

# GEO5

## Conception complexe de l'ensemble d'un mur en blocs préfabriqués

### Résumé

L'objectif de ce cahier technique est d'illustrer la modélisation d'un mur en blocs Redi-Rock en utilisant le programme « Murs préfabriqués ». Cette modélisation inclut la définition de la géométrie du mur et des coupes ainsi que l'évaluation de la stabilité et le dimensionnement. Les considérations logistiques telles que la masse totale et le volume totale est blocs sont aussi prises en compte.

Le fichier exemple correspondant est « Demo\_manual\_39.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

Le but de ce cahier technique est de présenter les différentes étapes permettant de réaliser la conception d'un mur complexe constitué de blocs préfabriqués. Le mur terminé aura l'aspect suivant :

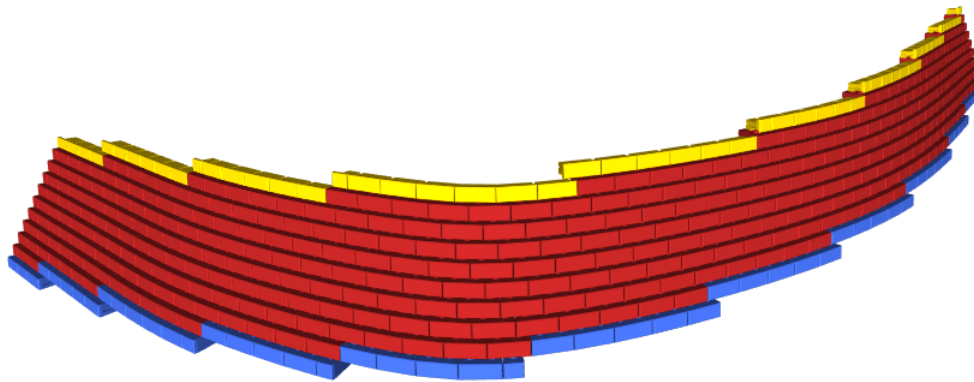


FIGURE 1 – Vue 3D du mur

Un mur est envisagé le long de la partie de la rue « Turistická » située entre les points 1 et 2. Le contour de ce mur est matérialisé sur la carte ci-dessous par la ligne rouge.



FIGURE 2 – Emplacement du mur sur la carte

Les coordonnées des points 1 et 2 dans le système de coordonnées S-JTSK sont les suivantes :

	$x$	$y$
Point 1	−745546,50 m	−1043687,03 m
Point 2	−745519,55 m	−1043726,24 m

*Remarque : les coordonnées des points peuvent habituellement être obtenues auprès d'un ingénieur en géodésie. Pour l'étude préliminaire, les coordonnées peuvent être obtenues à partir de la plupart des applications cartographiques (Google Maps, Mapy.cz). Cependant, ces applications fournissent des points principalement en coordonnées GPS, pour la conversion en coordonnées (X,Y), vous pouvez utiliser par exemple le programme Stratigraphie, qui permet ce type conversion.*

Le terrain à la base du mur dans la partie inférieure est à 300 mau-dessus du niveau de la mer, et le terrain dans la partie supérieure est à 305 mau-dessus du niveau de la mer. Le mur retient 4mde sol à la base et 3mau sommet. Le mur sera placé à 0,5mdans le sol.

L'arrière du mur est constitué de silt sableux. Pour des raisons de drainage, un remblai de gravier et de sable sera réalisé derrière le mur à un angle de 45°.

Les paramètres des deux sols sont les suivants :

	Silt sableux	Remblai
Poids volumique $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18,00	20,00
État de contrainte	effective	effective
Angle de frottement interne $\varphi_{ef}$ [°]	28,00	35,00
Cohésion du sol $c_{ef}$ [kPa]	15,00	0,00
Angle de frottement structure/sol $\delta$ [°]	15,00	20,00
Sol	pulvérulent	pulvérulent
Poids volumique du sol saturé $\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18,00	21,00

Le mur doit satisfaire à toutes les vérifications que nous effectuerons conformément à la norme EN1997, Approche de conception 2.

## 2 Projet

### 2.1 Paramétrage de l'étude

Lancez le programme GEO5 « Murs Préfabriqués » et dans le cadre « Paramètres », sélectionnez les paramètres du calcul « Standard - EN1997 - DA2 » et le type de structure « mur 3D ».

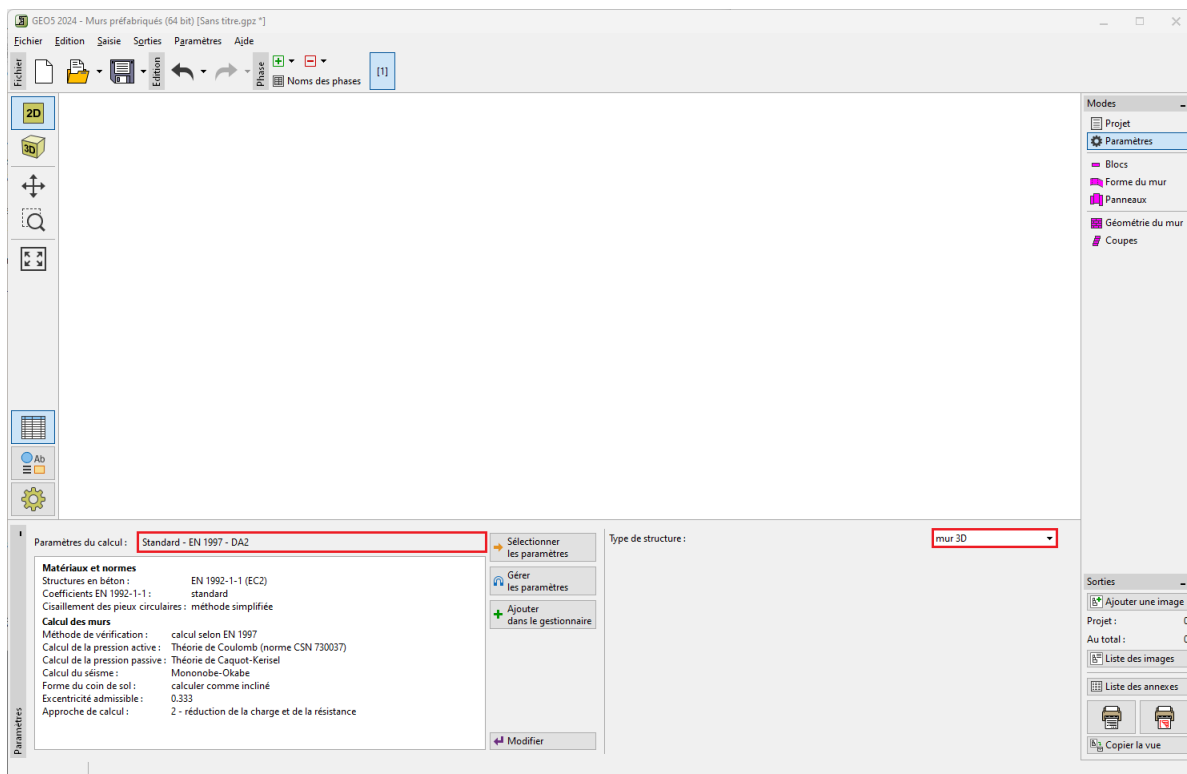


FIGURE 3 – Paramétrage de l'étude

## 2.2 Blocs de construction

Dans le cadre « Blocs », sélectionnez le type de blocs à partir desquels vous souhaitez construire le mur. Vous pouvez définir les blocs manuellement (en spécifiant leurs dimensions et paramètres) ou utiliser les catalogues intégrés des fabricants. Dans notre cas, nous allons choisir le catalogue de la société américaine Redi-Rock.

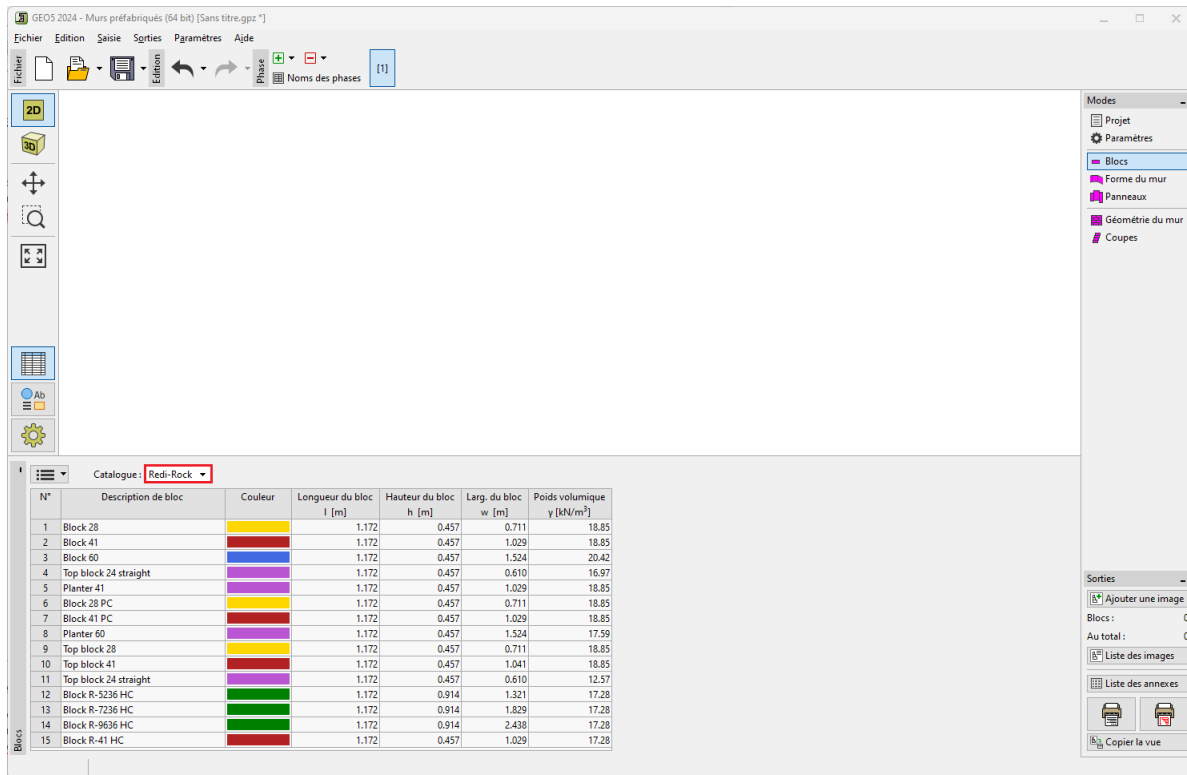


FIGURE 4 – Sélection du catalogue de blocs

## 2.3 Forme du mur

Dans le cadre « Forme du mur », saisissez le plan et les hauteurs du mur. Pour des types de saisie plus simples, la méthode de saisie 2D peut être utilisée. Dans ce mode, il suffit simplement de définir la hauteur du mur, et le plan des parties du mur est défini dans le cadre « Panneaux ». Pour des études plus complexes, la saisie 3D par chargement du plan du mur est plus adaptée. C'est cette méthode que nous allons utiliser. Nous commençons par charger une carte de la région - elle peut être téléchargée ici.

