

GEO5

Méthode des éléments finis : Domaines sans réduction

Résumé

L'objectif de ce manuel est de décrire l'utilisation des « domaines sans réduction » permettant de s'affranchir des déformations plastiques localisées produisant des surfaces de glissement inappropriées ou des pertes de convergence.

Le fichier exemple correspondant est « Demo_manual_35.gmk ».

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

L'évaluation de l'état de stabilité d'une structure géotechnique à l'aide de la méthode des éléments finis consiste à réduire progressivement les paramètres de résistance au cisaillement jusqu'au point où l'état limite d'équilibre entre la charge et la capacité portante de la structure est dépassé. Cet état se manifeste par la perte de convergence de l'analyse numérique non linéaire. La fonction *Domaines sans réduction* permet de sélectionner des éléments à exclure de la réduction des paramètres lors de l'analyse de stabilité.

2 Domaines sans réduction

2.1 Quand activer les *domaines sans réduction*

- Supprimer la réduction des paramètres de résistance au cisaillement est logique lorsque :
- la recherche du coefficient global de sécurité génère des zones plastiques locales dans le domaine qui ne ressemblent pas à la surface de glissement globale mais peuvent néanmoins conduire à la perte de convergence
 - en raison de l'influence des conditions aux limites et de la taille du modèle numérique, les zones plastiques localisées, initiées par la surface de glissement globale, progressent de manière irréaliste dans le domaine.

2.2 Quels modèles de matériaux sont applicables aux *domaines sans réduction*

La fonction *Domaines sans réduction* est applicable à tous les modèles permettant de réaliser une analyse de stabilité (Type de calcul : Stabilité des pentes), c'est-à-dire :

- Mohr-Coulomb
- Mohr-Coulomb modifié
- Drucker-Prager

2.3 Propriétés du sol dans les *domaines sans réduction*

Les éléments du domaine sans réduction conservent leurs propriétés déterminant leur rigidité et leur résistance au cisaillement (cohésion et angle de frottement interne) pendant toute l'analyse de stabilité. Ces éléments peuvent donc subir une déformation plastique.

2.4 Ce qu'il faut savoir lors de l'utilisation de *domaines sans réduction*

Lors de l'utilisation des domaines sans réduction, il convient de garder à l'esprit qu'il n'y a pas de réduction des paramètres de résistance au cisaillement dans les éléments sélectionnés. Par conséquent, les domaines sans réduction ne devraient pas interférer avec la surface de glissement globale car, dans ce cas, elles influenceraient la valeur résultante du coefficient de sécurité.

2.5 Comment définir des *domaines sans réduction*

Remarque : pour évaluer la stabilité à une étape donnée de l'analyse de contrainte standard, il est possible d'ouvrir la fenêtre d'analyse de stabilité. Dans cette fenêtre, cependant, la fonction Domaines sans réduction n'est pas accessible. Pour exploiter cette fonctionnalité, il convient, dans un premier temps, de sauvegarder ce fichier en utilisant l'option « Fichier - Enregistrer sous ». À la réouverture du fichier dans le programme GEO5-FEM, le programme sélectionne automatiquement le « Type de calcul : Stabilité des pentes », dans lequel la fonction Domaines sans réduction est cette fois-ci disponible.

Le domaine sans réduction est spécifié dans l'étape de calcul sélectionnée lors de l'utilisation du mode de calcul d'analyse de stabilité. Une région polygonale est définie en entrant ses sommets

directement à l'écran. Tous les éléments, qui relèvent au moins partiellement de cette région, sont mis en évidence par une colorisation spécifique.

