

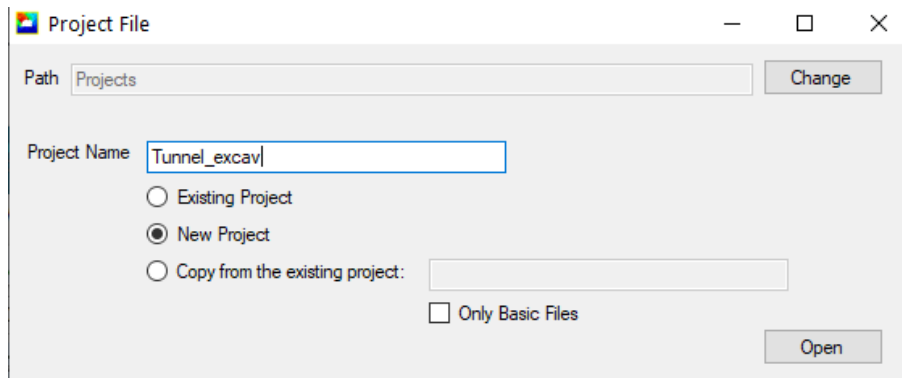
Excavation du tunnel et ajout du revêtement avec Disroc – Tutorial

Étape 1 – Création du projet et définition des matériaux

Sur WinDisroc :

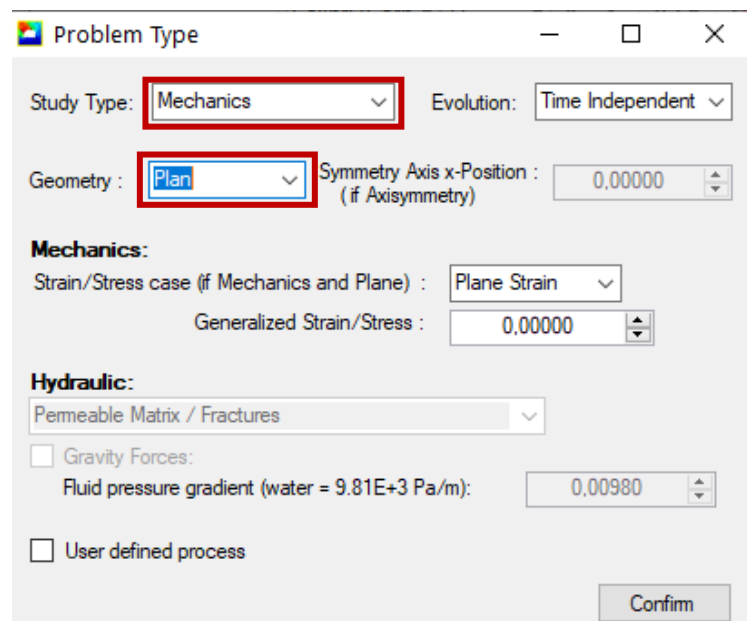
Créer un projet

1. Aller dans **[Files] → [New Project]**
2. Donner un **[Project Name]** (nom du projet)



Définir le type de problème

3. Sélectionner le **[Problem type]**



Créer les matériaux

4. Ouvrir le menu **[Materials]**
5. Ajouter et paramétrer les différents matériaux du modèle

Materials

Name: Rock Nature: Bulk material Add New Delete Materials Catalogue

Mechanics
Model: 31100 ?
Nb of Parametres: 2
Values:
1 100000 MPa 13
2 0.25 - 14
3 15
4 16
5 17
6 18
7 19
8 20
9 21
10 22
11 23
12 24

Hydraulic
Model: 0 ?
Nb of Parametres: 0
Values:
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Thermic
Model: 0 ?
Nb of Parametres: 0
Values:
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Cross and Coupling Parameters
Relative Density: 2 -
Biot Coefficient: 0.5 -
Thermal Linear Expansion Coefficient: 0 1/°C
Pore Fluid Heat Capacity (Advection): 0 J/m3/K

Close

Note :

Nous avons trois matériaux dans cet exemple : 'Rock' pour le massif ; 'Rock2' pour la section du tunnel à creuser et 'Revetment' pour le revêtement en béton. Mais dans la phase avant excavation où on définit les contraintes initiales, tout l'espace est occupé par la roche du massif. Il faut donc, dans cette première phase, affecter les mêmes paramètres, ceux du Rock, aux trois matériaux tout en gardant des noms différents pour pouvoir distinguer les zones pour les phases futures.

