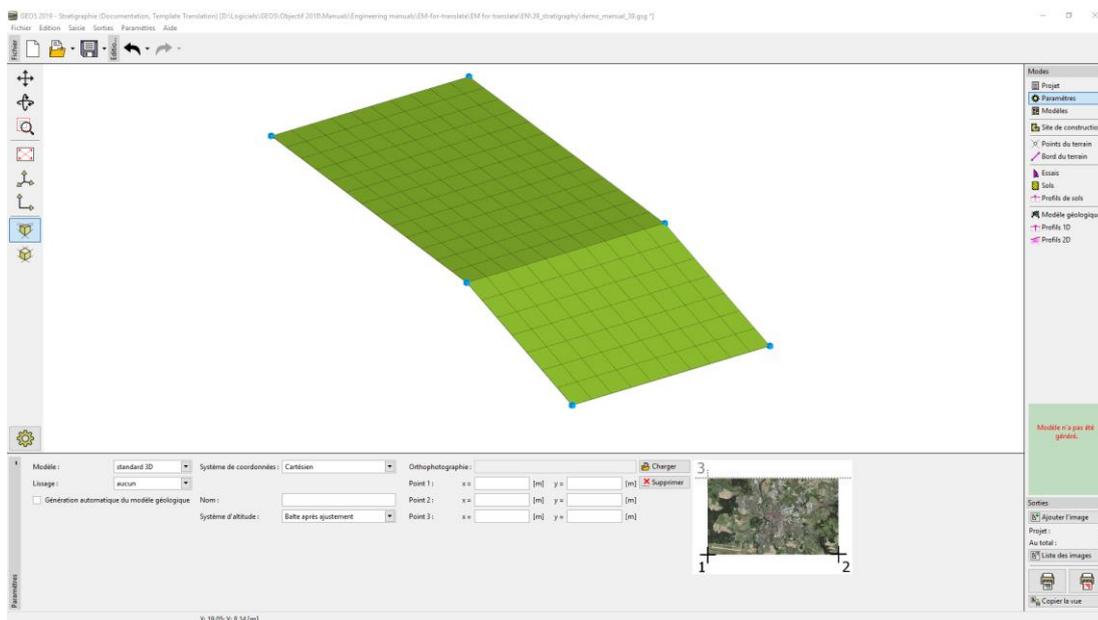
Les points du terrain peuvent être saisis ou importés. Le terrain est généré automatiquement après chaque modification des points saisis. La forme du terrain est aussi influencée par les essais in-situ qui définissent les coordonnées suivant z.

Dans cet exemple, la pente, montrée ci-dessous, est modélisée à partir de 6 points. Leurs coordonnées sont : [0, 0, 0], [0, 10, 0], [7, 0, 3], [7, 10, 3], [20, 0, 5], [20, 10, 5].



Terrain avec lissage intermédiaire

La forme du modèle peut être fortement influencée par le lissage des surfaces entre triangles. Le lissage est paramétré dans le menu « Paramètres ». Le modèle ci-dessus a été créé avec un lissage « moyen ». Si le lissage est réglé sur « Aucun », alors le modèle ressemble à ce qui suit :



sans lissage

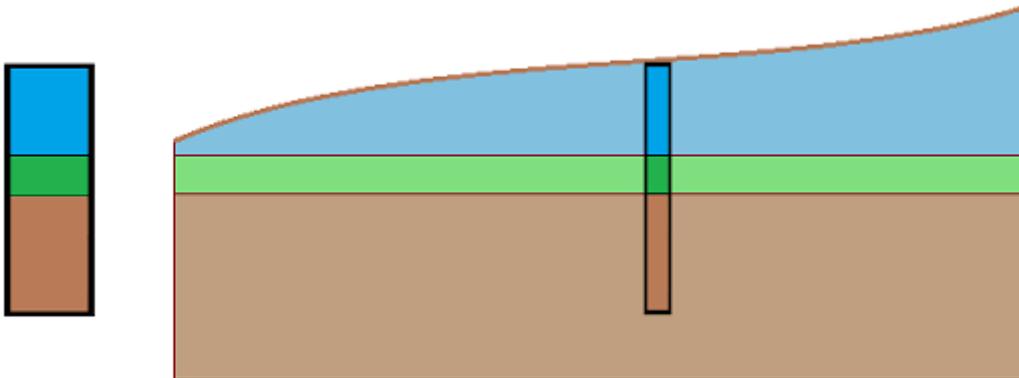
Terrain

Dans la section "Paramètres", le système de coordonnées est réglé sur "Cartésien".

Note : Un lissage plus grand permet de créer des modèles plus réalistes, mais la génération peut être plus lente dans le cas d'un plus grand nombre de couches. Parfois, pour des modèles plus étendus, il est recommandé de créer le modèle complet sans lissage puis de l'activer lorsque des sorties documentaires ou des coupes de terrain sont à éditer.

Modèle Géologique avec Couches Horizontales

On va créer un modèle géologique avec des couches horizontales, d'après le schéma suivant.



Pour commencer, on saisit un essai de terrain (de type sondage) dans le menu « Essais ». La saisie des coordonnées de l'essai in-situ et des couches de sol sont évidentes à partir de la boîte de dialogue suivante :

Édition des paramètres de l'essai (sondage)

— Paramètres de l'essai

Nom : BH1

Coordonnée : x = 5.00 [m] y = 5.00 [m]

Hauteur : automatiquement au terrain z = 2.24 [m]

Profondeur du 1er point de l'essai mesuré à partir du terrain : d₁ = 0.00 [m]

Profondeur globale : d_{tot} = 6.00 [m]

Essai crée le profil

Couches | Echantillon | Nappe phréatique

Numéro couches	Épaisseur t [m]	Prof. d [m]	Nom du sol
1	2.00	0.00 .. 2.00	Bleu
2	1.00	2.00 .. 3.00	Vert
3	3.00	3.00 .. 6.00	Brun

+ Ajouter (à la fin)

Paramètres de la note de calcul

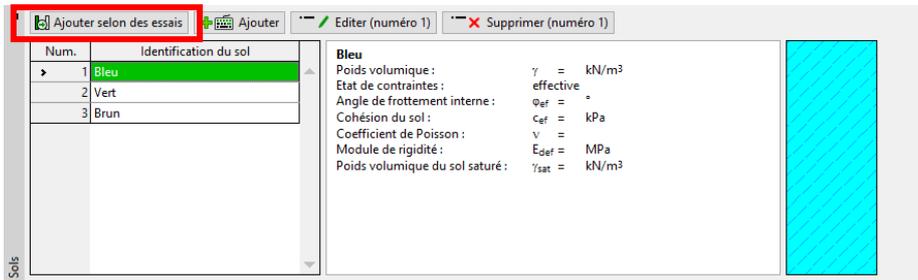
Profil de sol

imprimer la note de calcul | import

OK | Annuler

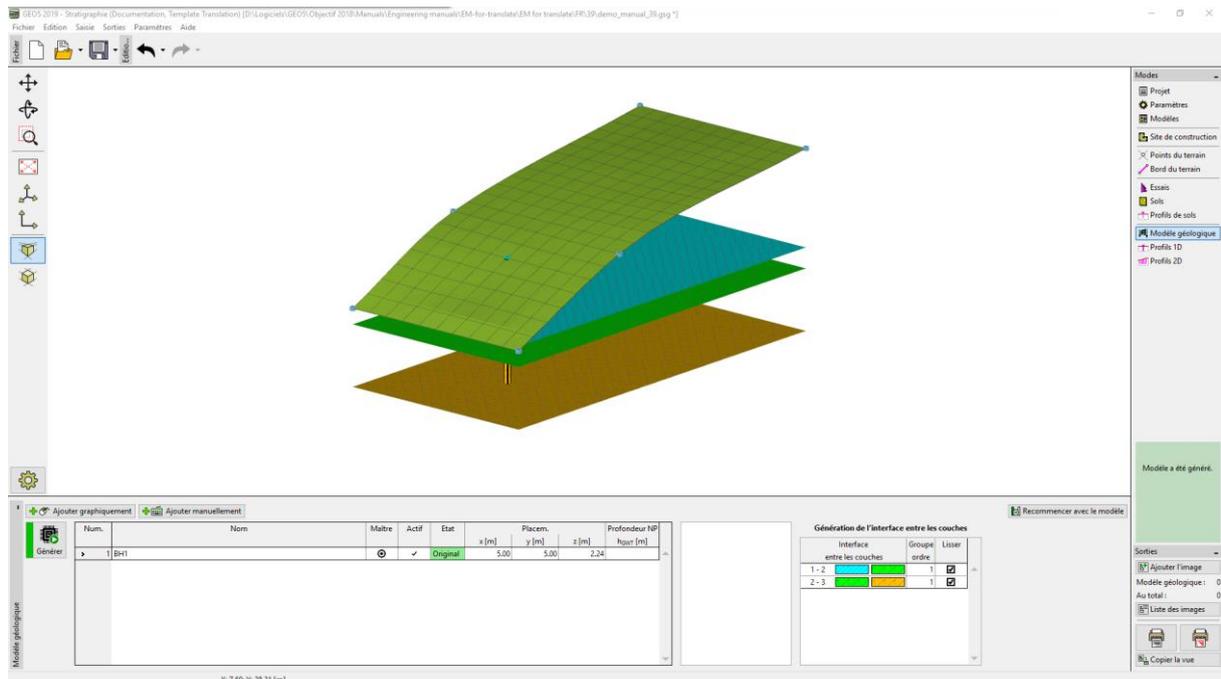
Données du sondage

Dans l'item suivant, on définit les sols. La façon la plus simple est d'ajouter tous les sols à partir des sondages avec la fonction "Ajouter selon les essais". La liste des sols sera créée d'après les sols définis dans les essais in situ.



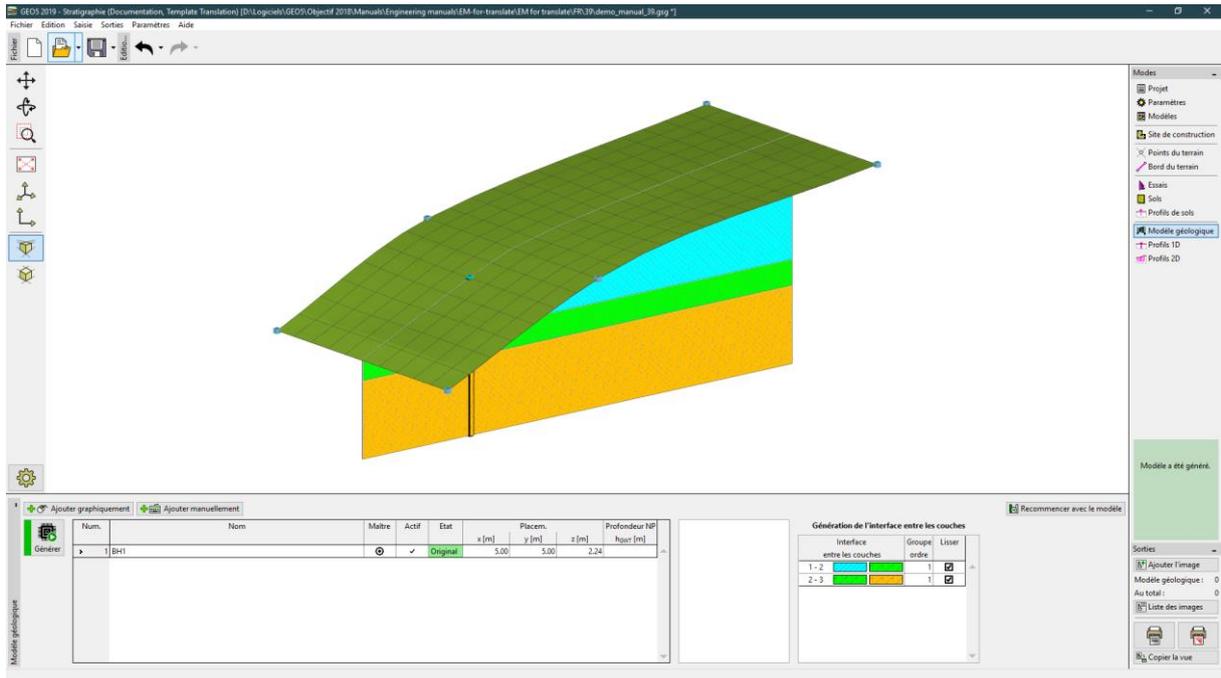
Ajout de couches correspondant aux essais

Le profil du test et le sondage sont créés automatiquement à partir du test (de type sondage). Après passage au menu « Modèle géologique », le modèle demandé est généré (si l'option « Génération automatique » est décochée dans le menu « Paramètres », il faut utiliser le bouton « Générer »). La génération manuelle est particulièrement adaptée aux plus grands modèles, ou quand on travaille sur des ordinateurs de capacité limitée.



