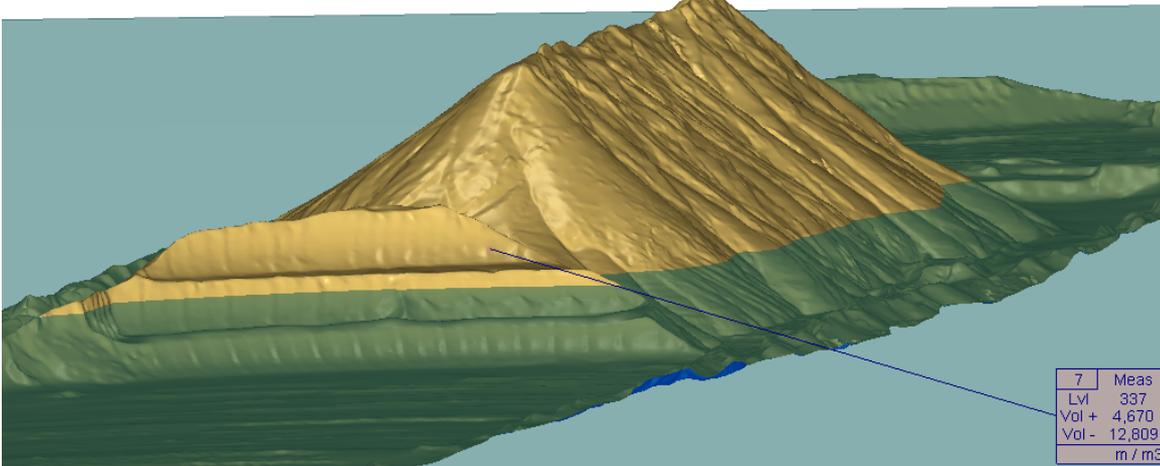


# 3DReshaper Practical Exercise

## Ex10 - Maillage 3D & Cubatures



### Introduction

3DReshaper propose plusieurs commandes générant ou modifiant des maillages. Ainsi, il est essentiel de choisir la méthode de création correspondant au but recherché. Un maillage raffiné est nécessaire pour un rendu visuel agréable. Mais dans un but de calcul de volume, un maillage simplifié peut être suffisant.

### Objectifs

Dans cet exercice, nous allons voir comment créer des maillages avec différents niveaux de détails, depuis un nuage de points. Nous allons ensuite comparer leurs volumes respectifs.

Étapes de l'exercice :

- Créez un maillage 3D avec tous les points
- Créez un maillage 3D avec un échantillonnage régulier des points
- Affinez un maillage 3D grâce à un nuage de points
- Calculez le volume d'un maillage
- Calculez une cubature entre 2 maillages

Vous devez avoir le plugin Topographie pour calculer les volumes.

 Le fichier à utiliser est **3DMesh&Volumes.rsh**

# 1 Aperçu

---

Le fichier contient deux nuages de points qui sont complètement différents :

- Un nuage de points d'un tas de matériaux (environ 2 150 000 points acquis par relevé scanner laser).
- Un nuage de points du sol supportant le tas (172 points acquis par technique de topographie traditionnelle).

Ainsi le second nuage contient une sélection de points exacts alors que le premier contient un grand nombre de points et probablement des points bruités. Nous allons voir comment mailler chacun de ces nuages de manière appropriée.

## 2 Maillage du sol support (plateforme)

La surface de référence contient peu de points mais des points précis. C'est pourquoi nous allons utiliser tous les points disponibles.

- Sélectionnez le nuage **Platform**.
- Lancez la commande **Maillage \ Maillage 3D**. Comme le nombre de points est faible, uniquement l'option **Garder tous les points** est visible par défaut. Les autres options sont accessibles via les paramètres avancés.
- Pour la gestion des trous, sélectionnez **Essayer de garder uniquement le bord extérieur** puisque l'on ne veut pas de trous à l'intérieur.
- Cliquez sur **OK** pour lancer le calcul. Le maillage est affiché et le nuage de points est caché.
- Faites un clic droit sur le maillage obtenu et affichez les propriétés : le maillage contient effectivement tous les points du nuage et seulement un contour libre (le contour extérieur).