I) ETAT DES CONTRAINTES IN SITU

Étape 2 – Géométrie, maillage et conditions aux limites

Préparation du modèle sous [GID]

1. Vérifier les matériaux importés

- Ouvrir [**Data → Materials**] et contrôler que les matériaux définis dans [WinDisroc] sont bien présents dans [GID]

2. Créer la géométrie

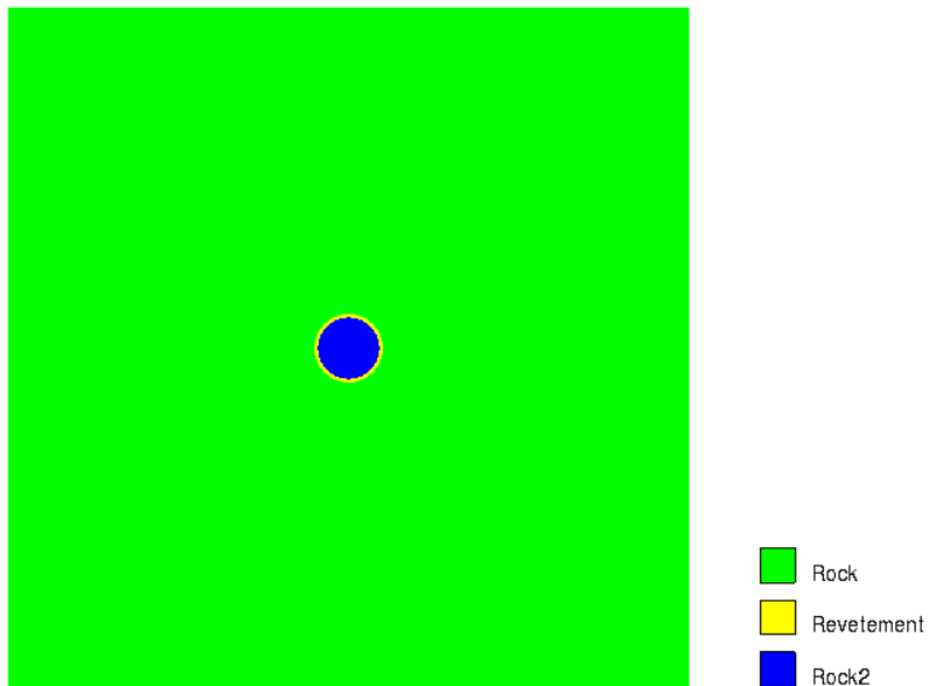
- Construire la géométrie du modèle.
- Générer ensuite les surfaces (voir Chapitre 8 du manuel)

