

Photogrammétrie :

De la prise de vues photographiques à la reconstruction 3D

Perspectives pédagogiques en SVT
Un exemple de tutoriel pour débiter



<https://sketchfab.com/labsvtlimoges>

La photogrammétrie

- **Le principe** : La photogrammétrie est une technique qui consiste à reconstituer en 3D une scène en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents.
 - Elle exploite de plus en plus les calculs de corrélation entre des images désormais numériques.
 - Cette technique repose entièrement sur une modélisation rigoureuse de la géométrie des images et de leur acquisition afin de reconstituer une copie 3D exacte de la réalité.
- **Les outils numériques** permettent aujourd'hui un traitement rapide et aisé des photographies afin d'obtenir des reconstructions 3D.

Perspectives pédagogiques

■ Dans les processus de formation :

- Intégrer des **stratégies face aux obstacles** que constituent les **représentations spatiales et les différentes échelles spatiales** chez les élèves ;
- Rendre disponible, à tout moment avec des équipements numériques, des éléments biologiques et/ou géologiques prélevés sur le terrain ou étudiés en classe (**continuité du réel dans l'exploitation pédagogique**) ;
- Former les élèves à un **mode de communication** et de **médiation scientifique** ;
- **Former les élèves aux techniques numériques** de représentation en 3D utilisées **dans de nombreux champs professionnels** (archéologie, environnement, géomatique et cartographie, médecine, travaux publics, urbanisme...).

■ Des pistes d'exploitation :

- Constituer une collection de représentations 3D et les intégrer dans une espace numérique (ENT, site web, lithothèques) ;
- Réaliser une reconstruction 3D d'un milieu, d'un site, d'un affleurement à partir de clichés pris lors d'une sortie ou une classe de terrain puis l'exploiter au cours de la progression pédagogique ;
- Réaliser et exploiter une série de représentations 3D d'éléments (fossiles, éléments anatomiques...) ;
- Réaliser des représentations 3D à partir de clichés photographiques de surface ou aériens (drone) ;
- (...)

Un exemple de tutoriel pour débiter

La démarche présentée constitue un exemple de réalisation par photogrammétrie à partir d'un logiciel et d'une application choisis et gratuits. Elle n'est par conséquent exclusive au regard de la diversité logicielle actuelle et à venir.

Matériels numériques requis



Un appareil photographique numérique

+

Un Logiciel de photogrammétrie
3D ZEPHYR FREE
installé sur PC

+

Une application gratuite en ligne
pour SKETCHFAB
(visionneuse de collections)



La démarche

Prise de vues numériques
de la scène



Construction du modèle 3D
à partir des prises de vues



Exportation du modèle vers un espace
personnel (Sketchfab). Possibilité de partage
et d'intégration des modèles sur des sites
externes

Téléchargement du logiciel et inscription à l'application en ligne :

Logiciel gratuit : 3D ZEPHYR FREE

3D Zephyr free est un outil puissant qui nécessite beaucoup de puissance de calcul.

Bien qu'une grande quantité de mémoire soit requise, le fonctionnement du logiciel est opérant sur PC de bureau ou sur une PC portable récent.

Téléchargement :

<https://www.3dflow.net/3df-zephyr-free/>

- Usage gratuit non limité dans le temps
- Une limite de 50 photographies par projet (en version gratuite)
- Une fois le projet réalisé, ce dernier est **exporté** sur l'application en ligne **SKETCHFAB** (voir ci-contre)

Au lancement du logiciel, un message peut indiquer que le PC ne possède pas les caractéristiques CUDA. Cliquer sur OK.

Une application en ligne gratuite : SKETCHFAB

Sketchfab est un site d'hébergement et de lecture de modèle 3D.

Les modèles créés sont visibles dans Sketchfab mais peuvent être également :

- **partagés** via un lien
- **intégrés** sur des sites externes.

Il intègre aussi une galerie où l'on peut parcourir les modèles.

L'application nécessite la **création d'un compte** (adresse mail et mot de passe) afin de créer **son espace personnel**.

Cet espace personnel rassemble toutes les reconstructions 3D créées et importées depuis 3D ZEPHYR FREE.

Il permet également de renommer les modèles 3D et d'y apporter des modifications et améliorations visuelles.