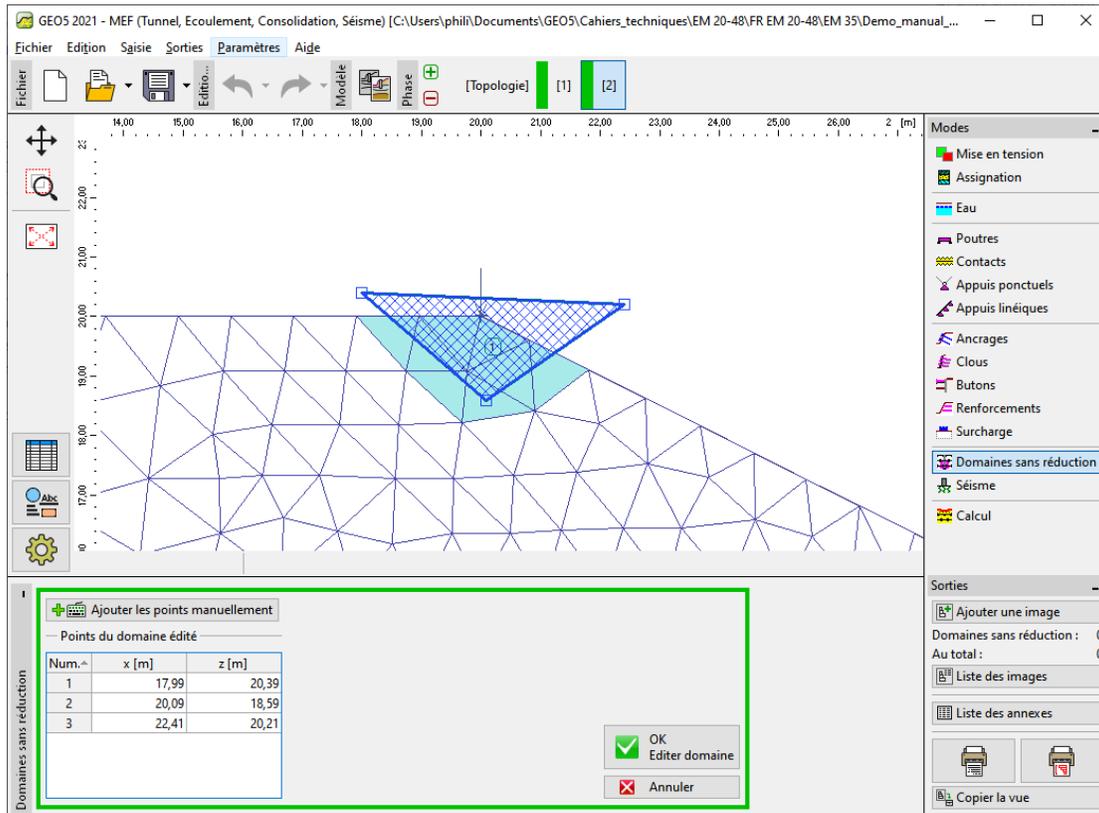


FIGURE 1 – Écran de définition des domaines sans réduction

Remarque : afin de faciliter la définition d'un domaine sans réduction, il est utile d'afficher le maillage par éléments finis en cochant les options adéquates comme sur la figure ci-dessous.