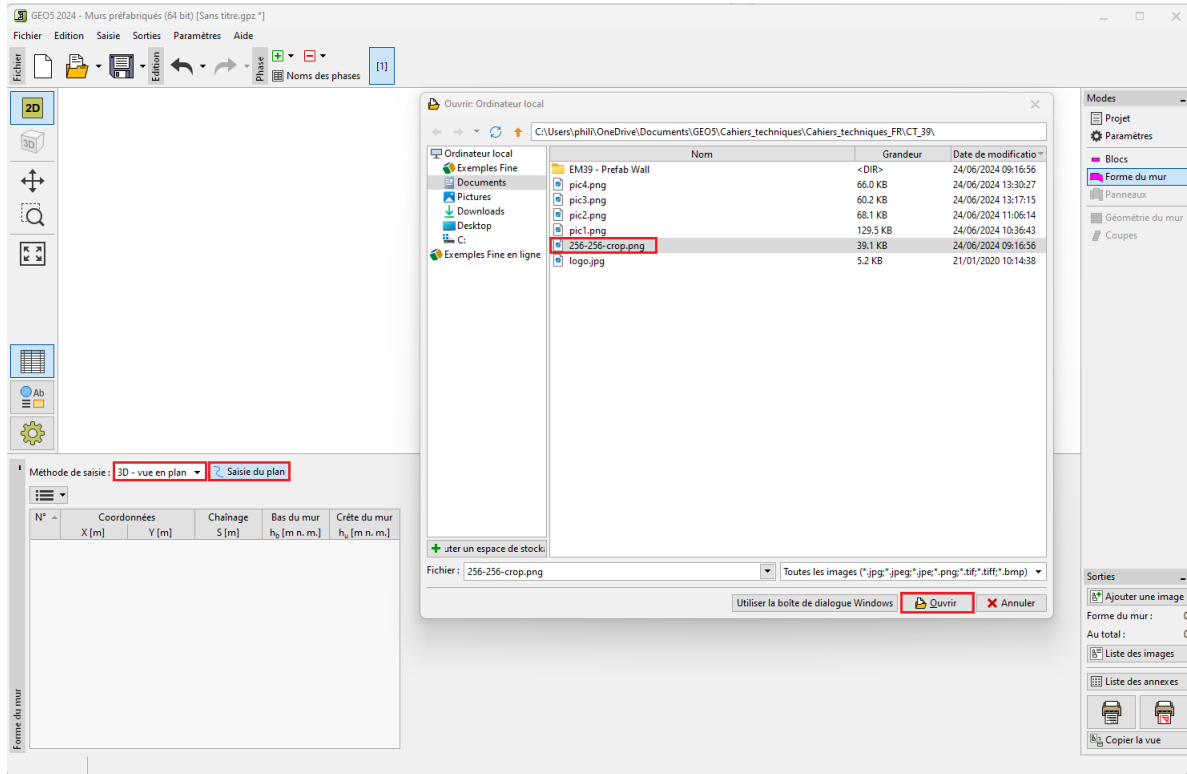


FIGURE 5 – Sélection du fond de carte

Ensuite, dans l'onglet « Rectification du fond de carte », placez les points A et B de la carte en faisant glisser la souris et insérez les coordonnées réelles des points 1 et 2 (voir ci-dessus dans l'affectation). Le point A de la carte correspond au point 1 (début du mur), et le point B au point 2 (fin du mur).

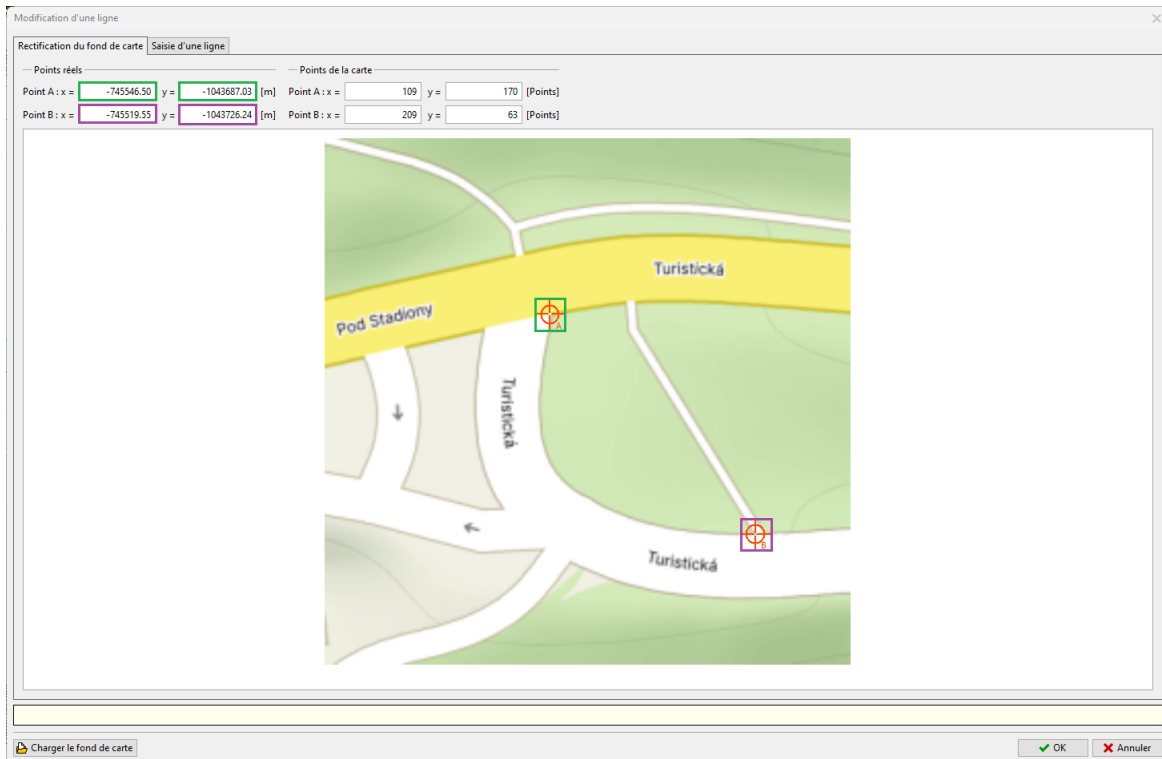


FIGURE 6 – Emplacement des extrémités du mur

Pour l'étape suivante, passez à l'onglet « Saisie d'une ligne » et insérez les points du mur à l'aide de la souris. Commencez au point A et terminez au point B. Le programme insère automatiquement une courbe de type spline interpolant la ligne de mur. Nous avons inséré 7 points intermédiaires pour suivre au mieux la ligne de la rue. Un exemple de saisie de points est également inclus dans la vidéo du didacticiel de ce programme. Les coordonnées des points sont affichées dans le tableau au bas de la fenêtre. Il est également possible de définir les coordonnées de hauteur du bas et du haut du mur pour chaque point. Nous ne définissons les hauteurs que pour les points de départ et d'arrivée, ce qui est suffisant pour dessiner la forme du mur.

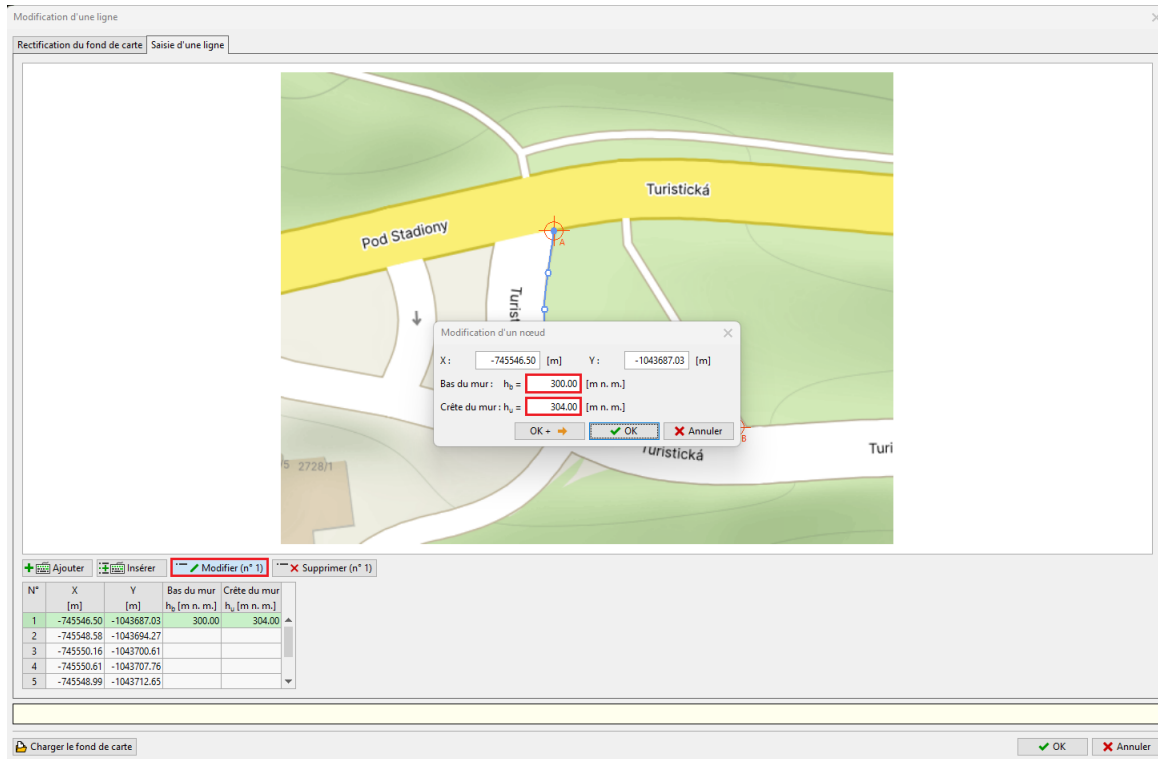


FIGURE 7 – Saisie de la ligne et définition des hauteurs du début du mur

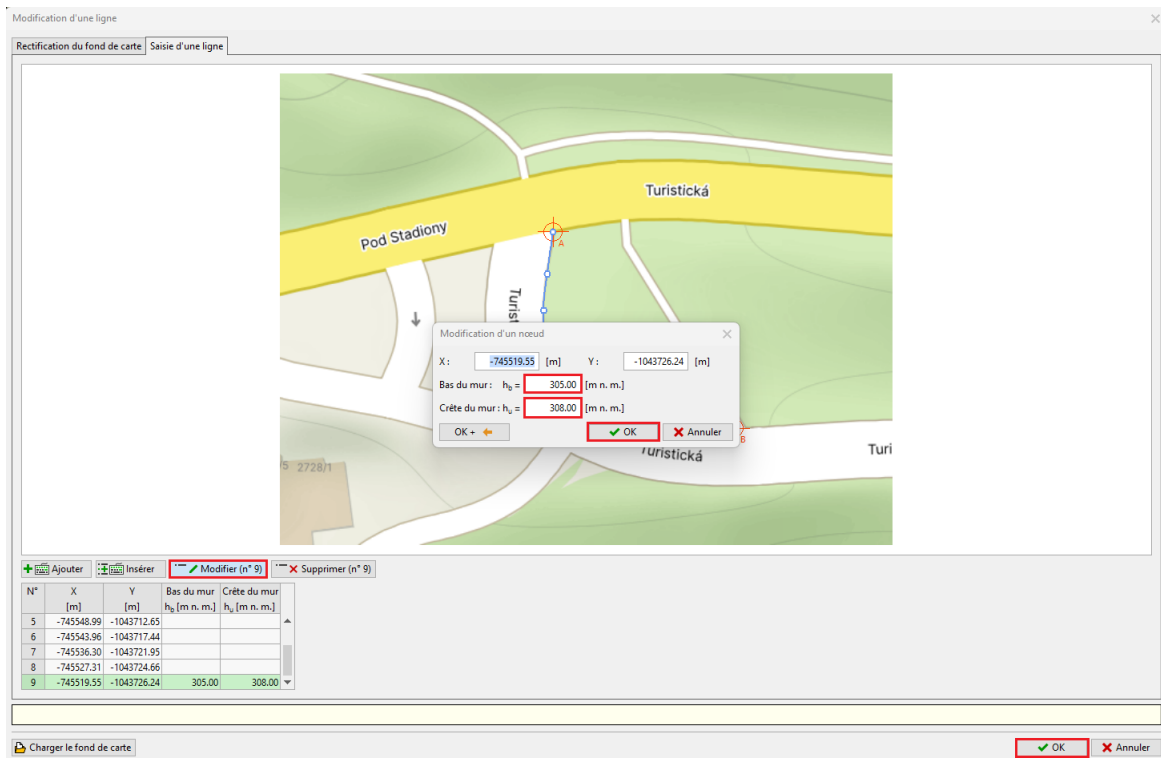


FIGURE 8 – Définition des hauteurs de la fin du mur

Confirmez la saisie 3D en cliquant sur le bouton « OK » après avoir défini les hauteurs et la forme du mur développée en 2D sera dessinée sur le bureau.

