

GEO5

Vérification d'un mur de soutènement avec une rangée d'ancrage

Résumé

Dans ce chapitre, nous allons montrer comment vérifier un mur de soutènement. Nous effectuerons la vérification de son dimensionnement, de la stabilité interne de ses ancrages et de la stabilité globale de la structure.

Dans ce but, le programme « Vérification des écrans de soutènement » sera utilisé, le fichier exemple correspondant est « Demo_manual_06.gp2 ».

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 Projet

Vérifiez le mur de soutènement que vous avez conçu dans le cahier technique n° 5.

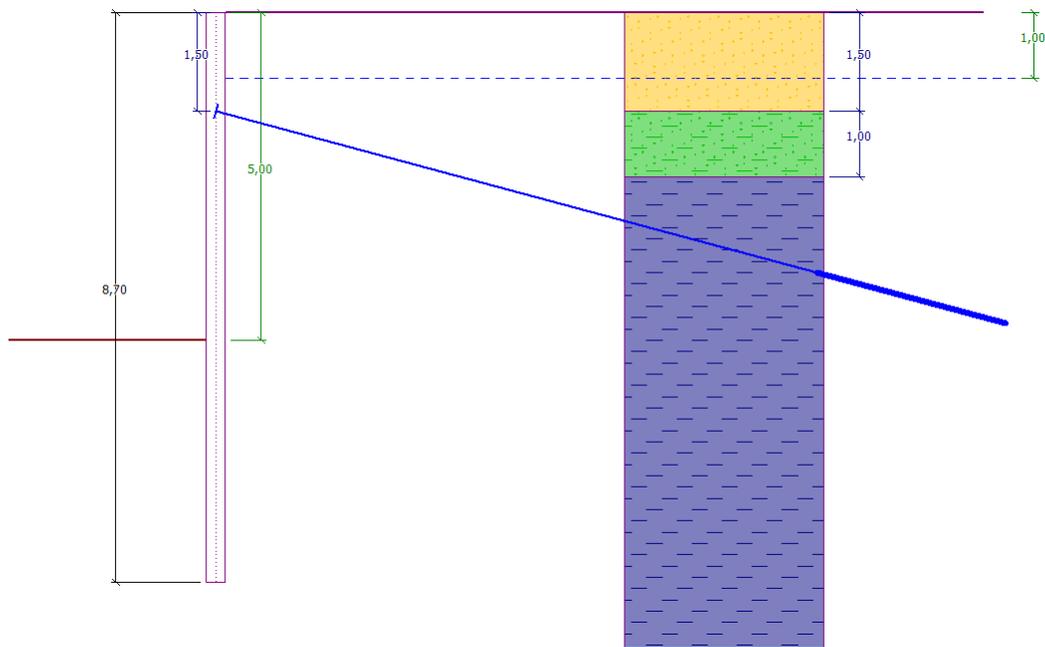


FIGURE 1 – Schéma d'un mur ancré en palplanches - Projet

2 Solution

Pour résoudre ce problème, nous utiliserons le programme GEO5 « Vérification des écrans de soutènement ». Dans ce manuel, nous expliquerons chacune des étapes de la résolution de la tâche :

- Phase de construction 1 : excavation d'une fosse jusqu'à une profondeur de 2,5 m, géométrie du mur
- Phase de construction 2 : ancrage du mur
- Phase de construction 3 : excavation d'une fosse jusqu'à une profondeur de 5 m
- Vérification de la stabilité interne des ancrages, de la stabilité globale de la structure et du dimensionnement de la section en acier (palplanche).

2.1 Phase de construction 1

Pour faciliter notre travail, nous pouvons copier les données de l'étude précédente, lorsque nous avons conçu le mur de soutènement dans le programme « Conception des écrans de soutènement ». Tout d'abord, dans ce programme, cliquez sur « Édition » dans la barre d'outils supérieure et cliquez sur « Copier les données ».

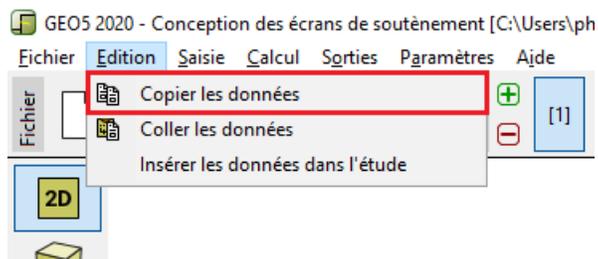


FIGURE 2 – Fenêtre de dialogue « Edition - Copier les données »

Allez maintenant dans le programme « Vérification des écrans de soutènement », cliquez sur « Édition » dans la barre d'outils supérieure et cliquez sur « Coller les données ». Nous ne colleons pas toutes les données, car nous définirons les ancrages manuellement dans la 2ème phase. A présent nous avons importé la majorité des données essentielles de la dernière étude.

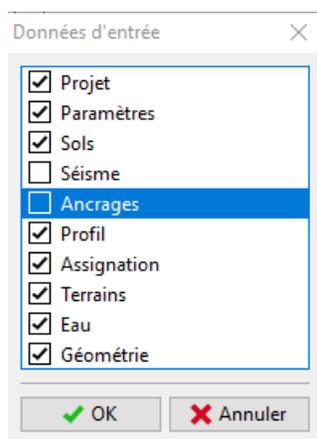


FIGURE 3 – Fenêtre de dialogue « Données d'entrée »

Dans le cadre « Paramètres », cliquez sur « Sélectionner paramètres » et vérifiez que le paramètre sélectionné est le n° 5 « Standard - EN 1997 - DA3 ». Ensuite, définissez l'option de calcul des pressions limites par « Réduire selon les paramètres ». Laissez le coefficient de pression de dimensionnement minimum à $k = 0,2$ et modifiez le nombre de sections du mur en éléments finis à 30.