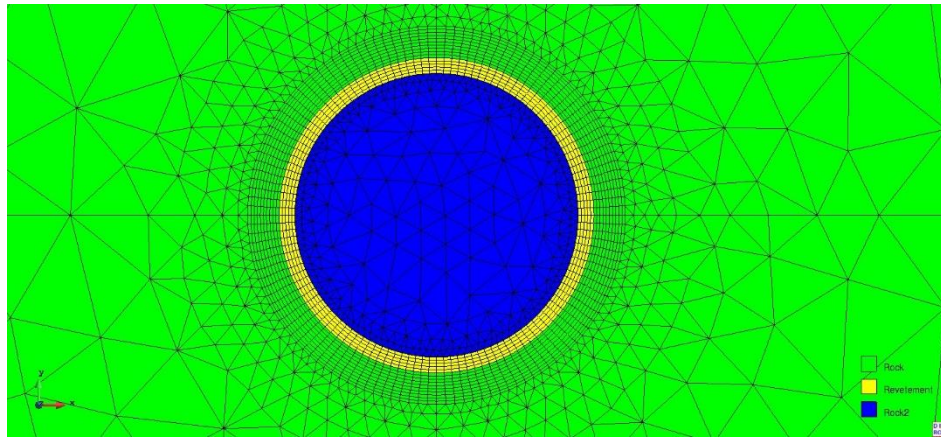
3. Attribuer les matériaux aux surfaces

- Associer à chaque surface son matériau correspondant

4. Générer le maillage

- Créer le maillage





5. Définir les conditions aux limites

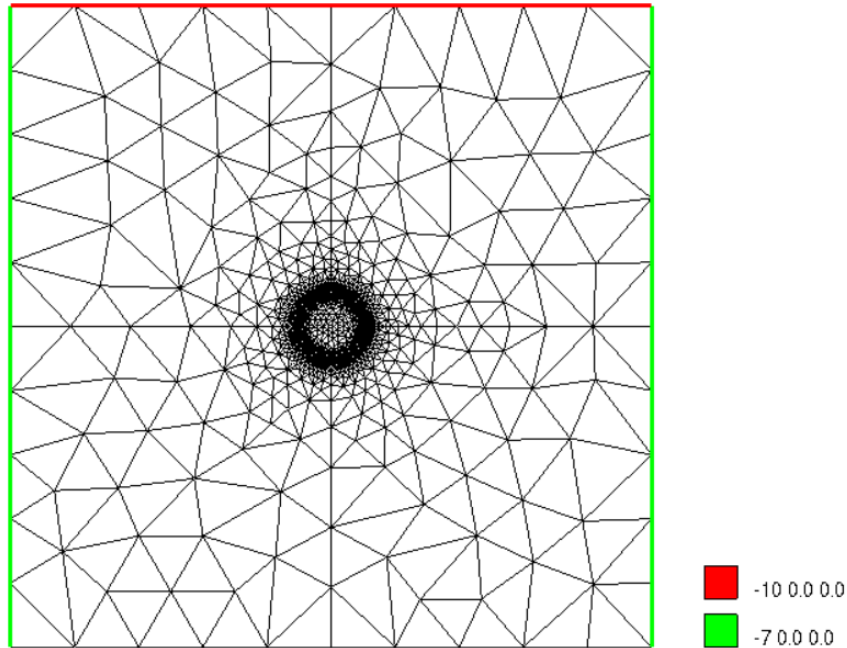
- **Déplacements :**

- Fixer un déplacement nul ($\mathbf{Ux} = \mathbf{0}$) en un nœud au centre de la base du modèle
- Bloquer le déplacement vertical ($\mathbf{Uy} = \mathbf{0}$) pour tous les nœuds situés en bas du modèle

- **Contraintes :**

- Définir les contraintes nécessaires selon le cas d'étude. Pour cet exemple, une contrainte horizontale de -7 MPa et verticale de -10 MPa (les contraintes de compression sont comptées négativement).

Note : Sur une partie de la frontière, il faut imposer soit une condition de contrainte soit de déplacement. Dans cet exemple, la contrainte normale est imposée sur trois côtés (gauche, droite, haut), et la condition de déplacement sur le quatrième (bas). Si on impose les deux types de conditions sur une partie de la frontière, seule celle de déplacement sera prise en compte.



6. Enregistrer et exporter

- Sauvegarder le projet sur GiD
- Exporter le fichier de calcul. Il sera exporté automatiquement sous le nom de "**projet.dat**" placé dans le répertoire du projet (*projet.gid*).

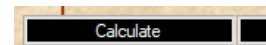
7. Choisir les résultats à afficher (optionnel)

- Dans **[Output Parameters]**, sélectionner les sorties souhaitées. Exemple : **[Polar stress and Displacements]** ou **[Total Displacement (staging)]**

Étape 3 – Calcul des contraintes initiales

1. Exécuter le calcul sur [WinDisroc]

- Cliquer sur **[Calculate]** pour lancer le calcul



2. Visualiser les résultats dans [GiD]

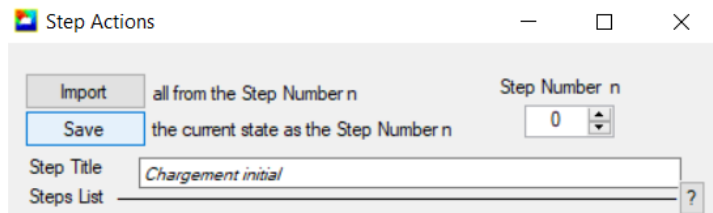
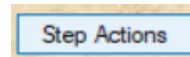
- Aller sur **[Postprocess]** pour analyser les résultats

On notera qu'on obtient les contraintes initiales recherchées, mais qu'il y a aussi des déplacements non nuls. Ces déplacements n'ont pas d'intérêt et il faut les supprimer. C'est l'objectif de l'opération suivante (Initialisation).

3. Enregistrer les étapes du calcul [WinDisroc]

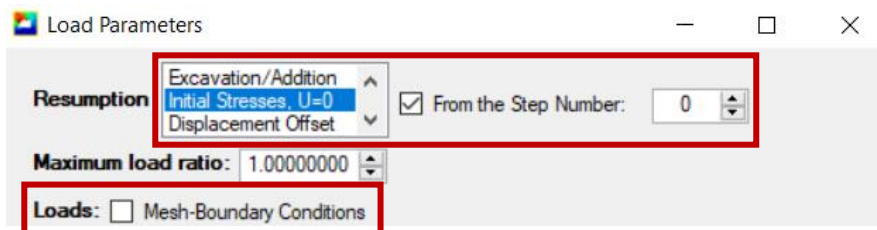
- Dans [WinDisroc], aller sur **[Step Actions]**

- Enregistrer et nommer le calcul dans un **[Step]** afin de conserver une trace des résultats



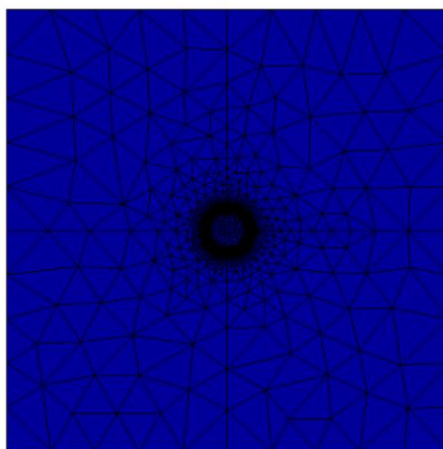
4. Initialisation

- Dans **[Load Parameters]**, cocher **[Initial Stresses. U=0]** afin de définir les déplacements nuls à partir du fichier de Step = 0
- Cliquer sur **[Confirm]**, puis lancer **[Calculate]**