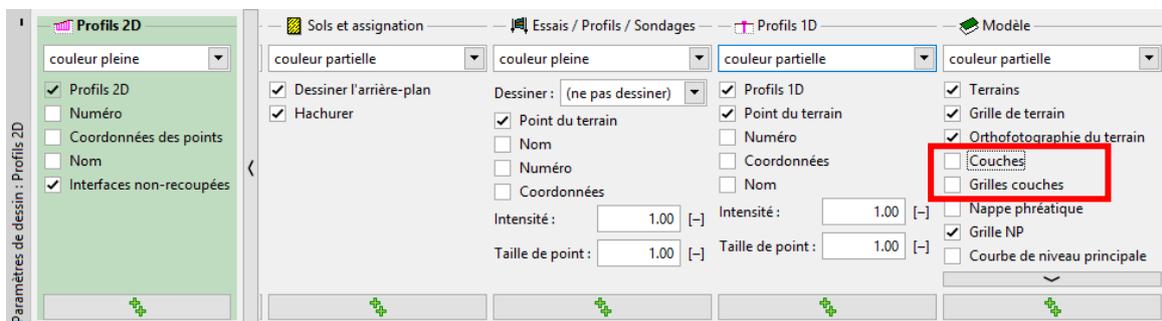
Modèle généré

Pour une visualisation plus claire, il est approprié de définir une coupe dans le menu "Profils 2D" ; coordonnées des points [x, y] : [0, 5], [20, 5].



Visualisation du modèle en utilisant une coupe transversale

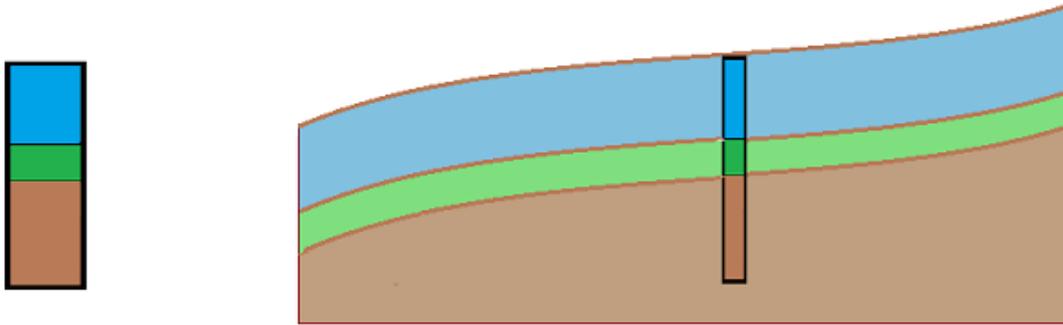
Il est nécessaire de modifier les paramètres de dessin pour afficher une coupe transversale saisie.



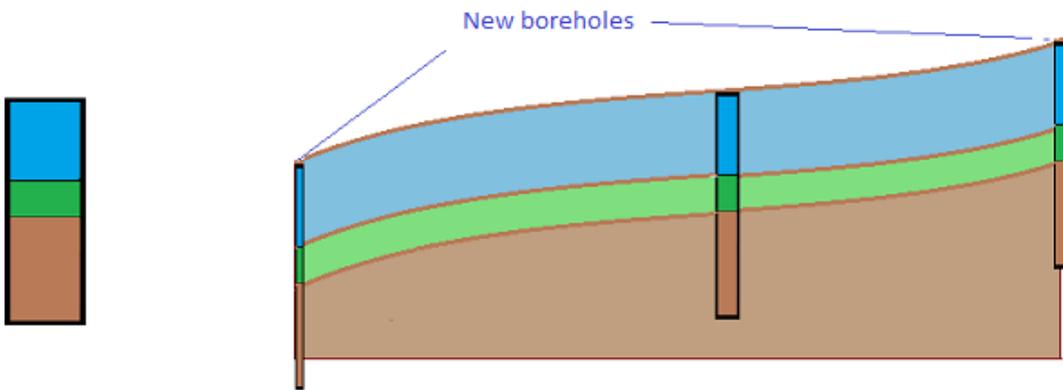
Menu paramètres d'affichage- "Modèle géologique"

Modèle Géologique avec des Couches suivant le Terrain

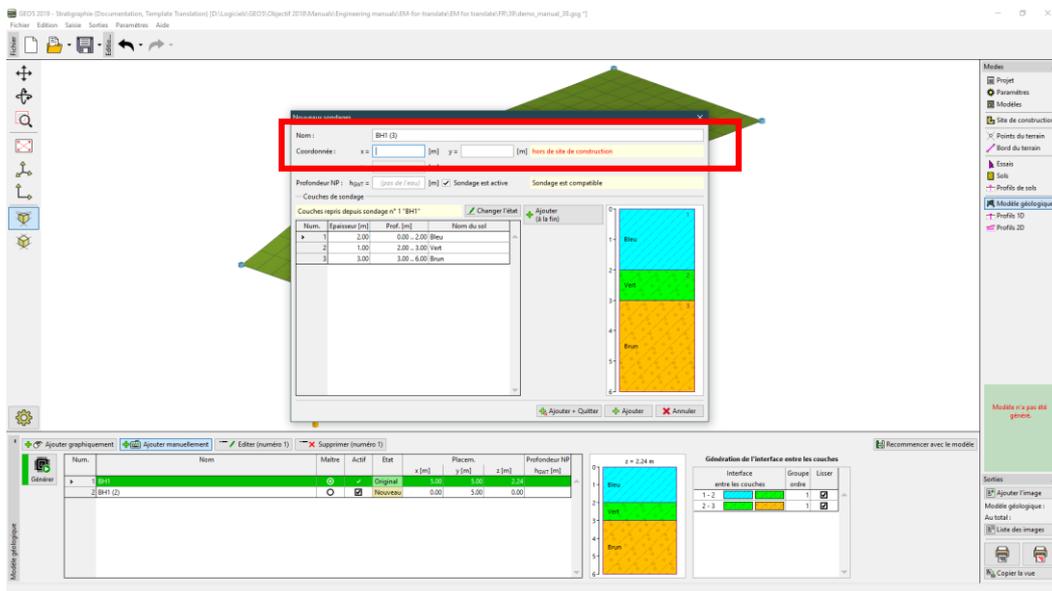
On crée maintenant un modèle géologique dont les couches suivent le terrain.



La procédure de modification est évidente sur la base du schéma suivant : il est nécessaire d'entrer de nouveaux sondages aux limites du site de construction.

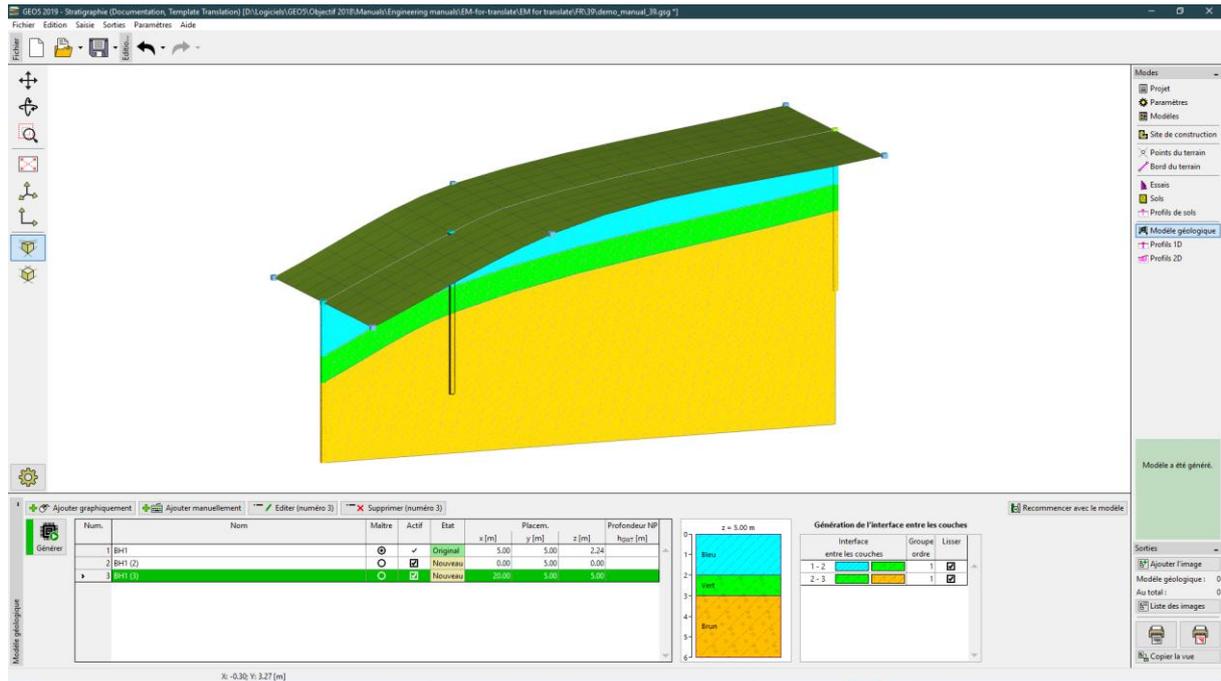


Dans le menu "Modèle géologique », sélectionner un sondage "BH-1" et définir de nouveaux sondages aux points [0, 5], [20, 5] (en utilisant les boutons « Ajout graphique » ou « Ajout textuel »). Si un sondage n'est pas sélectionné, les nouveaux sondages ne seront pas des copies du sondage « BH1 » mais correspondront au modèle géologique déjà généré. Dans la fenêtre de dialogue "Nouveaux sondages", on peut voir les données du nouveau sondage, copiées du sondage "BH-1".



Fenêtre de dialogue "Nouveaux sondages"

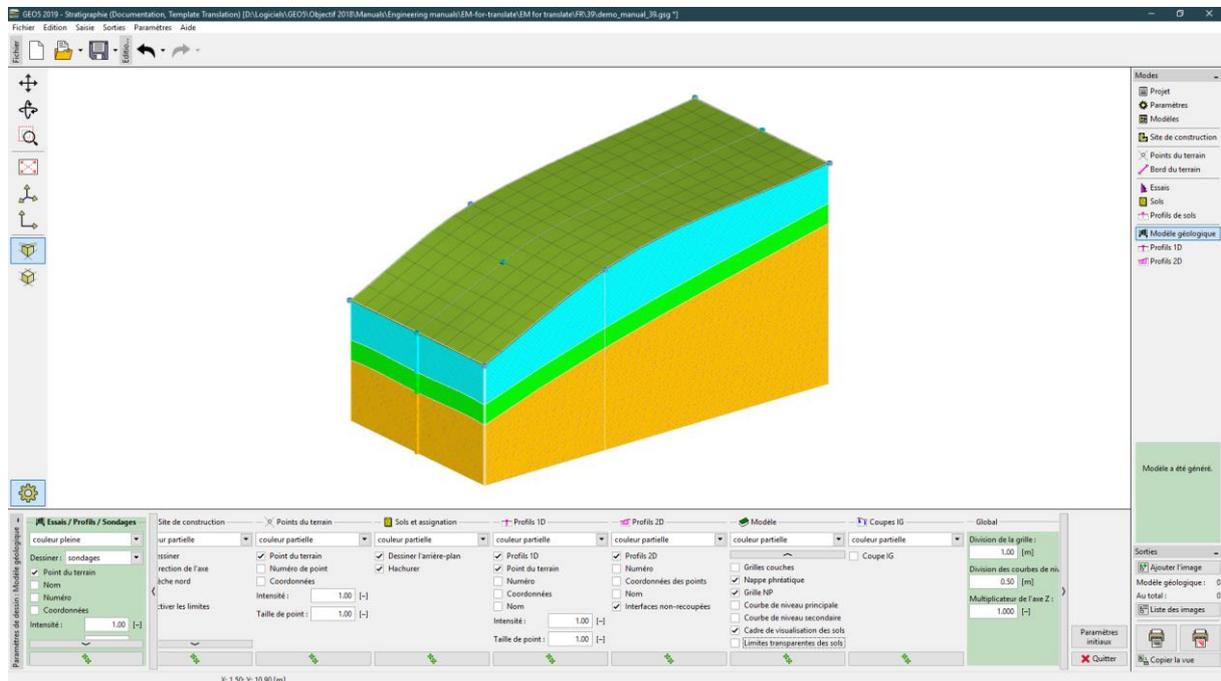
Le modèle est créé en cliquant sur le bouton "Générer".