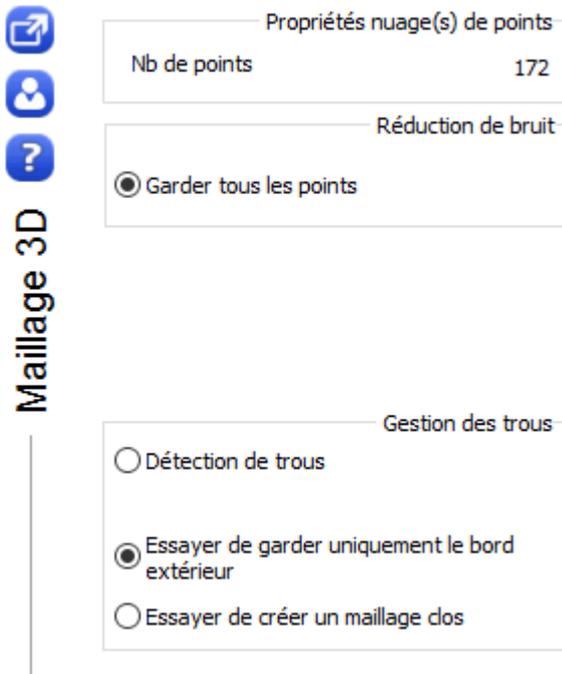
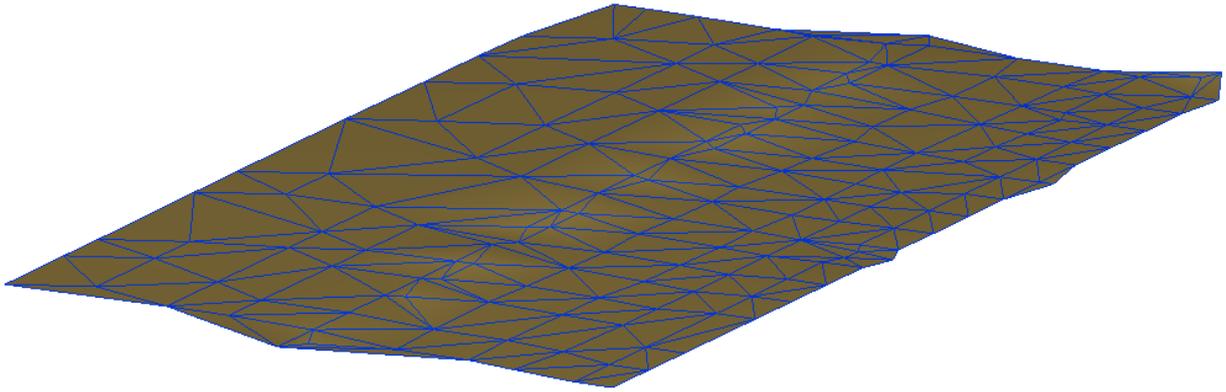


Figure 1 : Maillage de la plateforme en gardant tous les points



**Figure 2 : Résultat du maillage de la plateforme**

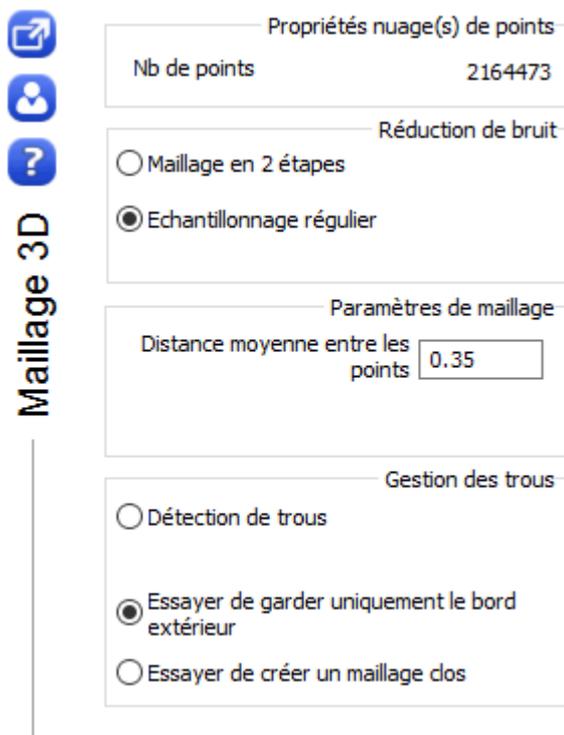
Pour voir les triangles, vous pouvez faire apparaître le menu contextuel sur le maillage via un clic droit et choisir, par exemple, une représentation **Plat + filaire**. Si le maillage s'affiche en bleu sur sa partie supérieure et or sur sa partie inférieure, la normale est inversée. Sélectionnez-le et tapez i (ou clic droit /inverser).

Il est également possible de changer la couleur de représentation via le sous menu **Couleur** du menu contextuel.

Nous allons maintenant mailler le tas de deux manières différentes afin de comparer les volumes obtenus.