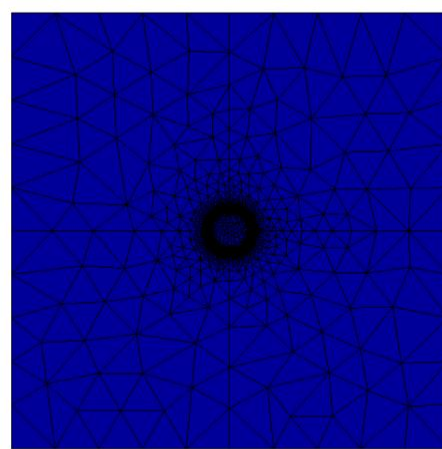


5. Vérifier les résultats

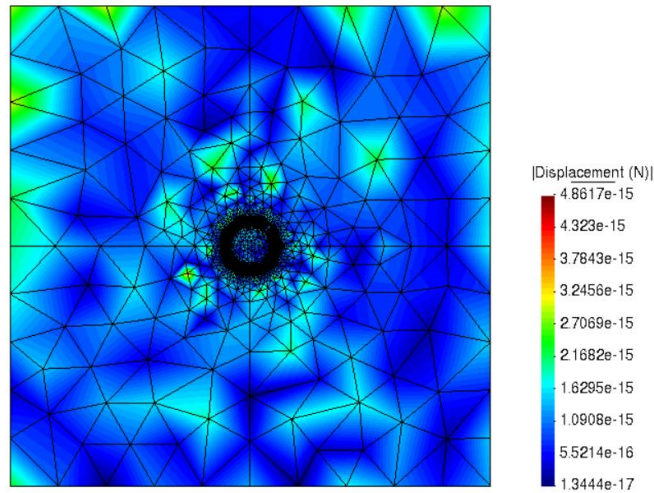
- Dans **[GID → Postprocess]**, contrôler que :
 - Les contraintes initiales sont bien appliquées
 - Les déplacements imposés sont nuls



Contour Fill of Stress (E), Syy (MPa).



Contour Fill of Stress (E), Sxx (MPa).



Contour Fill of Displacement (N), |Displacement (N)|.

6. Enregistrer l'étape

- Aller dans [Step Actions] et enregistrer cette initialisation dans [Step 1]

II) EXCAVATION

Étape 4 – Préparer l'excavation dans [GiD]

1. Supprimer le maillage de la partie à excaver

- Retirer le maillage de la zone à excaver. Elle comprend, dans cet exemple, à la fois la section finale du tunnel (Rock2) et la partie revêtement ('Revetement') qui sera plus tard mis en place. On ne garde donc que la partie Rock.
- Pour la procédure détaillée, se référer au "*manual Disroc – Chapitre 14*". Noter que la procédure comprend un re-numérotage du maillage :

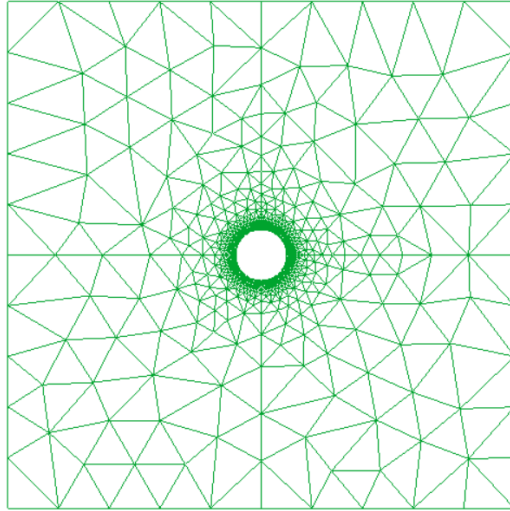
GiD Menu/Utilities/Renumber

2. Retirer la contrainte appliquée précédemment

- Supprimer la condition de contrainte appliquée au contour afin d'éviter qu'elle ne soit appliquée deux fois. Pour cela aller dans Data/Conditions/Normal Stress/Unassign/All Normal Stress.

3. Enregistrer et exporter

- Sauvegarder le projet Sur GiD
- Exporter le fichier de calcul (il remplacera “project.dat” existant).



Étape 5 – Pré-excavation dans [WinDisroc]

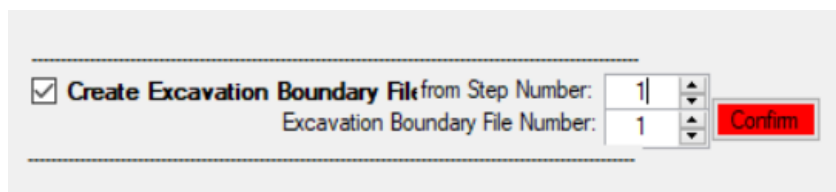
Pré-excavation a deux objectifs :

- Calculer les ‘Boundary Forces’ qu’il faut appliquer sur la paroi excavée pour simuler l’action de déconfinement
- Importer sur le maillage excavé les contraintes (et autres variables d’état) depuis le maillage initial (non excavé, contraintes initiales du massif)

Ces deux opérations peuvent se faire dans un ordre quelconque. Il est préférable de commencer par la première.