Modèle final

Limites du Site de Construction– Activer les Limites

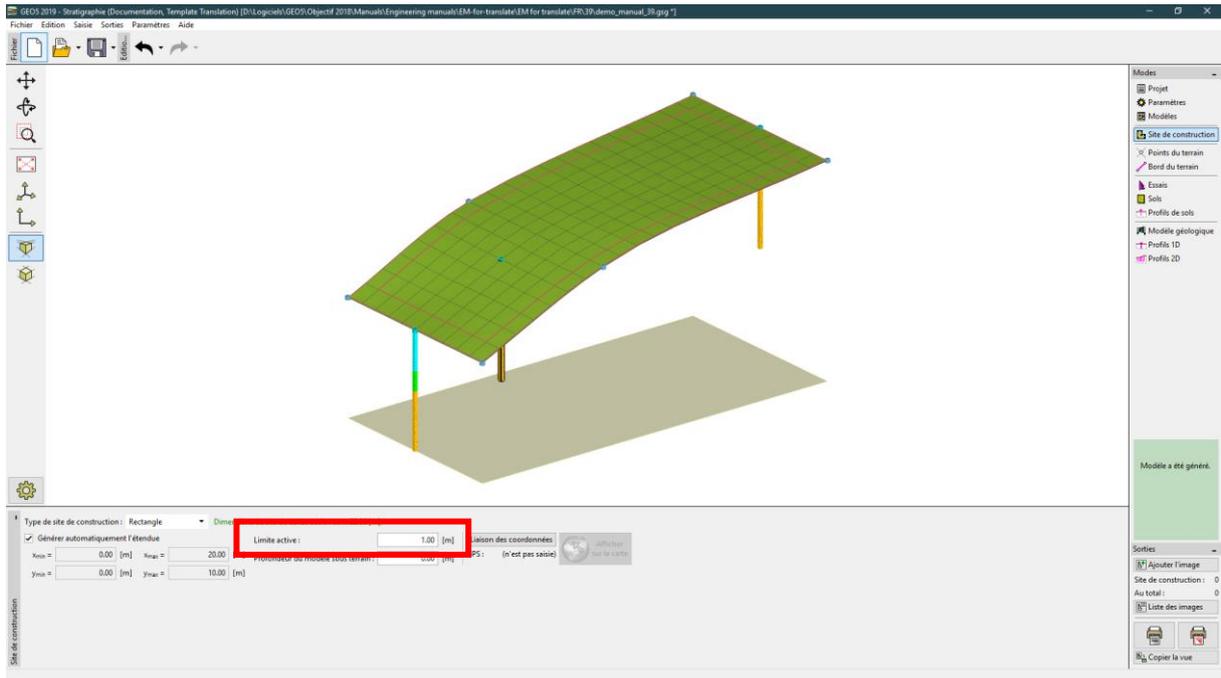
Premièrement, activer "Cadre de visualisation des sols" dans les options d'affichage.



Menu paramètres d'affichage- "Modèle géologique"

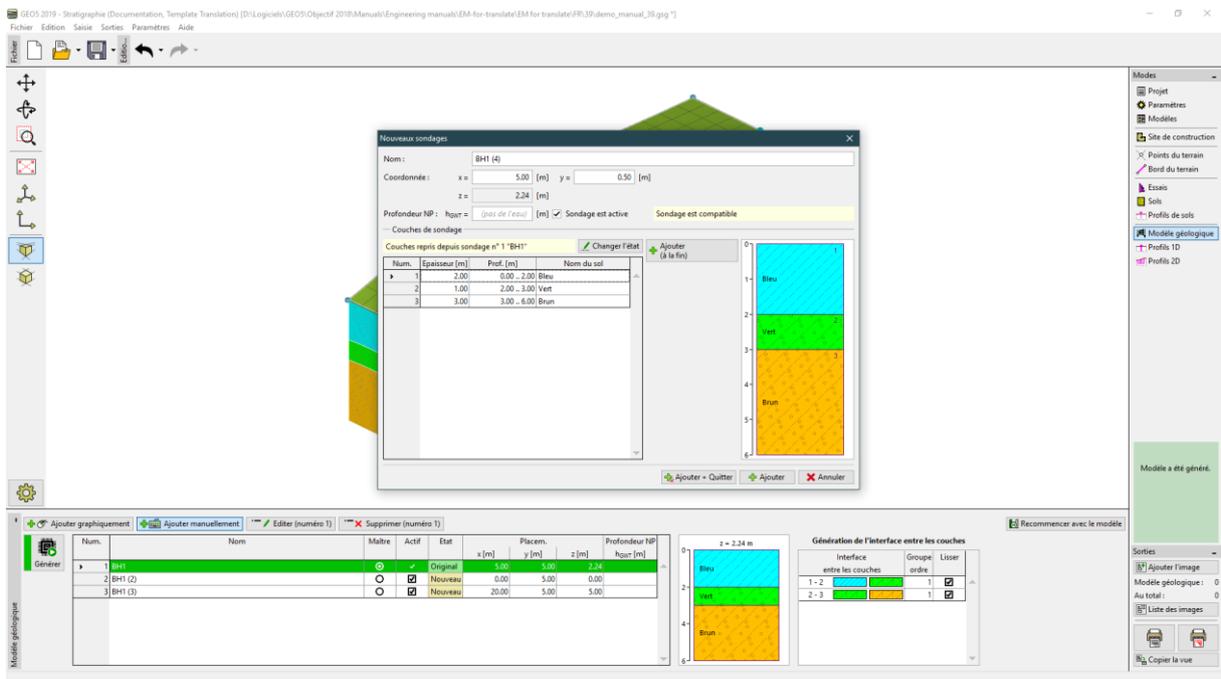
Les limites du modèle sont créées à partir des sondages jusque dans les coins du modèle ; les couches sont quasiment droites aux limites du modèle.

Passer à la section "Site de construction" et entrer une "Limite active" de 1 m. La limite activée est rouge.



Limites actives dans la section "Site de construction"

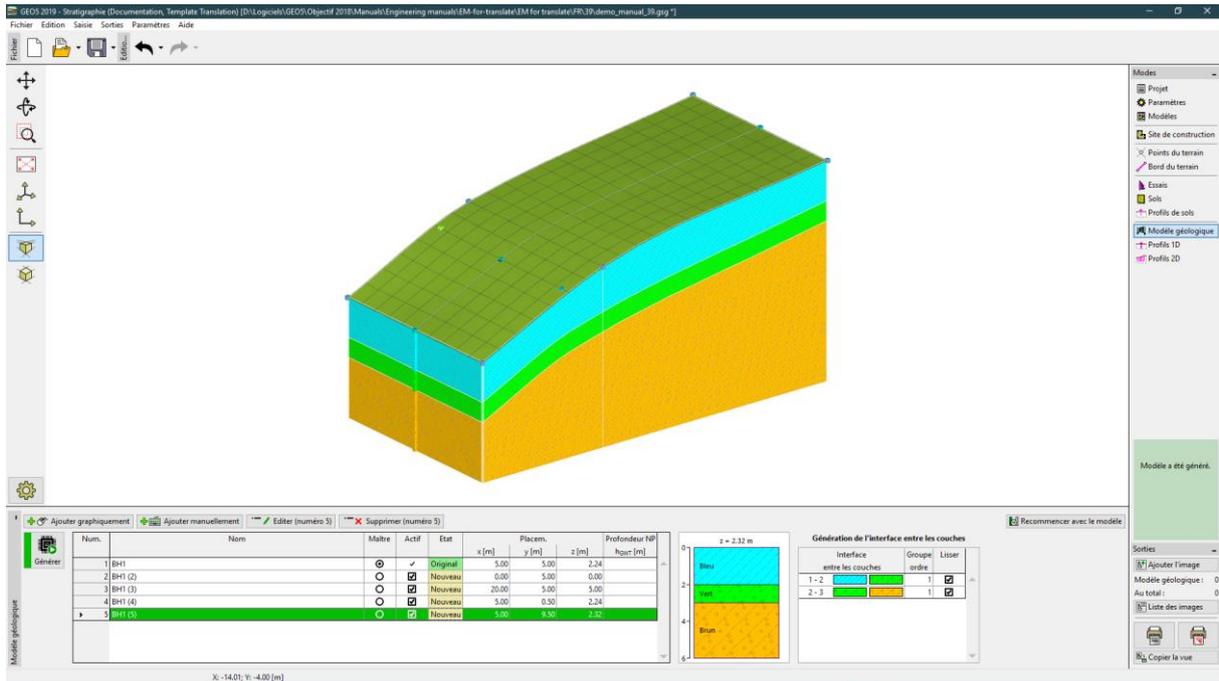
Le sondage "BH1" n'est pas sur la limite active, le modèle généré reste donc identique. Passer au menu "Modèle géologique", activer le sondage BH1, et ajouter deux nouveaux sondages "BH1 (4)" [5; 0.5] et "BH1 (5)" [5; 9.5] en utilisant le bouton « Ajouter manuellement ».



Saisie des nouveaux sondages dans la zone active

Les deux sondages sont situés dans la zone active. La ligne jaune sur la surface du terrain indique la méthode de génération de l'assistant sondages.

Les deux sondages sont situés dans la zone active – pendant la génération du modèle, des sondages "assistants" avec des couches identiques sont créés aux limites du modèle.



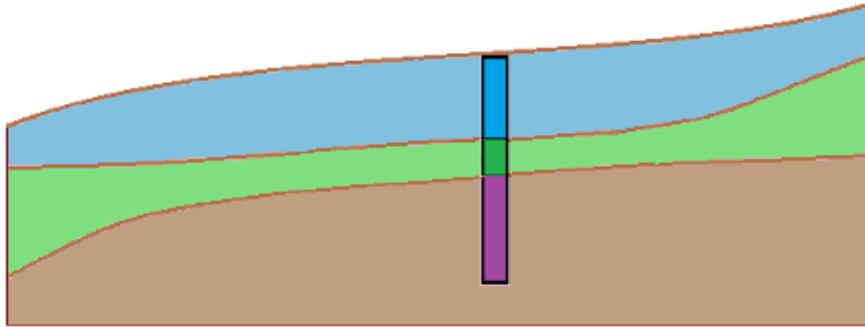
Modèle final

Le modèle a significativement changé sur les limites. Il est maintenant identique à la coupe transversale au milieu.

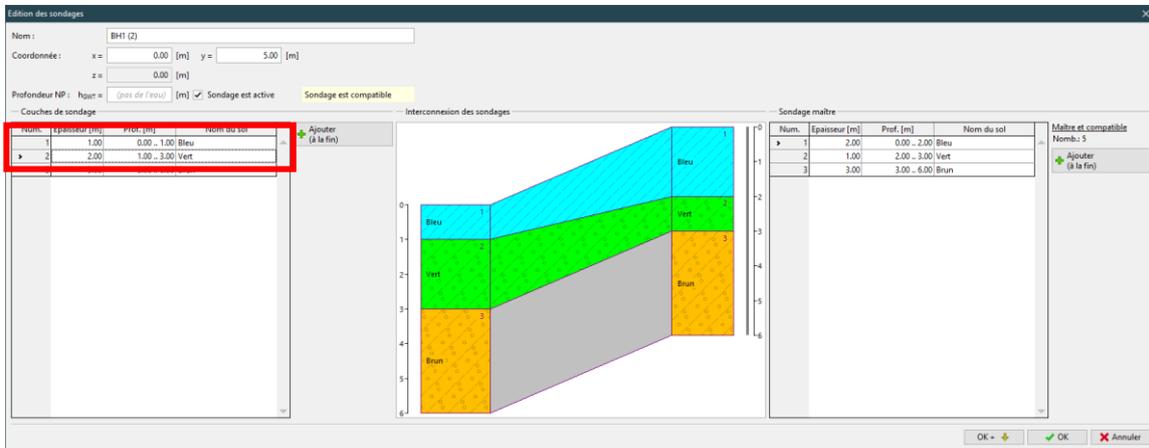
Quand on modélise des constructions réelles, il est raisonnable d'entrer une limite active pour atteindre les points et les sondages les plus proches des limites du site de construction.

Edition des Couches de Sols

On peut maintenant modifier la couche verte pour l'étendre vers les limites du modèle.