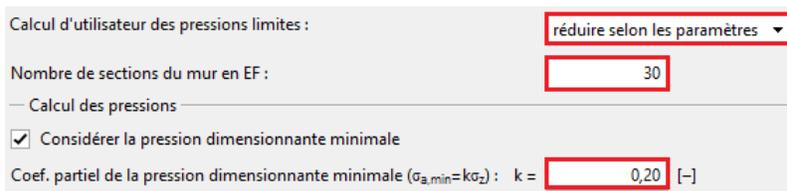


FIGURE 4 – Cadre « Paramètres » (Analyse des pressions)

Remarque : le choix « Calcul effectif des pressions limites - ne pas réduire » permet l'analyse des pressions limites (actives et passives) sans réduction des paramètres d'entrée par des coefficients partiels. Il en résulte une meilleure estimation du comportement réel de la structure. En revanche, il ne respecte pas la norme EN 1997-1. Il est possible de trouver plus d'informations à ce sujet dans l'aide du programme (F1).

Ensuite, ouvrez le cadre « Module K_h », et choisissez l'option « calculer - Schmitt ». Cette méthode de détermination du module de réaction du sous-sol dépend du module oedométrique et de la rigidité de la structure (plus d'informations peuvent être trouvées dans l'aide - F1).

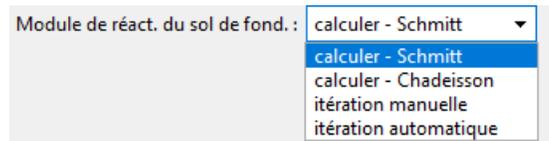


FIGURE 5 – Cadre « Module K_h »

Remarque : le module de réaction du sous-sol est un élément important lors du calcul d'une structure à l'aide de la méthode des pressions dépendantes (modèle non linéaire élastique-plastique). Le module K_h affecte la déformation, qui est nécessaire pour atteindre les pressions actives ou passives (plus d'informations peuvent être trouvées dans l'aide - F1).

Dans le cadre «Matériau», sélectionnez dans le catalogue la classe d'acier appropriée pour la structure. Dans ce cas, sélectionnez le type EN 10248-1 : S 240 GP.

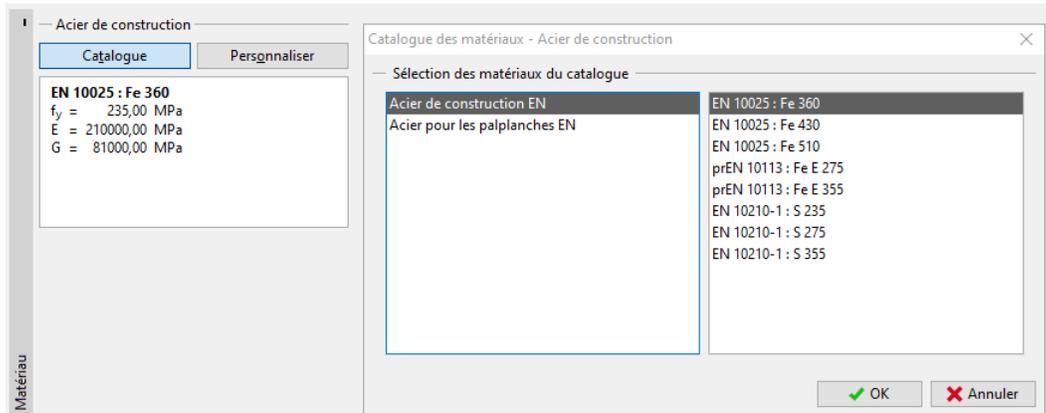


FIGURE 6 – Fenêtre de dialogue « Catalogue des matériaux »

Maintenant, allez au cadre «Excavation» et entrez une première profondeur de fouille à 2,5 m dans la première phase de construction.

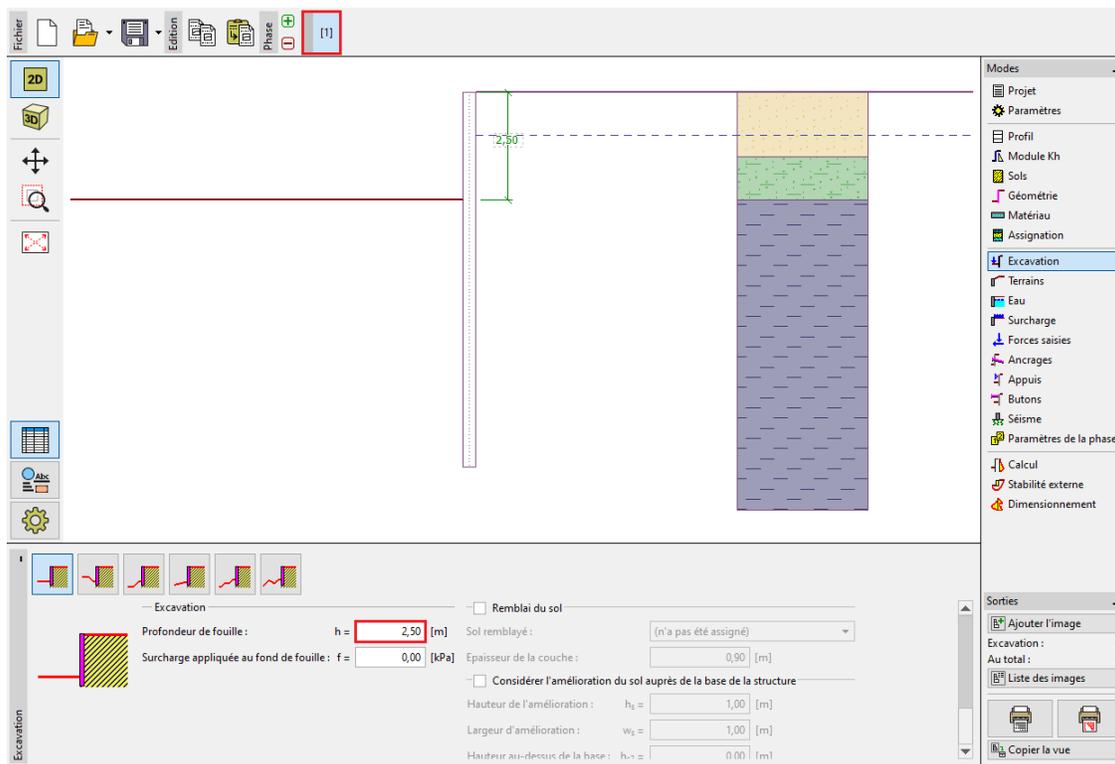


FIGURE 7 – Cadre « Excavation » - Phase de construction 1

Allez ensuite dans le cadre « Calcul ». Dans la partie gauche du cadre, vous pouvez observer le module de réaction du sous-sol ; dans la partie droite la forme de la structure déformée, les pressions réelles et limites des terres ainsi que le déplacement (pour plus d'informations, consultez l'aide - F1).

