



Tutoriel 2g.02

Consolidation d'un massif sous le poids d'un remblai

1. INTRODUCTION

1.1. Objectifs du tutoriel

Dans cette étude, on modélise la construction d'un remblai sur un massif de sol saturé. Le but de cette analyse est de déterminer l'évolution des tassements dans le temps, liés à la consolidation du sol. Deux types analyses seront réalisées :

- Calcul de tassement à court terme (sol non drainé) et à long terme (sol drainé),
- Consolidation avec couplage complet hydro-mécanique (CSNL module, consolidation d'un matériau avec un comportement mécanique non linéaire).

1.2. Description du problème

Il s'agit d'un remblai sur un sol saturé constitué de 3 couches horizontales. Nous allons analyser le tassement du sol lié au poids du talus. Ici, le remblai sera modélisé par une pression distribuée de forme trapézoïdale. La géométrie et le chargement du remblais sont symétriques, aussi on peut réduire le modèle de moitié. Considérant la longueur du remblai par rapport à l'aire de sa section, le modèle sera réalisé en déformations planes.

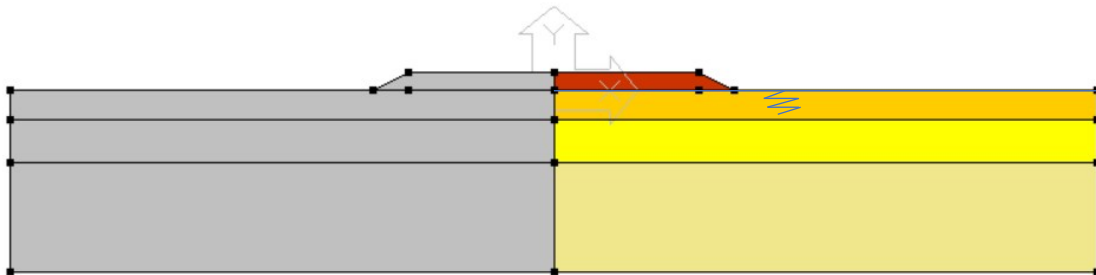


Figure 1: simplification de la géométrie

Géométrie simplifiée :

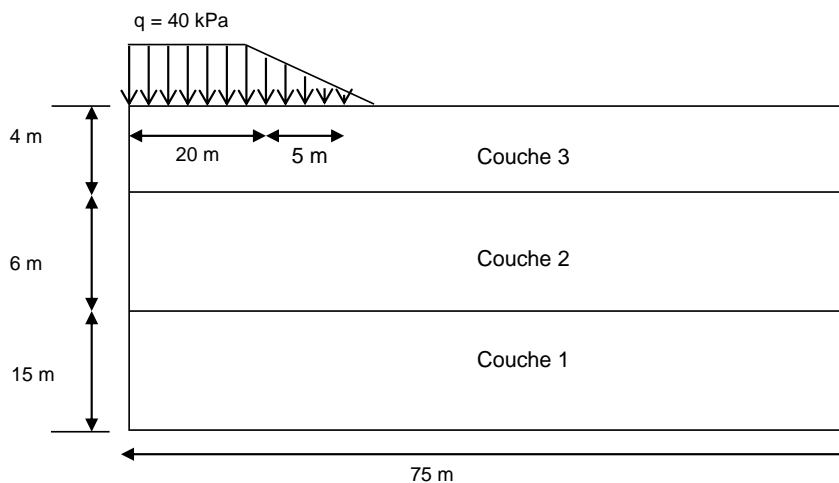


Figure 2: Description du modèle en déformations planes

Conditions limites :

1. Sur l'axe symétrique : Aucun déplacement horizontal.
2. A la base : Aucun déplacement vertical.
3. Sur l'extension latérale : Aucun déplacement horizontal.

Chargement :

Il est préférable d'éviter des chargements instantanés lors des calculs couplés dans les analyses élastoplastiques. En effet, le chargement peut causer des discontinuités dans la solution en fonction du temps d'analyses, ce qui peut porter préjudice à la stabilité et à la précision du schéma numérique. La majorité des charges considérées en géotechnique sont appliquées sur un intervalle de temps plus ou moins important : il est donc recommandé d'appliquer les charges progressivement.

Dans ce tutoriel, il est recommandé de considérer une augmentation progressive de la charge appliquée avec le temps sur un intervalle $[0, T]$ comme indiqué dans la Figure 3.

Le remblai sera modélisé comme un volume. Son poids sera augmenté avec le temps (incréments).

Notons que, le remblai peut également être modélisé en tant que pression non uniforme de 40kN/m^3

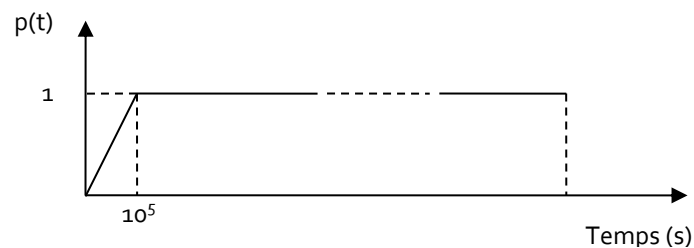


Figure 3: Augmentation de la charge en fonction du temps




Notons que le remblai aurait également pu être modélisé par des éléments volumiques et le poids propre associé.

2. GÉOMÉTRIE ET MAILLAGE

2.1. Géométrie

Un nouveau projet commence toujours dans l'onglet **GEOMETRIE**.

Construction de la géométrie :

Utiliser l'icône **Points**  pour créer la géométrie de la Figure 2.

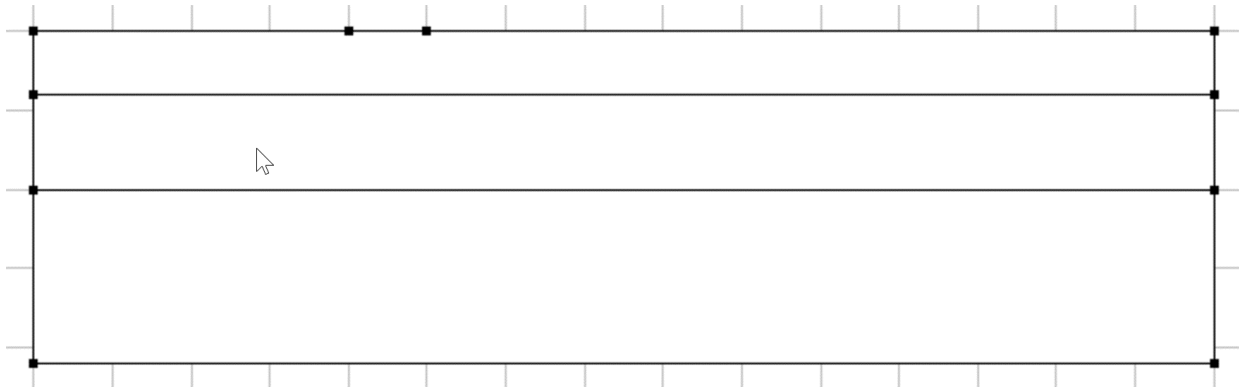


Figure 4: Contours du modèle

2.2. Maillage



Définissez une division dense dans la zone à forts gradients de contraintes, c-à-d à proximité du remblai. Utilisez une définition progressive de la densité pour générer une évolution progressive vers les extrémités.

