



Interprétation d'essais in situ et création d'un modèle géologique

Programme: Stratigraphie

Fichier: Demo_manual_38.gsg

Introduction

L'objectif de ce manuel est de montrer quelques principes de fonctionnement du programme "Stratigraphie". Des complications plus complexes sont décrites dans le manuel d'ingénierie n° 39. Le programme "Stratigraphie" propose un moyen simple pour créer des modèles géologiques complexes. Cependant le programme ne fait pas de décision par lui-même et le modèle résultant doit correspondre aux décisions et aux idées du géologue. Ce manuel se concentre sur l'explication des principe basiques de modélisation.

Objectif

Le résultat de notre travail sera un modèle géologique du site de construction, où des investigations géotechniques ont été réalisées. Pendant l'exploration, deux sondages et deux essais pénétrométriques ont été menés. La forme du site de construction et la localisation des sondages et essais CPT sont indiqués sur l'image suivante.

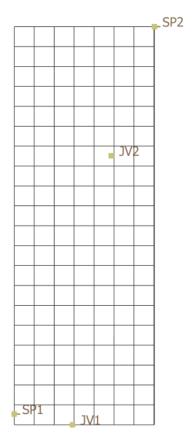


Schéma du site de construction

Les noms, types et coordonnées des tests sont décrits dans le tableau suivant :



Name	Туре	Coordinates [m]		
		X	у	Z
JV1	borehole	11,4	88	187,96
JV2	borehole	15	113	187,8
SP1	CPT	6	89	unknown
SP2	CPT	19	125	unknown

Les couches de sol dans les sondages sont décrites comme suit :

Borehole JV1						
Thickness	Depth	Soil				
[m]	[m]	Classification	Description			
0,7	0 - 0,7	Υ	Made-up ground			
7,8	0,7 - 8,5	F8	Clay with high plasticity			
8,5	8,5 - 17,0	F6	Clay with low plasticity			

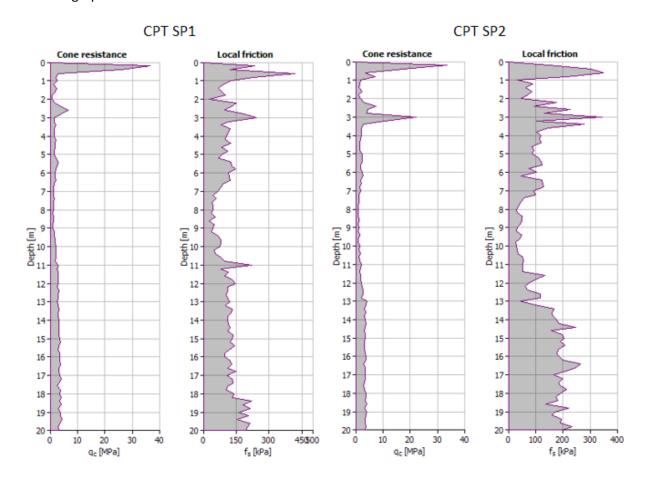
Borehole JV2						
Thickness	Depth	Soil				
[m]	[m]	Classification	Description			
0,7	0 - 0,7	Υ	Made-up ground			
2,5	0,7 - 3,2	F8	Clay with high plasticity			
0,3	3,2 - 3,5	S3	Silty sand			
7,2	3,5 - 10,7	F8	Clay with high plasticity			
1,8	10,7 - 12,5	F6	Clay with low plasticity			
0,2	12,5 - 12,7	G3	Silty gravel			
5,9	12,7 - 18,6	F6	Clay with low plasticity			

La nappe dans les sondages est décrite comme suit :

- sondage JV1 profondeur de la nappe sous le terrain : 8 m
- sondage JV2 profondeur de la nappe sous le terrain : 8,5 m



Les essais CPT sont importés directement sous la forme de tables de données, identiques aux données transmises par le géologue. Les profils de résistance de pointe et de frottement latéral sont présentés dans les graphes suivants.



Les essais CPT ont été menés sans mesure de la pression interstitielle (u_2) – les tests ne sont donc pas de type CPTu.

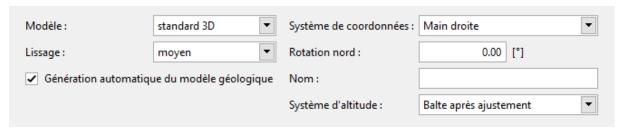
Note : Les fichiers pour import (SP1.txt, SP2.txt) sont intégrés dans l'installation de GEO5 et sont localisés dans le dossier FINE dans les documents publics.