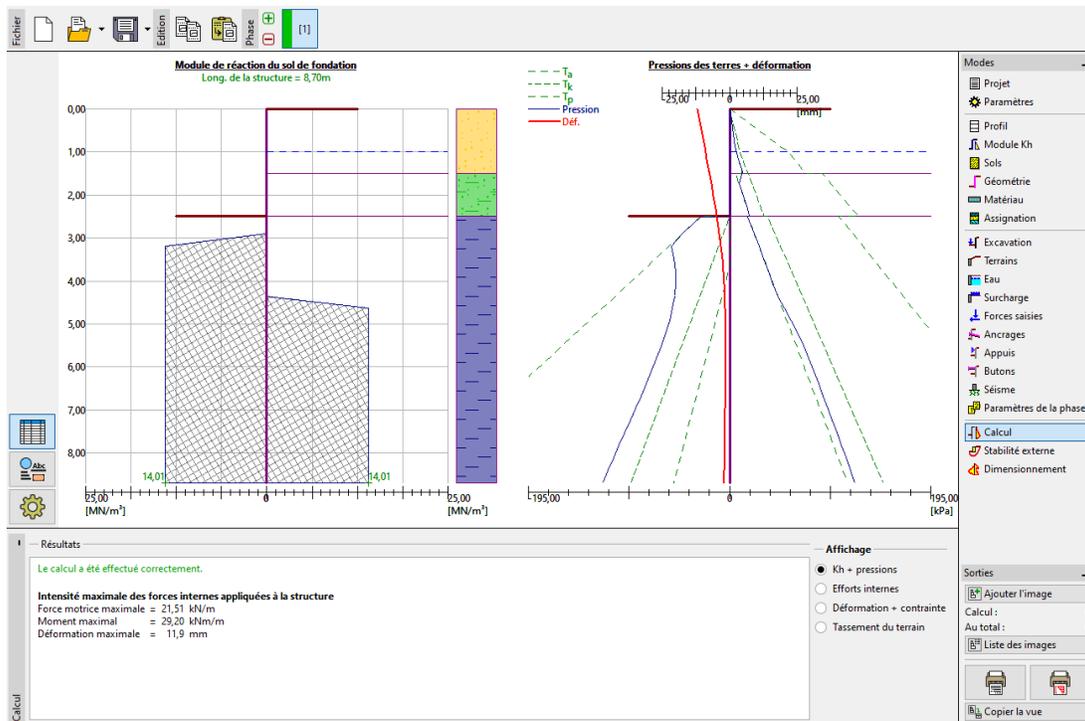


FIGURE 8 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 1

2.2 Phase de construction 2

Ajoutez une nouvelle phase de construction. Nous ne modifions pas les données des cadres « Paramètres », « Profil », « Module K_h », « Sols » et « Géométrie », car les données qu'ils contiennent restent identiques pour toutes les phases de construction. A présent nous allons définir l'ancrage du mur.

Dans le cadre « Ancrages », cliquez sur le bouton « Ajouter ». Pour le mur de palplanches, concevez une rangée d'ancrages à une profondeur de 1,5 m sous le niveau du sol. Nous ne précisons pas le type des ancrages, car leur vérification n'est pas le but de notre tâche. Définissez les paramètres des ancrages comme suit :

- longueur totale des ancrages : $l_c = 10$ m (longueur libre $l = 7$ m, longueur du scellement $l_k = 3$ m)
- inclinaison des ancrages : $\alpha = 15^\circ$
- espacement entre chaque ancrage : $b = 2,5$ m

Saisissez ensuite les paramètres nécessaires pour calculer la rigidité de l'ancrage (diamètre $d = 32$ mm et module d'élasticité $G = 21$ GPa) et la force de précontrainte $F = 240$ kN.

Nouvel ancrage

Type de tirant d'ancrage : non défini

Nom : Ancrage 1

— Paramètres de l'ancrage

Profondeur : $z = 1,50$ [m]

Longueur libre : $l = 7,00$ [m]

Long. du scellement : $l_k = 3,00$ [m]

Inclin. : $\alpha = 15,00$ [°]

Distance entre : $b = 2,50$ [m]

— Rigidité

Type de saisie : saisir le diamètre

Diamètre : $d_s = 32,0$ [mm]

Module d'élast. : $E = 210000,00$ [MPa]

Force précontrainte : $F = 240,00$ [kN]

Ajouter Annuler

FIGURE 9 – Fenêtre de dialogue «Nouvel ancrage»

Remarques :

- 1. pour les murs ancrés, il peut être avantageux d'introduire l'ancrage dans une étape de construction distincte, puis de modéliser l'excavation dans l'étape suivante. La raison en est l'itération du module de réaction du sous-sol - lors de la modélisation des ancrages et de l'excavation en une seule étape, le calcul peut devenir instable et ne trouver aucune solution.*
- 2. la rigidité des ancrages est prise en compte dans les phases de construction suivantes. Les forces dans les ancrages varient en raison de la déformation de la structure (plus d'informations peuvent être trouvées dans l'aide - F1).*

Les autres paramètres d'entrée ne changent pas. Maintenant, effectuez l'analyse.