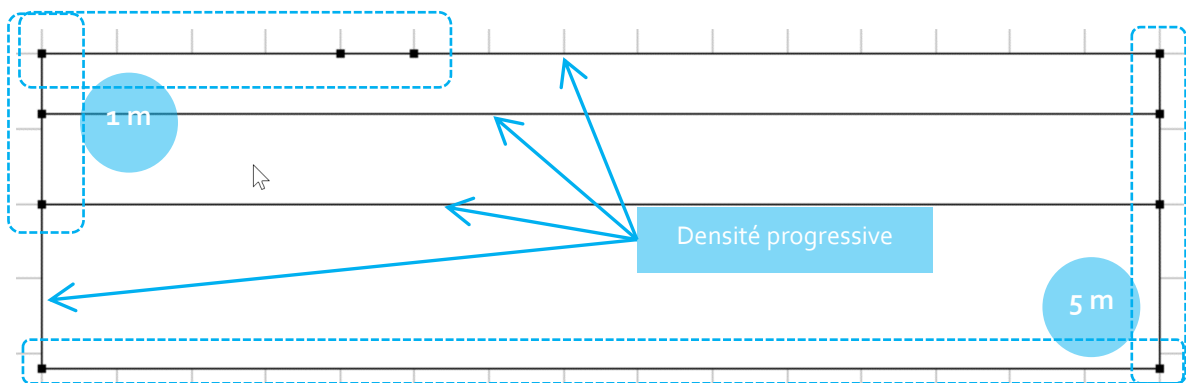






Figure 5: Plan du maillage et densité

Définition du maillage et densité :

1. Allez dans l'onglet MAILLAGE sur la barre de projet pour commencer à définir les intervalles le long des segments.
2. Sélectionnez tous les contours d'application (comme indiqué dans la figure 5)

3. Cliquez sur  **Découpage par distance** pour fixer une longueur des intervalles du segments. Entrez **1m** dans le cadrant. Cliquez sur **Appliquez**.
4. Sélectionnez les contours externes du modèle.
5. Cliquez sur  **Découpage par distance** pour fixer une longueur des intervalles du segments. Entrez **5m** dans le cadrant. Cliquez sur **Appliquez**.
6. Cliquez sur  **Découpage variable** pour découper le segment en longueur variable. Cochez **Premier intervalle** et **dernier intervalle** pour définir la méthode. Entrez la longueur **1 m** comme **première intervalle** et **5m** comme **dernier intervalle**. Cliquez sur les segments entre le cadre et les bordures extérieures

 La position du clic indique la position de l'intervalle initial. L'algorithme du logiciel ajuste les longueurs pour le meilleur ajustement avec la valeur de la consigne entrée.

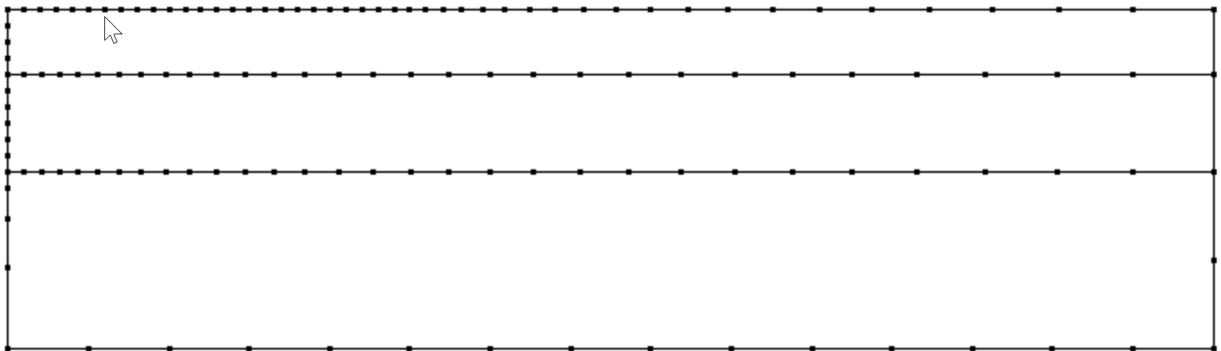




Figure 6: Densité du maillage

Définition du maillage :

1. Cliquez sur l'onglet **Maillage régions surfaciques** .
2. Sélectionnez les surfaces des blocs.
3. Choisissez **Quadratique** comme type d'interpolation et **Triangle** pour la forme de l'élément
4. Cliquez sur **Appliquer** pour générer le maillage.

 CESAR-LCPC propose 3 niveaux pour la procédure du maillage surfacique, donnant ainsi la possibilité de générer des mailles denses. Vous pouvez ajuster cela dans les **Préférences>Paramètres du programme** : interpolation linéaire = interpolation épaisse et cubique=dense.

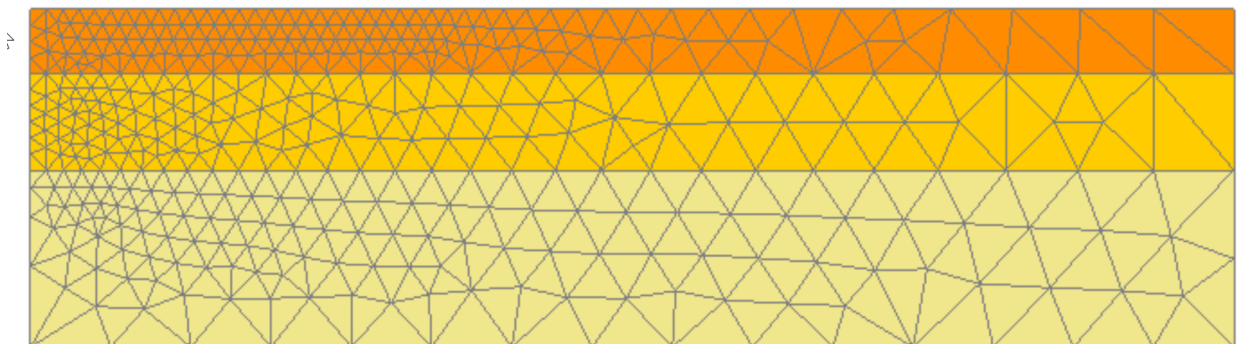




Figure 7: Vue du maillage

Définition des blocs :

Cette étape est optionnelle mais facilite l'assignation des propriétés et des chargements pour un groupe d'éléments.