Note: L'action d'import des table des données est expliqué dans l'aide du programme (F1 ou en ligne: https://www.finesoftware.eu/help/geo5/en/table-data-import-01/) ou dans le manuel d'ingénierie No. 27 (https://www.finesoftware.eu/download/engineering-manuals/235/en/27 import-txt en/).



Processus de modélisation

Quand le programme "Stratigraphie" est lancé, on vérifie d'abord les réglages généraux dans l'item " Paramètres". On conserve les réglages du modèles sur "Modèle 3D" avec un lissage "Moyen" et une génération automatique du modèle géologique. On conseille d'activer cette option dans le cadre de modèles géologiques de petites tailles ou simples. Pour des modèles plus grands et plus complexes, il est préférable de la désactiver et de lancer la génération manuellement. Le système de coordonnées sera "main droite".



Section "Paramètres"

On conserve également les réglages standards dans l'item "Site de construction".



Section "Site de construction"

On passe sur l'item "Points du terrain" car les dimensions de notre modèle seront définies en accord avec les coordonnées des sondages et des essais CPT.

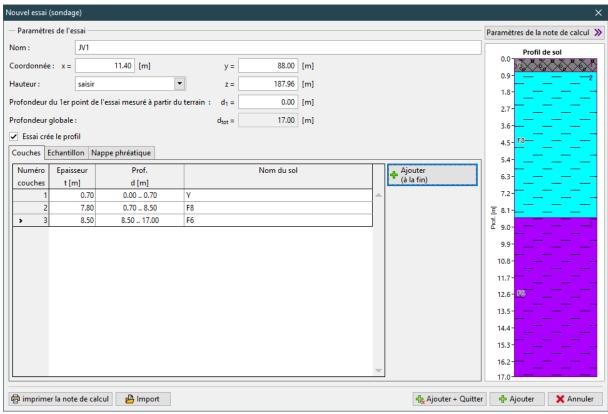
Dans l'item "Essais", nous allons intégrer deux sondage *JV1* et *JV2*. Ces sondages sont ajoutés en utilisant le bouton "Ajouter" et en sélectionnant le type d'essai requis (sondage).



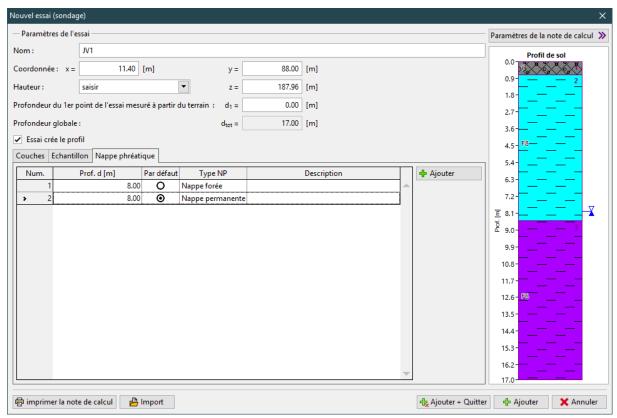
Section "Essais" – saisie des sondages



Les coordonnées des sondages, les couches de sols (épaisseur, nom, motif et couleur) et la nappe sont renseignés en suivant les informations présentées ci-après :