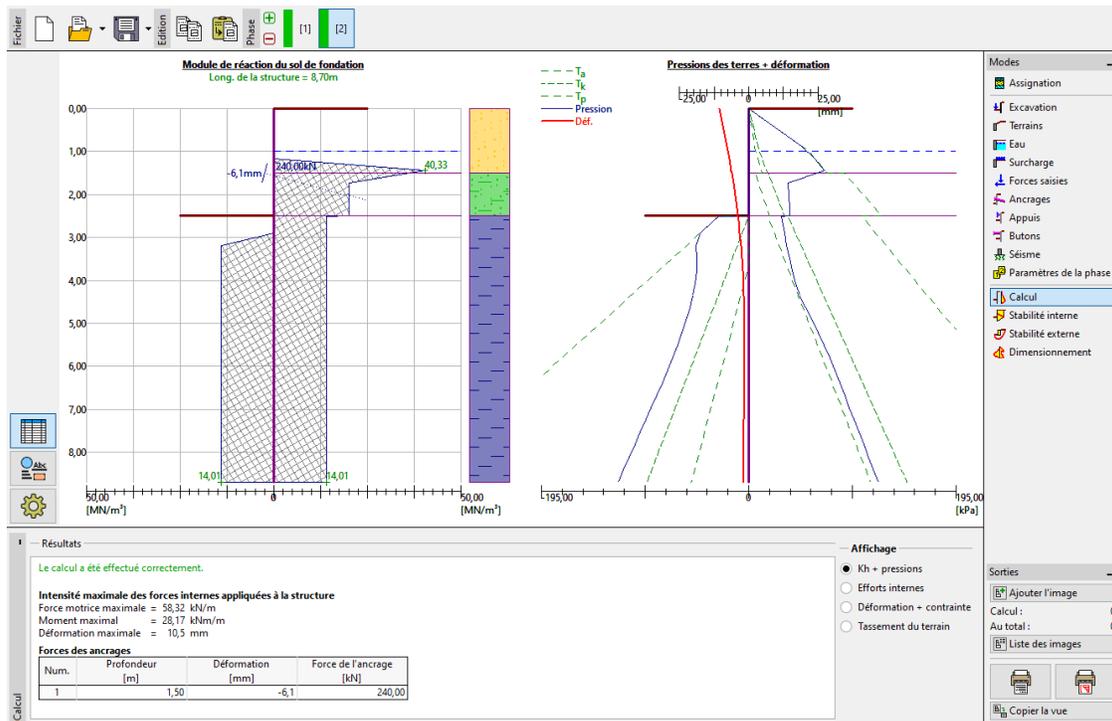


FIGURE 10 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 2

La figure précédente montre que l'ancrage ajouté « a davantage poussé » la structure dans le sol. La pression du sol près de l'ancre a augmenté jusqu'à la valeur de la pression passive ou jusqu'à arriver à redistribuer la pression des terres agissant sur la structure.

2.3 Phase de construction 3

Nous allons maintenant ajouter une autre phase de construction, dans laquelle nous allons définir l'excavation finale de la fosse. Dans le cadre « Excavation », modifiez la profondeur de fouille à la profondeur finale (5 m).

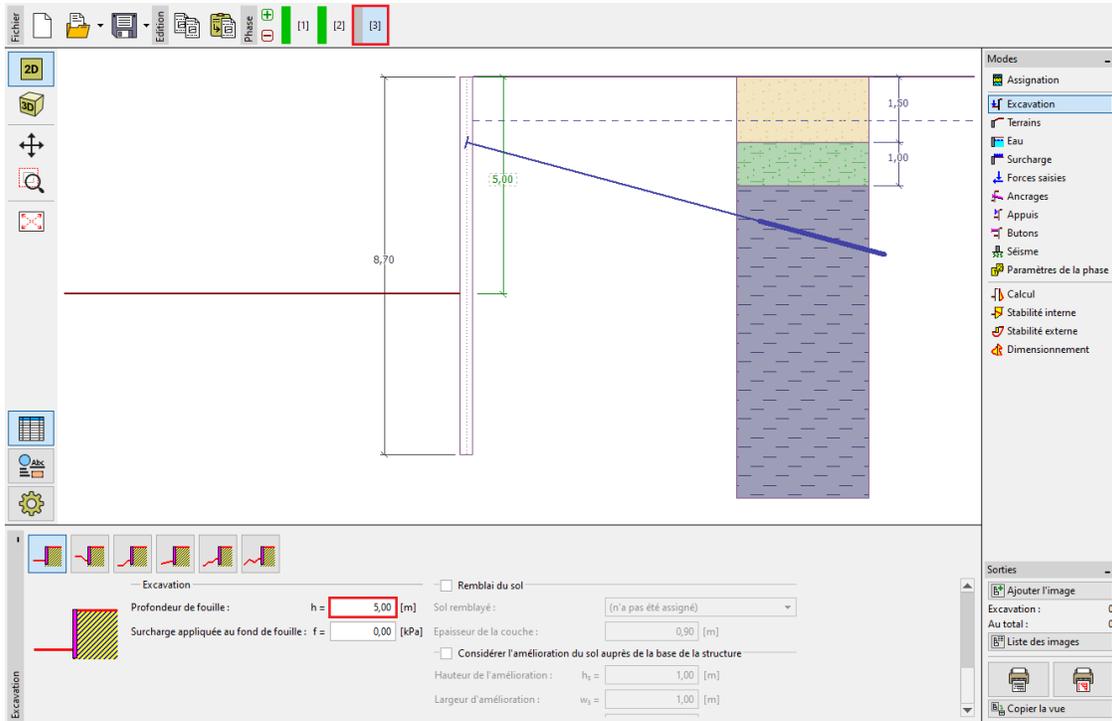


FIGURE 11 – Cadre « Excavation » - Phase de construction 3

Maintenant, effectuez l'analyse pour afficher la distribution des forces internes et la déformation de la structure ancrée.