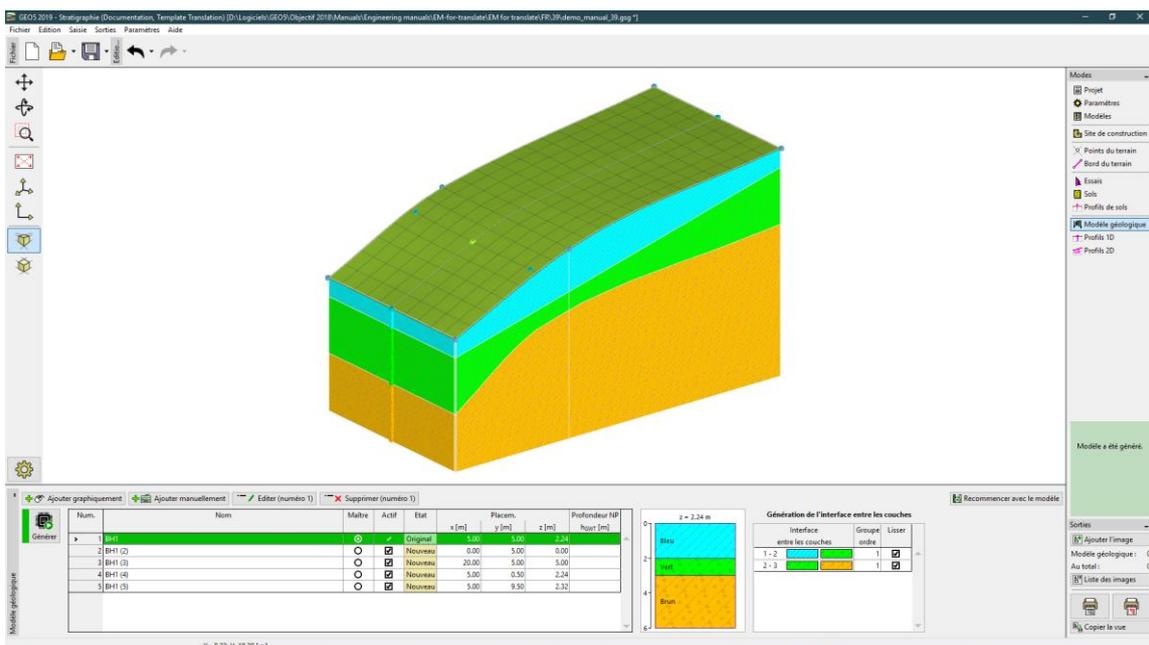


On utilise la boîte de dialogue « Edition du sondage ». On procède aux mêmes modifications pour deux nouveaux sondages BH1 (2) et BH1 (3) : augmentation de l'épaisseur de la couche verte de 1 à 3 m en réduisant la couche bleue de 2 à 1 m.



Boîte de dialogue "Edition du sondage" – BH1 (2)

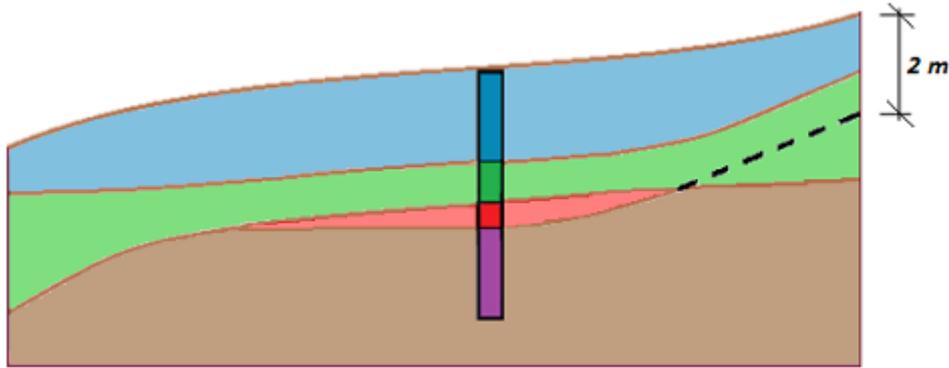
Ainsi le modèle est modifié.



Modèle modifié

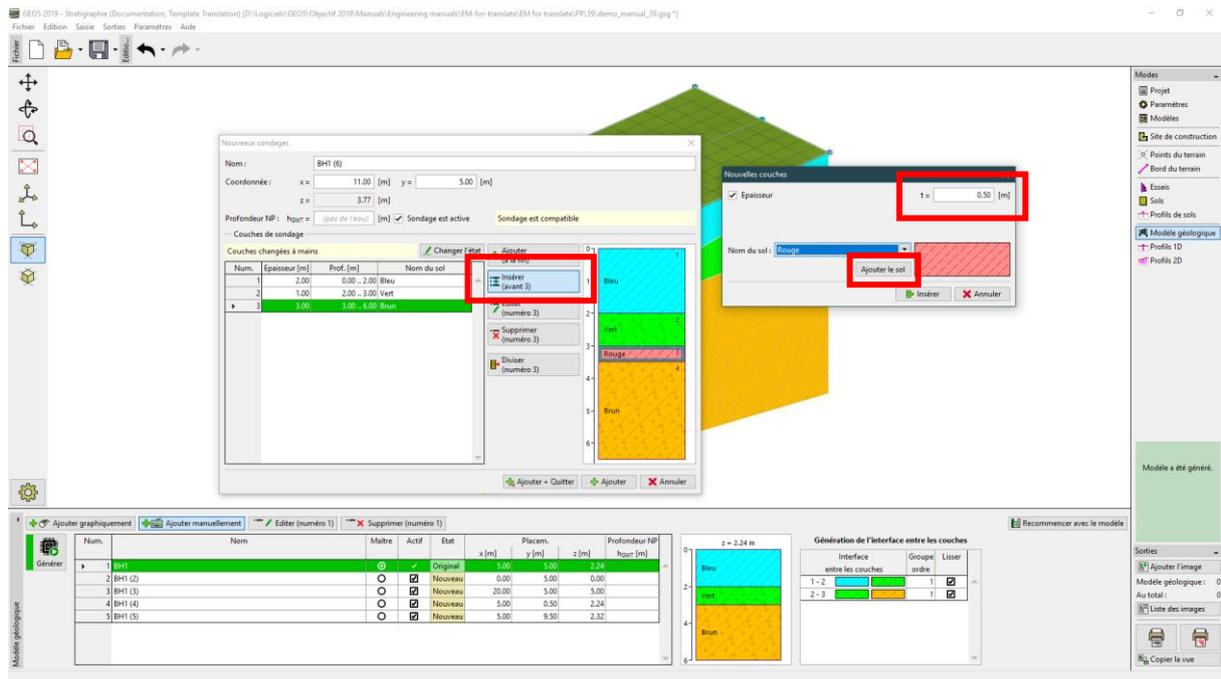
Création d'une Lentille de Sol

On modélise maintenant une "lentille de sol" en suivant le schéma suivant.



Dans le menu « Modèle géologique », on ajoute un nouveau sondage (Rouge1) au milieu de la lentille (coordonnées [11; 5]) et une nouvelle couche (Rouge, épaisseur 0,5 m) en utilisant "Insérer (avant 3)". On définit le sol "Rouge" avec l'outil "Ajouter le sol".

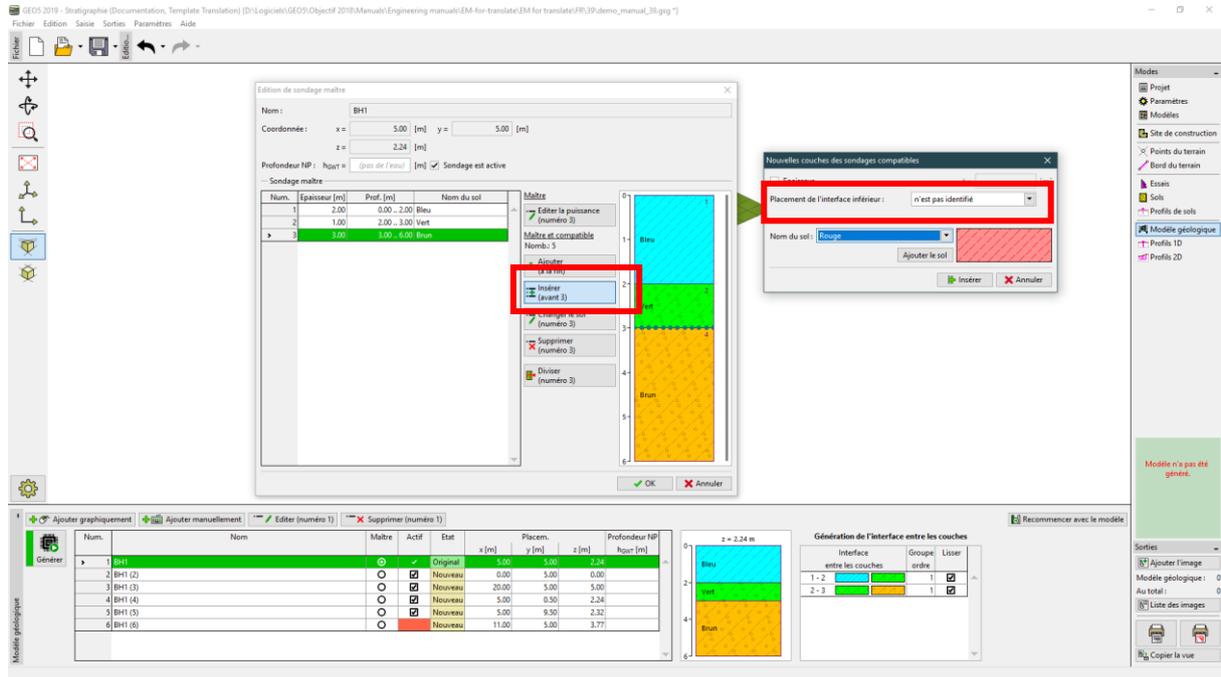
Dans la boîte de dialogue « Nouveau sondage », les informations sur la création d'un sondage sont affichées. Dans notre cas, l'information « Couches créées à partir du modèle géologique » est affichée. Si l'information est différente (lorsqu'on copie un autre sondage), il est possible de changer en activant le bouton « Changer d'état ».



Nouveau sondage au milieu de la lentille

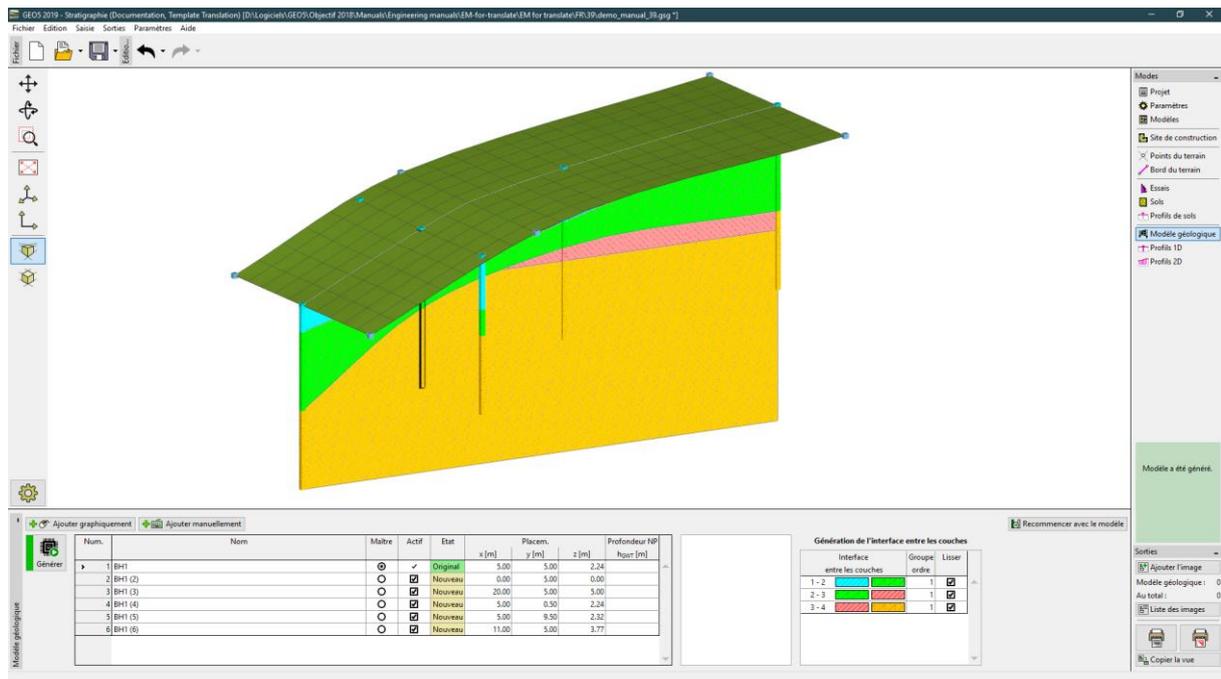
Après l'ajout, ce sondage est affiché en rouge et n'est pas actif, parce qu'il n'est pas compatible avec les autres sondages.

Ensuite on modifie le sondage "maître" (toujours sur la partie droite de la fenêtre), on entre une couche "rouge" entre les couches "vert" et "brun". On ne spécifie pas d'épaisseur pour cette couche, aussi on laisse la position de l'interface basse de la couche comme "non définie".