1. Définir les forces de déconfinement à la paroi (Excavation Boundary Forces)

- Aller dans [Step Actions]
- Cocher [Create Excavation Boundary... from step = 1 to file number = 1]
- Cliquer sur [Confirm]



- En cliquant sur 'Confirm' l'information est enregistrée dans le fichier **[excavBC-m.dat]**

On choisit le Step Number 1 car l'étape avant excavation (contraintes initiales) est dans le Step-1. On décide de numéroter 1 le fichier contenant l'information sur ces forces (ExcavBC-1).

Cette opération compare les deux maillages (l'ancien et celui modifié après suppression des éléments du tunnel). L'effet des éléments supprimés est remplacé par des forces équivalentes indiquées dans le fichier Excav-BC-1.

2. Importer les contraintes sur le maillage excavé

2.1. Aller dans [Load Parameters]

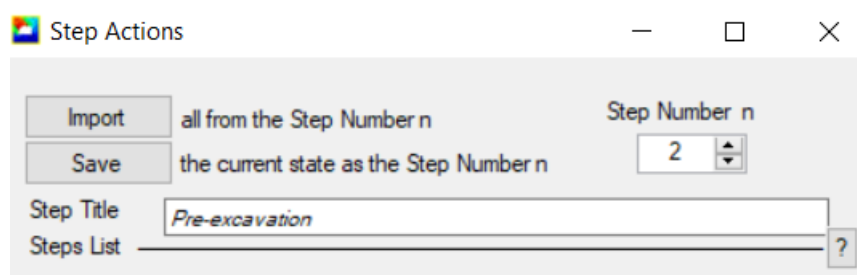
Cocher [Excavation/Addition] à partir du fichier **de Step = 1**

- Cliquer sur [Confirm], puis lancer [Calculate]

On pourra visualiser les résultats pour s'assurer que les contraintes des phase précédentes sont importées sans changement sur le maillage actuel (excavé).

2.2. Enregistrer l'étape

- Ouvrir [Step Actions]
- Sauvegarder sous [Step 2]



Étape 6 – Excavation dans [WinDisroc]

1. Chargement

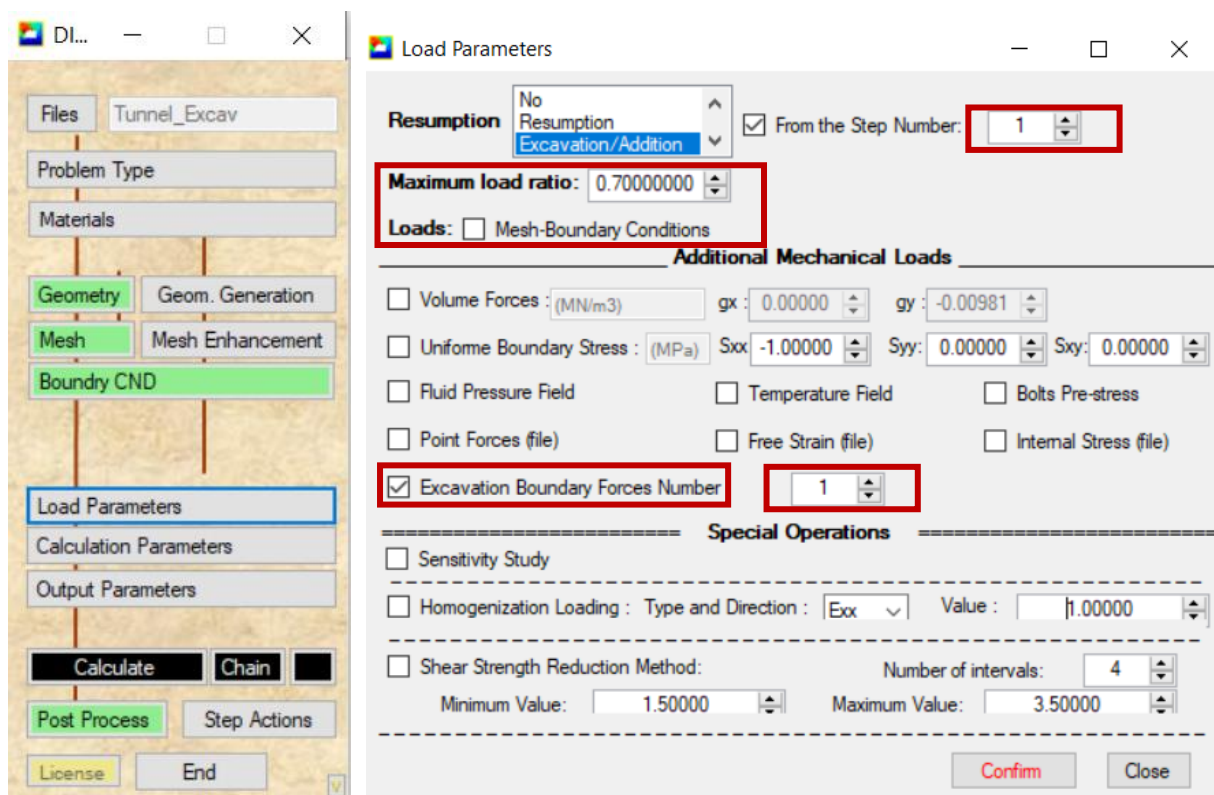
- Aller dans [Load Parameters]
- Cocher [Excavation/Addition] à partir du fichier **de Step = 1**
- Régler [Maximum load ratio] = 0.7 (ou 1.0 si déconfinement total)

Ce paramètre ici représente le taux de déconfinement souhaité (selon la théorie convergence-confinement).