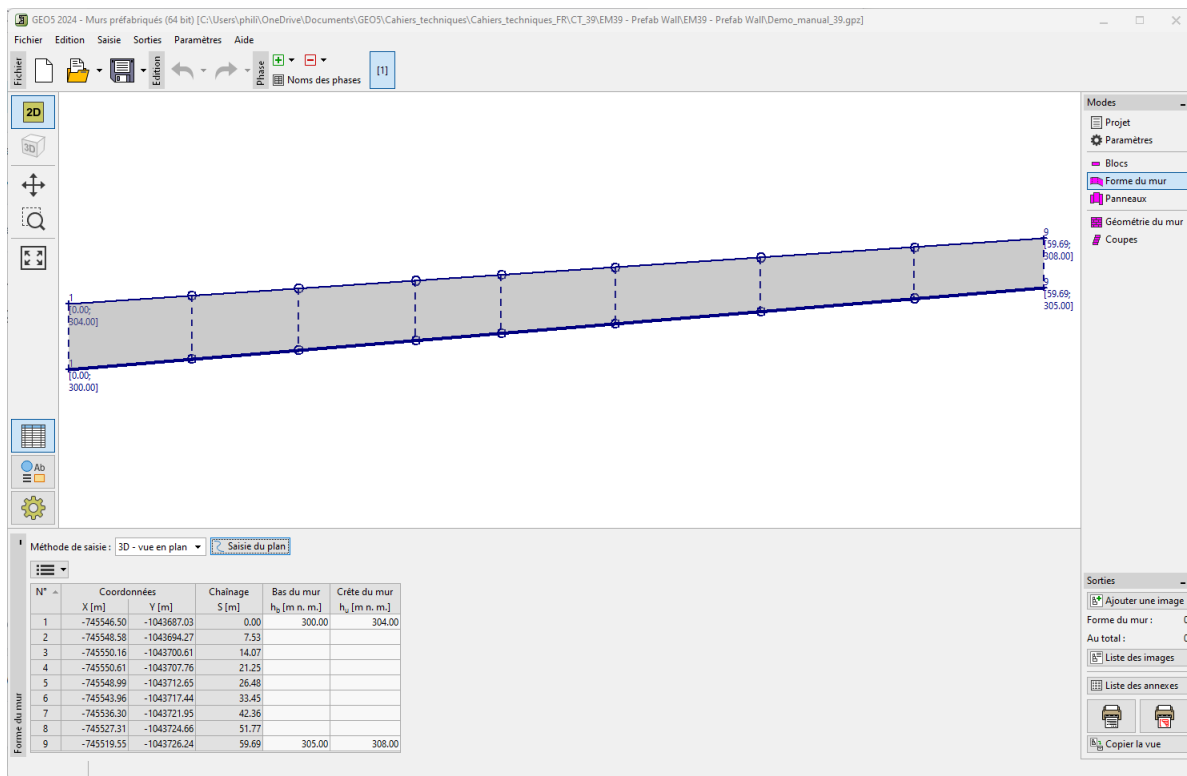


FIGURE 9 – Vue 2D du mur



## 2.4 Panneaux

Nous passons maintenant au cadre « Panneaux », où nous sélectionnons le bloc de base qui sera utilisé pour remplir les panneaux. Le système Redi-Rock propose deux tailles de blocs - standard et XL. Nous allons choisir le bloc standard.

Ensuite, nous spécifions la profondeur du mur dans le sol à 0,5 m (cf. illustration ci-dessus) et générons les panneaux en cliquant sur le bouton « Générer ».

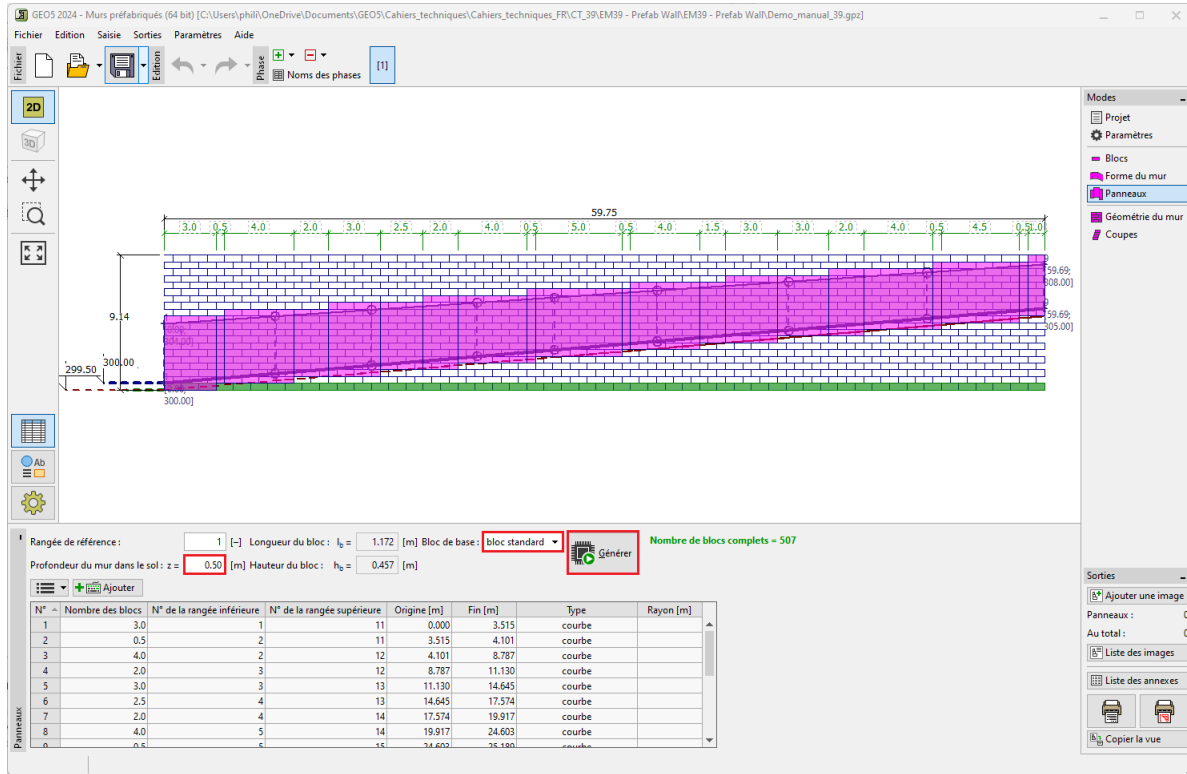


FIGURE 10 – Finalisation du paramétrage du mur et génération

Dans le cas de murs avec des rangées en retrait, la « rangée de référence » est une donnée importante. Elle détermine la rangée de blocs qui suit exactement le plan du mur. Les autres rangées sont décalées par rapport au plan de référence en fonction des décalages spécifiés. Nous avons choisi la première rangée de blocs, elle est indiquée en vert sur l'illustration.

## 2.5 Géométrie du mur

Passez au cadre « Géométrie du mur » et cliquez sur le bouton « Génération de la géométrie du mur ». Sélectionnez le type approprié pour les blocs de crête, les blocs de base et les blocs inférieurs, ainsi que le retrait entre chaque rangée, puis cliquez sur le bouton « OK » pour générer le mur.

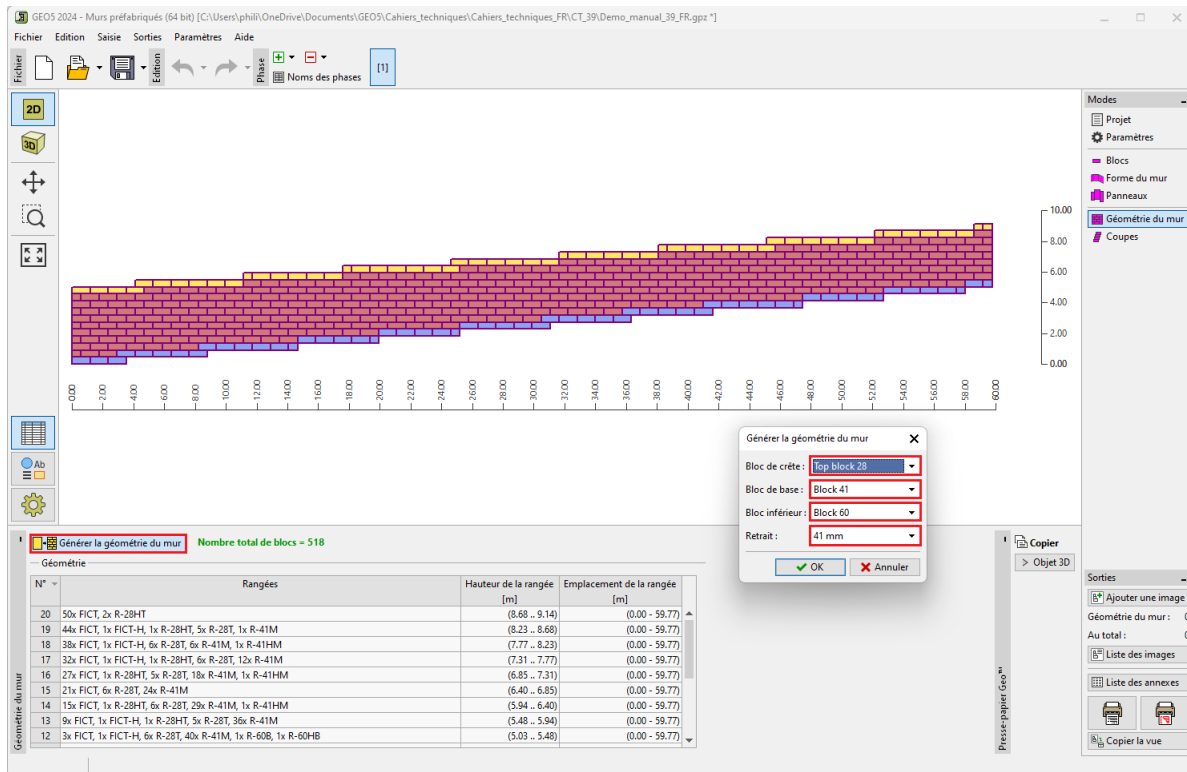


FIGURE 11 – Génération de la géométrie

Le mur peut également être visualisé en mode 3D, pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton « 3D » de la barre d'outils de gauche.