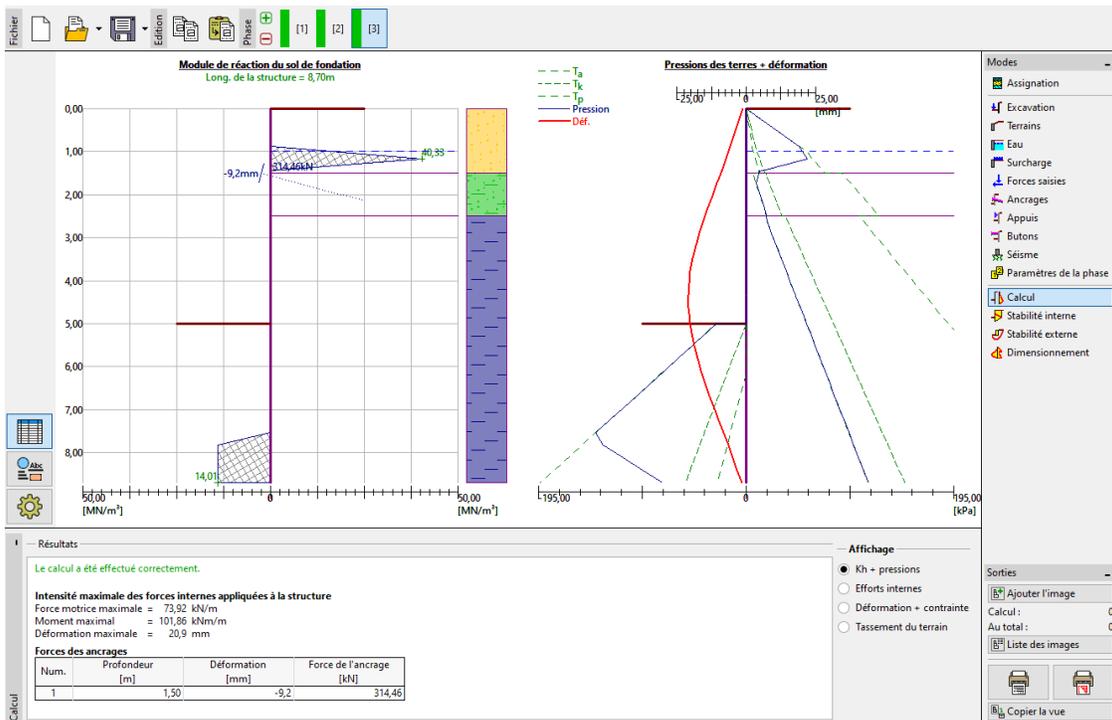


FIGURE 12 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 3

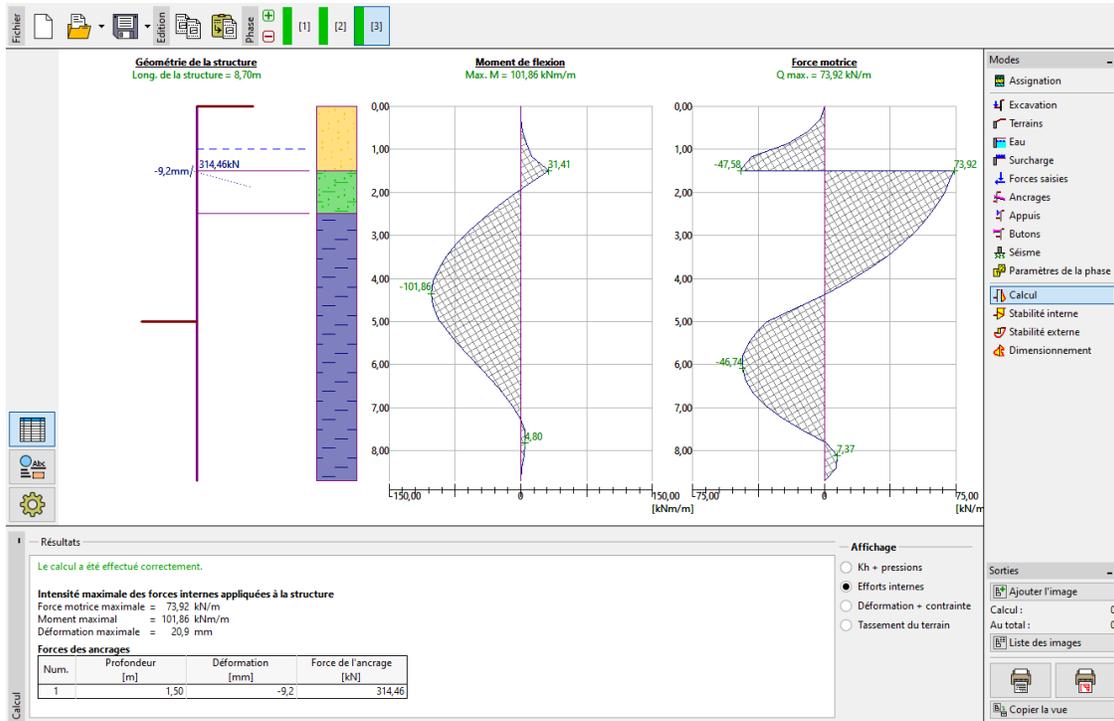


FIGURE 13 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 3 (Efforts internes)