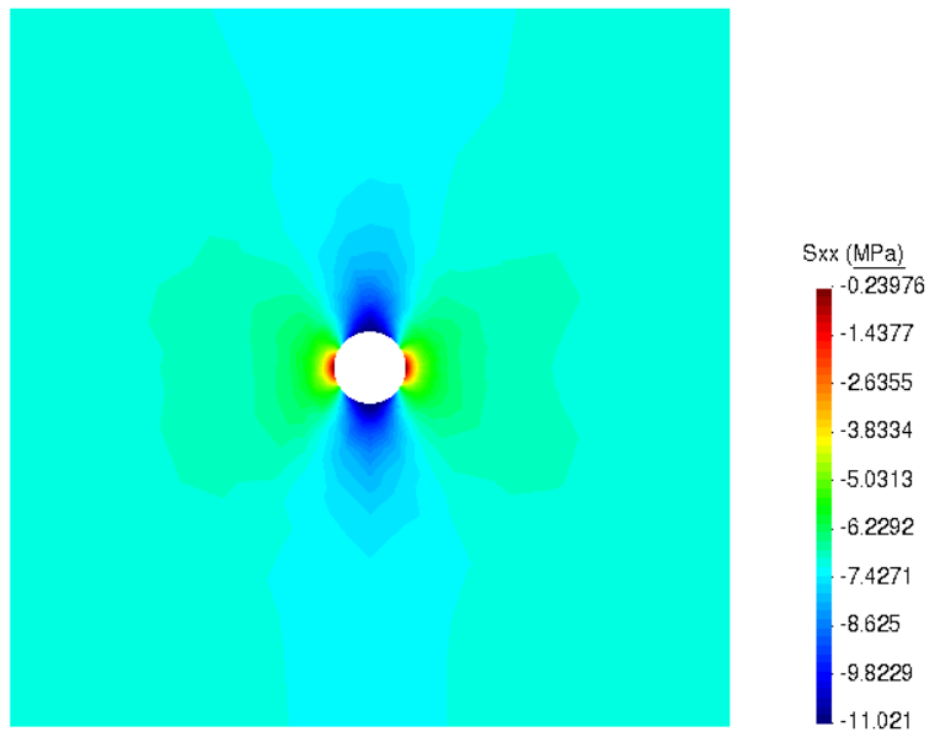
- Sélectionner **[Excavation Boundary Forces Number 1]**

Le numéro 1 ici est celui choisi dans l'étape précédente pour le fichier ExcavBC.

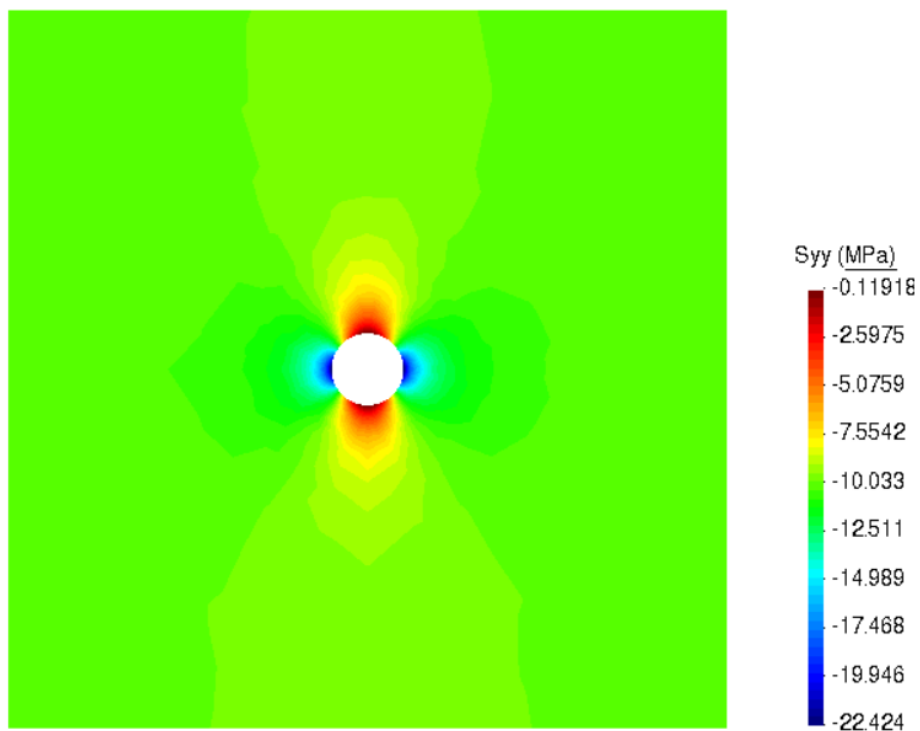
- Cliquer sur **[Confirm]**, puis sur **[Calculate]**