1. Sur la **Barre des outils**, activez uniquement l'option **Sélection des blocs** .
2. Activez  **Propriétés des blocs**.
3. Faites un clic droit sur le bloc correspondant à la *couche 1*. Entrez *Couche 1* comme nom et spécifier la couleur. Cliquez sur **Appliquez**.
4. Répéter l'opération pour la *couche 2* et la *couche 3*.

3. ANALYSE DE TASSEMENT À COURT ET LONG TERME



3.1. Analyse à court terme

3.1.1 Définition du modèle

1. Faites un clic droit, sur **STATIQUE** dans l'arborescence sur le côté droit de l'espace de travail.
2. Cliquez sur **Ajoutez un modèle**.
3. Une nouvelle fenêtre de définition du modèle apparaît sur :
 - Entrez Court terme comme "Nom du modèle",
 - Cocher **Déformation planes** comme configuration du modèle et **Initialisation des paramètres** comme type de calcul,
 - Cliquez sur **Valider**.

3.1.2 Propriété des matériaux des solides

Propriétés des matériaux des corps solides :

1. Allez dans l'onglet **PROPRIÉTÉS**.
2. Cliquez sur  **Propriétés des blocs en 2D**
3. Nommez les propriétés (Exemple : *Couche 1-U*).
 - Dans **Paramètres élastiques**, choisissez "Élasticité linéaire isotrope (+)". Remplissez la masse volumique, le module d'élasticité et le coefficient de Poisson comme défini ci-dessous. Cochez **Actif** pour comportement non drainé. Définissez le module de compressibilité du fluide et la porosité.
 - Cliquez sur **Validez**.
4. Répétez les opérations suivantes pour définir les paramètres de la couche *Couche 2-U*.
5. Ajouter les propriétés avec l'onglet (). Nommer les propriétés (Exemple : *Couche 3-U*).
 - Remplissez les **Paramètres élastiques** et le comportement non drainé,
 - Dans **Paramètres de plasticité**, choisissez "Mohr-Coulomb (+)" comme *Critère*. Renseignez la cohésion et l'angle de frottement.
 - Cliquez sur **Validez**.
6. **Valider** et **Fermer**

	Masse volumique	Module d'élasticité	Coefficient de poisson	Module de compressibilité du fluide	Porosité	Plasticité	
	ρ	E	ν	Kw	n	c	ϕ
	kg/m ³	MPa	-	MPa	-	MPa	°
<i>Couche 3-U</i>	900	5	0,35		0,35	0,008	0
<i>Couche 2-U</i>	1 100	10,8	0,25	2 000	0,4		
<i>Couche 1-U</i>	1 350	50	0,3		0,3		

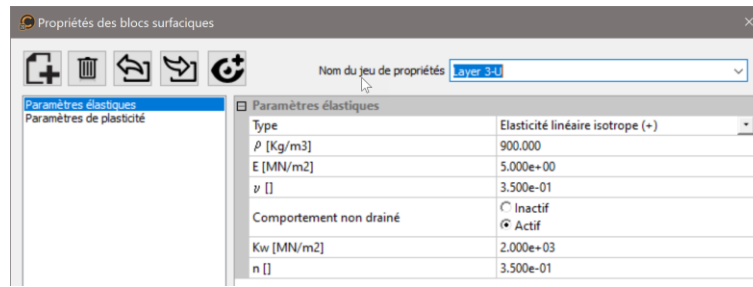




Figure 8: Propriété des paramètres couplés en non drainé


Affectation des propriétés des matériaux :

1. Cliquer sur  **Appliquer les propriétés.**
2. À gauche, une nouvelle fenêtre s'affiche. Cliquez sur  **Propriétés blocs surfaciques.**
 - Sélectionnez le bloc correspondant à la couche 1.
 - Sélectionnez les propriétés de la couche *Couche 1-U* dans la liste.
 - Appliquer.
3. Répéter l'opération pour chaque couche de sol.

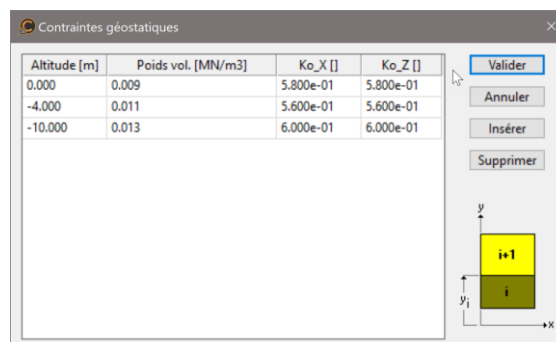
3.1.3 Conditions initiales

La contrainte initiale est considérée comme une contrainte géostatique existante ; La contrainte verticale et horizontale sont reliées par le coefficient K_0 .


Le niveau de la nappe étant $y = 0$ m, toutes les couches sont saturées. Nous considérerons le poids volumique réduit pour définir la contrainte effective.


1. Aller dans l'onglet **INITIALISATION DES PARAMETRES.**
2. Sélectionnez  **Contraintes géostatiques.**
3. Cliquez sur **Insérer** pour définir une nouvelle couche.
4. Entrez les valeurs suivantes puis **Valider.**

Attitude (m)	Poids vol. (MN/m ³)	K_{0_X}	K_{0_Z}
0	0.009	0,58	0,58
-4	0.011	0,56	0,56
-10	0.0135	0,60	0,60



3.1.4 Conditions limites

1. Aller dans l'onglet **CONDITIONS LIMITES**.
2. Activer l'icône  pour définir les supports inférieurs et latéraux.
3. **Appliquer**. Les supports sont automatiquement affectés aux limites de la maille.

 Optionnel. Il est possible de modifier le nom par défaut assigné aux conditions limites, BCSet1. Appuyez sur [F2]; Exemple : **Blocages standards**.

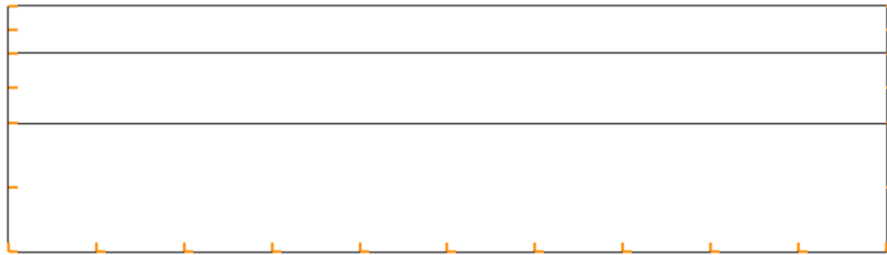



Figure 9: Vu des limites mécanique

4. Allez dans l'onglet **CHARGEMENT**.
5. Activer l'icône  **Pression répartie**.
6. Sélectionnez le segment A.
 - Cochez "Pression uniforme".
 - Entrez la valeur **P = 40 kN/m²**.
 - **Appliquer**.
7. Sélectionnez le segment B.
 - Décochez "Pression uniforme".
 - Entrez la valeur **P₁ = 0 kN/m²** et **P₂ = 40 kN/m²**.
 - **Appliquer**.