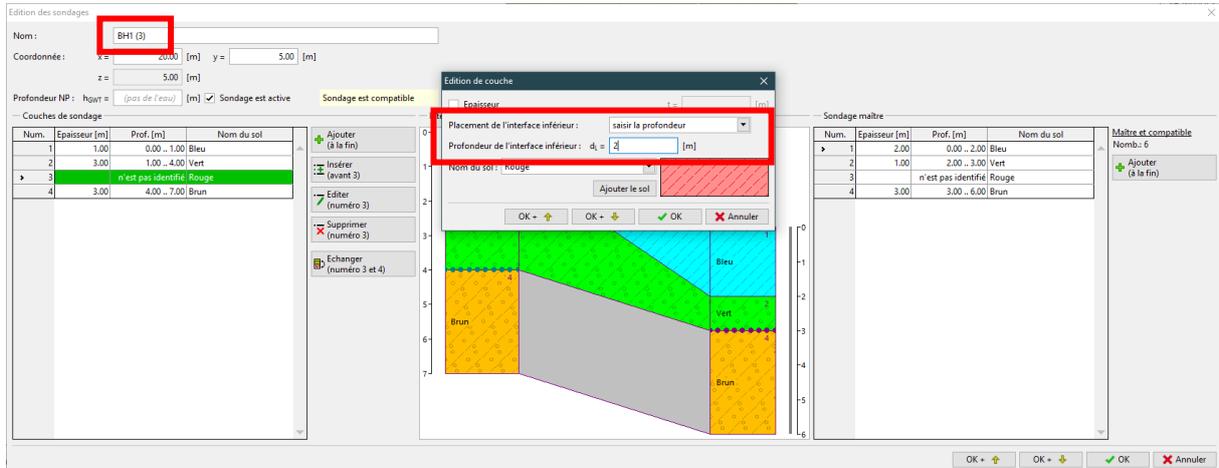
Ajout de la couche rouge dans le sondage "maître"

Cette couche rouge est ensuite transférée à tous les autres sondages, mais sans position précise. L'épaisseur de cette couche utilisée pour la génération du modèle est uniquement définie dans le sondage "Rouge1".



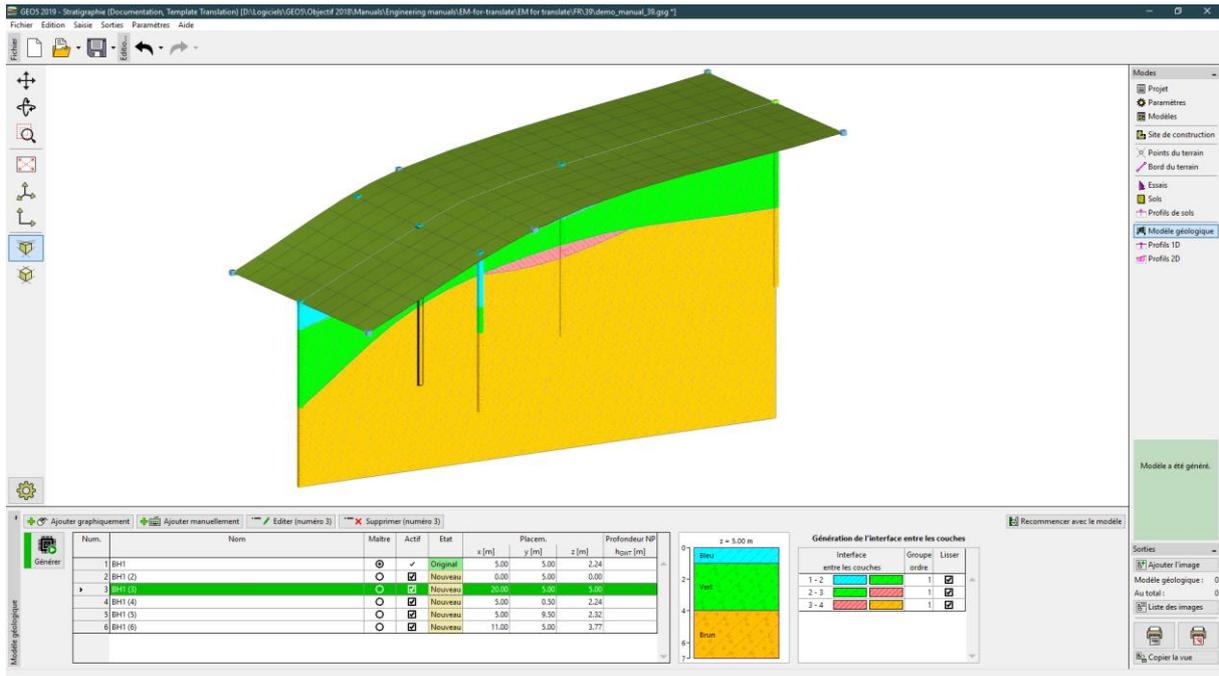
Modèle final généré avec la lentille de sol

On modifie maintenant la couche de sol "rouge" dans le sondage "BH1 (3)". On change la position basse de l'interface de "non définie" à une épaisseur de 2 m. La profondeur est mesurée du sommet du sondage, valeurs positives dirigées vers le bas, négative vers le haut.



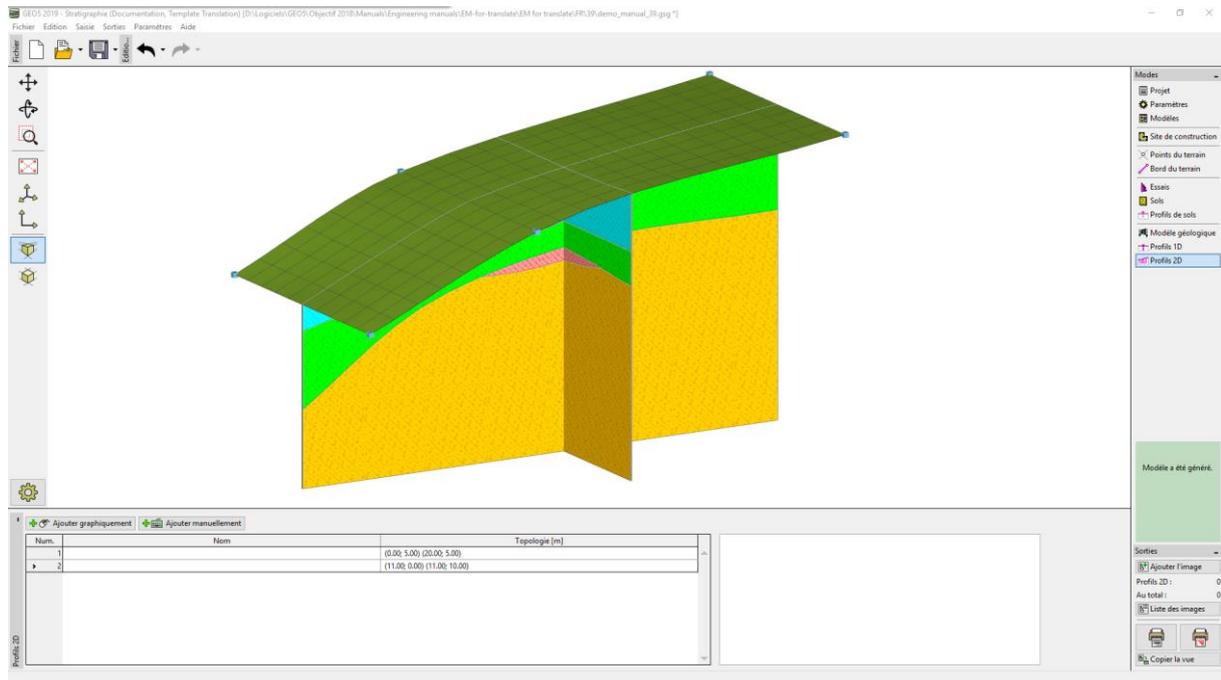
Edition du sondage "BH1 (3)"

La génération de la lentille de sol est complétée.



Modèle final avec lentille de sol

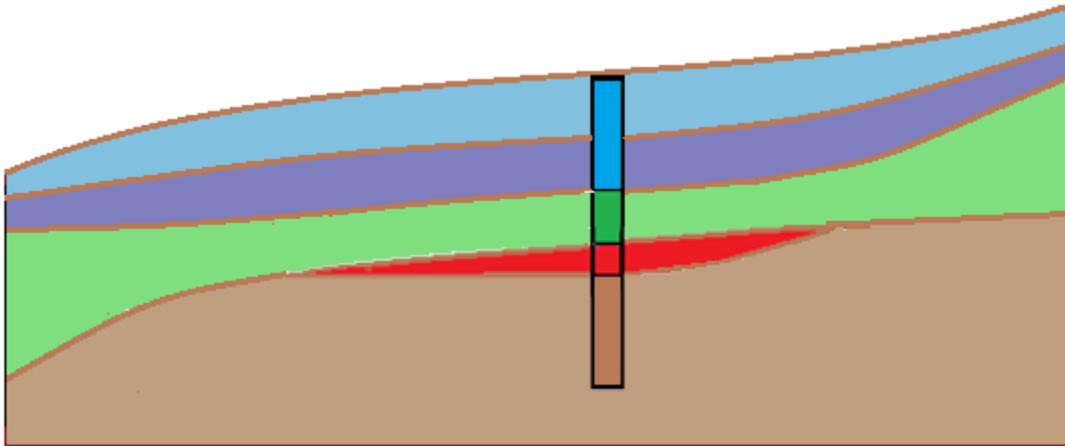
Pour une meilleure visualisation, on définit une nouvelle coupe avec les coordonnées : [11; 0], [11; 10].



Modèle final avec lentille de sol

Création d'une Nouvelle Couche dans le Modèle

On veut diviser la couche bleue de l'exemple précédent en deux couches, bleue et violet. Division et fusion de couches sont des actions courantes associées principalement aux changements des paramètres de sol avec la profondeur.



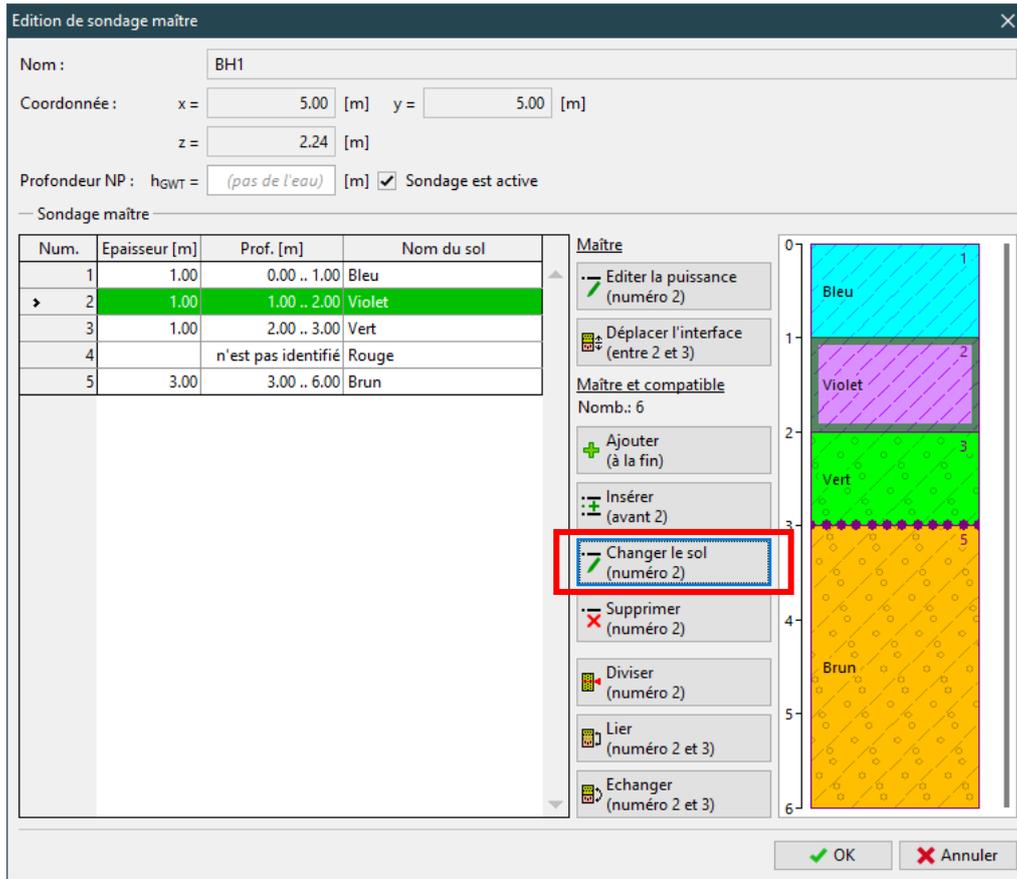
Dans le menu "Modèle géologique", on édite le sondage maître : on divise d'abord la couche bleue en utilisant le bouton "Diviser couche (No. 1)" avec un ratio 1:1, puis on change la nouvelle couche en violet en utilisant "Changer sol (No. 2)".