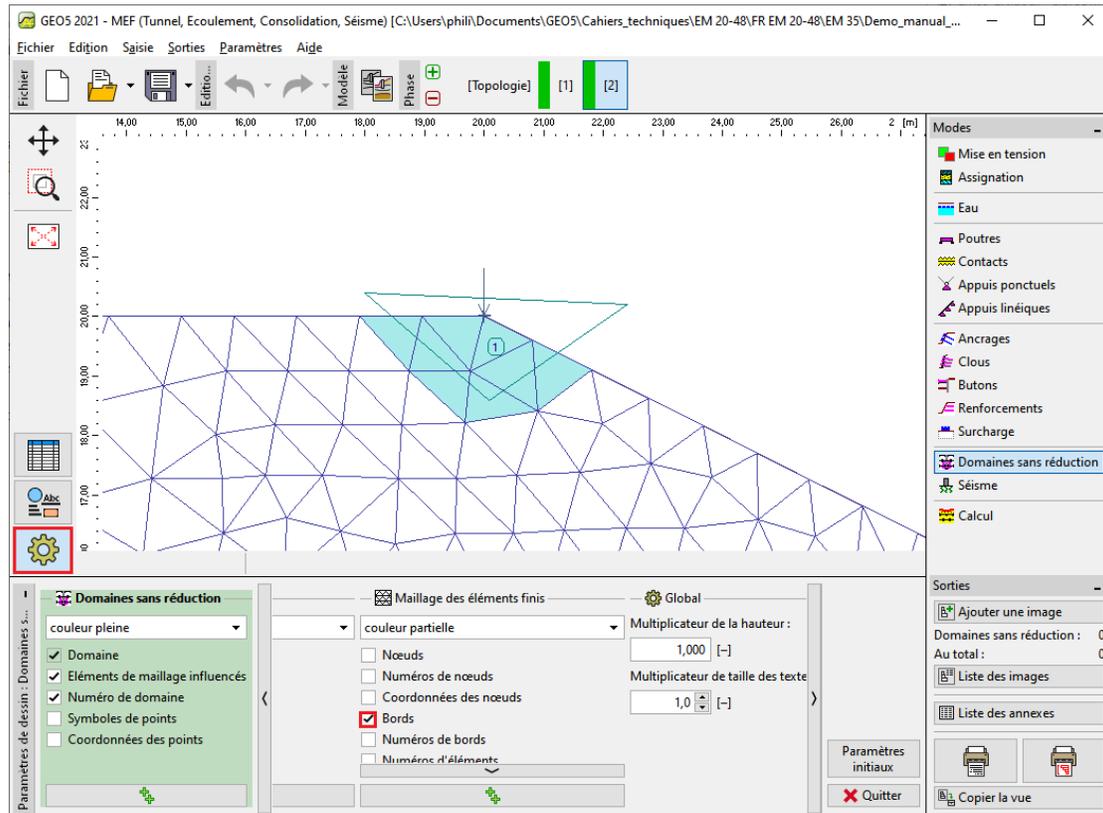


FIGURE 2 – Paramétrage de l’affichage du maillage d’éléments finis

Le domaine sans réduction reste actif également dans les étapes suivantes, mais il peut être désactivé. La suppression de cette région dans l’étape de calcul suivante permet de réduire à nouveau les paramètres de résistance dans les éléments respectifs.

3 Application

L'analyse d'une pente subissant l'action d'une charge linéique sur sa partie supérieure illustre adéquatement l'utilisation des domaines sans réduction des paramètres de résistance au cisaillement. Les paramètres de géométrie et de matériau du sol dans le profil homogène sont définis dans le fichier nommé « Demo_manual_35.gmk ».

La figure ci-dessous montre la répartition de la déformation plastique équivalente correspondant à la perte de stabilité en cas d'analyse standard. Il apparaît clairement qu'en dehors de la zone plastique locale développée au point d'application de la charge linéique, l'analyse prédit une évolution irréaliste des déformations plastiques dans la région centrale du domaine analysé associée à la taille du domaine et aux conditions aux limites. La distribution actuelle de la déformation plastique équivalente n'indique certainement pas une évolution de la surface de glissement globale. De ce point de vue, la valeur prédite du coefficient de sécurité égal à 1,14 n'est pas fiable.