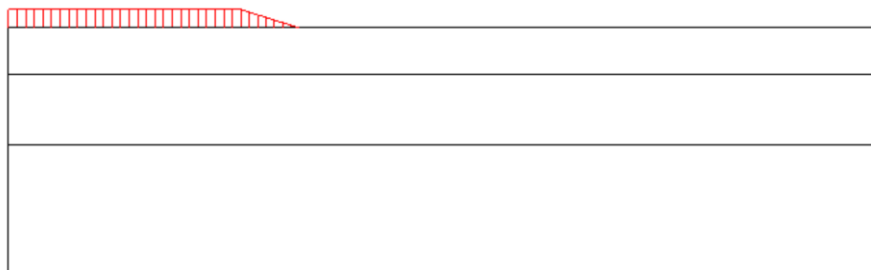

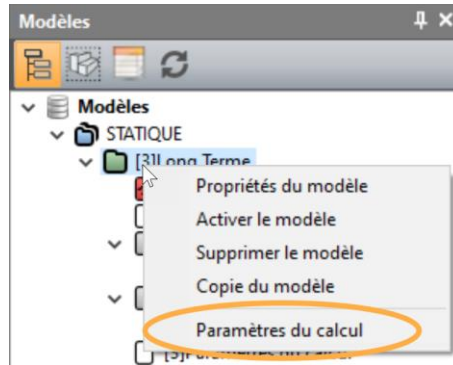


Figure 10: Distribution de la pression modélisant la géométrie et le poids de la digue

 Optionnel. Il est possible de modifier le nom par défaut assigné au cas de charge, LoadSet1. Appuyez sur [F2]; Exemple **Poids propre du remblai**.

3.1.5 Paramètres d'analyses

1. Activez l'onglet **GESTION DES CALCULS**.



2. Dans l'arborescence, faites un clic droit sur le titre du modèle. Dans la fenêtre qui apparaît sélectionnez **Paramètres du calcul**.
3. Donc la section **Paramètres généraux**, Entrez les valeurs suivantes :
 - Processus itératif :
 - Nombre max. d'incréments : 1
 - Nombre max. d'itérations par incréments : 500
 - Tolérance : 0,01
 - Méthode de résolution : 1 – Méthode des contraintes initiales
 - Type d'algorithme de résolution : Pardiso
 - Type de calcul : Standard
 - Stockage : Cochez stockage des déformations totales et plastiques.
4. **Valider.**

3.2. Analyse à long terme



Cette analyse diffère de la précédente par les différentes propriétés assignées aux couches de sol. Dans cette partie, l'analyse sera effectuée en conditions drainées, le comportement non drainé est donc désactivé.

3.2.1 Définition du modèle

1. Faites un clic droit sur le précédent modèle **Court terme** dans l'arborescence des modèles.
2. Cliquer sur **Copier le modèle**.
3. Une nouvelle fenêtre de définition du modèle apparaît :
 - Entrez **Long terme** comme "Nom du modèle",
 - Les autres propriétés ne changent pas,
 - Cliquez sur **Valider**.
4. Le logiciel propose le partage des options, cela signifie qu'une modification d'un des paramètres (Propriétés, Conditions limites ou Chargement) sera automatiquement assignée aux autres modèles. Ici nous partageons les conditions aux limites et les cas de charges.
 - Cochez conditions limites et cas de charge, puis **Valider**.

3.2.2 Propriétés des matériaux des éléments solides

Propriétés des matériaux des blocs :

1. Aller dans l'onglet **PROPRIÉTÉS**.
2. Cliquer sur  **Propriétés des blocs en 2D**
3. Sélectionnez la couche *Layer 1-U*. Cliquer sur  **Créer un jeu de propriétés**. Les propriétés sont alors dupliquées.
4. Nommez chaque jeu de propriétés (Exemple : *Layer 1-D*).
 - Dans **Paramètres élastique**, Cochez **Inactif** pour conditions non drainées. **Valider**.
5. Répétez les opérations suivantes pour les couches *Layer 2-U* and *Layer 3-U*, Renommez par *Layer 2-D* and *Layer 3-D*.
6. **Valider** et **Fermer**.

Assignation des propriétés des matériaux :

1. Utilisez l'outil  **Appliquer les propriétés** pour assigner les propriétés.

3.2.3 Initialisation des paramètres

Aucun changement.

3.2.4 Conditions limites

Aucun changement.

3.2.5 Chargement

Aucun Changement.

3.2.6 Paramètres d'analyse

Aucun changement.

4. CALCUL EN CONSOLIDATION

4.1. Paramètres du modèle

4.2. Propriétés des matériaux des solides

Dans le contexte de consolidation du logiciel CESAR, la loi de Darcy pour les écoulements s'écrit de la manière suivante :

$$v = -k \text{ grad } h$$

Où v la vitesse d'écoulement fluide en m/s et la charge hydraulique h en m. La perméabilité k est donc en m/s.


La perméabilité k est donnée par la relation :

$$k = K_w \rho_w g$$


Où le module de compressibilité du fluide K_w est 2GPa, la densité du fluide ρ_w est 1000 kg/m³, Et l'accélération $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Propriétés des matériaux des blocs :

Nous complétons les données des matériaux existants *Couche 1-D*, *Couche 2-D* and *Couche 3-D* Avec des propriétés requises pour le calcul de la consolidation (Paramètres découlement et paramètre couplés).

1. Aller dans l'onglet **PROPRIÉTÉS**.
2. Cliquer sur  **Propriétés des blocs surfaciques**.
3. Sélectionnez les propriétés de la *Couche 1-D* :
 - Dans **Paramètres d'écoulement**, Choisissez "Ecoulement en milieu poreux saturé". Remplissez les valeurs de perméabilités du tableau ci-dessous.
 - Dans **Paramètres de couplage**, Choisissez "Consolidation". Remplissez les valeurs de porosité du tableau ci-dessous. Les autres valeurs sont en relation avec les propriétés du fluide interstitiels. Les valeurs suivantes restent les mêmes pour chaque couche de sol : poids volumique du fluide = **10 kN/m³**; Compressibilité du fluide interstitiel = **5 x 10⁻¹⁰ Pa⁻¹**.
 - Cliquez sur **Validez**.
4. Répéter les opérations pour compléter les propriétés des couches *Layer 2-D* and *Layer 3-D*.

	ρ^* kg/m ³	E MPa	ν -	c (kPa)	φ (°)	ψ (°)	n -	k_{xs} m s ⁻¹	k_{ys}
<i>Layer 3</i>	900	5	0,35	8	0	0	0,35	1,2. 10 ⁻⁷	1,2. 10 ⁻⁸
<i>Layer 2</i>	1100	10,8	0,25				0,4	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷
<i>Layer 1</i>	1350	50	0,3				0,3	5,8. 10 ⁻⁶	5,8. 10 ⁻⁶

 La compressibilité des interstices C_w est l'inverse du module de compressibilité K .