Sur GiD, on peut visualiser ci-dessous les champs de S_{xx} et S_{yy} obtenues pour le cas de confinement total :



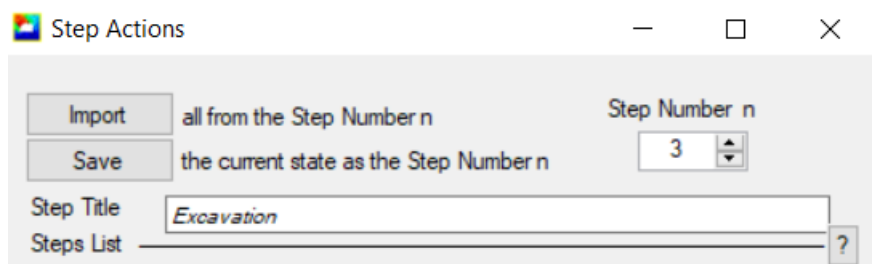
Smooth Contour Fill (Mean) of Stress (E), S_{xx} (MPa).



Smooth Contour Fill (Mean) of Stress (E), S_{yy} (MPa).

2. Enregistrer l'étape

- Aller dans **[Step Actions]** et sauvegarder sous **[Step 3]**

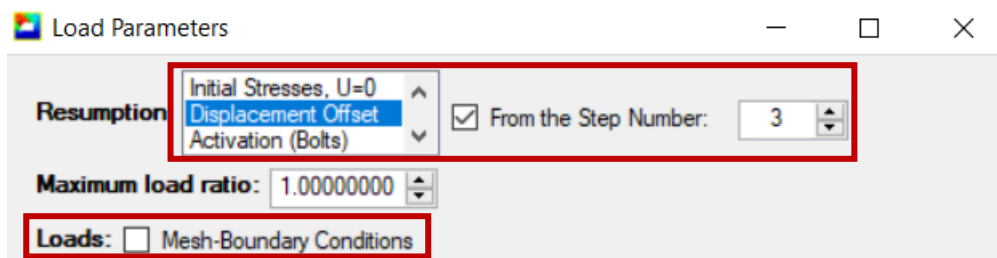


III) POSE DU REVETEMENT

Étape 7 – Pré-Addition dans [WinDisroc]

1. Définir le déplacement de référence

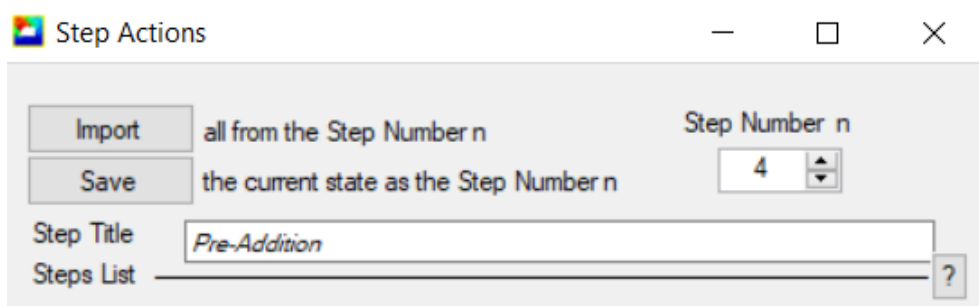
- Aller dans **[Load Parameters]**
- Cocher **[Displacement Offset... from step = 3]**