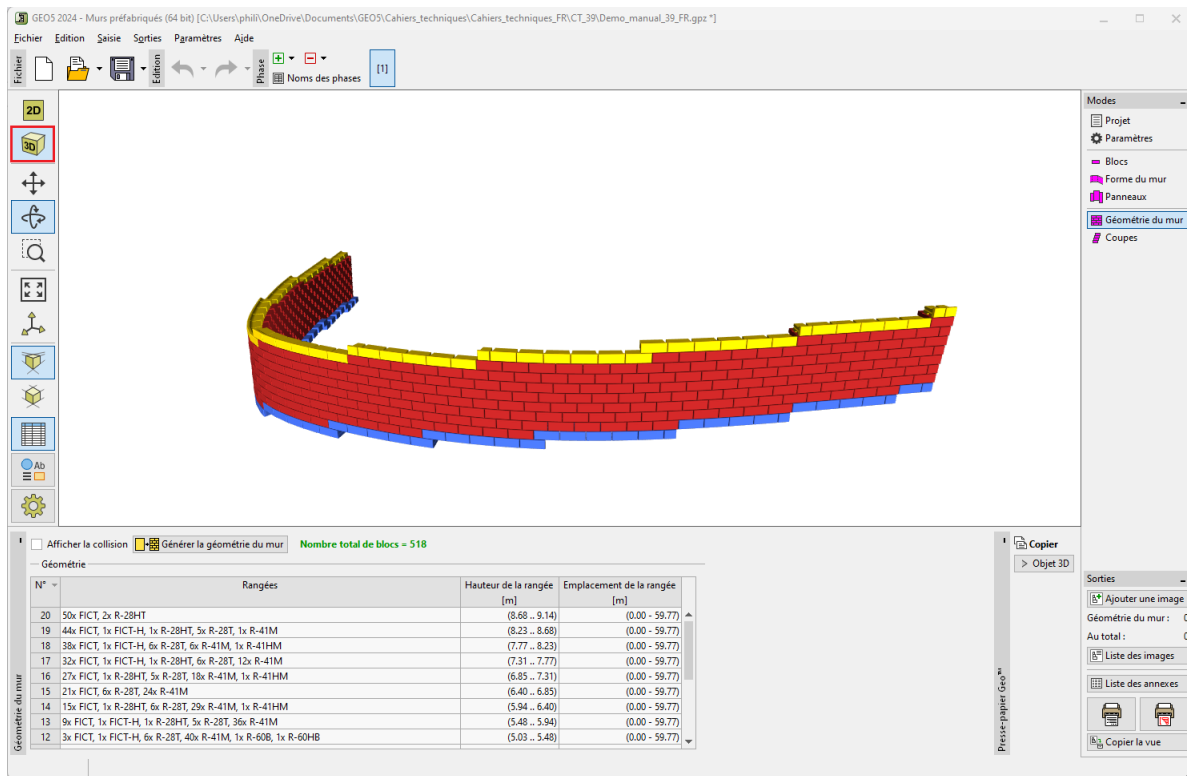


FIGURE 12 – Vue 3D du mur

Le mur a été préalablement conçu avec des blocs de type 41, le bloc de crête étant constitué de blocs de type 28 et le bloc de base de type 60. Les rangées ont été placées avec un retrait de 41 mm. Toutes les rangées sont décrites en détail dans le tableau, et la signification des abréviations est expliquée dans l'aide du programme.

## 2.6 Coupes

Nous allons maintenant procéder à la vérification pour voir si notre conception est correcte. Nous commençons dans le cadre « Coupes », dans lequel nous allons définir la coupe transversale à évaluer. Nous spécifions les coupes en utilisant le chaînage, dans ce cas, nous sommes intéressés par la coupe au début du mur, là où il est le plus haut. Nous ajoutons donc une section à une distance de 1 m, qui est affichée sur le bureau.

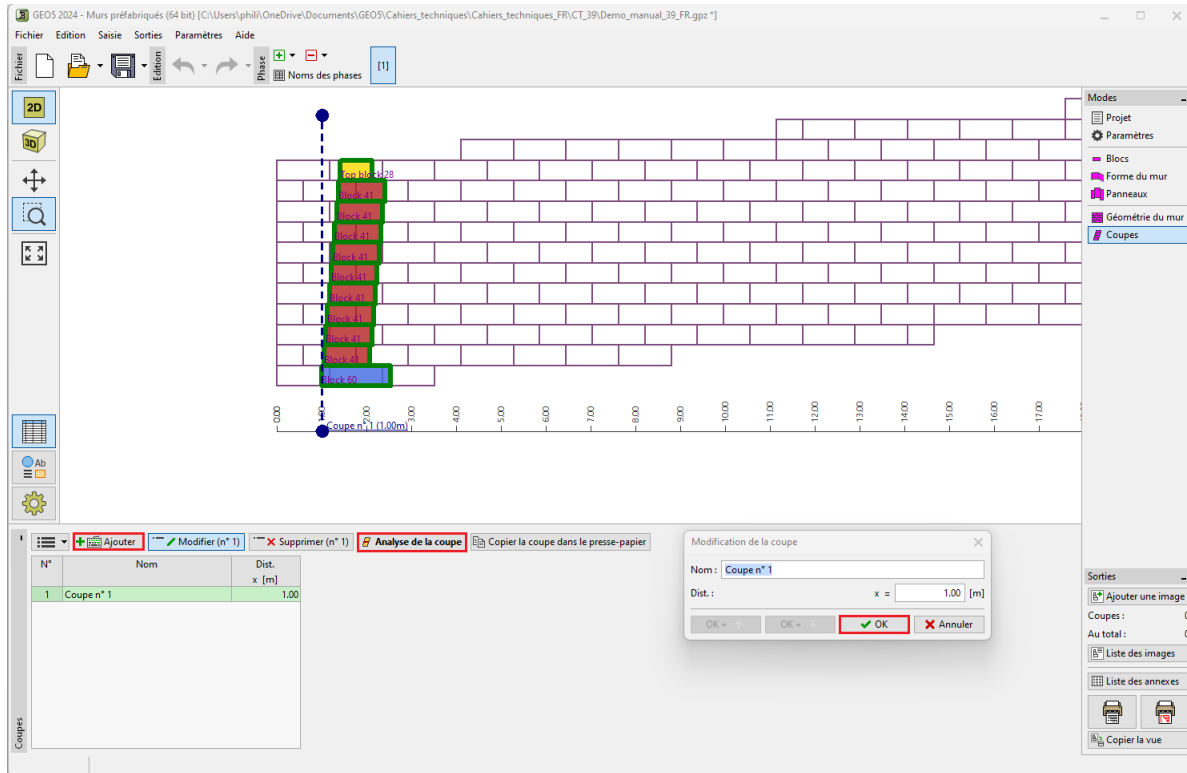


FIGURE 13 – Création d'une coupe

## 2.7 Analyse de la coupe

Après avoir sélectionné la coupe dans le tableau et cliqué sur le bouton « Analyse de la coupe », le programme passe en mode 2D standard dans lequel la paroi pourra être évaluée.

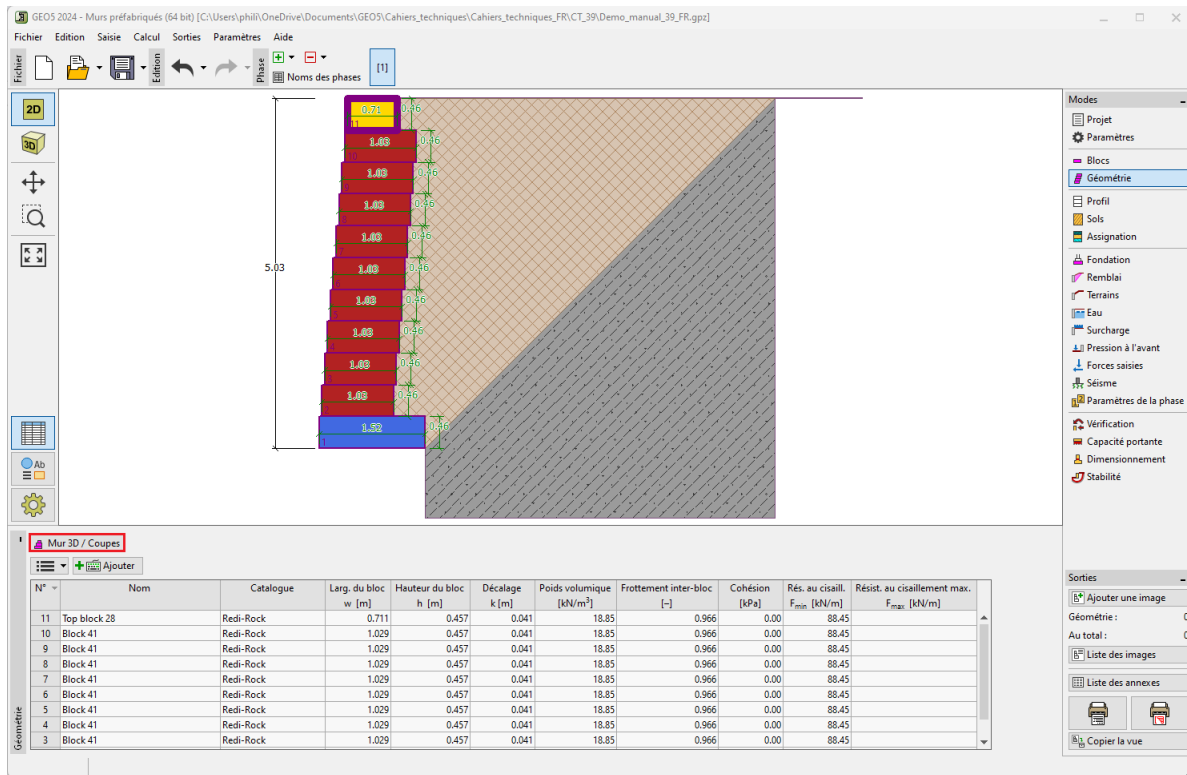


FIGURE 14 – Analyse de la coupe - 1

Remarque : pour revenir au mode 3D, il suffit de cliquer sur le bouton « Mur 3D/Coupes ».

### 2.7.1 Sols

Dans le cadre « Sols », définissez le sol F3 (silt sableux), qui se trouve derrière le mur, ainsi que le matériau de remblai (les paramètres sont décrits dans l'introduction).