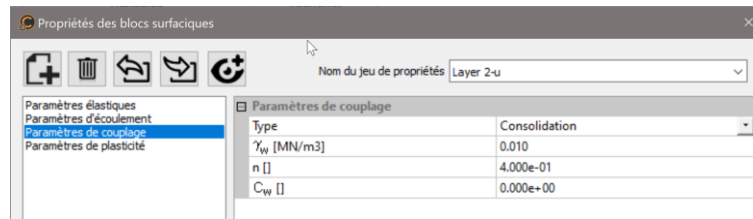




Figure 11: Paramètres γ_w et C_w pour les propriétés de couplage de chaque couche

4.3. Initialisation des paramètres

La contrainte initiale est considérée comme une contrainte géostatique existante ; la contrainte verticale et horizontale sont reliées par la valeur K_0 .

1. Aller dans l'onglet **INITIALISATION DES PARAMETRES**.
2. Activez l'icône d'initialisation **Contrainte** 
3. Sélectionnez  **Contraintes géostatiques**.
4. Cliquer sur **Insérer** pour définir une nouvelle couche.
5. Entrez Les valeurs suivantes puis **Valider**.

Altitude (m)	Poids volumique (MN/m ³)	K_0_X	K_0_Z
0	0.009	0,58	0,58
-4	0.011	0,56	0,56
-10	0.0135	0,60	0,60



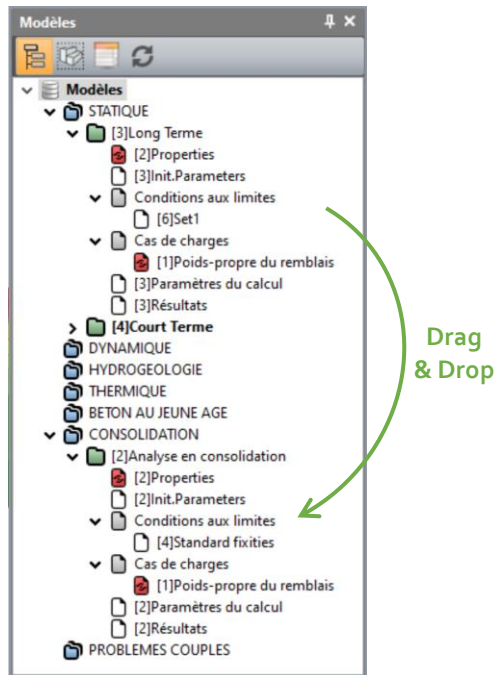
Dans l'analyse linéaire élastique, la contrainte initiale n'a aucune influence sur le tassement final.

4.4. Conditions limites

Dans les calculs couplés, Il y a 2 types de conditions limites : "Mécanique" and "Hydrogéologique".

Nous pouvons copier les conditions limites "Mécanique" à partir des modèles précédents avec l'option copie- partager.

1. Sélectionnez les propriétés **Blocages standards** du modèle à "**Long terme**".
2. **Déplacer-coller** sur le modèle BCSet1.
3. Acceptez le changement de nom du modèle.



4. Activez l'outil conditions hydrauliques H .

- Activez \bar{h} pour définir une charge constante.
- Sélectionnez les segments ABC, limite supérieure du modèle
- Remplacer la valeur $o\ m$ dans la fenêtre de dialogue.
- Appliquez.



Figure 12: Conditions aux limites mécaniques

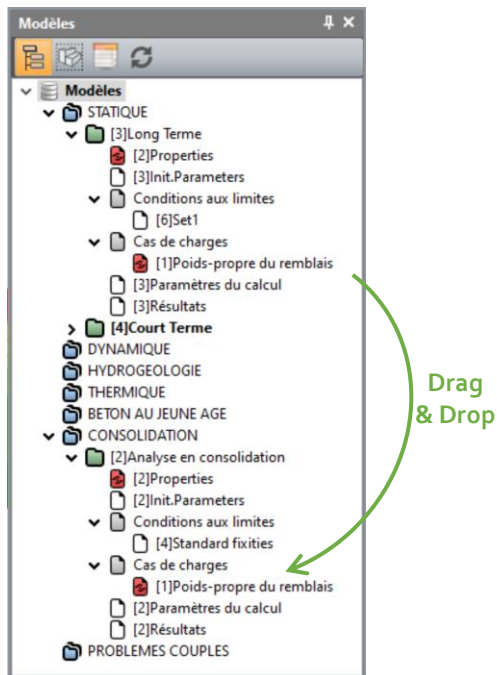


Figure 13: Conditions aux limites hydrauliques

4.5. Chargement

Comme pour les conditions limites, nous pouvons copier-partager les données des cas de charge des modèles précédents.

1. Sélectionnez les propriétés du modèle **Poids propre du remblai** à "Long terme".
2. **Déplacer-coller** sur le modèle LoadSet1.
3. Acceptez le changement de nom.



4.5.2 Paramètres d'analyse

1. Allez dans l'onglet **GESTION DES CALCULS**.

2. Cliquez sur  **Paramètres du calcul**.

3. Entrez les valeurs suivantes :

- Nombre de valeurs de temps : 51
- Valeur initiale du temps 0.0 seconde
- Activez l'option **Par groupe** pour définir 3 groupes de pas de temps :

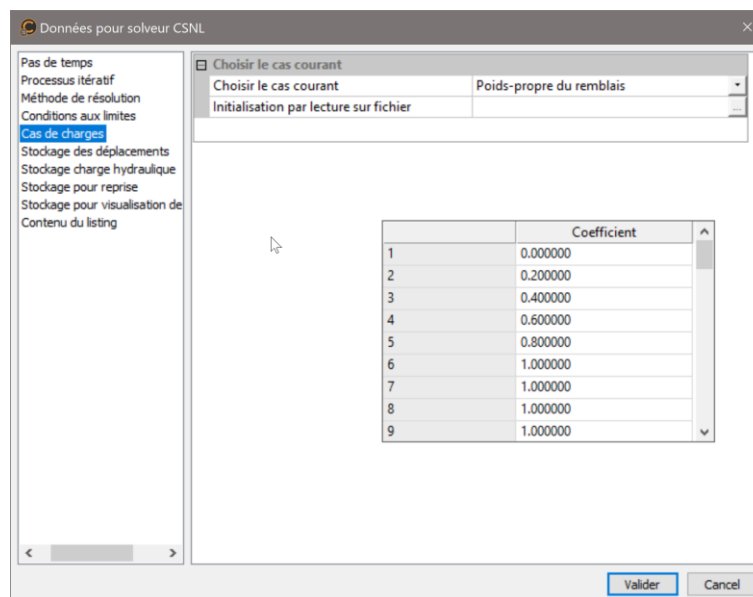
	Nombre de pas	Valeur des pas
1	10	5 000
2	10	50 000
3	30	500 000

4. Dans le **processus itératif**, entrez les valeurs suivantes :

- Nombre max. d'itérations : 500
- Tolérance : 0.001

5. Dans **Conditions aux limites**, définissez le coefficient et les fonctions de temps à 1.00 (par défaut). Ceci permettra de s'assurer que les déplacements, les températures et pressions limites définis resteront constants durant les étapes du calcul.