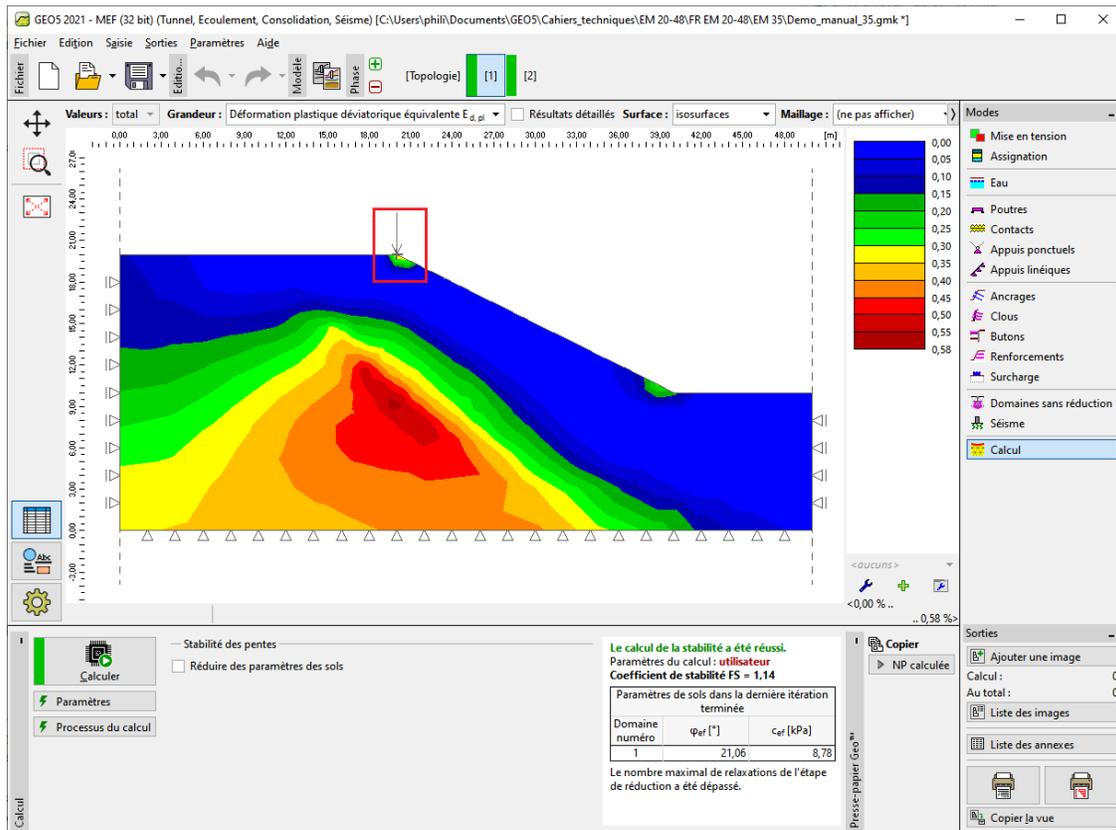


FIGURE 3 – Répartition irréaliste de la déformation plastique équivalente

Dans l'étape de calcul suivante, nous avons introduit un petit domaine sans réduction autour du point d'application de la charge.