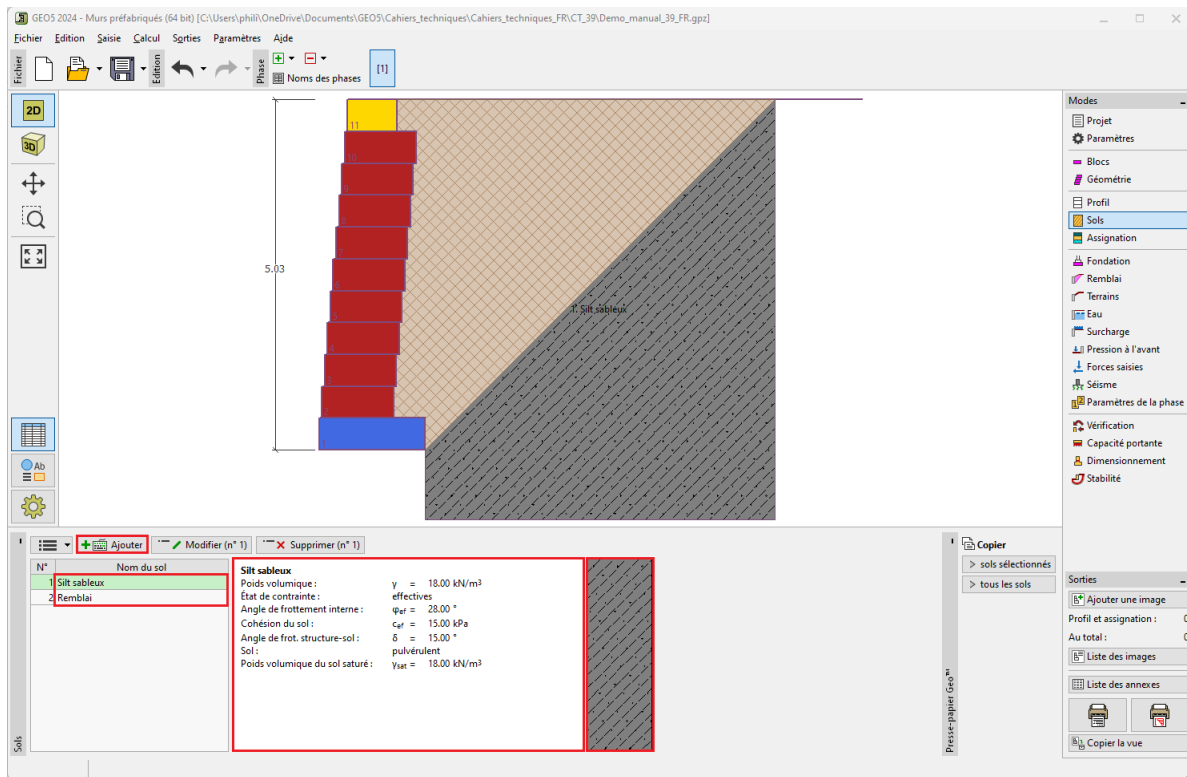


FIGURE 15 – Définition des sols

### 2.7.2 Assignation

Assigner le sol derrière le mur au profil géologique dans le cadre « Assignation ».

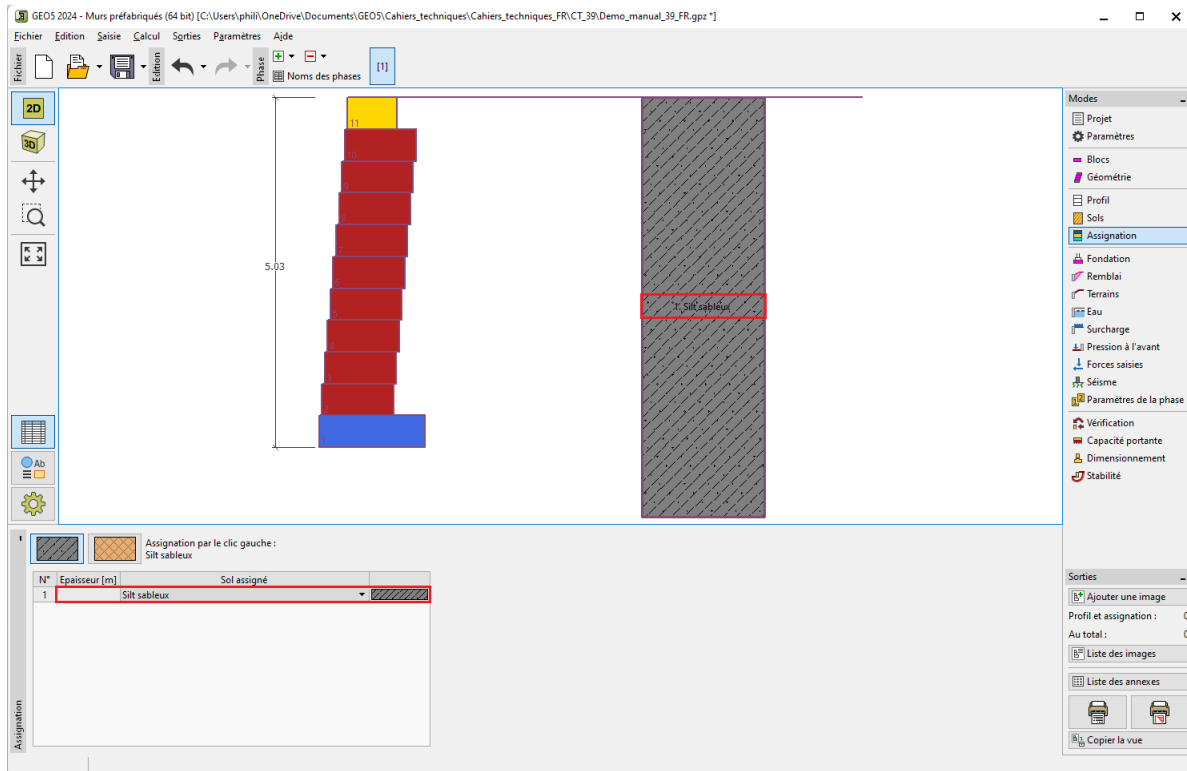


FIGURE 16 – Assignation du sol à l'arrière du mur

### 2.7.3 Remblai

Dans le cadre « Remblai », définissez le remblai avec un angle de  $45^\circ$ .

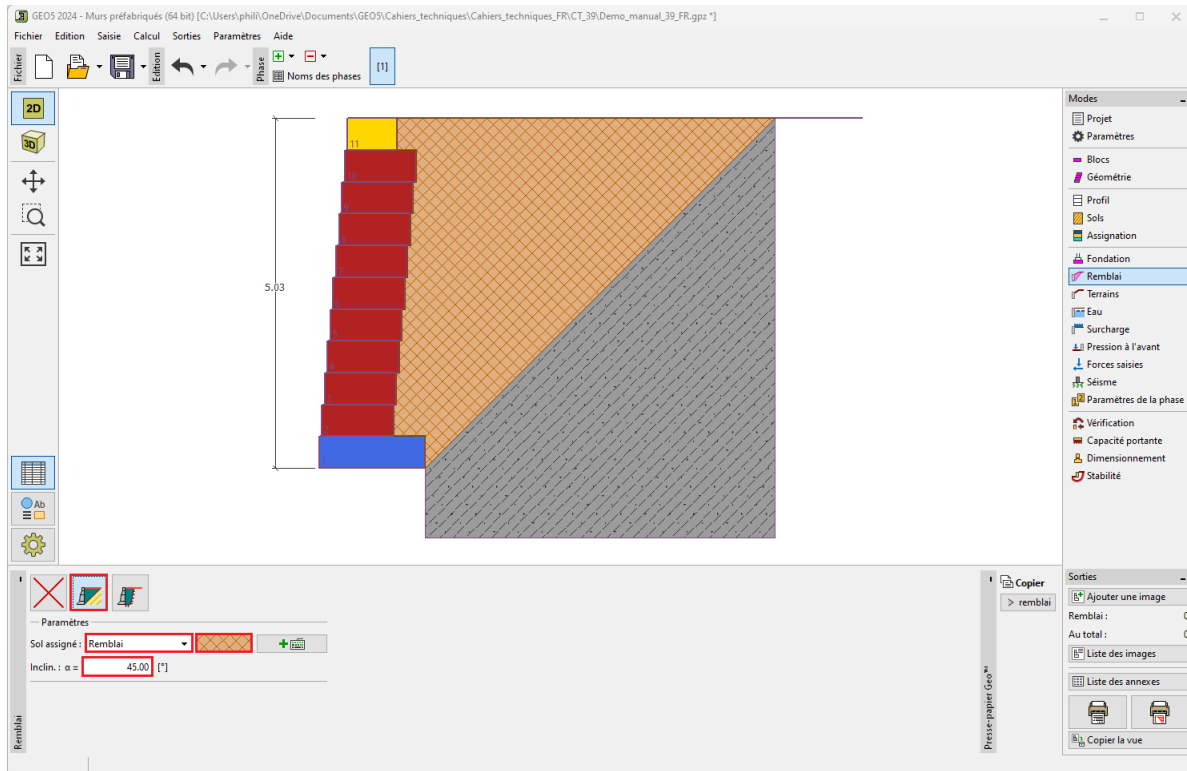


FIGURE 17 – Définition du remblai



## 2.7.4 Vérification initiale

Passons maintenant au calcul du mur lui-même, en commençant par le cadre « Vérification ».

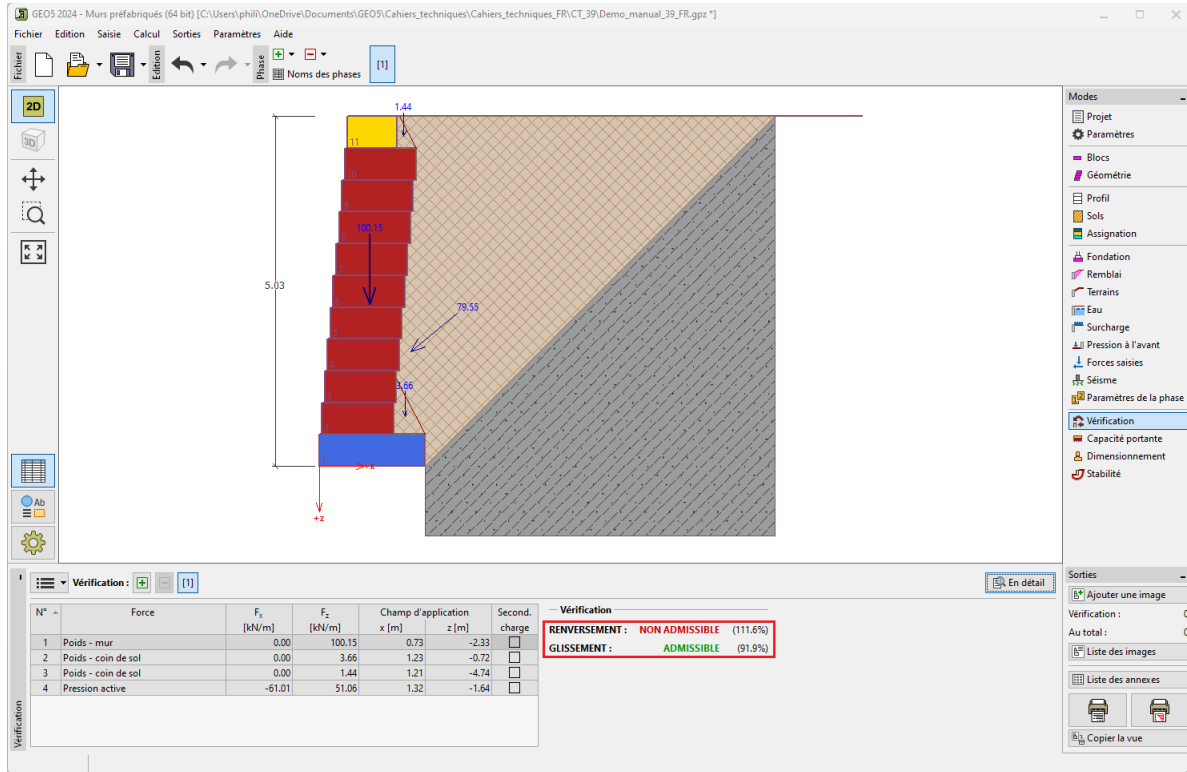


FIGURE 18 – Vérification du mur

Nous constatons que lors de la première vérification (renversement), la paroi n'est pas satisfaisante - l'utilisation est supérieure à 111 %.