6. Dans **Cas de charges**, définissez le coefficient de chargement comme une fonction incrémentale dans le tableau suivant :



7. Si l'utilisateur souhaite réaliser une analyse hydromécanique découplée, ou une analyse par phase de construction, l'utilisateur peut sélectionner les options de *Stockage des déplacements*, *Stockage charge hydraulique* et *Stockages pour reprise*.


8. Dans **Stockage pour visualisation des résultats**, l'utilisateur peut sélectionner les pas de temps d'affichage des résultats

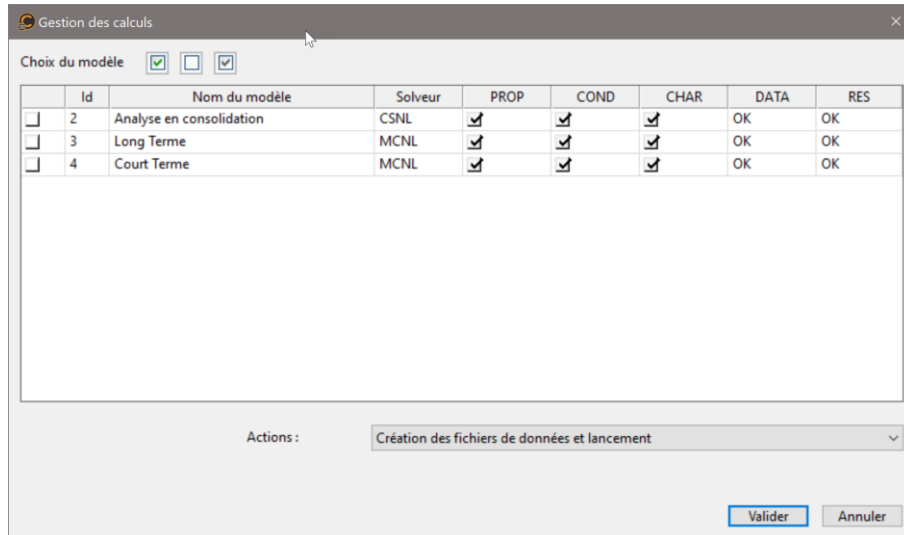
- Cochez "Stockage pour tous les temps" pour conserver les résultats de tous les pas de temps.
- Cochez "Résultats principaux et complémentaires".


9. L'utilisateur peut également choisir les résultats à afficher dans le **Contenu du listing** (fichier *.list).

10. **Valider**.

5. CALCULS

1. Allez dans l'onglet **Gestion des calculs**.
2. Cliquer sur l'icône 
 - Sélectionnez les 3 modèles.
 - Sélectionnez Création des fichiers de données et lancement, puis calculez.
 - Cliquez sur **Valider**.





 CESAR-LCPC détecte si les modèles sont prêts pour l'analyse. Chacune des étapes doivent être validées par une case cochée.

 Le processus itératif s'affiche sur la **Fenêtre de travail**. Le message "Fin du calcul en mode EXEC" indique la fin du processus.

6. RÉSULTATS

6.1. Comparaison des tassements

Nous pouvons comparer l'analyse des tassements à court et long terme avec ceux obtenus au début et à la fin du processus de consolidation.

1. Allez dans l'onglet **RÉSULTATS**.
2. Sélectionnez le **Pas de temps [51]**
3. Cliquez sur  **Type de résultats à afficher**.
 - Sélectionnez **Déformé** comme Maillage,
 - Cochez "Actif" et sélectionnez **|u|, déplacement total** dans la section isovaleurs
 - Appliquez.
4. Cliquez sur  **Options déplacements**.
 - Sélectionnez **Manuel** comme *Échelle*,
 - Mettez la valeur 2 mm représentée par 0.1 m,
 - Appliquez.

En dessous de la fenêtre de travail, le maximum des déplacements verticaux sont affichés.

Analyses		Tassement maximum
Court terme	5 ^{ème} incrément (100% de la charge)	32 mm
Long terme	5 ^{ème} incrément (100% de la charge)	72 mm
Consolidation	6 ^{ème} Pas de temps (100% de la charge)	31 mm
	51 ^{ème} Pas de temps	74 mm

Nous voyons ici comment les différents calculs donnent des résultats similaires pour la prédiction des tassements.

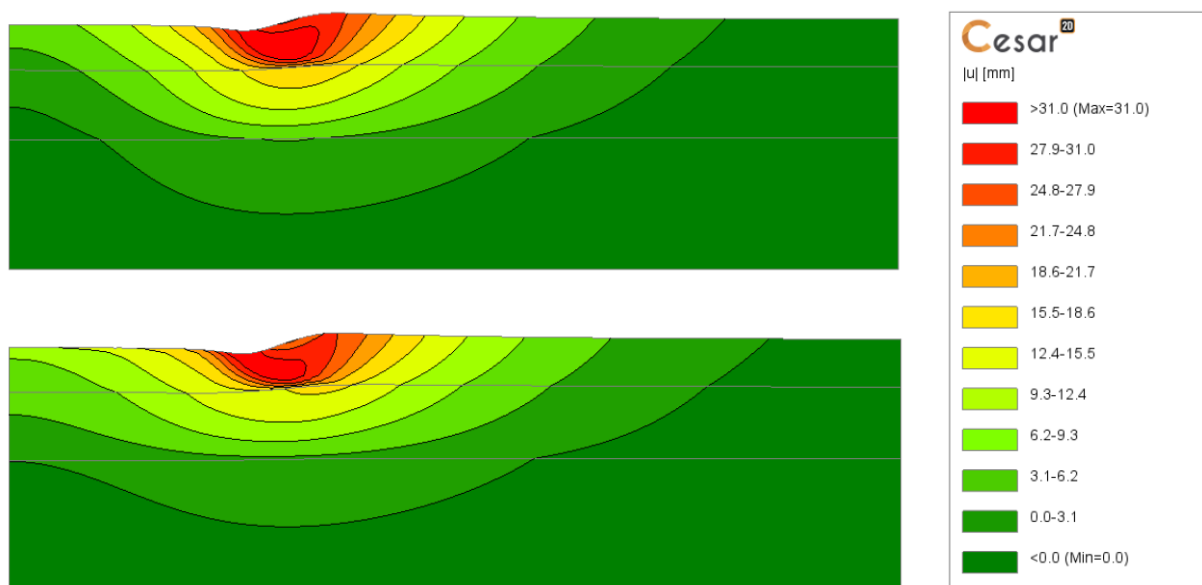


Figure 14: Affichage de tous les déplacements à court terme (Pas de temps #6)