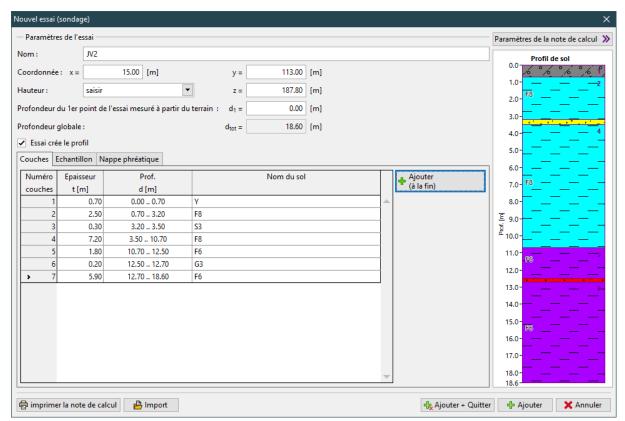


Saisie du sondage JV1 – couches

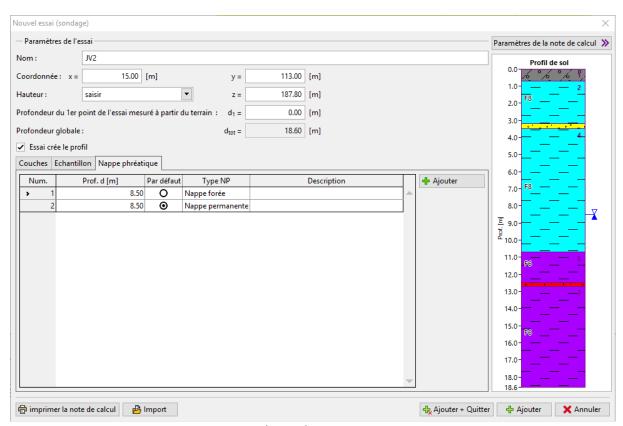


Saisie du sondage JV1 – nappe





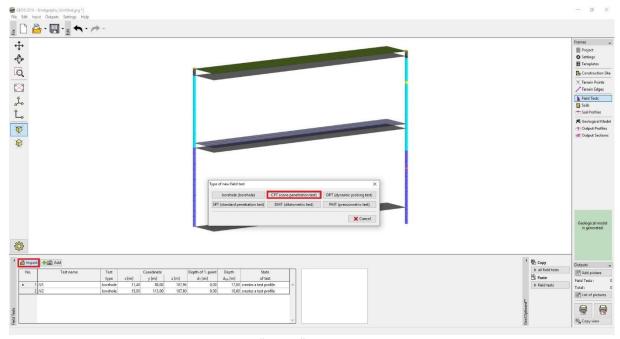
Saisie du sondage JV2 – couches



Saisie du sondage JV2 – nappe



On doit ensuite saisir les essais CPT – les valeurs mesurées ne sont pas saisies manuellement, mais importées comme un tableau. L'import est fait en utilisant le bouton "import" et en sélectionnant le type d'essai approprié (CPT).

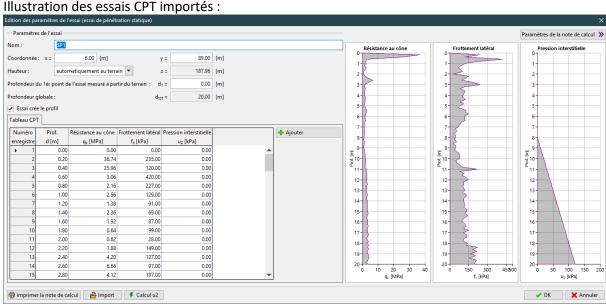


Section "Essais" - Import des CPTs

Nous n'avons pas l'information sur la cote z des essais CPT. Aussi, on les localisera automatiquement sur le terrain généré en accord avec les coordonnées z des sondages JV1 et JV2.

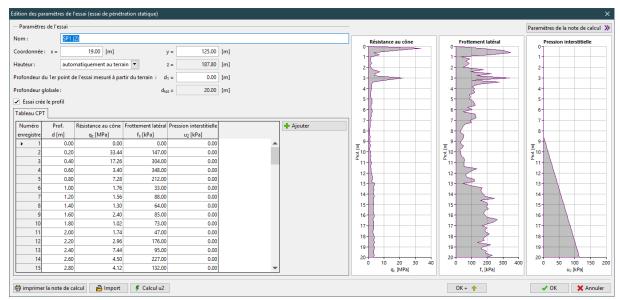
La pression interstitielle (u_2) n'ayant pas été mesurée pendant les essais. On va laisser le programme calculer la pression interstitielle automatiquement à partir des nappes définies dans les sondages JV1 et JV2.

L'essai *SP1* est proche du sondage *JV1*, aussi la nappe sera à 8 m sous le terrain. L'essai *SP2* est proche du sondage *JV2*, aussi la nappe sera à 8,5 m sous le terrain.



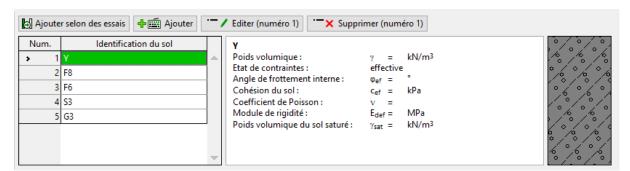
Import du CPT SP1





Import du CPT SP2

Dans l'item "Sols", on renseigne tous les sols des sondages JV1 and JV2 (Y, F6, F8, S3, G3) en utilisant le bouton "Ajouter selon les essais". Il est aussi possible d'affecter les paramètres géotechniques à chaque sol. Ces paramètres n'ont pas d'influence sur la génération du modèle – ils sont utilisés pour créer le rapport géologique ou pour exporter les données vers d'autres programmes GEO5. Dans le présent cas simplifié, nous n'assignerons pas de paramètres au sol.