À présent, nous avons bien sûr plusieurs options pour améliorer notre conception - changer le type de blocs, renforcer l'espace derrière le mur avec des géogrilles, etc. L'option la plus simple consiste à essayer de modifier uniquement le retrait entre les blocs - tout le reste restera inchangé, mais des rangées plus décalées auront un effet plus favorable sur le moment stabilisateur en raison du déplacement du centre de gravité du mur.

### 2.7.5 Modification du retrait

En mode 3D, nous retournons au cadre « Géométrie du mur », où nous cliquons sur le bouton « Générer la géométrie du mur » et modifions le retrait de la rangée à 238 mm. Confirmez en cliquant sur le bouton « OK », ce qui re-générera le mur.

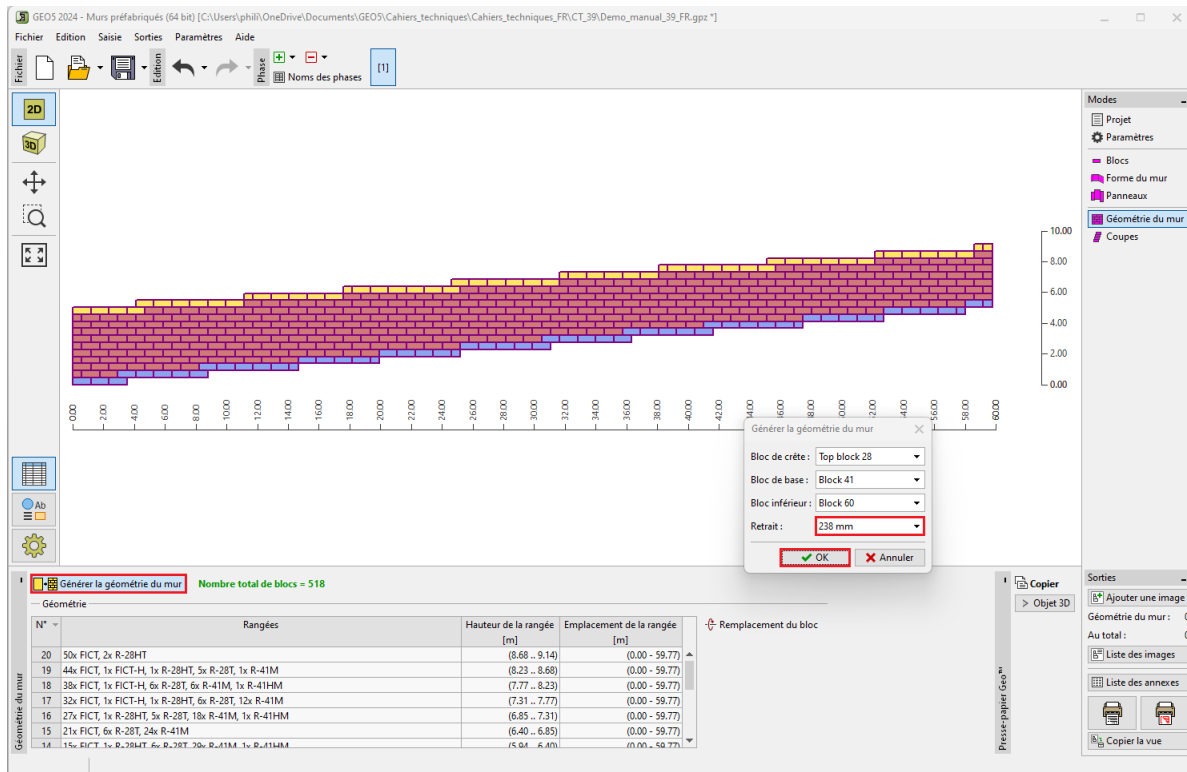


FIGURE 19 – Augmentation du retrait

Dans la vue en 2D, le mur n'a pas changé, par contre dans la vue en 3D, les retraits plus importants sont manifestes.

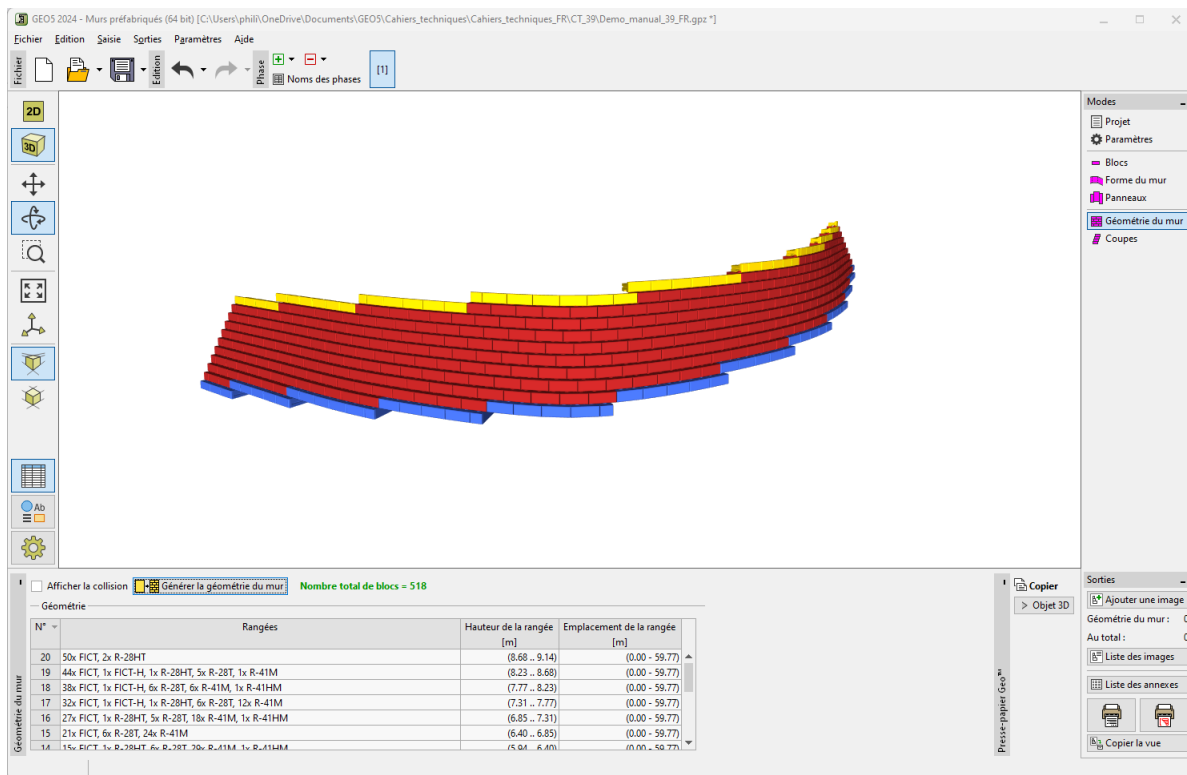


FIGURE 20 – Vue 3D du mur

### 2.7.6 Vérification après modification

À présent, retournez dans le cadre « Coupes » et effectuez le calcul pour la coupe modifiée précédemment.

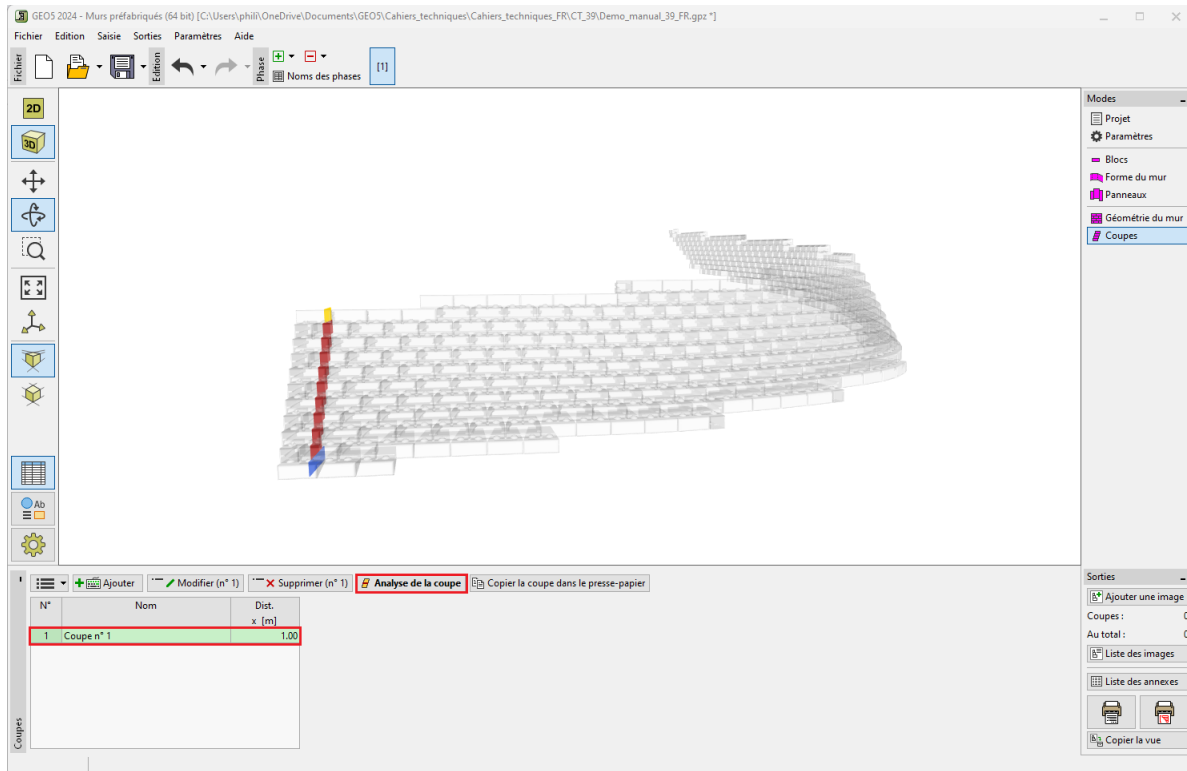


FIGURE 21 – Vue 3D de la coupe

Passez en mode 2D afin d'évaluer tous les critères disponibles. Commençons par le cadre « Vérification » dans le but de vérifier le renversement et le glissement