La fenêtre de dialogue "Edition de sondage maître" est ouverte sur le sondage maître "BH1". Elle contient un tableau des couches de sol et des options de modification.

Num.	Nom	Maître	Actif	Etat	x [m]	y [m]	z [m]	Profondeur NP [m]
1	Bleu	0.00	2.00	Bleu				
3	n'est pas identifié	Rouge						
4		3.00	6.00	Brun				

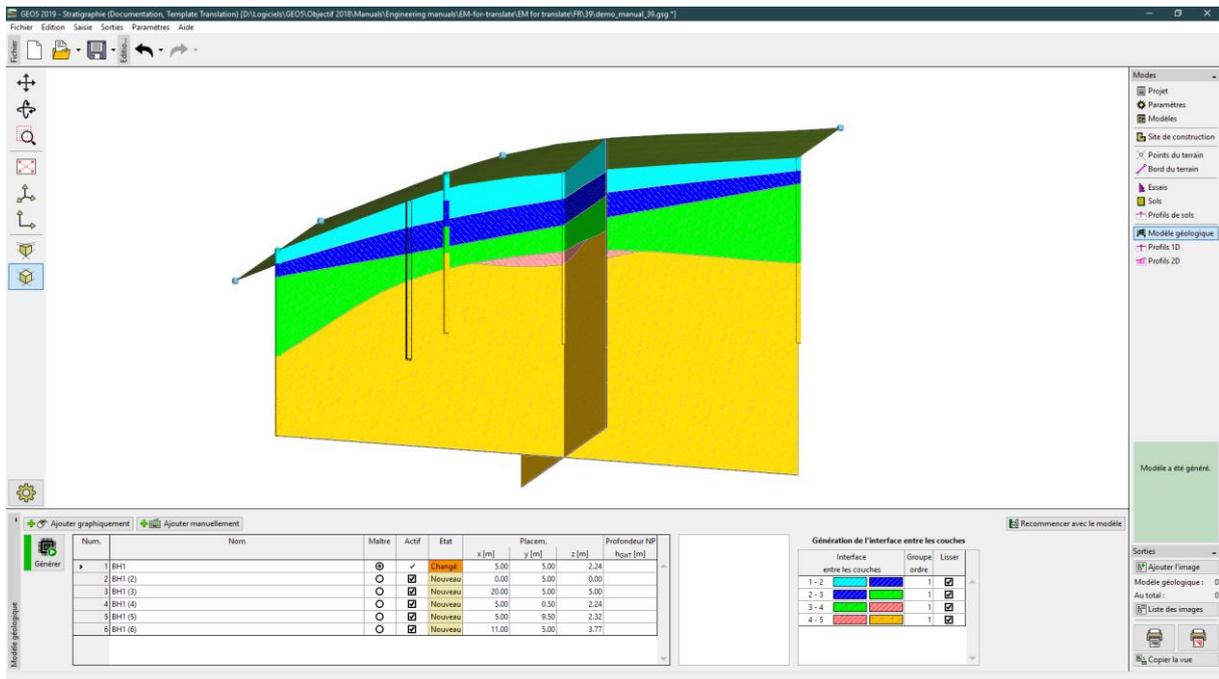
La "Génération de l'interface entre les couches" est également visible, montrant la division de la couche 1 en deux couches (bleue et violette) avec un ratio de 1:1.

Fenêtre de dialogue « Edition du sondage maître » - avant modification



Fenêtre de dialogue « Edition du sondage maître » - après modification

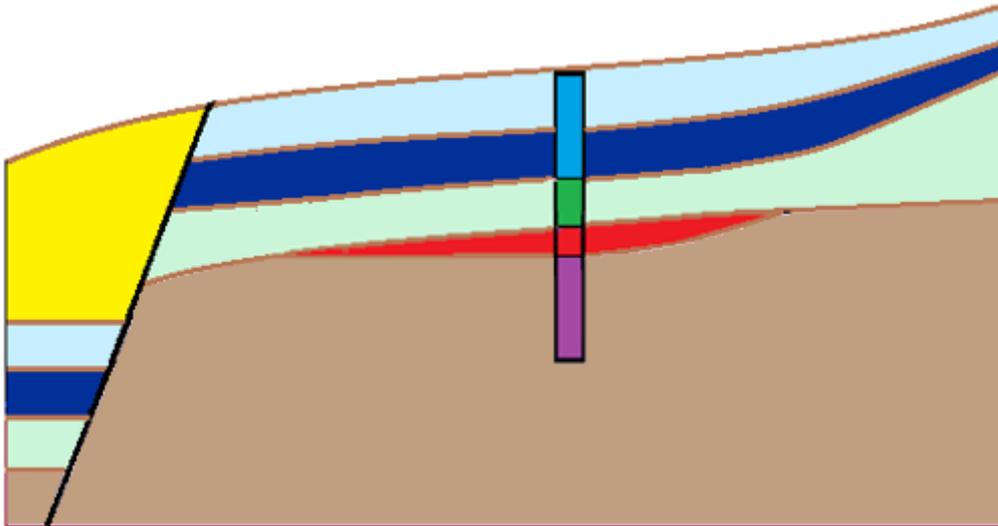
Après génération du modèle, la couche est modifiée.



Modèle final

Modélisation de failles

L'objectif de cet exemple est de modéliser une faille géologique qui traverse le site de construction. Sur la gauche du site de construction, un sol est créé en une couche jaune d'épaisseur de 3 m ; les autres couches sous cette couche auront une épaisseur d'1 m.



On commence par intégrer une interface "faille" dans le sondage "maître" en utilisant "Insérer (avant 1)". On entre une profondeur d'interface basse à 10 m – elle est située sous le terrain. La faille est constituée d'un nouveau sol "Noir".

Edition de sondage maître

Nom : BH1

Coordonnée : x = 5.00 [m] y = 5.00 [m]
z = 2.24 [m]

Profondeur NP : h_{GWT} = (pas de l'eau) [m] Sondage est active

— Sondage maître

Num.	Epaisseur [m]	Prof. [m]	Nom du sol
1	1.00	0.00 .. 1.00	Bleu
2	1.00	1.00 .. 2.00	Violet
3	1.00	2.00 .. 3.00	Vert
4	n'est pas identifié	Rouge	
5	3.00	3.00 .. 6.00	Brun

Maitre

- Editer la puissance (numéro 1)
- Déplacer l'interface (entre 1 et 2)

Maitre et compatible

Nomb.: 6

- Ajouter (à la fin)
- Insérer (avant 1)**
- Changer le sol

Nouvelles couches des sondages compatibles

Epaisseur t = [] [m]

Placement de l'interface inférieure : saisir la profondeur

Profondeur de l'interface inférieure : d_i = -10 [m]

Nom du sol : Noir

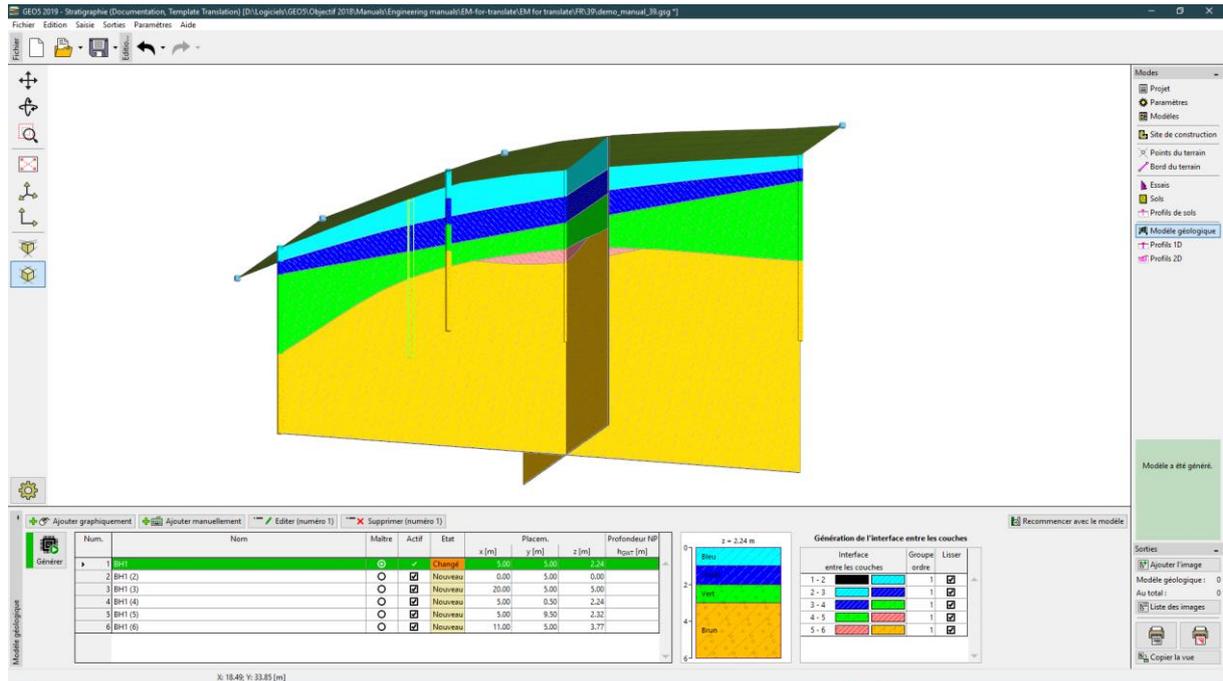
Ajouter le sol

Insérer Annuler

OK Annuler

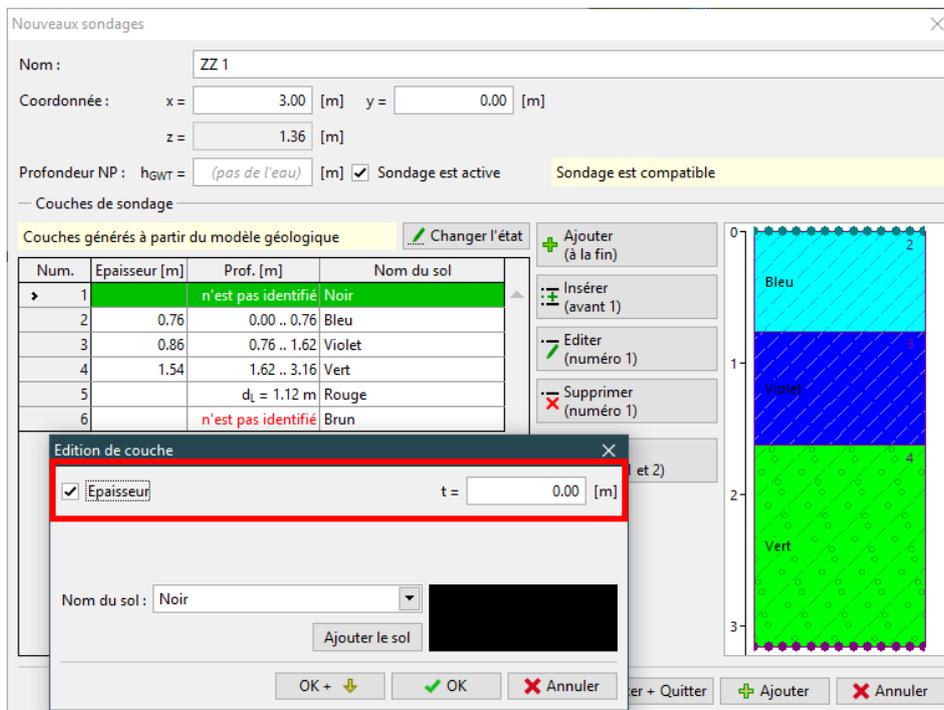
Définition de la faille dans le sondage maître

Après la génération, le modèle reste identique, mais on peut voir une nouvelle couche (faille) dans le coin bas-droit. La couleur "noir" a été utilisée pour une meilleure visualisation.