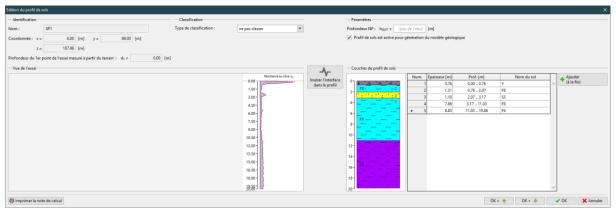
Ajout des sols selon les essais



On passe ensuite à l'item "Profils de sols". Dans cette section, on peut voir que les profils d'essai ont été automatiquement générés à partir des sondages *JV1* and *JV2*. Bien que les profils d'essais à partir des CPT ont été créé automatiquement, il est nécessaire d'interpréter les valeurs mesurées en considérant le profil géologique. Cela peut être fait manuellement ou automatiquement en suivant la classification des sols de Robertson (1986 ou 2010). Dans un souci de clarté, on va montrer les deux approches.

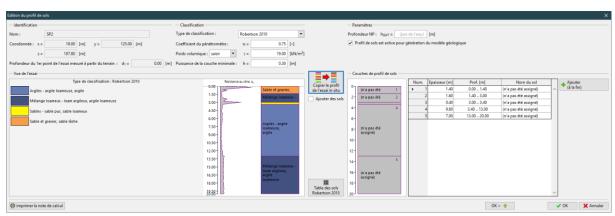
Premièrement, on crée une profile géologique manuellement à partir du test CPT *SP1*. On sélectionne "ne pas classer" dans la partie centrale de la fenêtre de dialogue.

Dans la partie gauche, on peut voir un tracé de la résistance au cône q_c . En utilisant le click du bouton gauche de la souris, sur ce tracé, les interfaces géologiques sont créées dans la partie droite de la fenêtre de dialogue. On va ensuite assigner les sols aux couches en cohérence avec les sols du sondage JV2. La nappe n'a pas été mesurée, donc on ne la renseigne pas. Elle sera automatiquement générée par l'interprétation des nappes renseignées dans les sondages JV1 and JV2.



Création manuelle du profil géologique d'après l'essai SP1

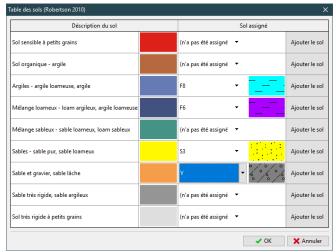
On passe maintenant à l'essai *SP2*. On va maintenant utiliser la création automatique du profil géologique d'après la classification des sols (Robertson, 2010). Une fois que l'essai CPT est interprété, on obtient généralement un plus grand nombre de couches fines. Il n'est pas aisé de travailler avec un si grand nombre de couches, aussi on va les filtrer pour ne retenir que celles d'épaisseur minimale fixée à 0,3 m.



Résultat de la classification des sols d'après l'essai SP2

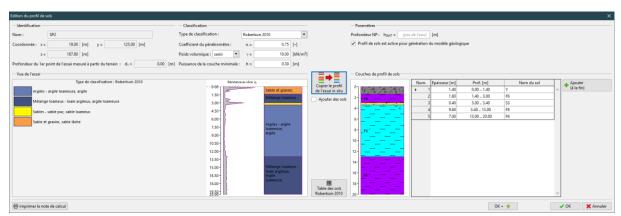


En utilisant le bouton "Table des sols – Robertson 2010", on assigne les sols renseignés (à partir des sondages JV1 et JV2) au sols de la classification des essais CPT



Affectation de la table des sols

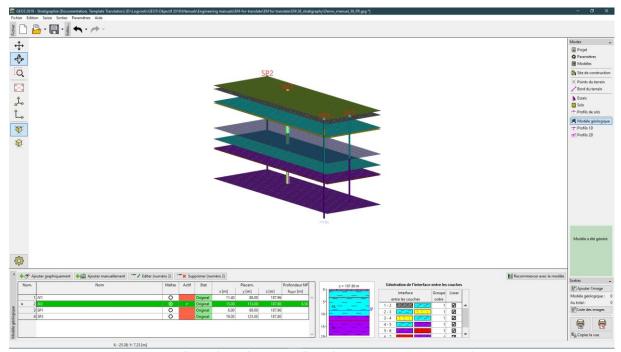
En utilisant le bouton "Copier le profil des essais in situ", le profil géologique est généré à partir des sols dans les couches correspondant aux résultats de la classification du CPT.