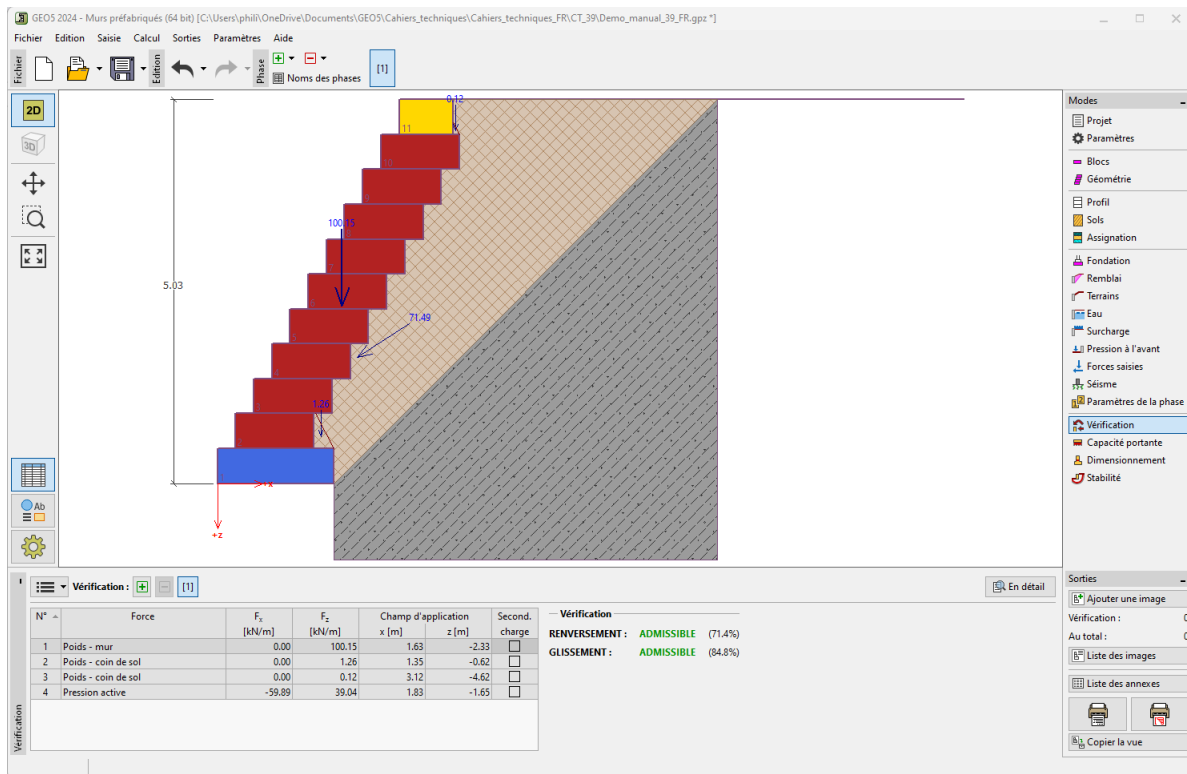


FIGURE 22 – Renversement et glissement

### 2.7.7 Capacité portante

Passons au cadre « Capacité portante » pour vérifier que la contrainte sous le mur ne dépasse pas la capacité portante du sol de fondation.

Pour calculer la capacité portante du sol de fondation, nous allons utiliser le programme « Semelles », vers lequel toutes les données sont automatiquement transférées après avoir cliqué sur le bouton « Lancer le programme Semelles ».

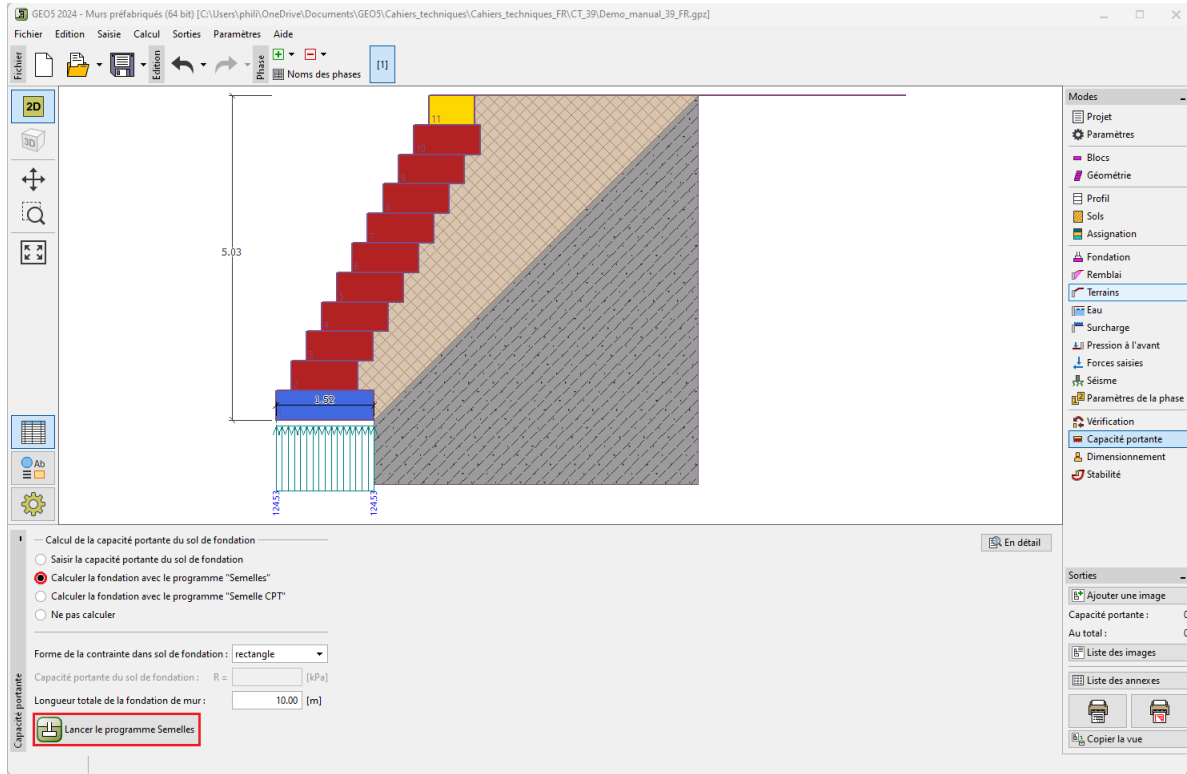


FIGURE 23 – Capacité portante via le programme « Semelles »

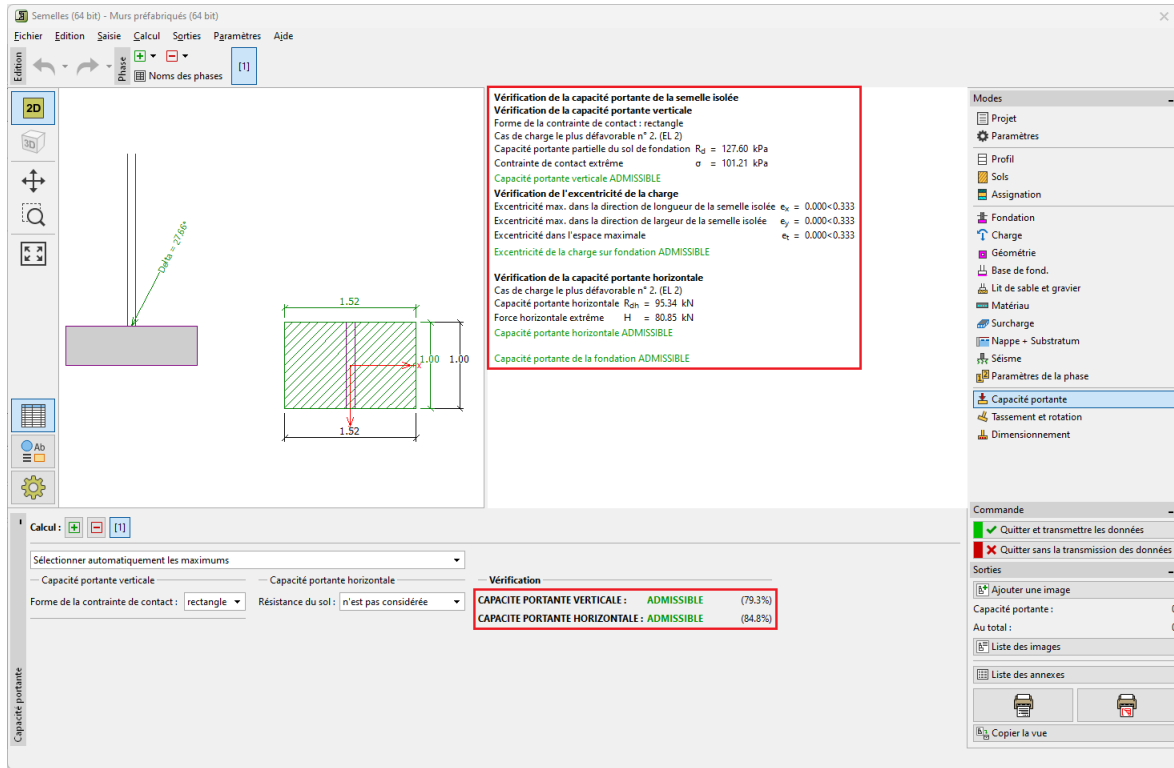


FIGURE 24 – Calcul de la capacité portante du sol de fondation dans le programme « Semelles »

Ce programme permet également d'obtenir le tassement et la rotation de la fondation du mur.

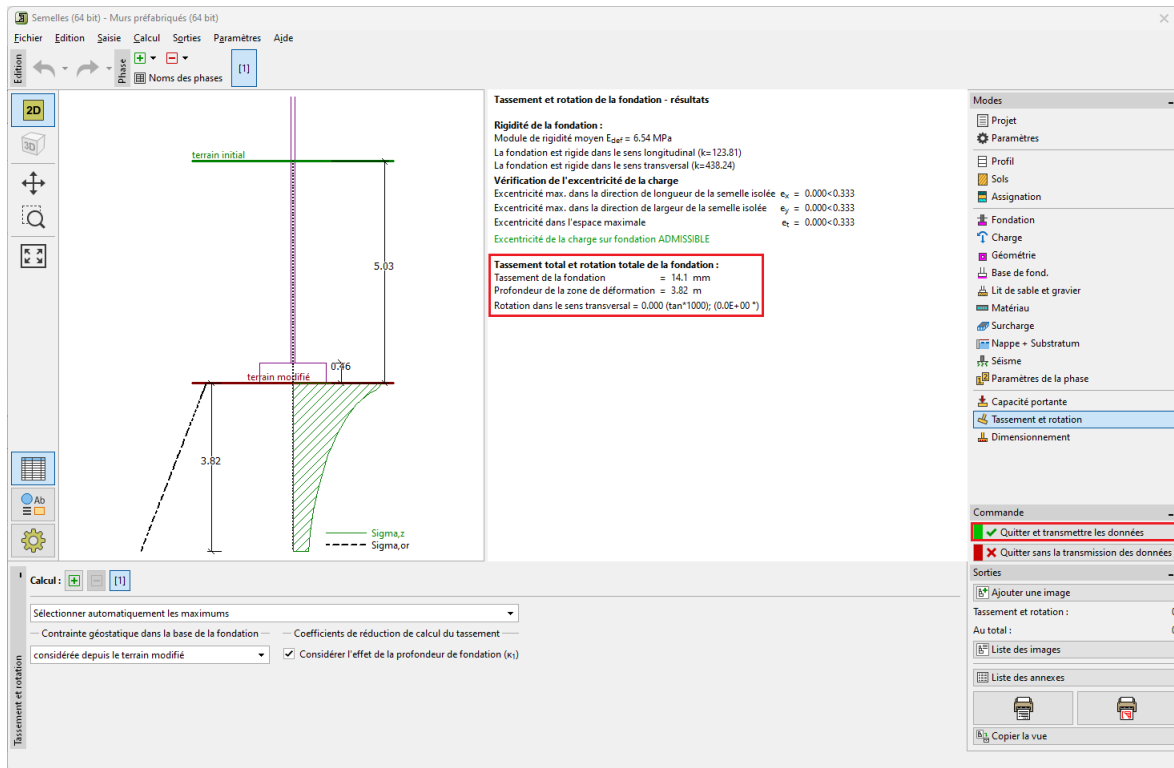


FIGURE 25 – Tassement et rotation

En cliquant sur le bouton « Quitter et transmettre les données », nous retournons au programme « Murs

Préfabriquées ». Toutes les informations issues du programme « Semelles » feront partie de la note de calcul de l'entièreté du mur.