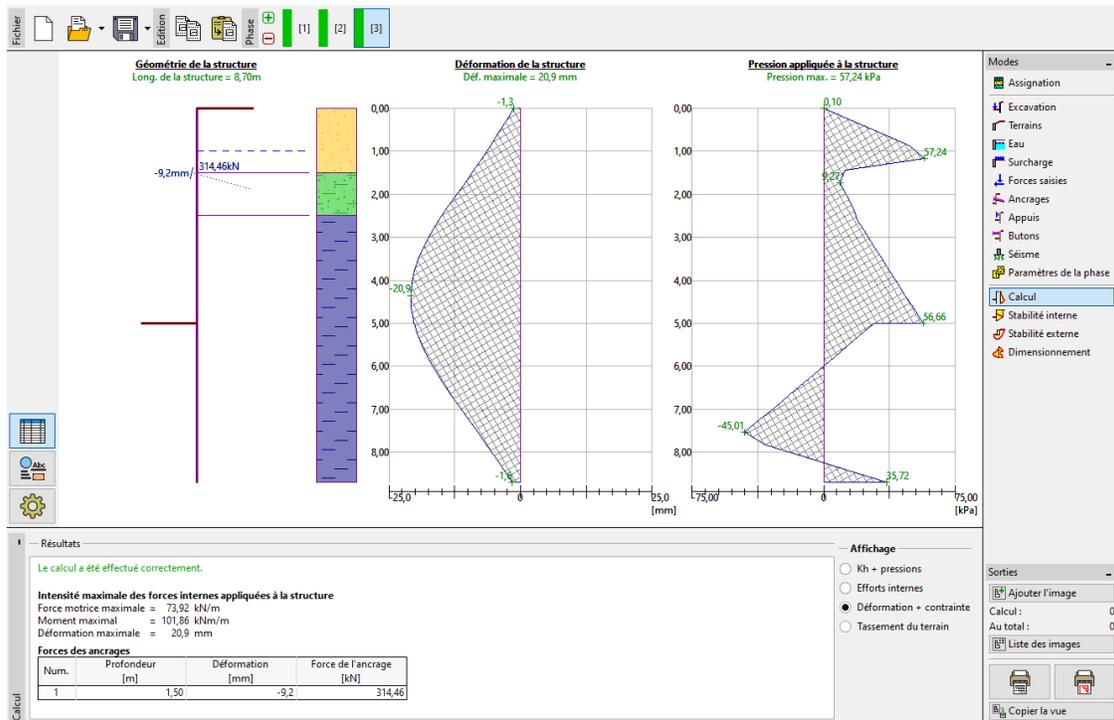


FIGURE 14 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 3 (Déformation et contrainte)

2.3.1 Vérification du matériau et de la section transversale de la palplanche

Ouvrez ensuite le cadre « Dimensionnement ». Le moment maximum observé sur la structure est de 101,86 kNm/m. Le taux de travail global de la palplanche de type VL 602 en acier EN 10248-1 : S 240 GP est de 50,2%. La déformation maximale de la structure (20,9 mm) est également satisfaisante.

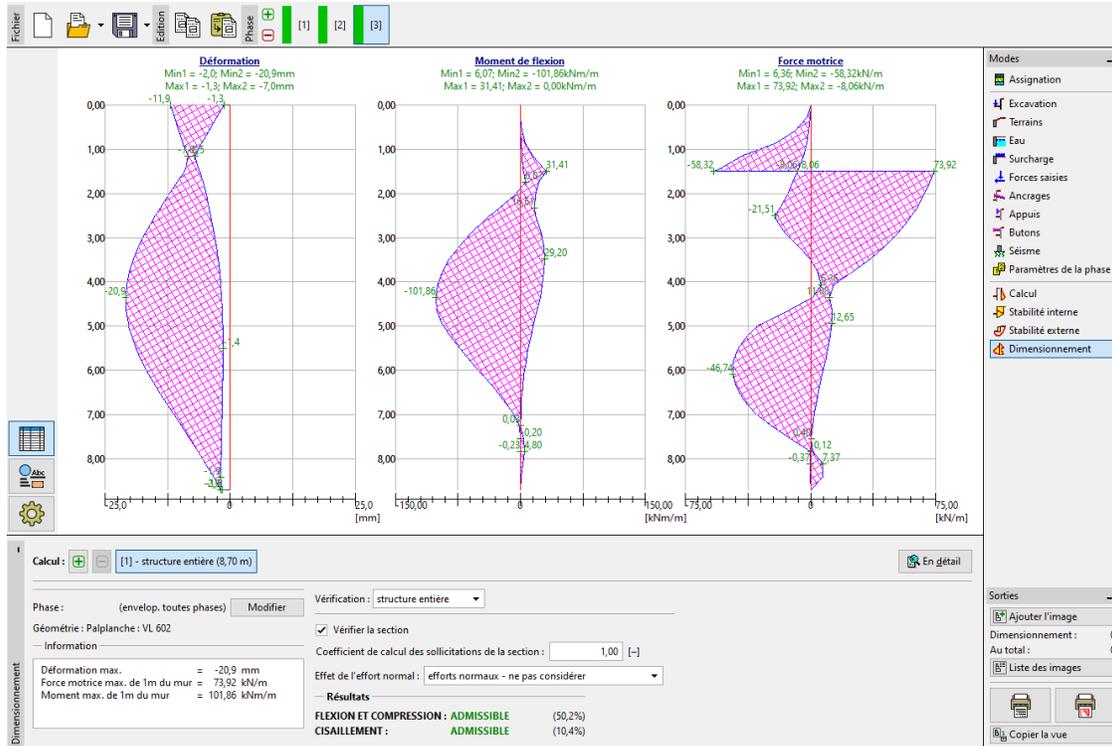


FIGURE 15 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 3 (Taux de travail total des palplanches de type VL 602)

2.3.2 Vérification de la stabilité de l'ancrage

Pour vérifier la stabilité des ancrages, rendez-vous dans le cadre « Stabilité interne ». Vous pouvez constater que la stabilité interne des ancrages n'est pas satisfaisante (le taux de travail total est de **141,16%**). Cela signifie que l'ancre pourrait se détacher du sol.