Création automatique d'un profil géologique à partir de la classification des sols du CPT



L'étape d'après est le "Modèle géologique". Ici, on peut voir les sondages (profils géologiques) créés d'après les sondages (JV1, JV2) et les essais CPT (SP1, SP2). On sélectionne le sondage JV2 comme sondage maître – ce sondage est le plus profond et contient tous les types de sol. Pour cette raison, il fournit la meilleure vue des conditions géologiques dans le site de construction.



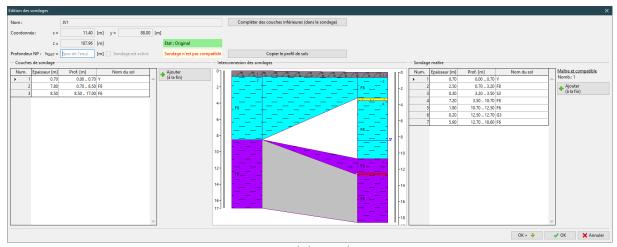
Section "Modèle géologique" – Sélection du sondage maître

Les autres sondages sont affichés en rouge – cela signifie qu'ils ne sont pas compatibles avec le sondage maître. Le modèle géologique est généré à partir du sondage maître et des sondages compatibles. Ainsi, il est nécessaire de modifier les sondages pour les rendre compatibles. Ensuite, le modèle géologique sera créé en étant compatible toutes les données de l'enquête géologique. Aussi nous allons modifier tous les sondages pour les rendre compatibles avec le sondage maître.



Modification du sondage JV1

Après sélection de ce sondage, on peut voir l'état actuel de ce sondage *JV1* dans la partie gauche de la fenêtre de dialogue. Le sondage maître *JV2* est affiché dans la partie droite. Sur la figure ci-dessous, on constate que les deux sondages ne sont pas compatibles.

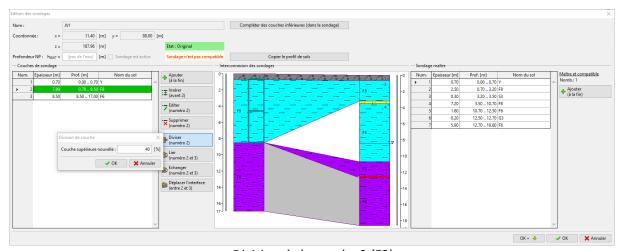


Etat original du sondage JV1

Il n'y a pas de couches de sables ou de graves (S3, G3) dans le sondage JV1. On assume d'approcher par des couches géologiques horizontales (hypothèse basée sur la connaissance géologique générale de ce site).

Pour cette raison, on divise les couches *F6* and *F8* et on insère les couches *S3* et *G3* avec des positions d'interfaces non définies entre les couches nouvellement définies. Le profil géologique du sondage *JV1* n'est pas modifié, mais il est maintenant compatible avec le sondage maître.

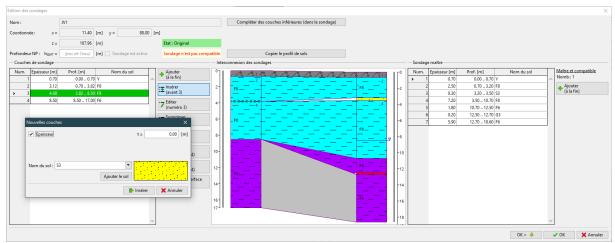
Premièrement, on divise la couche 2 avec le ration 4:6 (la couche supérieure a une épaisseur de 40% celle de la couche originale).



Division de la couche 2 (F8)

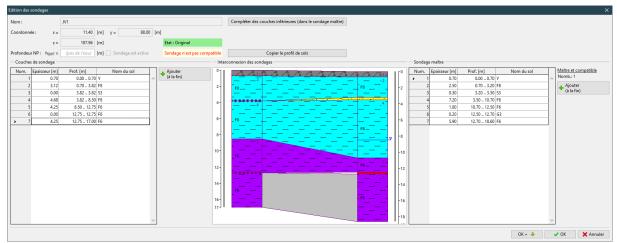
Maintenant on entre une nouvelle couche de sol S3 avec une épaisseur nulle entre les nouvelles couches divisées en utilisant le bouton "Insérer (avant 3)".