## 3 Création d'un maillage grossier du tas

- Sélectionnez le nuage de points du tas de matériaux **Stockpile**.
- Lancez la commande [Maillage \ Maillage 3D](#). Deux options sont disponibles pour réduire le bruit :
  - **Maillage en 2 étapes** : pour créer un maillage grossier que nous affinerons par la suite.
  - **Echantillonnage régulier** : pour créer un maillage régulier.
- Choisissez l'option **Echantillonnage régulier** et entrer 0.35 comme distance moyenne entre les points.
- Choisissez l'option **Essayer de garder uniquement le bord extérieur** afin ne pas créer de trous à l'intérieur du maillage.
- Cliquez **OK** pour calculer le résultat.



**Figure 3 : Maillage du tas - échantillonnage régulier**

Si vous cliquez sur le maillage et que vous affichez les **Propriétés**, vous verrez que le maillage comporte sept trous ou contours libres. Comme nous ne voulons pas de trou interne pour le calcul, nous allons les reboucher.

- Sélectionnez le maillage et aller dans [Maillage \ Boucher trous](#).
- Sélectionnez tous les trous (sauf le bord extérieur). Vous pouvez cliquer sur **Tous** et ensuite cliquer sur le bord extérieur pour le désélectionner.
- Choisissez de boucher les trous avec un **Bouchage selon courbure**.
- Cliquez sur **Aperçu** puis sur **OK, Sortir** pour calculer le résultat.

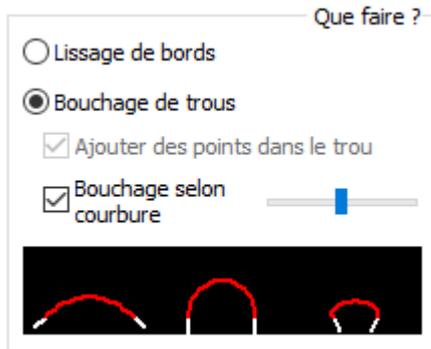


Figure 4 : Boucher les trous

Si le maillage est toujours composé de plusieurs morceaux, vous pouvez sélectionner le maillage et utiliser [Maillage \ Exploder Maillage Composé](#) pour ensuite supprimer les petits morceaux et continuer à travailler sur le plus important. Mettez le maillage en représentation **Plat + filaire** pour visualiser les triangles : la triangulation est régulière.

- Sélectionnez le maillage et allez dans [Maillage \ Lisser \ Lissage classique](#) afin de lisser et de réorganiser les triangles.
- Réglez l'**Intensité de lissage** sur 2.
- Si vous ouvrez les paramètres avancés, vous verrez que l'option **Réorganisation des triangles** est activée afin de créer des triangles allongés sur les arêtes et des triangles plus ou moins équilatéraux sur les parties planes.
- Cliquez sur **Aperçu** pour visualiser le lissage.
- Cliquez **OK, Sortir** pour valider.