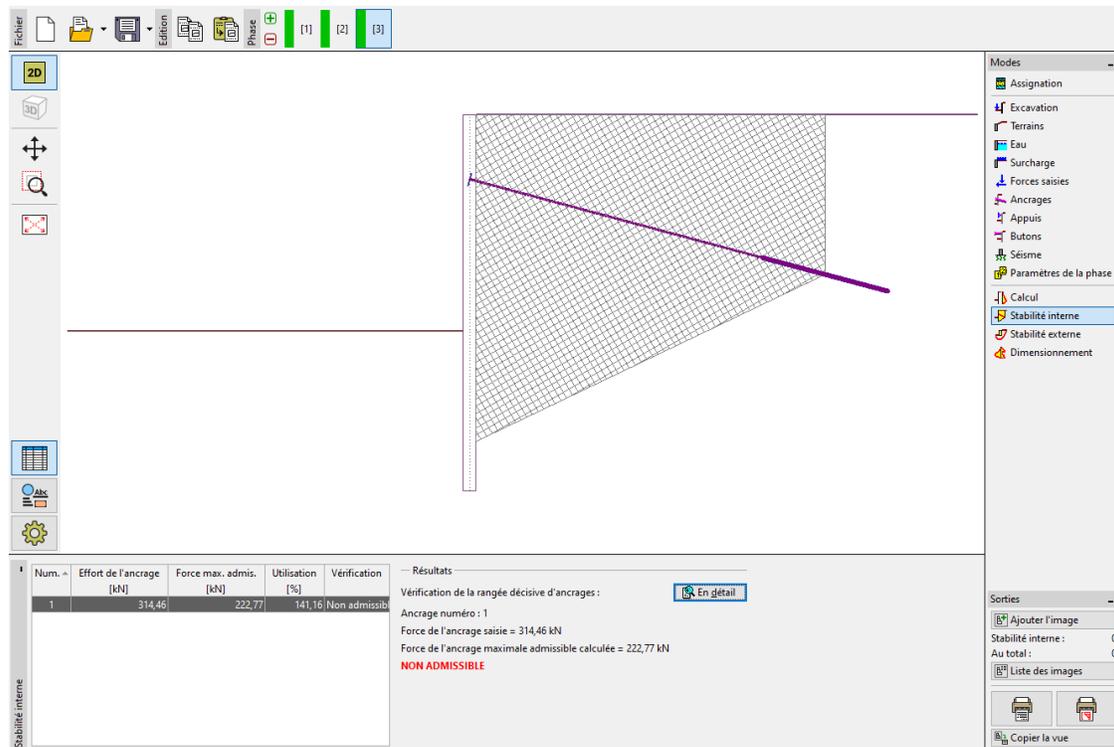


FIGURE 16 – Cadre « Stabilité interne » - Phase de construction 3 (résultat non satisfaisant)

La raison en est que l'ancrage est trop court, donc dans le cadre « Ancrages » (en phase de construction 2), cliquez sur « Éditer n° 1 » et modifiez sa longueur libre à 9,5 m. La longueur totale de l'ancrage est désormais de 12,5 m.

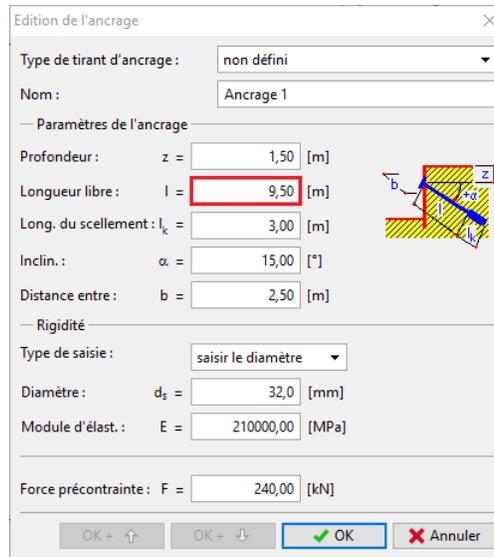


FIGURE 17 – Fenêtre de dialogue « Édition de l'ancrage » - Phase de construction 2

Revenez ensuite à la 3ème phase de la construction, effectuez l'analyse puis revenez au cadre « Stabilité interne ». La figure suivante montre que l'ancrage nouvellement conçu satisfait aux exigences de stabilité interne (le taux de travail total est de **71,37%**).

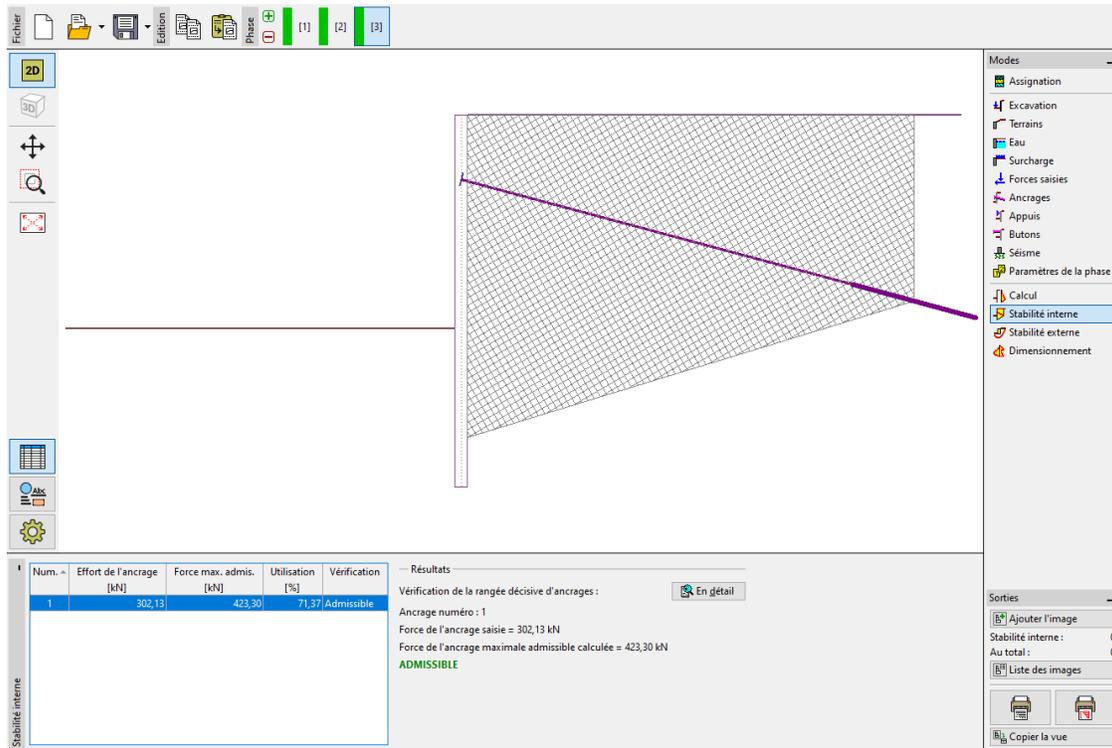


FIGURE 18 – Cadre « Stabilité interne » - Phase de construction 3 (résultat satisfaisant)

2.3.3 Vérification de la stabilité externe

La dernière chose qu'il convient de vérifier est la stabilité globale de la structure. Cliquez sur le bouton « Stabilité externe ». Cela ouvrira le programme « Stabilité des pentes ». Dans le cadre « Calcul », cliquez sur le bouton « Calcul ». Nous constatons que la stabilité globale est acceptable. Quittez le programme « Stabilité des pentes » en cliquant sur le bouton « Quitter et transmettre les données ».