Accès à l'application :

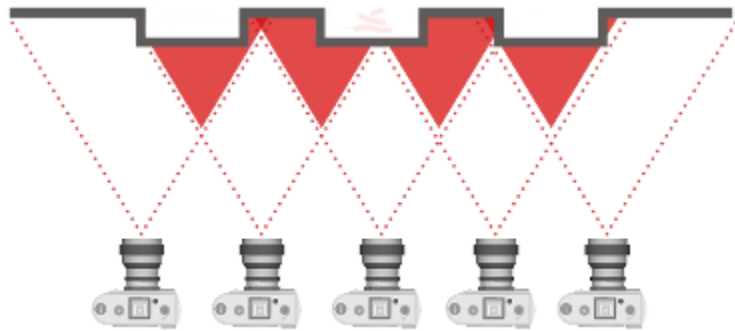
https://sketchfab.com/?logged_out=1

ETAPE A : Créer un jeu de données photographiques de la scène

Il s'agit de réaliser une série de photographies numériques de la scène. Quelques conseils :

- Garder le sujet au centre du cadrage ;
- Eviter les photos floues (utiliser un trépied si nécessaire) ;
- Faire en sorte d'obtenir un **chevauchement maximum entre chaque photo** (70-80%). C'est probablement le conseil le plus important (voir figures ci-dessous) ;
- Tirer autant de photos que possible ;
- **Photographier des scènes avec beaucoup de détails.** La texture visuelle des photos est ce qui les lie entre elles ;

→ Rassembler ensuite les clichés du sujet ou de la scène dans un dossier sur le PC.



Cas 1 : surface plane ou régulière (architecture et photogrammétrie aérienne). Les remplissages rouges indiquent la zone de chevauchement entre les images prises



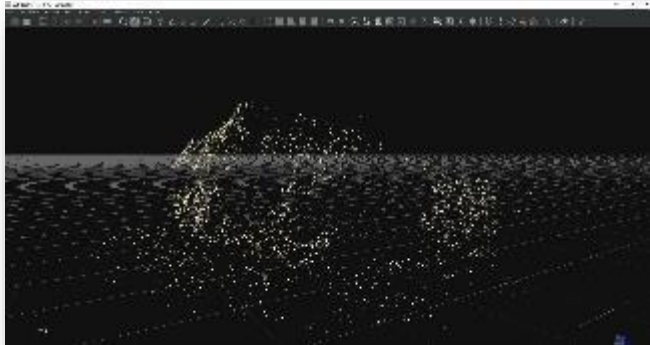
Cas 2 : prises de vues quand il est possible de se déplacer autour du sujet / scène.

ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

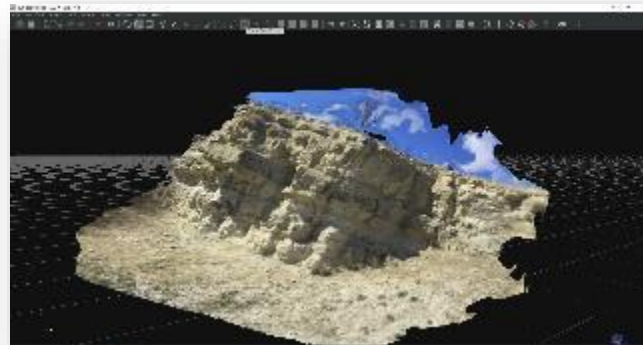
La reconstruction comprend **4 étapes** successives :

- Étape **B1** : Importation, calibration des photos et création d'un premier nuage de points épars
- Etape **B2** : Reconstruction d'un nuage de points denses
- Etape **B3** : Extraction du maillage
- Etape **B4** : Réalisation d'un maillage texturé