Insérer une nouvelle couche S3

On va modifier la partie inférieure du sondage de la même manière. D'abord, on divise la couche 5 (*F6*) en utilisant le bouton "Diviser (numéro 5)" avec la ration 1:1 (couche supérieure – 50%). Ensuite on insère la nouvelle couche de sol *G3* (d'épaisseur nulle) en utilisant le bouton "Insérer (avant 6)". Les sondages *JV1* et *JV2* sont maintenant compatibles.



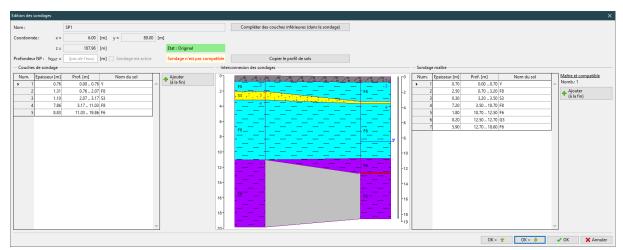
Nouvel état du sondage JV1



Modification du sondage SP1

On peut maintenant commencer la modification du sondage SP1 – le profil géologique dans ce sondage a été créé manuellement d'après les mesures de résistance au cône q_c de l'essai CPT SP1.

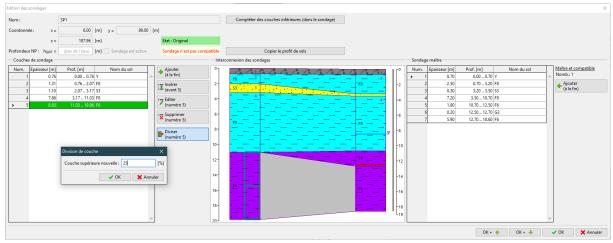
Dans la fenêtre de dialogue, on peut voir que le sondage *SP1* n'est pas compatible avec le sondage maître, uniquement dans sa partie basse. La partie haute de l'essai est correcte – les deux sondages contiennent la couche sableuse *S3*.



Etat original du sondage SP1

Il n'y a pas de couches de graves (G3) dans le sondage SP1. On va opérer à la même modification que pour le sondage JV1.

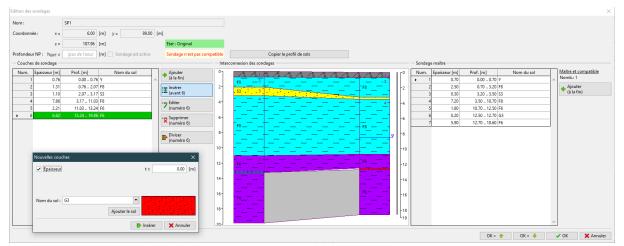
Premièrement, on divise la couche 5 (*F6*) - la couche supérieure a une épaisseur de 25% celle de la couche originale).



Division de la couche 5 (F6)

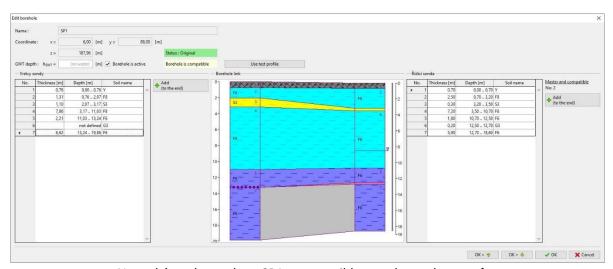


On insère une nouvelle couche de sol entre les deux couches divisées.



Insertion d'une nouvelle couche G3

Le sondage SP1 est maintenant compatible avec le sondage maître JV2.