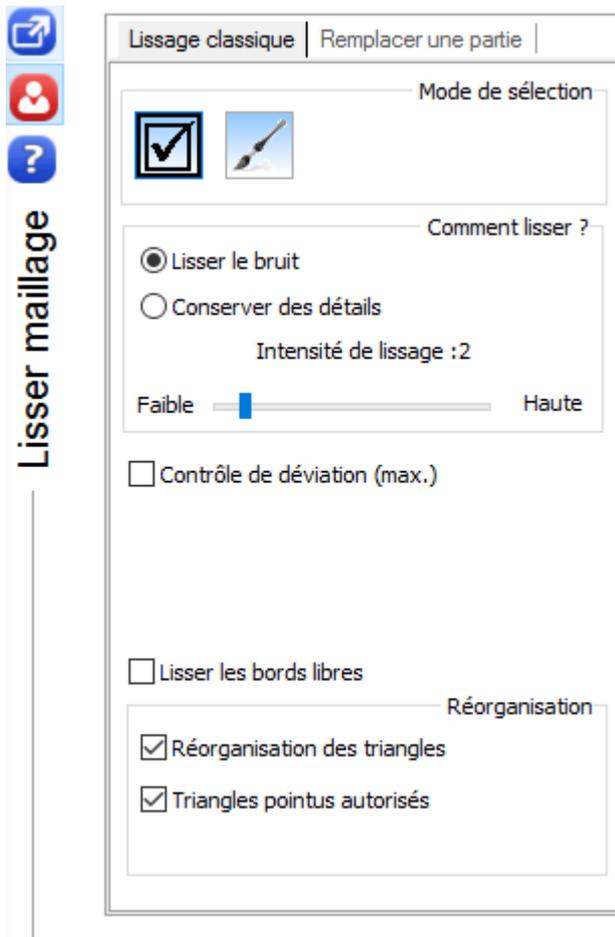


Figure 5 : Lissage d'un maillage

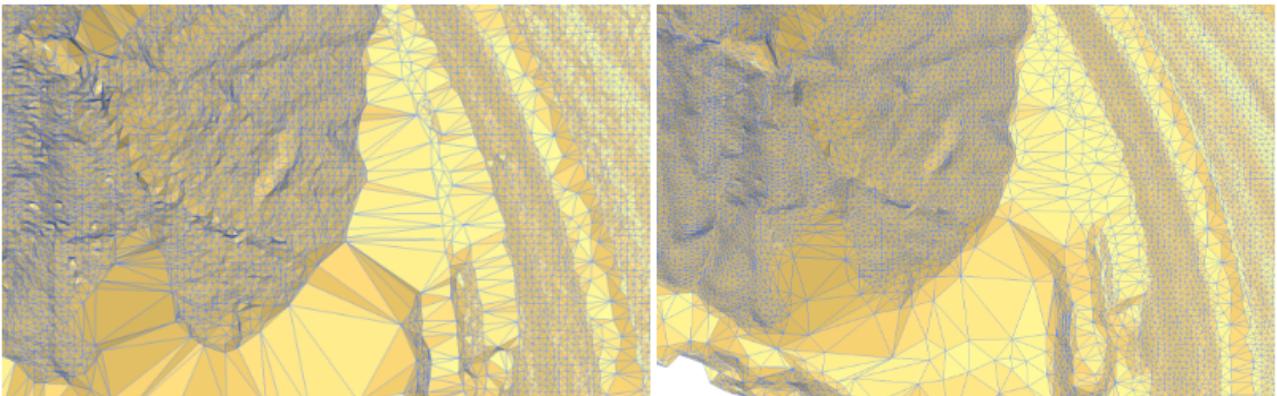


Figure 6 : Maillage grossier avant et après lissage

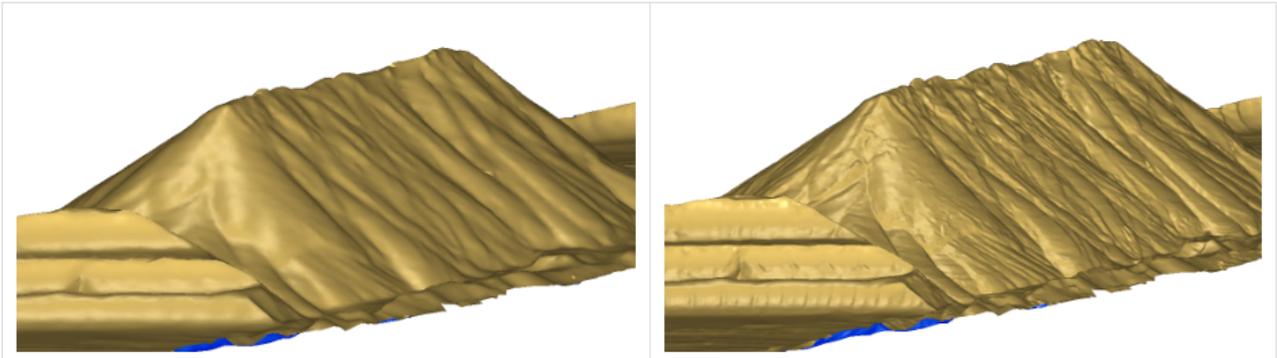
Ce premier maillage est maintenant satisfaisant. Il doit contenir environ 100 000 triangles. Nous allons continuer à travailler sur ce maillage : créez-en une copie et renommez-le en **Rough mesh**. Puis cachez-le pour le conserver intact pour la suite.

 Pour créer une copie d'un objet, sélectionnez-le, cliquez droit puis **Copier**. Ensuite cliquez droit dans la scène 3D puis **Coller**.

## 4 Création d'un maillage raffiné du tas

Nous allons maintenant utiliser le maillage précédent pour créer un maillage affiné au moyen du nuage de points.

- Sélectionnez le maillage et le nuage de points. Il n'est pas nécessaire de l'afficher.
- Lancez la commande [Maillage \ Affinage à erreur de corde \ A partir d'un nuage de points](#).
- Comme le nuage de points contient du bruit, choisissez l'option **Interpoler de nouveaux points** dans le but d'affiner le maillage en créant des points interpolés au milieu du bruit.
- Choisissez l'option **Affiner avec erreur de corde** afin de contrôler les écarts entre les points et le maillage. Réglez le paramètre sur 0.001 m. Cette valeur est basse pour retrouver les détails.
- Limitez le **Nombre max de triangles**
- à 1 million.
- Réglez le paramètre **Taille mini de triangles** à 0.01 m pour éviter d'avoir des triangles trop petits.
- Réglez le filtre **Distance point aberrant** à 0.2 m.
- Cochez l'option **Réorganisation locale** pour avoir des triangles allongés à proximité des arêtes.
- Choisissez **Ne pas modifier les bords libres** puisque le maillage n'a pas de trou.
- Cliquez sur **Aperçu** puis **OK**, **Sortir** pour calculer le résultat. Vous devez obtenir un maillage d'un million de triangles.