Modèle avec une nouvelle couche "faille"

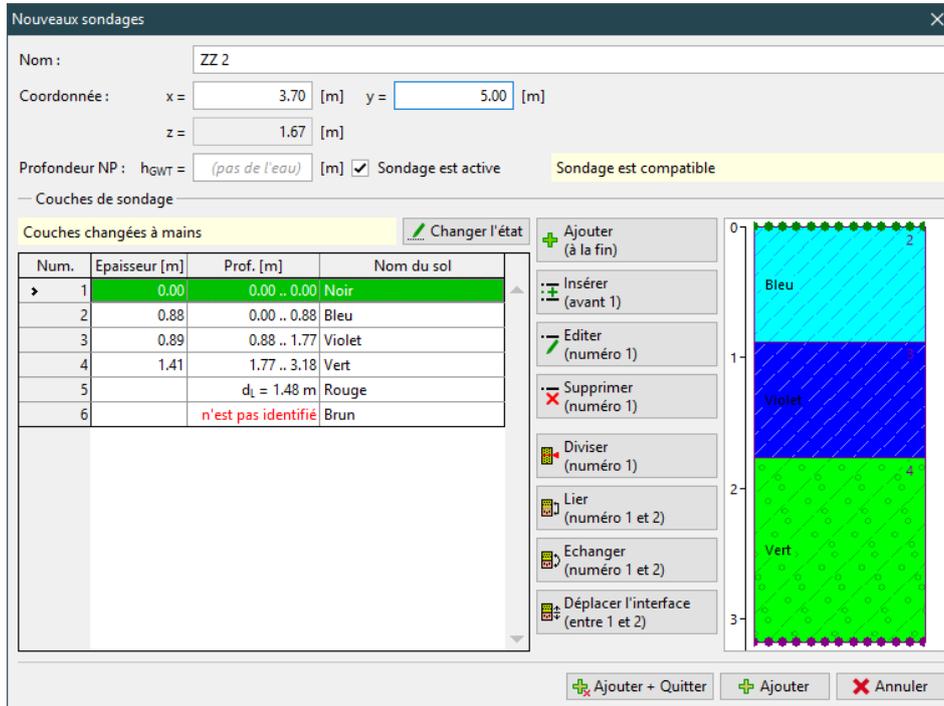
Dans les étapes suivantes, on définit la position de la faille dans le terrain. On définit consécutivement les sondages "ZZ 1" [3; 0], "ZZ 2" [3,7; 5] et "ZZ 3" [4; 10]. Après la saisie des coordonnées [3;0], le profile géologique est chargé du modèle. On modifie les propriétés de la couche noire supérieure (faille) et on entre une épaisseur nulle.



Saisie des nouveaux sondages pour créer la faille

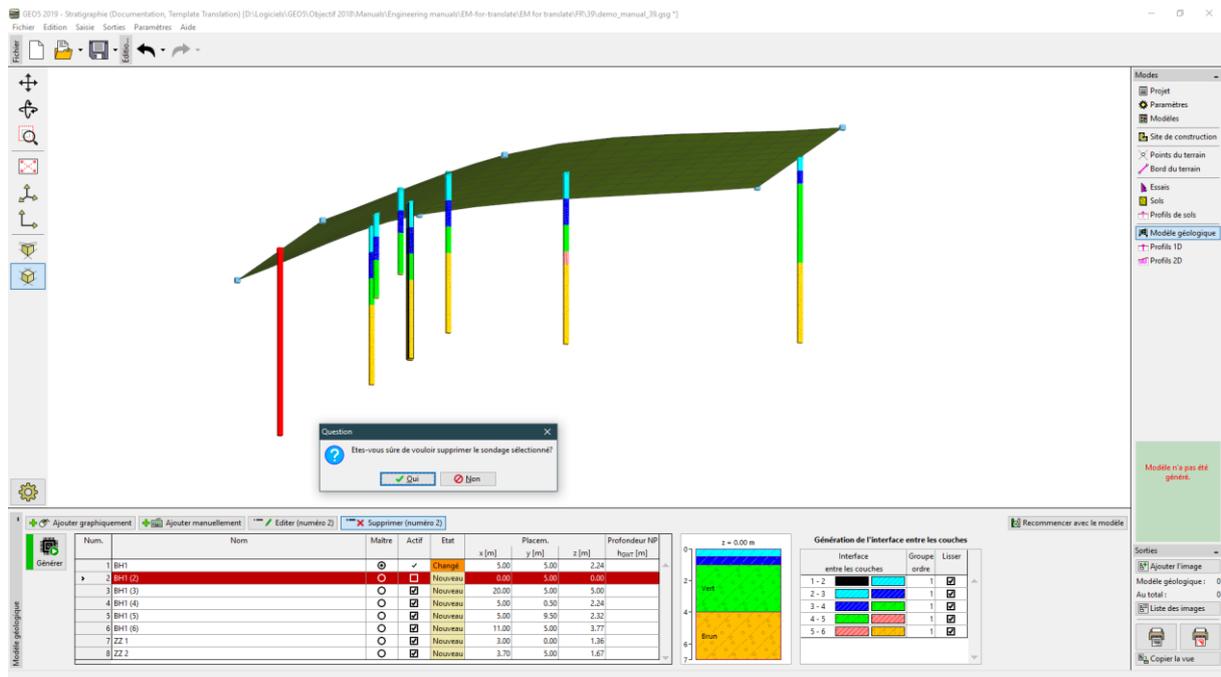
On valide par le bouton "Ajouter + Quitter" et on régénère le modèle.

On répète le processus pour les sondages "ZZ 2" et "ZZ 3" (on définit une couche d'épaisseur nulle). Le modèle peut être régénéré après chaque ajout de sondage. C'est nécessaire pour la correspondance des sondages avec le modèle géologique original.

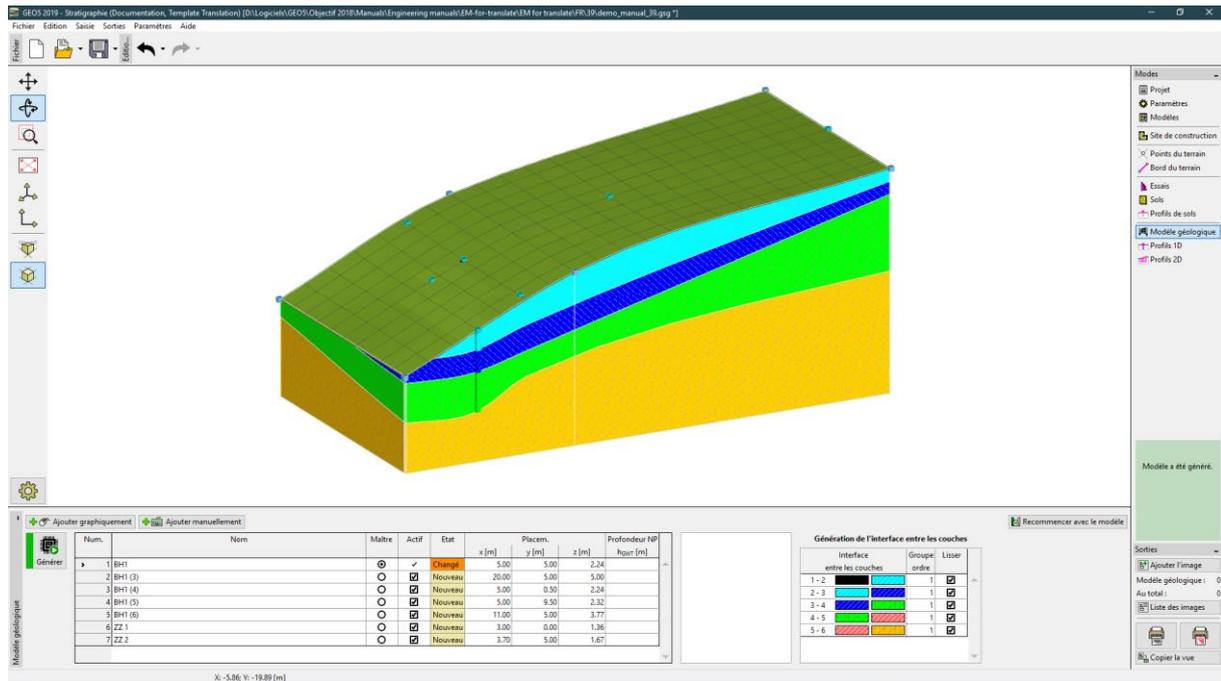


Sondage "ZZ 2" – position de la faille sur le terrain

Après l'intégration de la faille, on supprime les sondages à l'avant de la faille – dans ce cas, le sondage "BH1 (2)".



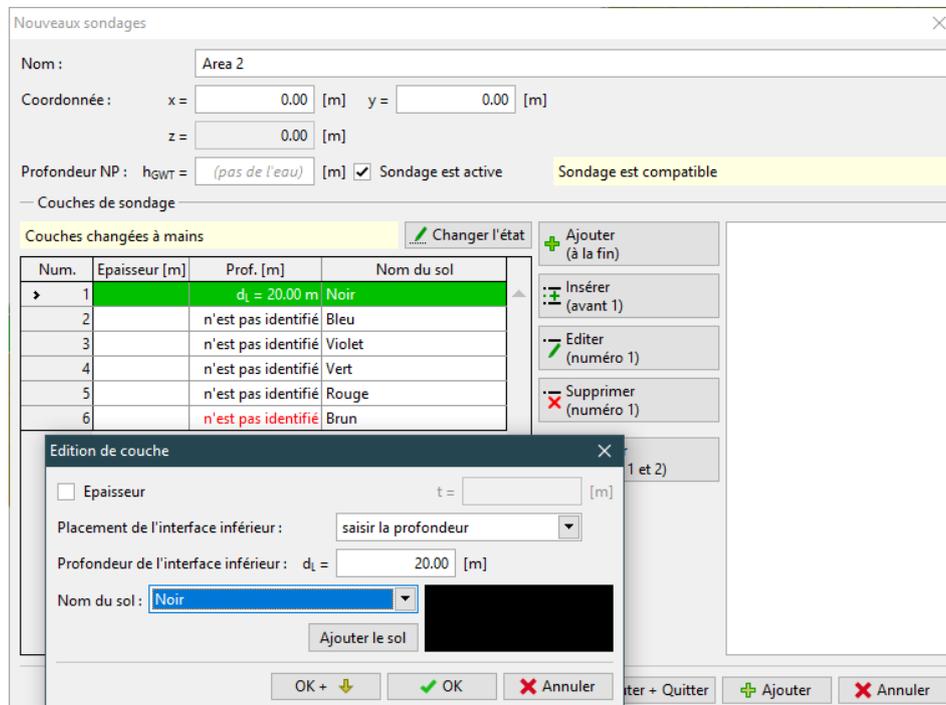
Suppression du sondage "BH1 (2)"



Modèle après suppression de "BH1 (2)"

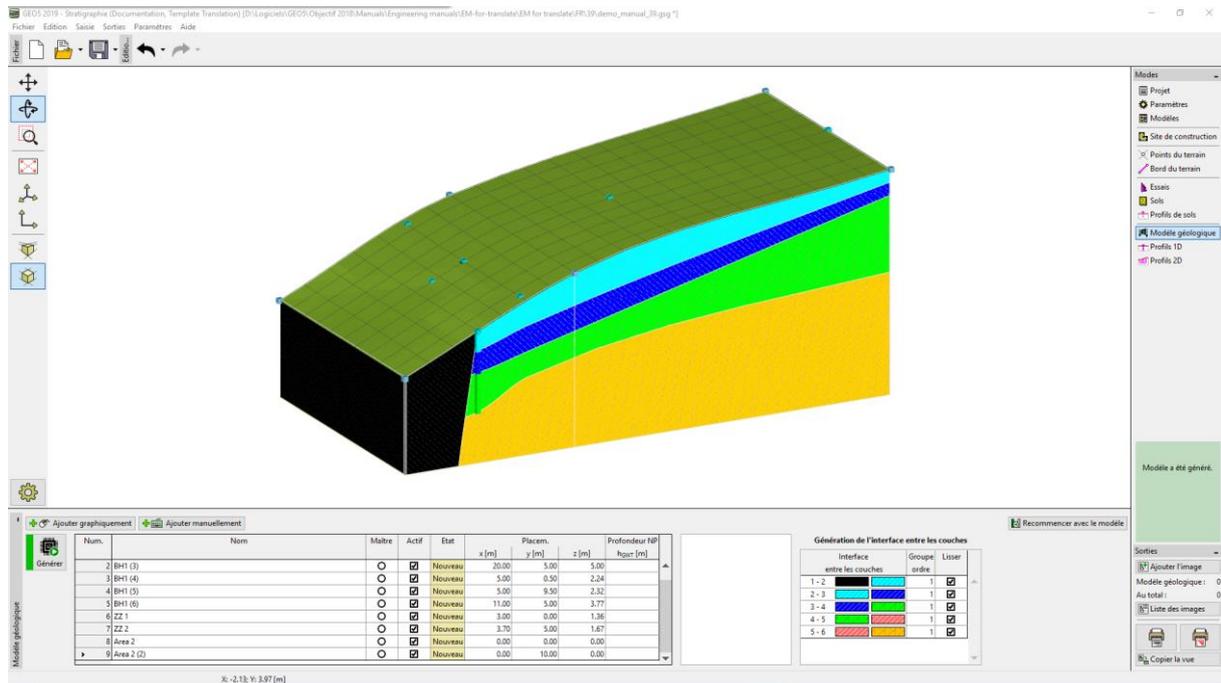
Le modèle est maintenant prêt pour la création d'une zone à l'avant de la faille. Nous régénérons le modèle et on intègre deux nouveaux sondages : "Area 2" (coordonnées [0 ; 0]) et "Area 2 (2)" (coordonnées [0 ; 10]).