### 2.7.8 Dimensionnement

Passez au cadre « Dimensionnement » dans le but de vérifier les joints entre les blocs.

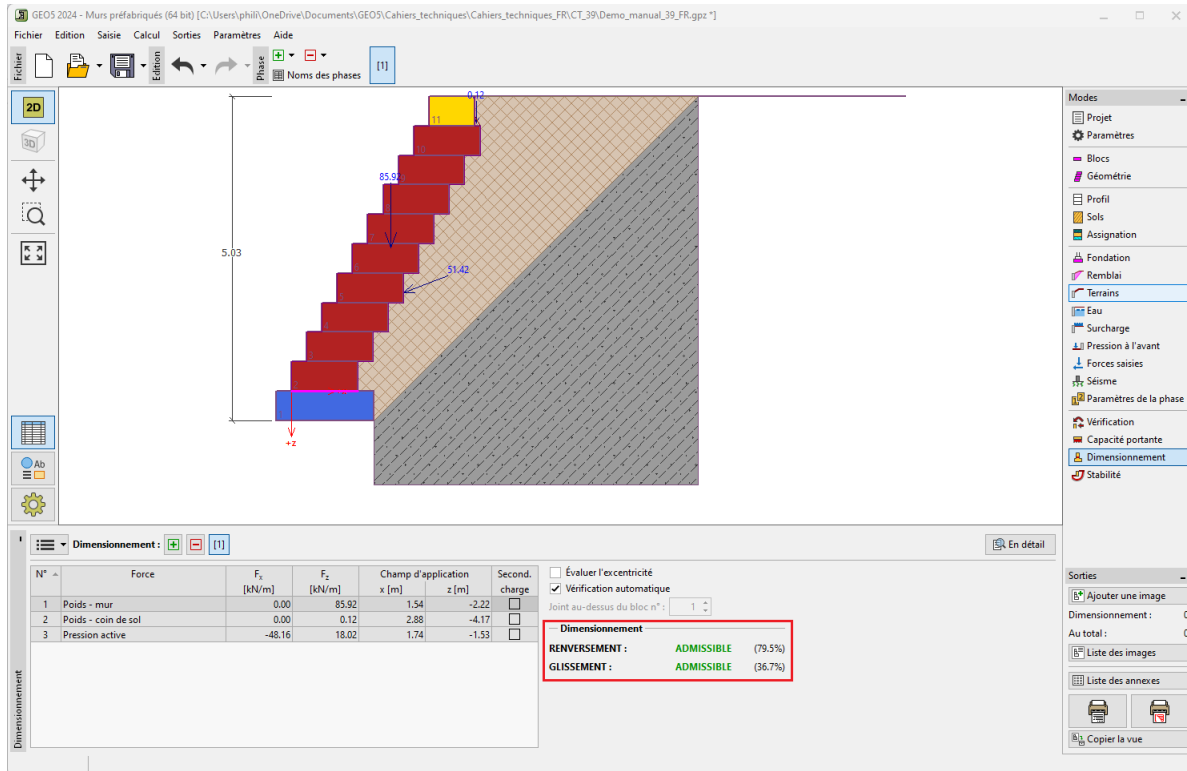


FIGURE 26 – Dimensionnement



### 2.7.9 Stabilité des pentes

Enfin, le calcul de la stabilité globale est effectué dans le programme « Stabilité des pentes » - ce programme se lance automatiquement en cliquant sur le bouton « Stabilité ».

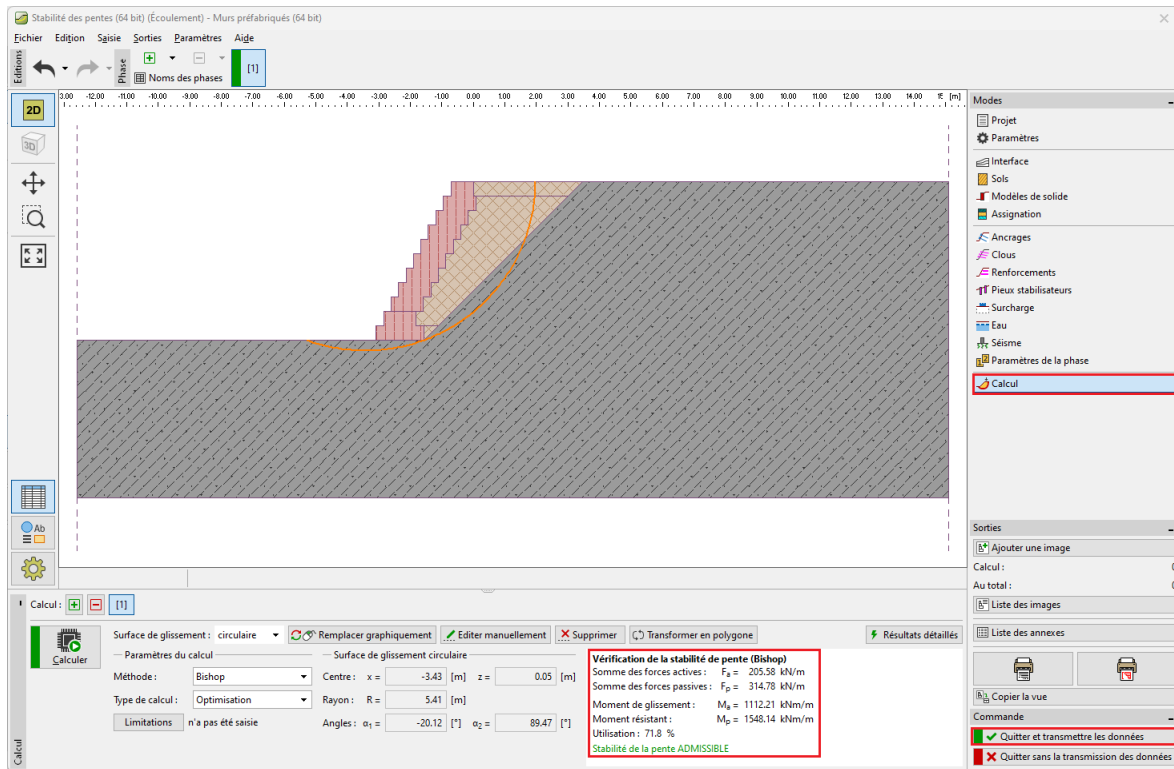


FIGURE 27 – Stabilité globale

Le mur a vérifié tous les critères.

Une fois de plus, nous enregistrons tous les résultats pour qu'ils fassent partie de la note de calcul de l'étude.

### 2.7.10 Note de calcul

Enfin nous allons imprimer la note de calcul - elle comprend une liste détaillée de tous les blocs utilisés, de leur poids et de leur volume - ce qui est particulièrement important pour préparer un devis, organiser le transport des matériaux, etc.

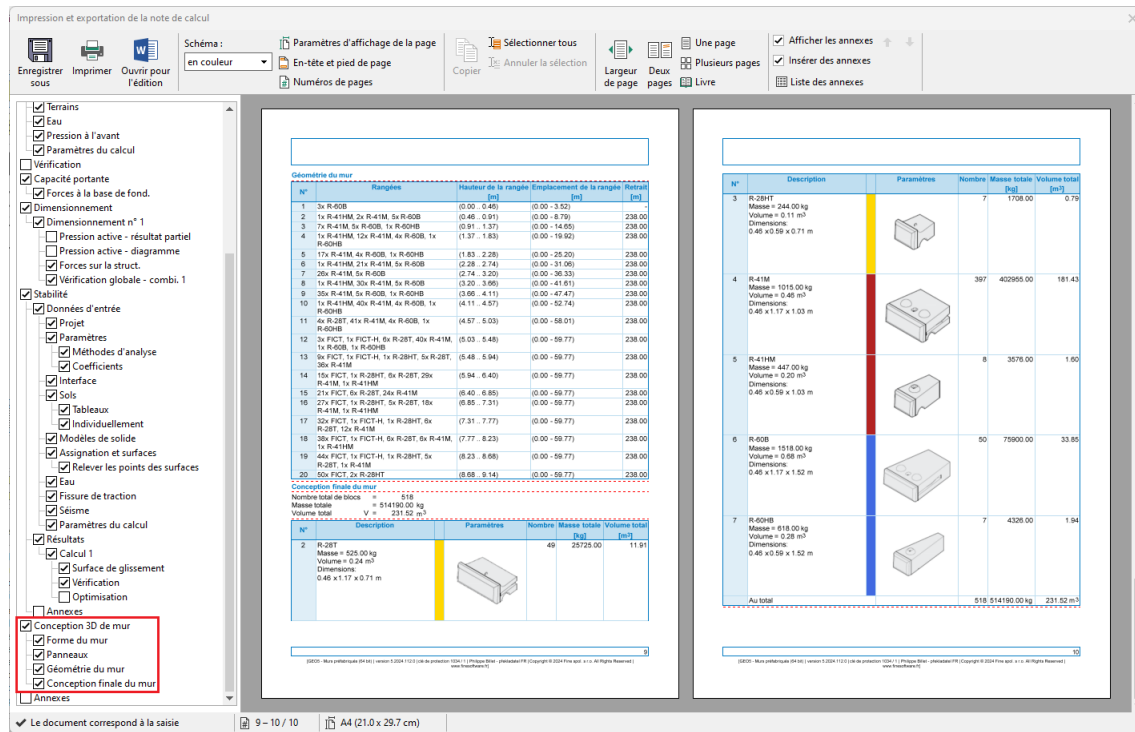


FIGURE 28 – Note de calcul - Conception 3D

Le mur d'une longueur d'environ 60m sera composé de 518 blocs du système Redi-Rock pour une masse totale d'environ 514t.

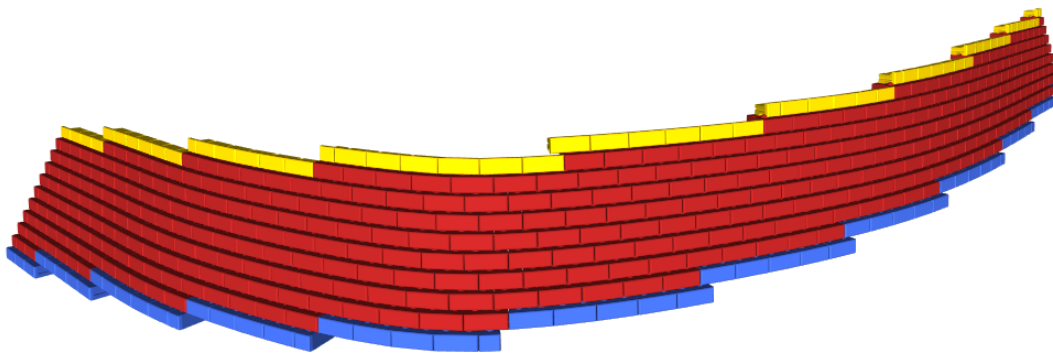


FIGURE 29 – Vue définitive du mur

Remarque : le fichier exemple associé à cette étude (demo\_manual\_39.gpz) se trouve dans les exemples en ligne.