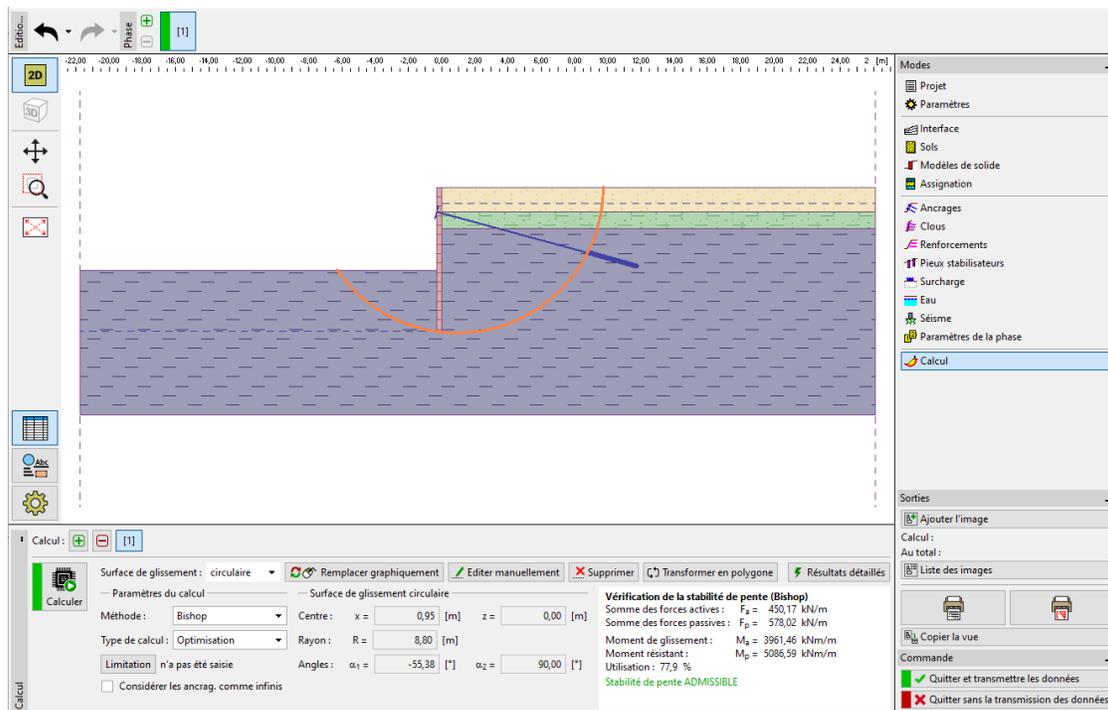


FIGURE 19 – Cadre « Stabilité externe »

3 Conclusion

La modification de la longueur de l'ancrage ($l_c = 12,5\text{ m}$) a engendré des petites modifications dans les résultats des calculs des forces internes, des déformations et de la pression des terres. Sur la base des valeurs obtenues, les résultats au stade de la construction sont les suivants :

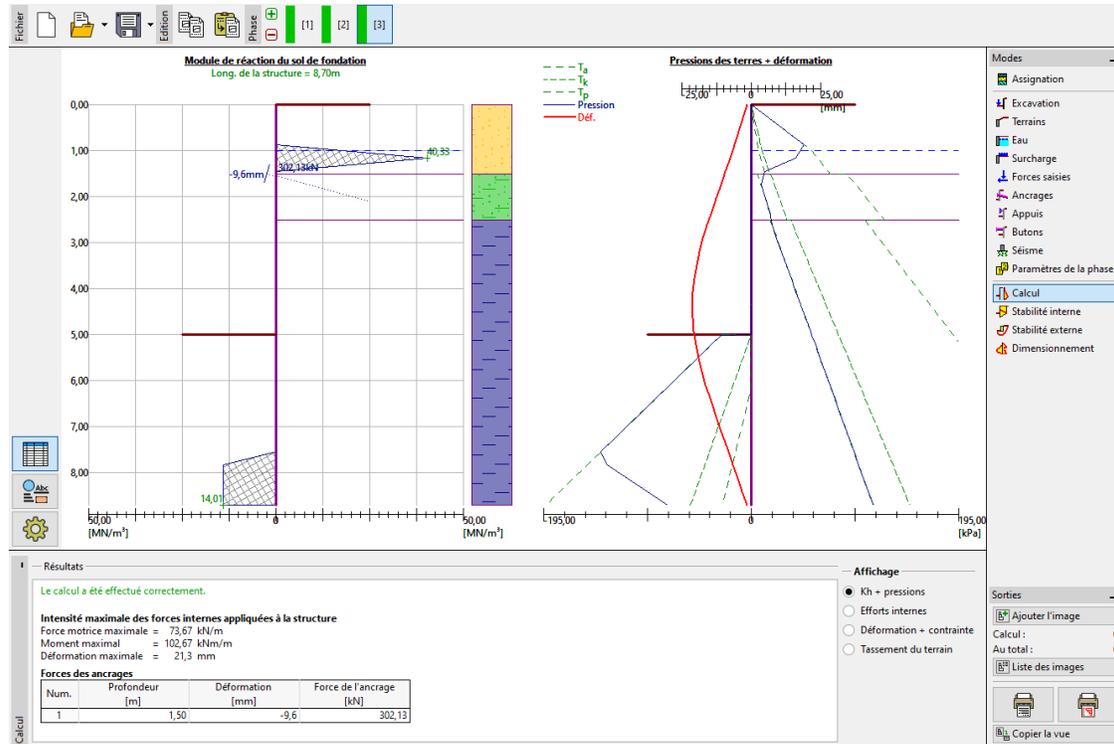


FIGURE 20 – Cadre « Calcul » - Phase de construction 3 (après modification de la longueur d'ancrage)

Suite à cette modification, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Taux de travail de la section en acier : 51,8%
- Stabilité interne : 71,37%
- Stabilité globale : 82% (en utilisant la méthode de Bishop ainsi que l'option d'optimisation)

La structure du mur en palplanches ainsi conçue est donc **SATISFAISANTE**.