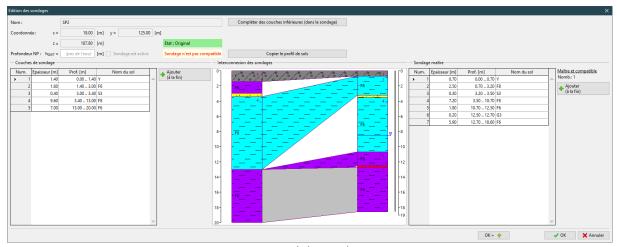


Nouvel état du sondage SP1 –compatible avec le sondage maître



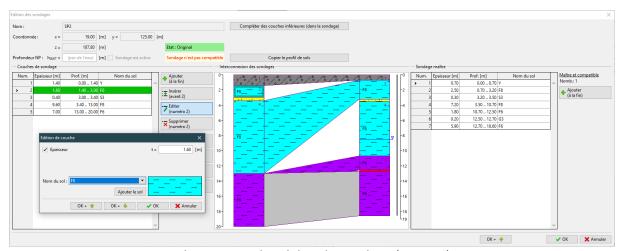
Modification du sondage SP2

Il reste à modifier le dernier sondage SP2 – le profil géologique dans ce sondage a été généré d'après la classification automatique des sols (Robertson, 2010). L'état original du sondage est affiché sur la figure suivante. Les sondages ne sont pas compatibles, il est nécessaire de les modifier.



Etat original du sondage SP2

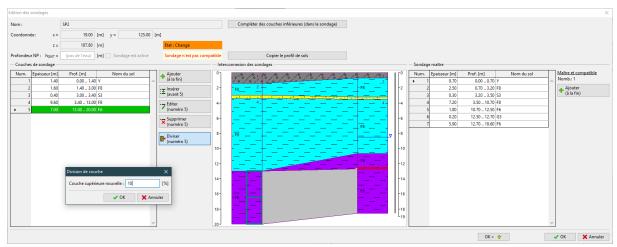
La situation est plus compliquée dans la partie supérieure du sondage. Dans le sondage *SP2*, la couche de sol *F6* est au-dessus de la couche sableuse, alors que dans le sondage maître, il y a du sol *F8* dans cette couche. Pour rendre compatibles les sondages, nous pourrions réaliser les mêmes modifications que celles faites dans les sondages précédents (division des couches, insertion de nouvelles couches). Parce qu'il n'y a pas un tel arrangement de couches dans les autres sondages et que le profil géologique dans ce sondage a été créé par classification automatique des sols, laquelle n'est pas forcément toujours exacte (en particulier pour des sols de même type - *F6*, *F8*), on va supposer que la couche F8 est également au-dessus de la couche sableuse dans ce sondage. Aussi, on sélectionne la couche 2 et on la transforme de *F6* en *F8*.



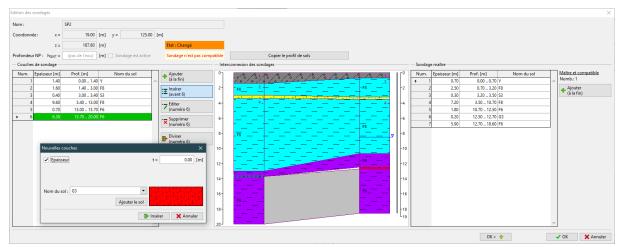
Changement de sol dans la couche 2 (F6 -> F8)

De cette façon, nous avons rendu les sondages compatibles dans la partie supérieure. Dans la partie inférieure, nous réalisons les mêmes modifications que celles faites pour les sondages JV1 et SP1. On divise la couche 5 (couche supérieure -10%) et on insère une couche de graves G3.



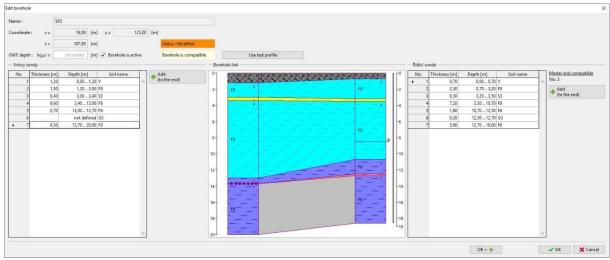


Division de la couche 5 (F6)



Insertion d'une nouvelle couche G3

Le sondage SP2 est maintenant compatible avec le sondage maître JV2.