Pour chaque sondage, on définit l'interface de la faille (couche 1) à une profondeur de 20m. Les autres couches sont également modifiées pour renseigner leur position d'interface comme "Non définie".



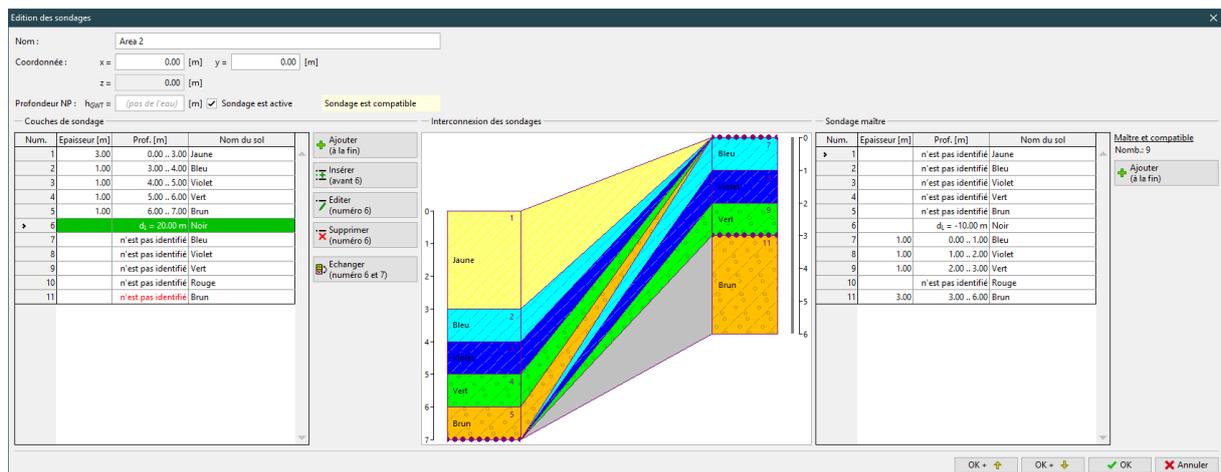
Définition de la faille en profondeur dans le sondage "Area 2"

Puis on génère le modèle – la faille est maintenant visible. La zone au devant de la faille est affichée en noir.



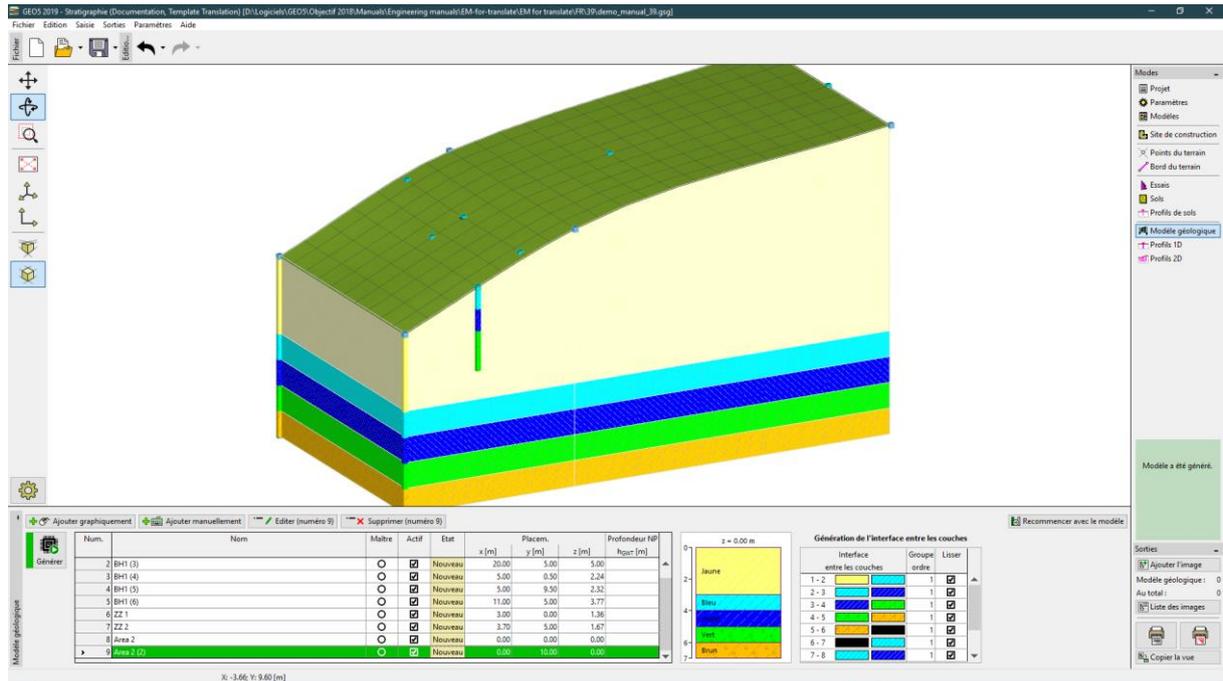
Modèle avec faille

Il est maintenant nécessaire de définir des couches dans la zone à l'avant de la faille. On sélectionne un des sondages "Area 2" et on ajoute des couches au-dessus de la faille (bouton "Insérer"). On définit les épaisseurs suivantes pour les couches de ces sondages : 3 m (jaune), 1 m (bleu), 1 m (violet), 1 m (brun). Dans l'étape suivante, il est nécessaire d'ajouter les nouvelles couches définies dans le sondage "maître" en utilisant le bouton "Compléter des couches supérieures (dans le sondage maître)". Le sondage "Area 2" modifié ressemble alors à ce qui suit :



Entrée des couches dans la zone à l'avant de la faille

Après la génération du modèle, il ne ressemble pas à ce qui est attendu ; les nouvelles couches traversant tout le modèle (également derrière la faille).



Modèle avec une génération erronée de la faille

Il est possible de résoudre ce problème en modifiant l'ordre de génération des interfaces entre couches. Premièrement, nous générons la faille (ligne 6-7 avec rectangle noir sur le côté droit) et les couches derrière la faille (7-8, 8-9...). On les place en "1" dans "Ordre du groupe".

Les couches à l'avant de la faille sont placées en "2" dans "Ordre du groupe".

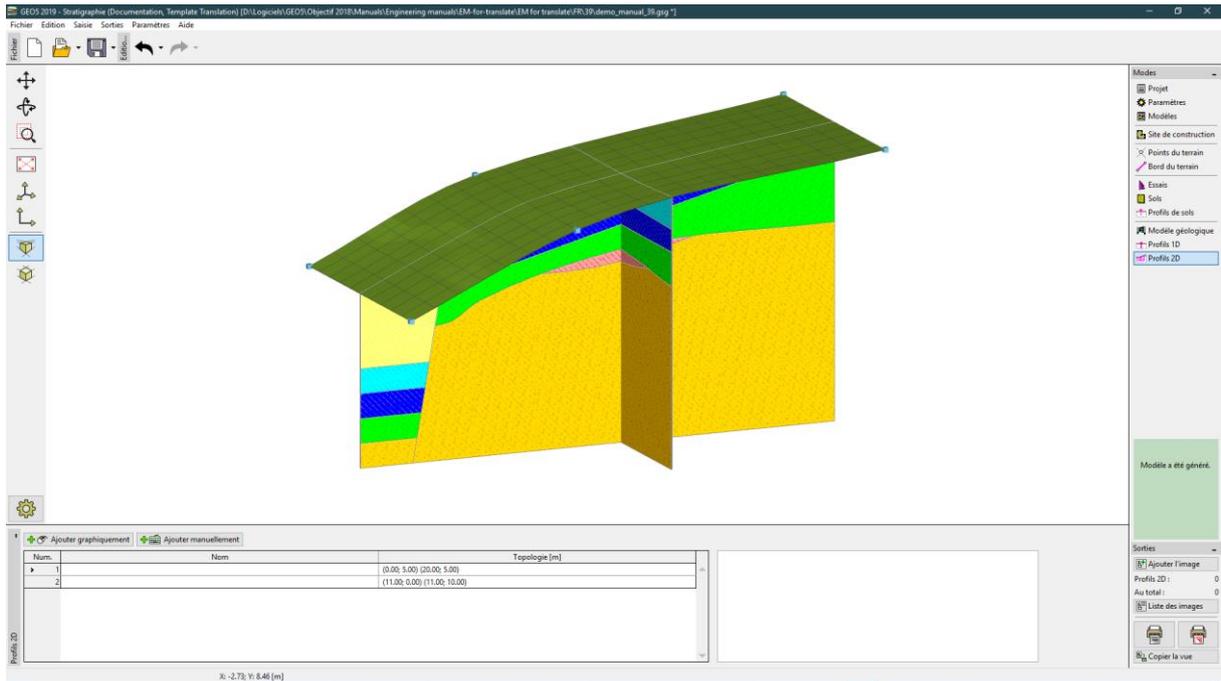
La faille (ligne 6-7) est généralement droite ; on n'utilise pas l'option de lissage dans ce cas.

Génération de l'interface entre les couches

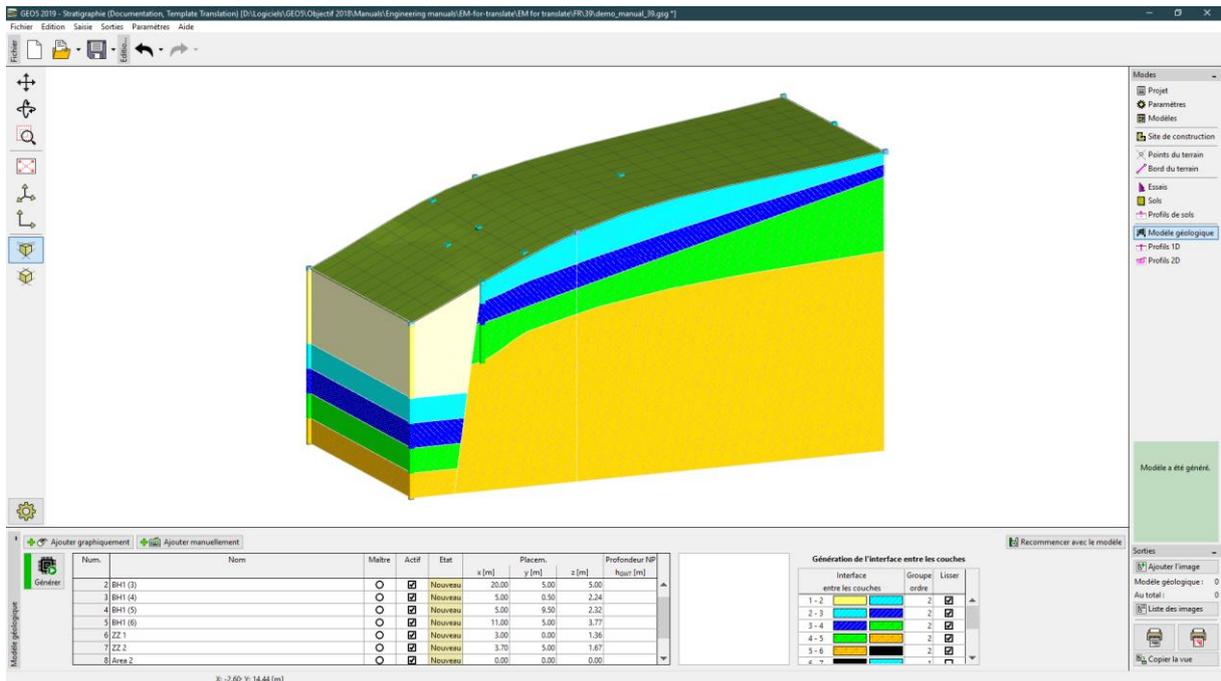
Interface entre les couches	Groupe ordre	Lisser
1 - 2	2	<input checked="" type="checkbox"/>
2 - 3	2	<input checked="" type="checkbox"/>
3 - 4	2	<input checked="" type="checkbox"/>
4 - 5	2	<input checked="" type="checkbox"/>
5 - 6	2	<input checked="" type="checkbox"/>
6 - 7	1	<input type="checkbox"/>
7 - 8	1	<input checked="" type="checkbox"/>
8 - 9	1	<input checked="" type="checkbox"/>
9 - 10	1	<input checked="" type="checkbox"/>
10 - 11	1	<input checked="" type="checkbox"/>

Génération des couches du modèle

Le modèle est créé.



Modèle final



Modèle final - coupes