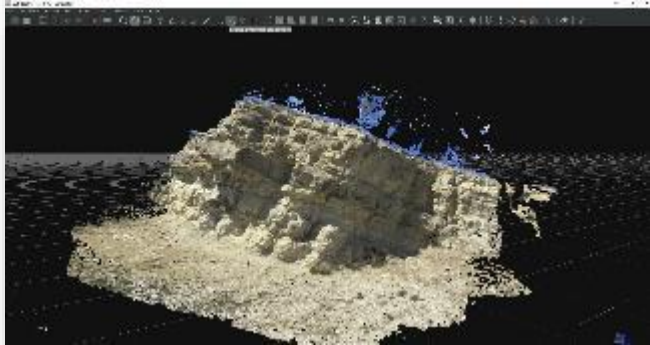
B1



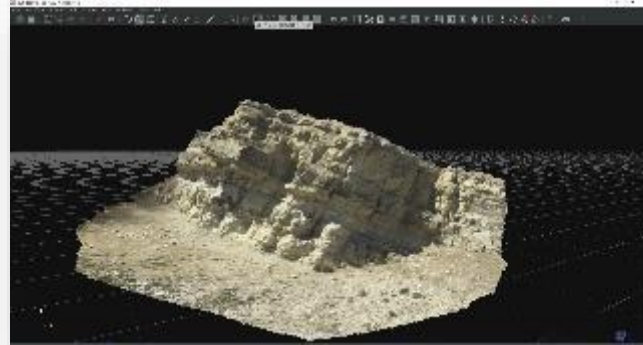
B3



B2



B4



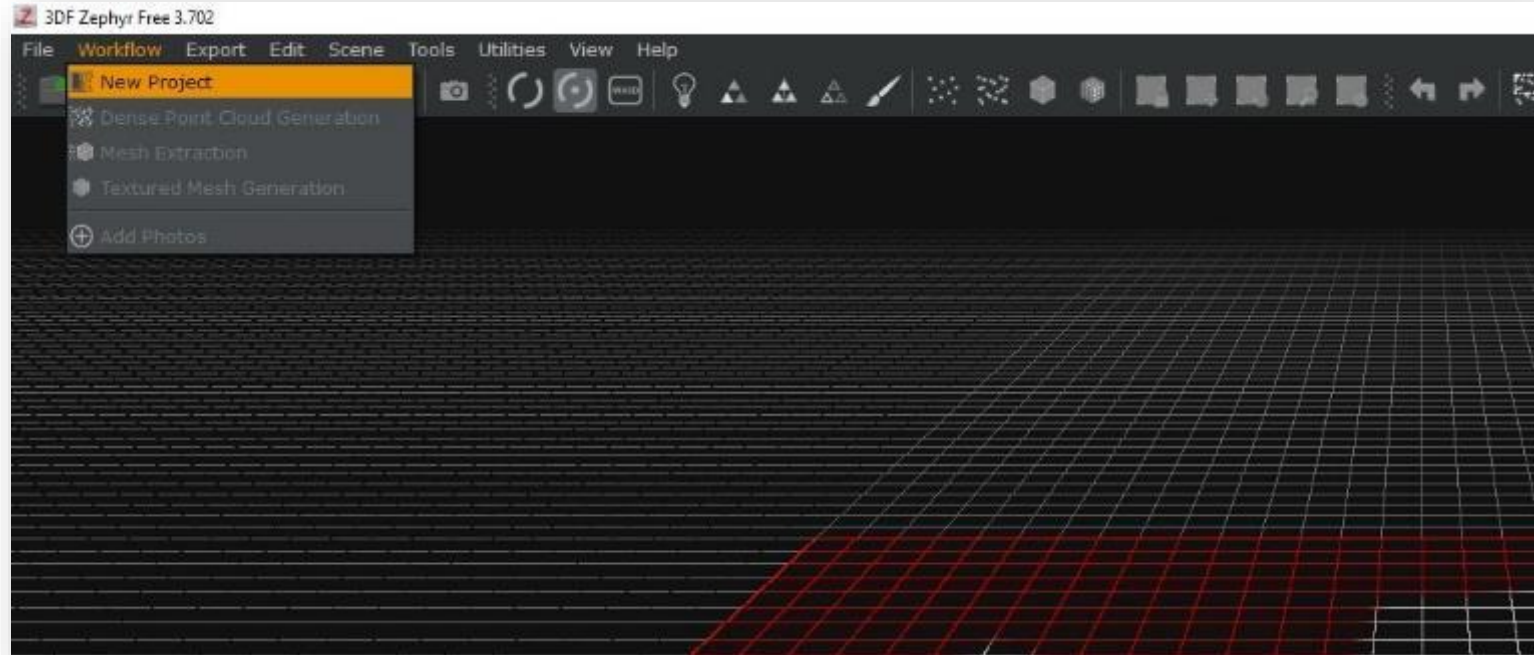
La description des étapes B1 à B4 suit le mode par défaut pas à pas (suffisant pour une reconstruction).

Pour les paramètres avancés, consulter le tutoriel complet par [ce lien](#).

ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Etape B1 : Importation, calibration des photos et création d'un premier nuage de points épars

- Lancer 3D Zephyr Free
- Sélectionner « **Workflow** » dans le menu en haut de page puis cliquer sur « **New project** »
- Une fenêtre « **Projet Wizard** » apparaît. L'option « Check online for precomputed camera calibration » est activée. Cliquer sur « **Next** ».
- La fenêtre « **Photos selection page** » apparaît : cliquer sur le signe « **+** » en bas gauche de la fenêtre. Naviguer vers le répertoire où se situent les photos de votre scène. Sélectionner toutes les photos et cliquer sur « **Ouvrir** ».
- La fenêtre « **Photos selection page** » contient maintenant toutes les photos à traiter. Cliquer sur « **Next** » en bas à droite de la fenêtre.
- La fenêtre « **Camera calibration page** » apparaît : cliquer sur « **Next** ». La fenêtre « **Camera orientation** » apparaît : cliquer sur « **Next** »
- La fenêtre « **Start reconstruction** » apparaît : cliquer sur « **RUN** ». La création d'un nuage de points épars débute.