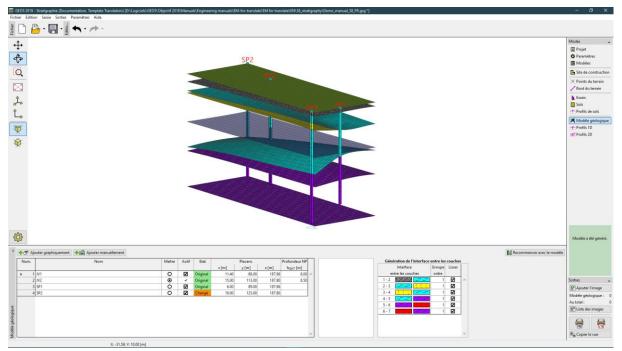


Nouvel état du sondage SP2 –compatible avec le sondage maître



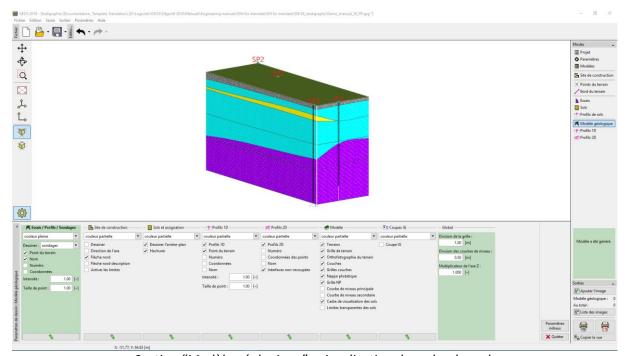
Modifications finales

Dans l'item "Modèle géologique", on peut voir que tous les sondages sont maintenant compatibles. Le modèle géologique est généré en accord avec tous les essais (sondages et essais CPT).



Section "Modèle géologique" -modèle généré

Pour plus de clarté, on ouvre les paramètres de dessin (bouton avec une roue dentée en bas à gauche de l'écran) et on active "Cadre de visualisation des sols".

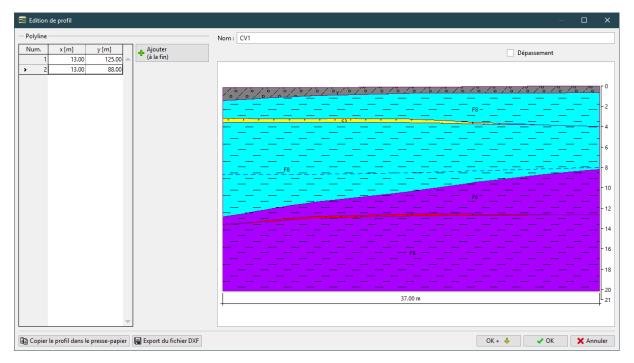


Section "Modèle géologique" –visualisation du cadre des sols

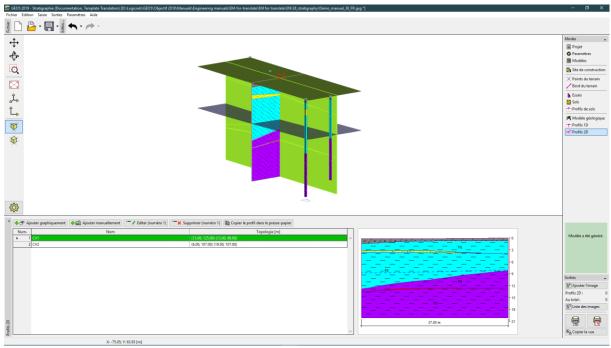


Dans une dernière étape, nous allons dans l'item "Profils 2D" et on ajoute deux coupes perpendiculaires. Ces coupes sont définies manuellement avec les coordonnées suivantes :

- CV1 [13,0; 125,0]; [13,0; 88,0]
- CV2 [6,0; 107,0]; [19,0; 107,0].



Définition de la coupe CV1 du modèle géologique



Section "Profils 2D"



Conclusion

Dans ce manuel, nous nous sommes concentrés sur quelques tâches basiques du programme "Stratigraphie", plus spécialement sur la création de profils géologiques d'après des sondages et des essais CPT réalisés. Nous avons aussi mené des modifications des sondages pour les rendre compatibles.

Il est important de noter que ce modèle généré avait pour unique objectif de montrer les différentes fonctionnalités et possibilités de modélisation. Dans la pratique de l'ingénierie, ce modèle serait probablement créé d'une autre manière (par exemple, les couches de sols sableuses et graves seraient probablement négligées).

Le programme "Stratigraphie" permet aussi à l'utilisateur de créer des modèles géologiques complexes d'une façon simple. Le manuels suivant (N° 39) est ainsi dédié à ces pratiques. Il sera suivi d'un manuel présentant quelques modifications simples des couches géologiques mais aussi des sujets plus complexes comme la création de lentilles de sol ou des failles géologiques.