- Cliquer sur **[Confirm]**, puis sur **[Calculate]**

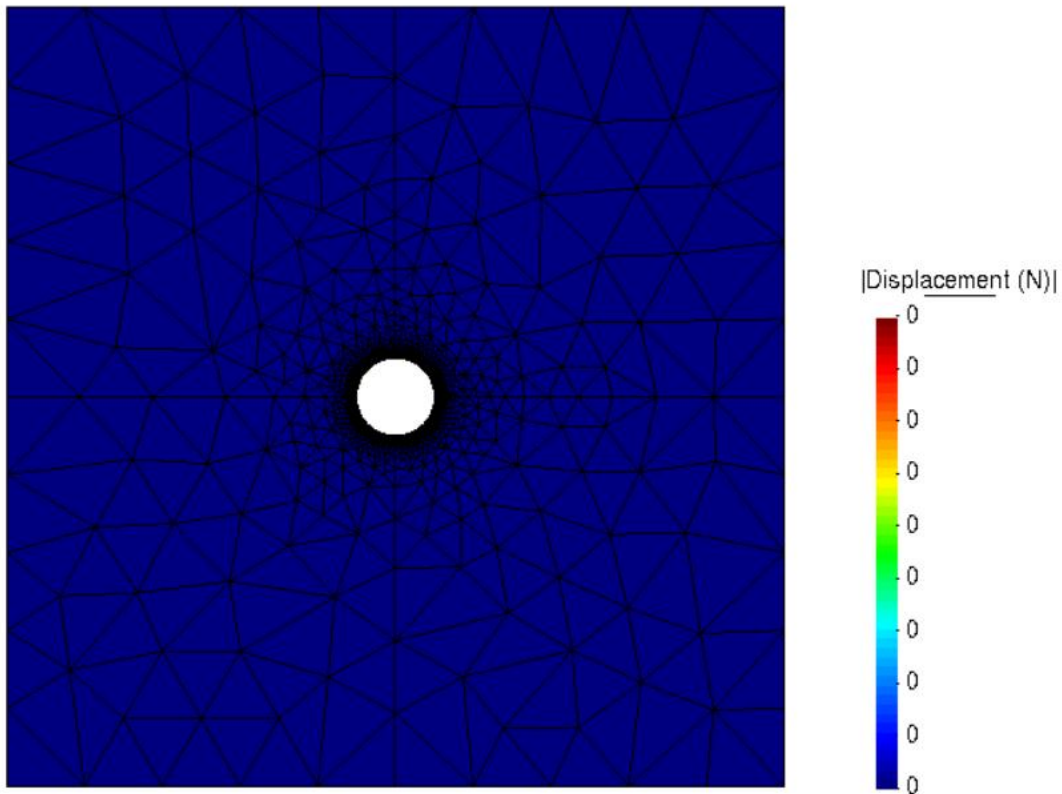
2. Enregistrer l'étape

- Aller dans **[Step Actions]**
- Sauvegarder sous **[Step 4]**



Vérification des déplacements dans [GiD]

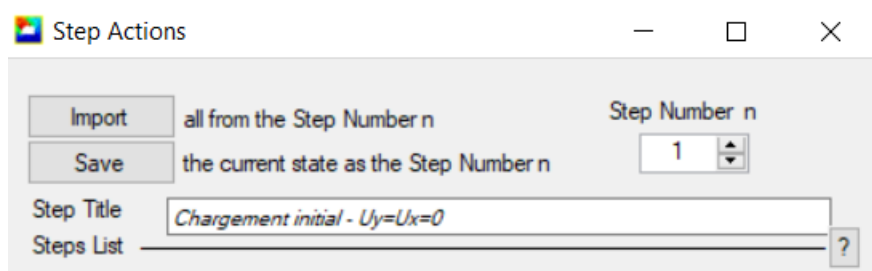
- Dans [GiD], vous pouvez contrôler les **déplacements de référence**, qui doivent être nuls
- En complément, si vous avez déjà coché l'option **Total Displacement**, vous pouvez également visualiser les **déplacements totaux**



Contour Fill of Displacement (N), |Displacement (N)|.

Étape 8 – Addition dans [WinDisroc] (1)

1. Aller dans [Step Actions]
 - Cocher [Importer... from step = 1]
 - Cliquer sur [Import]



Étape 8 – Opérations complémentaires dans [GiD] (2)

1. Supprimer le maillage de la roche dans tunnel

- Retirer uniquement le maillage de la partie rocheuse du tunnel
- Pour la procédure détaillée, consulter le *manual Disroc – Chapitre 14, pages 61–62*

2. Retirer la contrainte précédente

- Supprimer la contrainte appliquée à l'étape précédente, afin d'éviter qu'elle ne soit comptée deux fois

3. Enregistrer et exporter

- Sauvegarder le projet Sur GiD
- Exporter le fichier de calcul au format **“.dat”**

Étape 8 – Addition dans [WinDisroc] (3)

1. Modifier les propriétés du revêtement

- Ajuster les paramètres du revêtement

Materials

Name: Nature:

[Materials Catalogue](#)

Mechanics

Model: ?

Nb of Parametres:

Values

1	30000	MPa	13		
2	0.3	-	14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		

Hydraulic

Model: ?

Nb of Parametres:

Values

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Thermic

Model: ?

Nb of Parametres:

Values

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Cross and Coupling Parameters

Relative Density: -

Biot Coefficient: -

Thermal Linear Expansion Coefficient: 1/°C

Pore Fluid Heat Capacity (Advection): J/m3/K

2. Chargement

- Aller dans [Load Parameters]
- Cocher [Excavation/Addition ... from step = 4]
- Régler [Maximum load ratio] = 0.3
- Sélectionner [Excavation boundary forces Number 1]
- Cliquer sur [Confirm], puis sur [Calculate]

3. Enregistrer l'étape

- Aller ensuite dans [Step Actions] et sauvegarder sous [Step 5]

Step Actions

Import

all from the Step Number n

Step Number n

Save

the current state as the Step Number n

5

Step Title

Addition

Steps List

?

Finalement, vous pouvez visualiser vos résultats sur **GiD**, tels que le champ de contrainte Sxx