**Figure 7 : Maillage grossier/maillage fin**

Vous pouvez activer l'affichage multi-vues dans [Vue \ Multi-vues vertical](#) pour comparer les deux maillages. La vue active est encadrée par un trait épais. Cliquez sur la vue de gauche pour la rendre active, sélectionnez le maillage **Rough mesh**, clic droit puis **Vue active** et **Afficher seul**. De cette manière vous aurez dans chaque vue l'un des deux maillages.

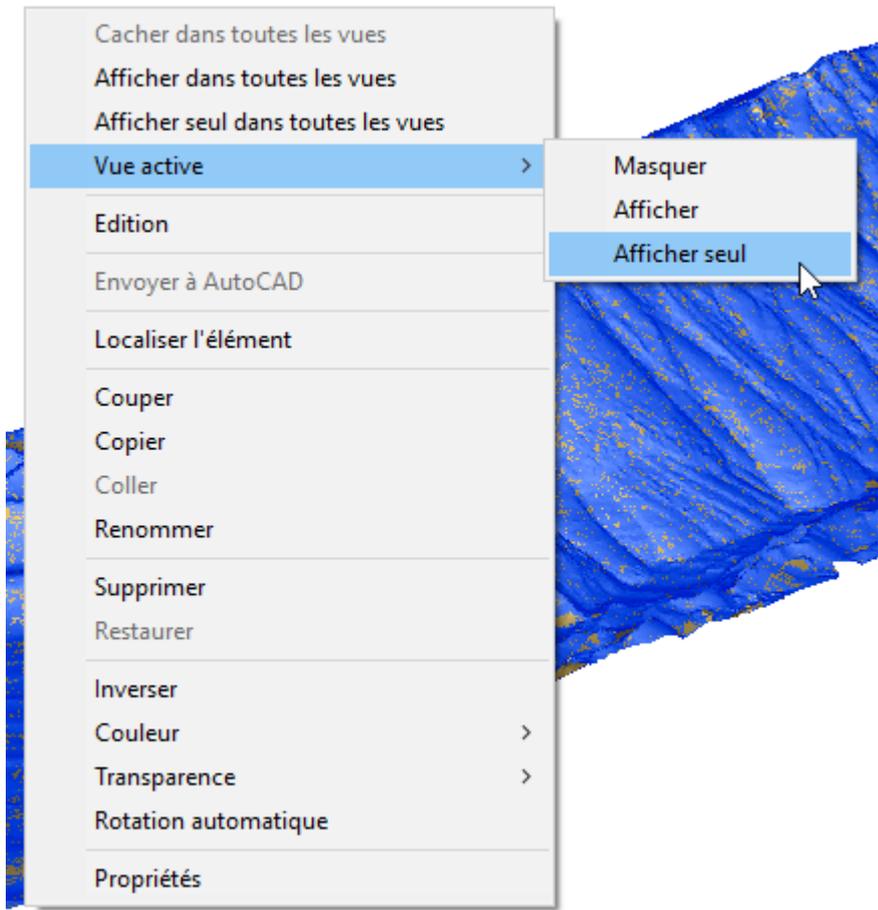


Figure 8 : Afficher un seul objet dans la vue active

## 5 Calcul et comparaison des volumes

---

Nous allons maintenant effectuer plusieurs calculs de cubature avec les deux maillages, afin de voir la différence entre le calcul avec un maillage grossier et un calcul avec maillage raffiné.

Le maillage grossier est lissé et contient peu de détails alors que le maillage raffiné a une résolution importante. Mais d'un autre côté le maillage raffiné prend en compte des mesures bruitées.

Voyons s'il est nécessaire d'affiner un maillage pour effectuer un calcul de cubature.

Vous avez besoin maintenant du plugin Topographie. Pour commencer, nous allons calculer des volumes à une hauteur d'eau puis entre deux maillages.