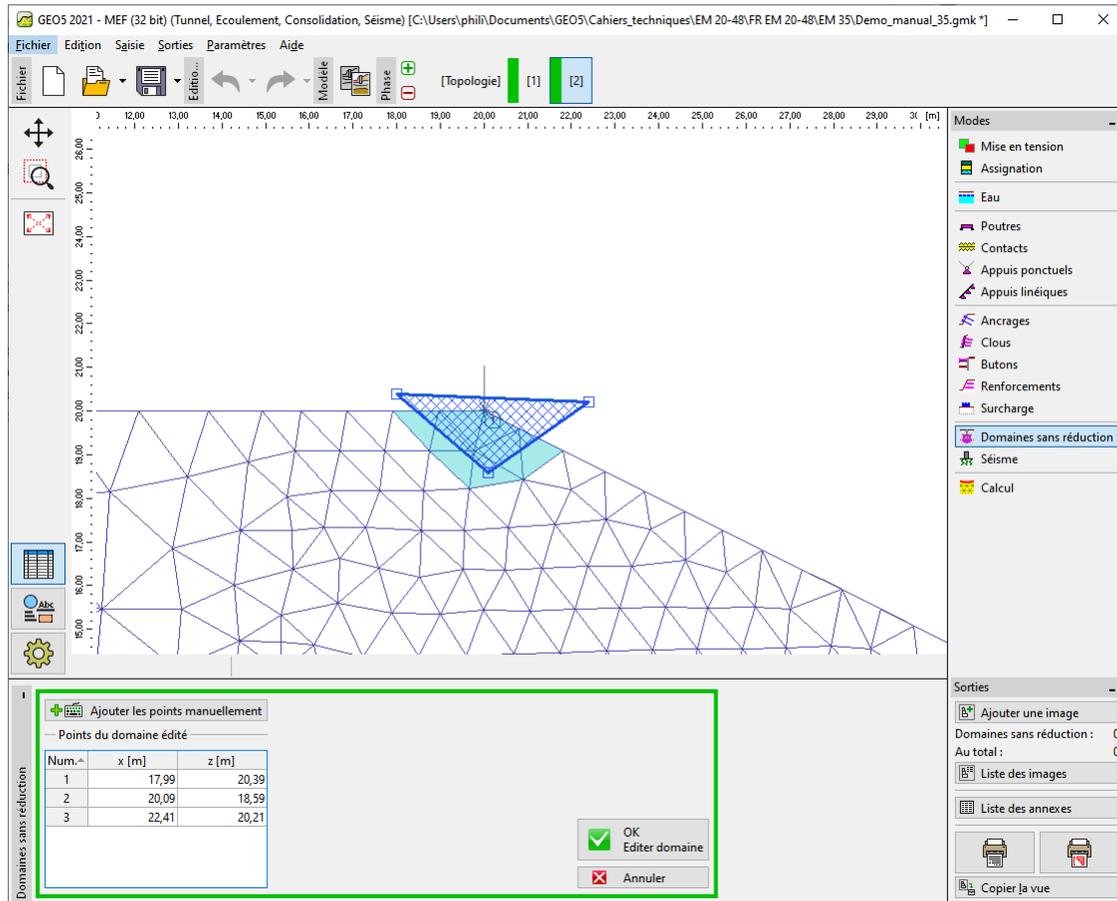


FIGURE 4 – Étendue et localisation du domaine sans réduction

Les résultats de l'analyse de stabilité des pentes exploitant la région sans réduction sont représentés dans la figure suivante. L'analyse prédit relativement bien la forme et la localisation de la surface de glissement globale. Les déformations plastiques parasites dans la région centrale causées par les conditions aux limites sont toujours présentes, mais dans ce cas elles sont beaucoup plus petites que celles présentes dans la surface de glissement et ne contribuent pas significativement à la perte de stabilité. Le coefficient de sécurité résultant égal à 1,6 est raisonnable.

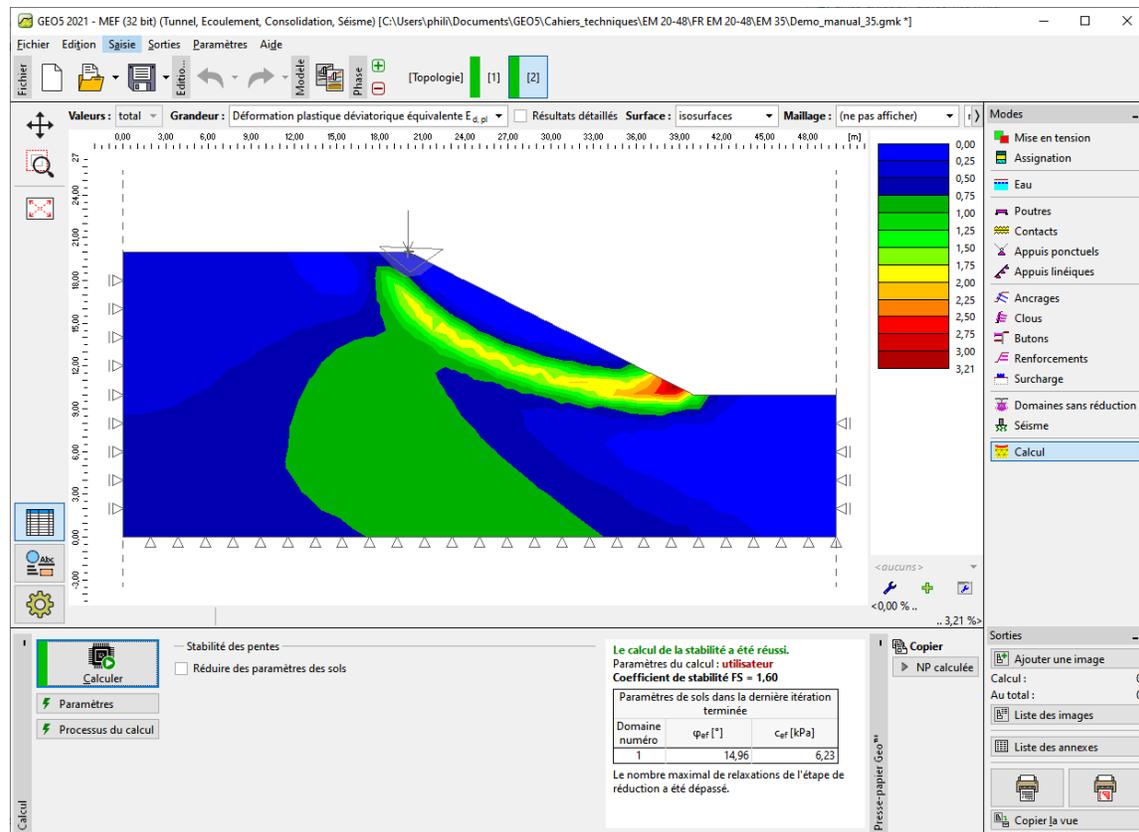


FIGURE 5 – Distribution de la déformation plastique équivalente indiquant l'évolution de la surface de glissement globale

4 Conclusion

La fonction *Domaines sans réduction* disponible dans le mode de calcul Stabilité des pentes permet, dans certaines régions, de supprimer la réduction des paramètres de résistance au cisaillement des sols. Cette approche *ad hoc* apporte une solution dans les cas où l'analyse ne converge pas pour une autre raison que la perte globale de stabilité structurelle.