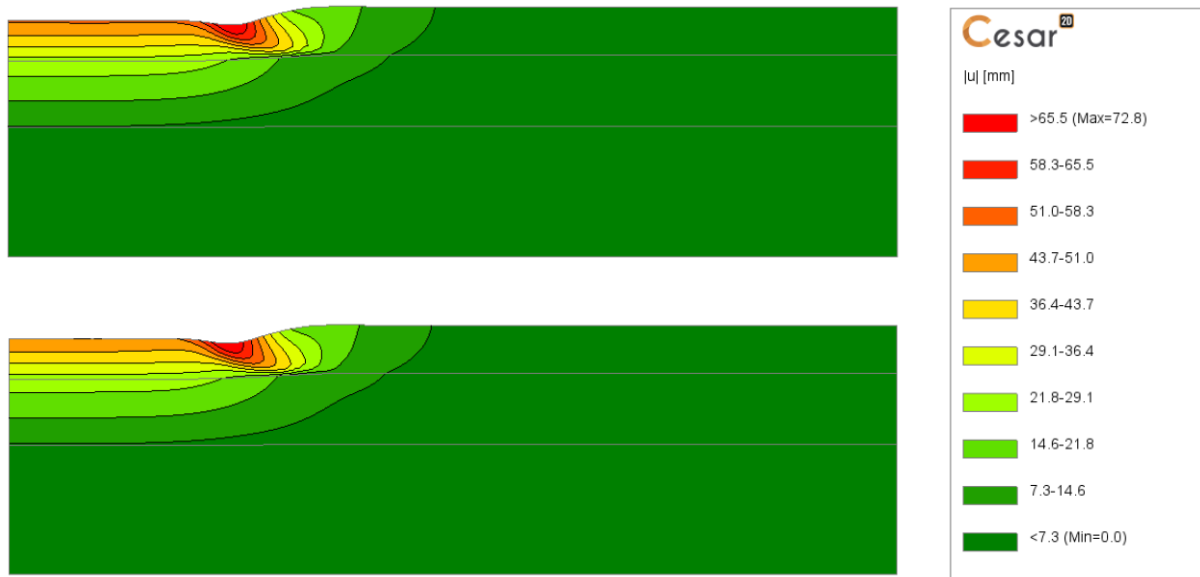





Figure 15: Affichage de tous les déplacements à long terme pas de temps #51)

6.2. Autres affichages des résultats de consolidation

1. Allez dans l'onglet **RÉSULTATS**,
2. Sélectionnez le **Pas de temps [51]**
3. Cliquez sur  **Type de résultats à afficher**.
 - Sélectionnez **Déformé** comme Maillage,
 - Cochez "Actif" et sélectionnez **Pression interstitielle** dans la section isovaleurs
 - Appliquez.
4. Cliquez sur  **Options isovaleurs**
 - Cochez "Activer" et sélectionnez **Zones** comme *style*,
 - Cochez "Lignes de contour" et sélectionnez **Gris** comme *Couleur*,
 - Sélectionnez **Hydro** comme *palette de couleurs*,
 - Appliquez.
5. Cliquez sur  **Légende**.
 - Sélectionnez **Isovaleurs** comme *Légende*,
 - Cochez "Bordures de légende",
 - Appliquez.

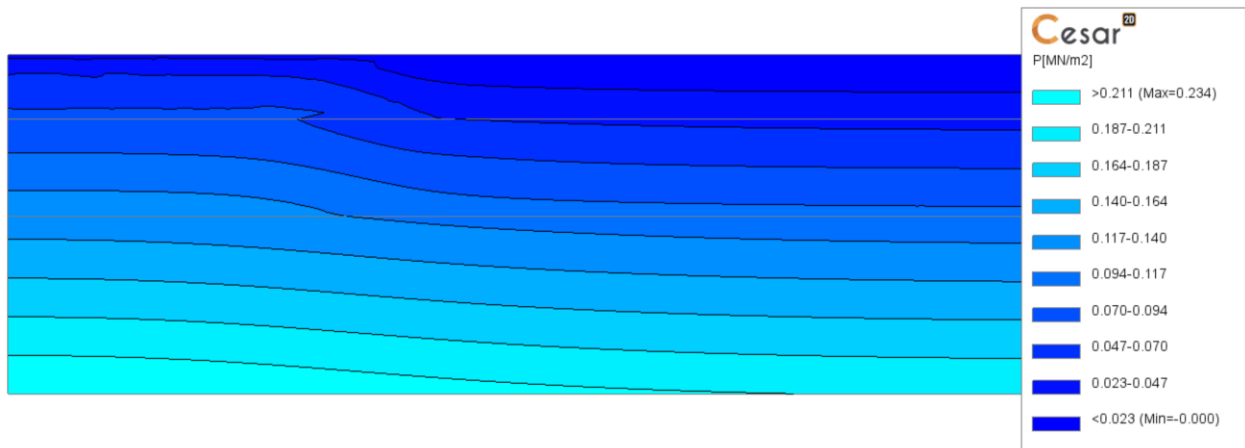


Figure 16: Consolidation – vue du champ de pression interstitielle au pas de temps [6]

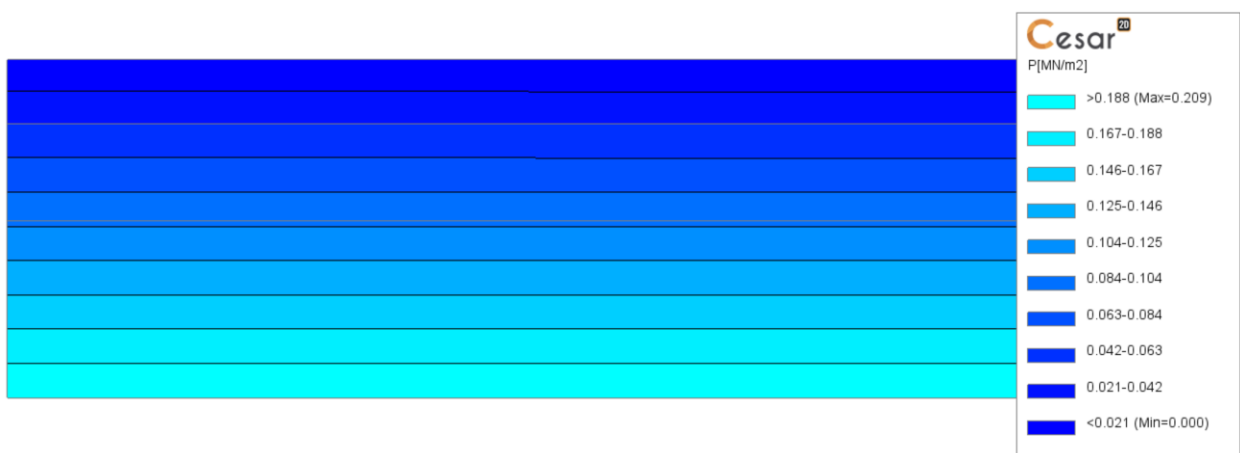





Figure 17: Consolidation - vue du champ de pression interstitielle au pas de temps [51]

Cliquer sur  **Animation.**




- Sélectionnez Ensemble des entités,
- Cliquez sur  arrière,
- Décochez "Répéter l'animation",
- Cliquez sur  pour lancer l'animation to play the animation. L'animation permet de voir l'évolution des déformations verticales en fonction du temps.