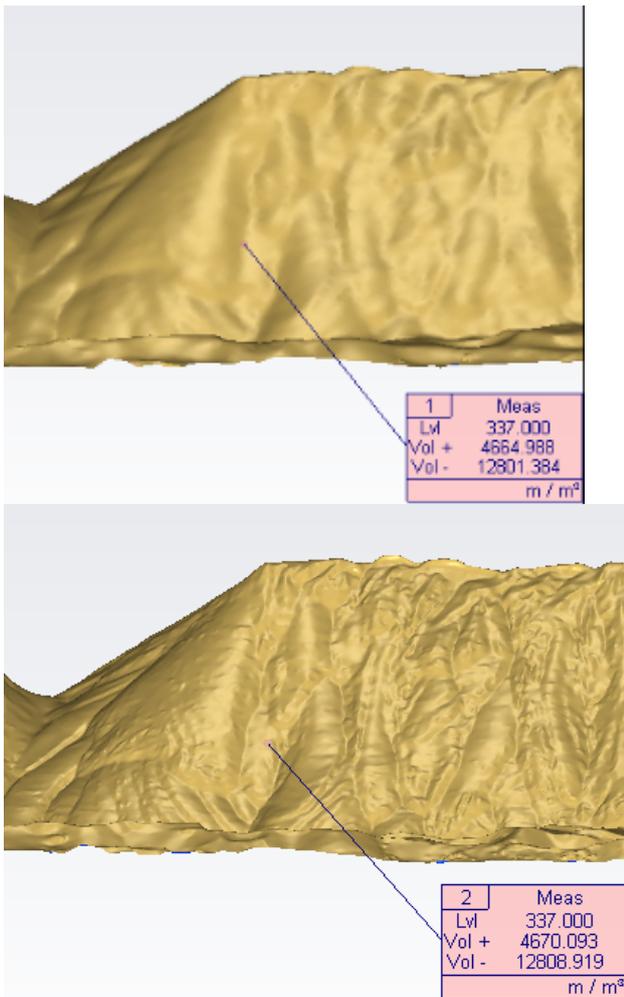
## 6 Volume au-dessus/au-dessous d'une hauteur d'eau

- Sélectionnez le maillage grossier et allez dans [Mesure \ Volume \ Liquide](#).
- Un plan bleu transparent apparaît dans la scène pour représenter un niveau d'eau. Ajustez le curseur à la hauteur voulue ou entrez directement la valeur souhaitée, 337 par exemple.
- Cliquez **Aperçu** pour calculer les volumes au dessus et au dessous du niveau d'eau.
- Une fenêtre s'affiche pour montrer les résultats.
- Cliquez **OK** pour valider.



Figure 9 : Volume de Liquide

Une étiquette est créée pour afficher les résultats. Recommencez avec l'autre maillage. Vous pouvez également travailler en multi-vues pour comparer les résultats.

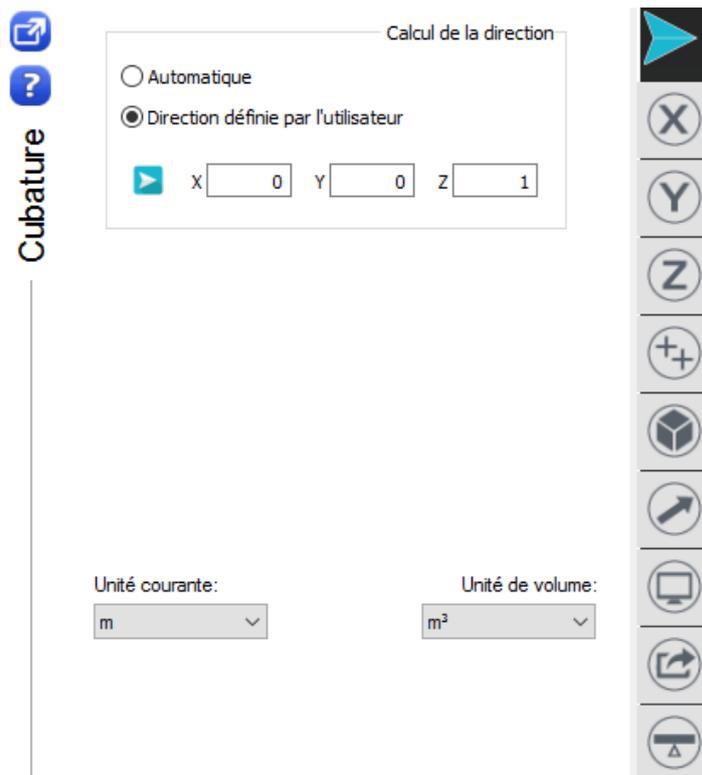


- Vol+ (au dessus du niveau d'eau) : 5.105 m<sup>3</sup> de différence soit une erreur relative de 0.0003%.
- Vol- (au dessous du niveau d'eau) : 7.535 m<sup>3</sup> de différence soit une erreur relative de 0.0004%.

## 7 Cubature en deux maillages

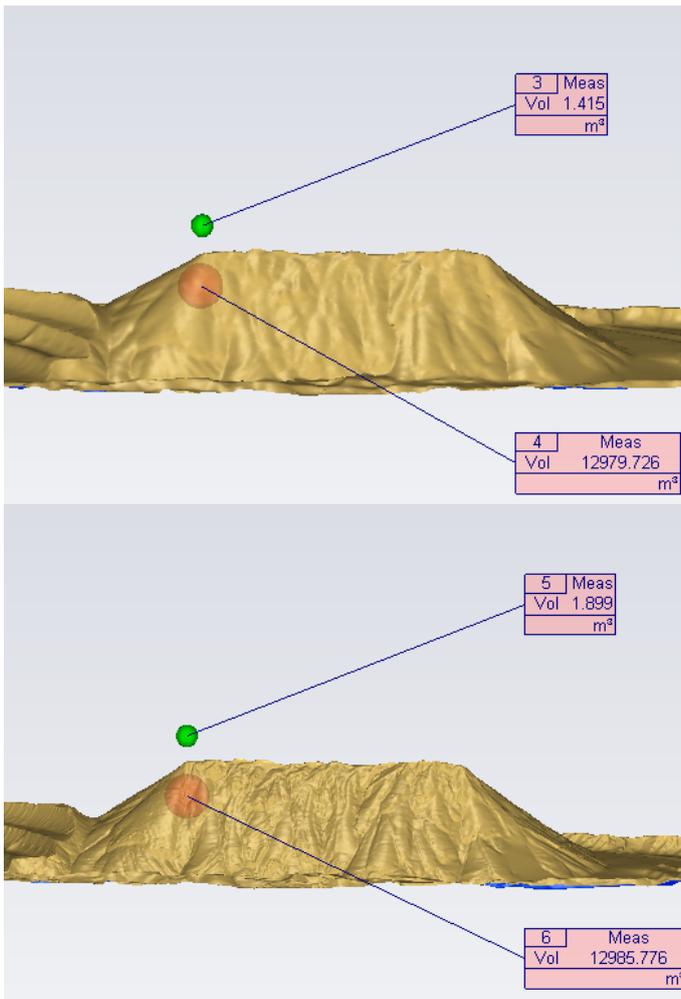
Cachez les étiquettes et les niveaux d'eau dans les deux vues. Affichez le maillage de référence créé au début de l'exercice. Nous allons maintenant calculer la cubature entre le tas de matériaux et le sol support, autrement dit calculer le stock.

- Sélectionnez le maillage **Rough Mesh** et le maillage du sol de référence.
- Lancez la commande **Mesure \ Volume \ Cubature**.
- Choisissez la direction du calcul. Les deux maillages étant superposés choisissez comme direction Z. Cliquez **Direction définie par l'utilisateur** puis cliquez **Z** dans l'outil dédié pour indiquer un vecteur.
- Cliquez sur **Aperçu**.
- Les volumes obtenus sont indiqués dans une fenêtre. Le programme prévient que le résultat peut différer de la réalité si les maillages ne se recouvrent pas complètement. Il est aussi indiqué quel volume correspond à un déblai ou à un remblai selon le maillage de référence.
- Cliquez **OK** pour valider.



**Figure 11 : Cubature selon une direction**

Deux étiquettes sont créées dans la scène. La première indique le volume au dessus de la plateforme et au dessous du tas. La seconde indique le volume au dessus du tas et au dessous de la plateforme. Recommencez avec l'autre maillage.



- Au dessus du tas et sous la plateforme support :  $0.484 \text{ m}^3$  de différence soit une erreur relative de  $0.00004\%$ .
- Au dessus de la plateforme support et sous le tas :  $6.05 \text{ m}^3$  de différence soit une erreur relative de  $0.0005\%$ .

## 8 Conclusion

---

Cet exemple nous montre que la différence de volume est très faible en comparaison du volume total du stock. On peut conclure qu'un maillage raffiné n'est pas nécessaire pour calculer ce stock.

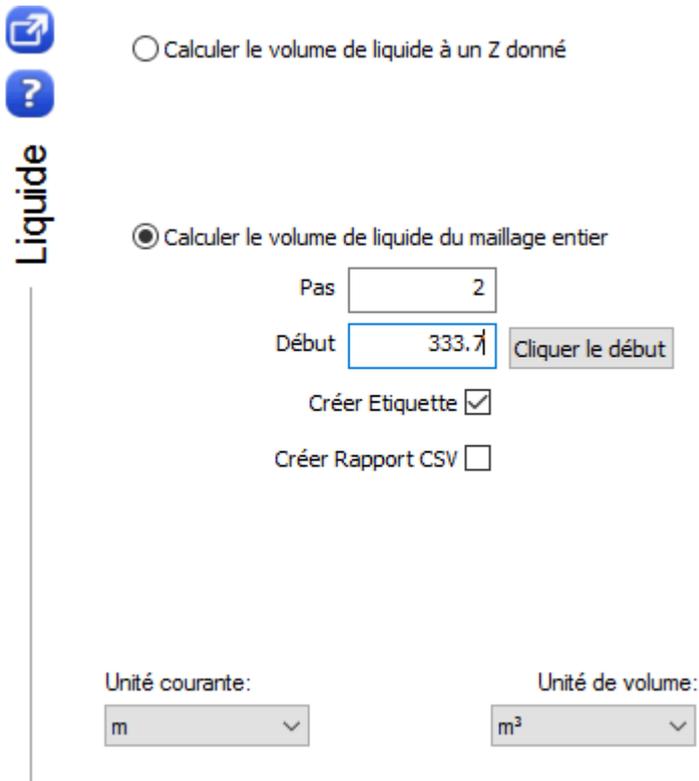
D'une manière générale, le niveau de détail du maillage à utiliser dépend de la tolérance que l'on se fixe pour la détermination du volume.