6.3. Courbes




6.3.1 Pression interstitielle à l'intérieur des couches

1. Allez dans l'onglet **COURBES**.
2. Activez l'icône  **Points**.
 - Créer 4 points d'observations :

Nom	Px [m]	Py [m]	Emplacement des points
P0	0	0	Centre du remblai
P1	25	0	Extrémité du remblai
P2	20	-2	Dans la Couche 1
P3	10	-7	Dans la Couche 2

3. Activez l'icône  **Ensemble de points**.
 - Activez uniquement l'outil  *Sélection points*.
 - Cliquez sur les points "P2" et "P3", entrer un nom "Milieu" puis cliquez sur **Ajoutez**.
4. Activez  **Graphique pour ensemble de points**
 - Sélectionnez "Charge hydraulique" pour l'axe- Y,
 - Sélectionnez "Milieu" comme *Groupe de points*,
 - Cliquez sur on **Appliquez**.

 La pression interstitielle au niveau de la digue est nul dû aux conditions aux limites.

 L'utilisateur peut afficher les couleurs et des marqueurs sur les **Options du graphiques** . Si l'utilisateur souhaite dessiner le graphique manuellement, il peut exporter les données via l'outils **Exports des données du graphique** .

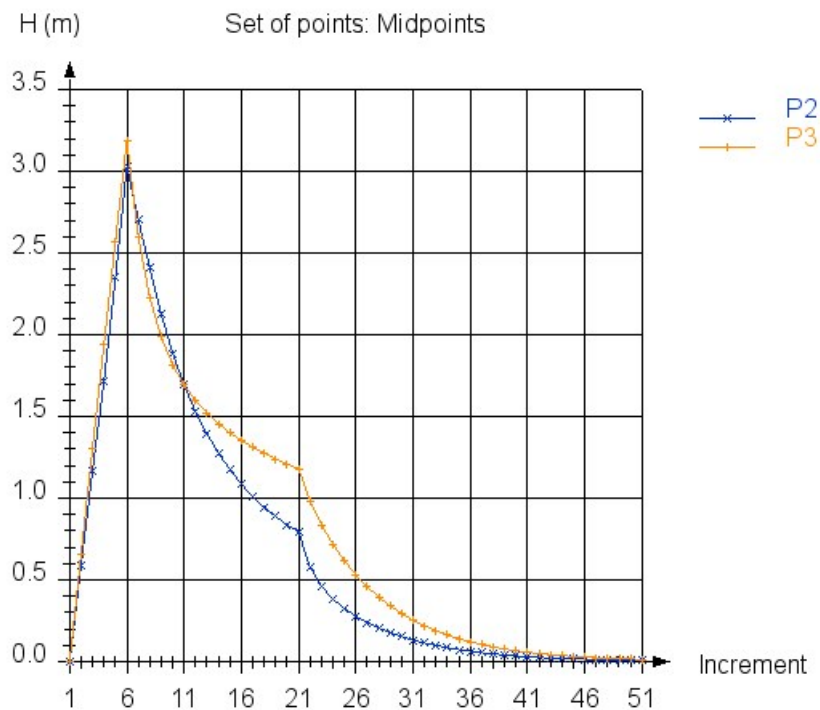





Figure 18: Evolution de la pression interstitielle à l'intérieur de la couche en fonction du temps

6.3.2 Déplacements verticaux à proximité du remblai

1. Aller dans l'onglet **COURBES**.
2. Activez l'icône  **Lignes**.
 - Cliquez sur les points "Po" et "P1" puis double cliquez jusqu'à apparition d'une ligne rouge.
3. Activez  **ligne de coupe**.
 - Cliquez sur la ligne rouge connectant Po et P1,
 - Entrez un nom (exemple "Remblai"),
 - Cliquez sur **Ajoutez**.
4. Activez  **Graphique pour une ligne de coupe**.
 - Sélectionnez "Charge hydraulique" comme *Paramètre*,
 - Sélectionnez la ligne de coupe comme *Abscisse*,
 - Sélectionnez les temps suivant pour mieux observer l'évolution des déplacements, puis cliquez sur **Appliquez**.

N° of time step	Représentation du chargement		
	Contrainte initiale	Pression du remblai	Temps
Time step_0	Contrainte géostatique	-	-
Time step_1		8 kN/m	5 000 s
Time step_5		40 kN/m	25 000 s
Time step_50		40 kN/m	end (around 232 days)

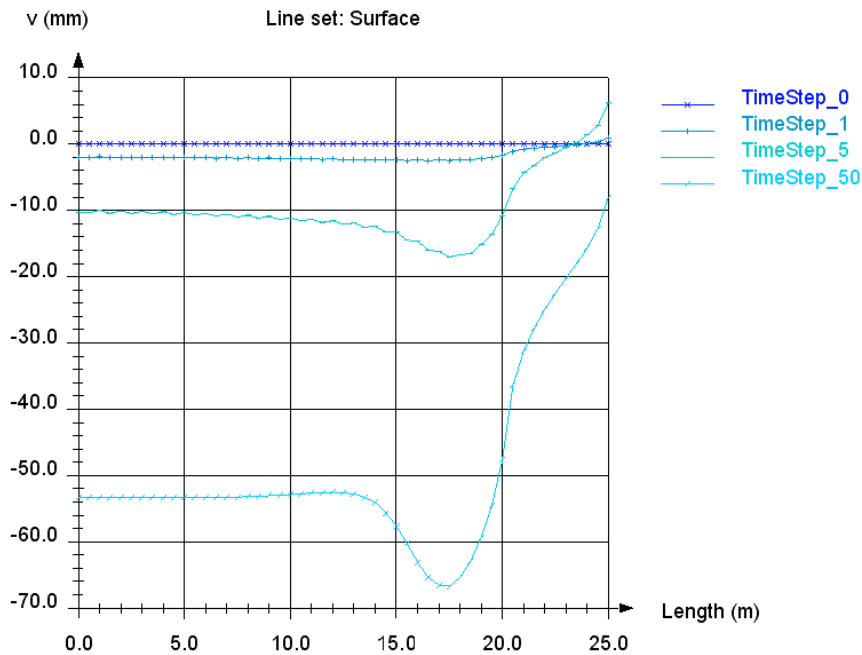


Figure 19: Evolution des déplacements verticaux sous le remblai en fonction du temps

Editée par :



8 quai Bir Hakeim

F-94410 SAINT-MAURICE

Tél. : +33 1 49 76 12 59

cesar-lcpc@itech-soft.com

www.cesar-lcpc.com

© itech - 2020