Mais il est important de garder à l'esprit que plus un maillage est affiné plus il contient de bruit provenant du nuage de points. Pour un résultat précis, dans ce cas, le nuage de points doit être nettoyé au préalable. Et surtout : plus un maillage est affiné, plus il contient de triangles. Les calculs seront plus longs.

En outre, un maillage très raffiné contient beaucoup plus de triangles. Les données sont donc plus lourdes et les calculs peuvent être plus longs.

## 9 Pour aller plus loin

Il est également possible de calculer directement le volume à plusieurs hauteurs d'eau (par tranches régulières, les résultats indiqués sont toutefois des cumuls). Les résultats sont affichables sous la forme d'étiquettes ou de rapport paramétrable ou encore au format CSV. Les polygones d'intersections pour chaque hauteur d'eau peuvent être extraites depuis [Construction \ Intersection](#).



**Liquide**

Calculer le volume de liquide à un Z donné

Calculer le volume de liquide du maillage entier

Pas

Début

Créer Etiquette

Créer Rapport CSV

Unité courante:

Unité de volume:

Figure 13 : Calcul de volumes à des hauteurs régulières

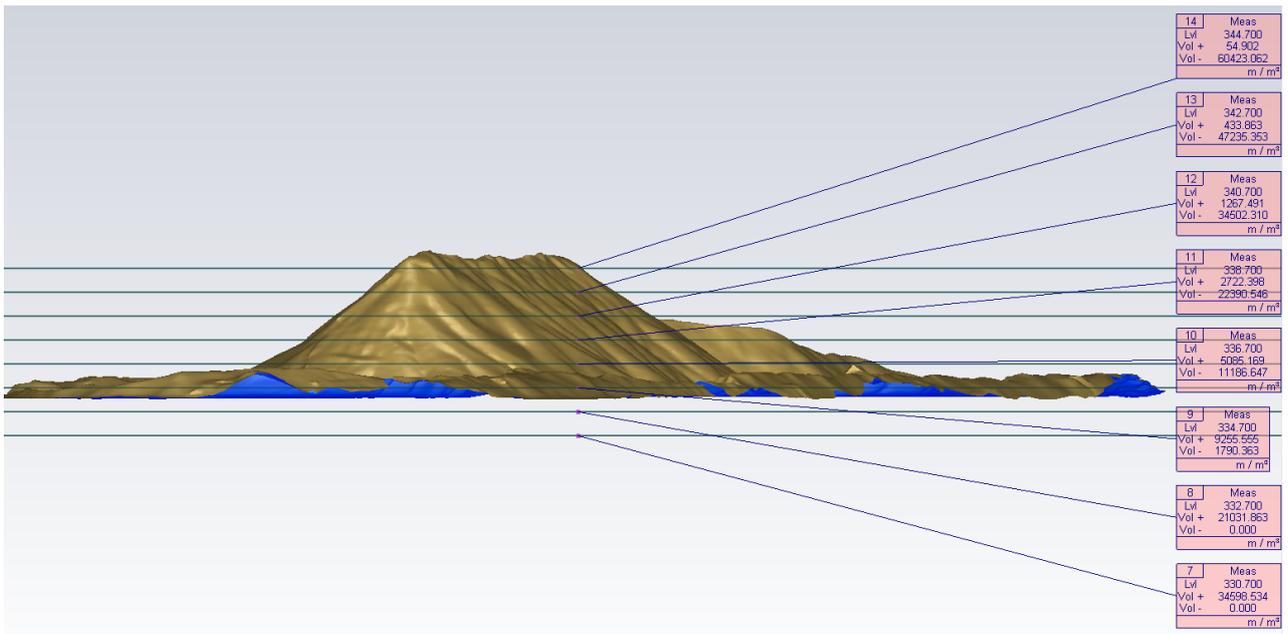


Figure 14 : Résultats