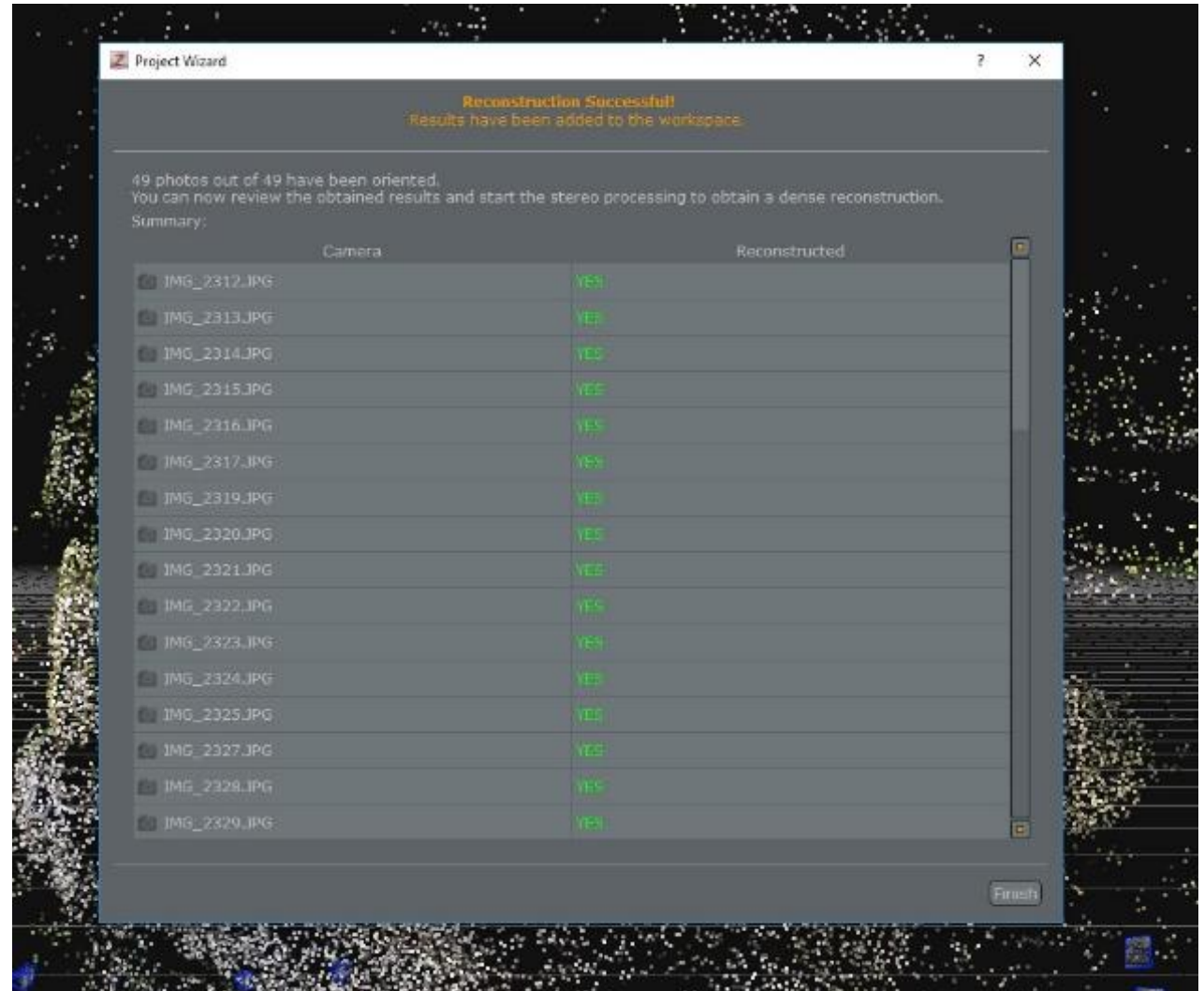
ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Etape B1 : Importation, calibration des photos et création d'un premier nuage de points épars

Après un temps de traitement des données, la fenêtre ci-contre apparaît.

Le nuage de points épars est créé.

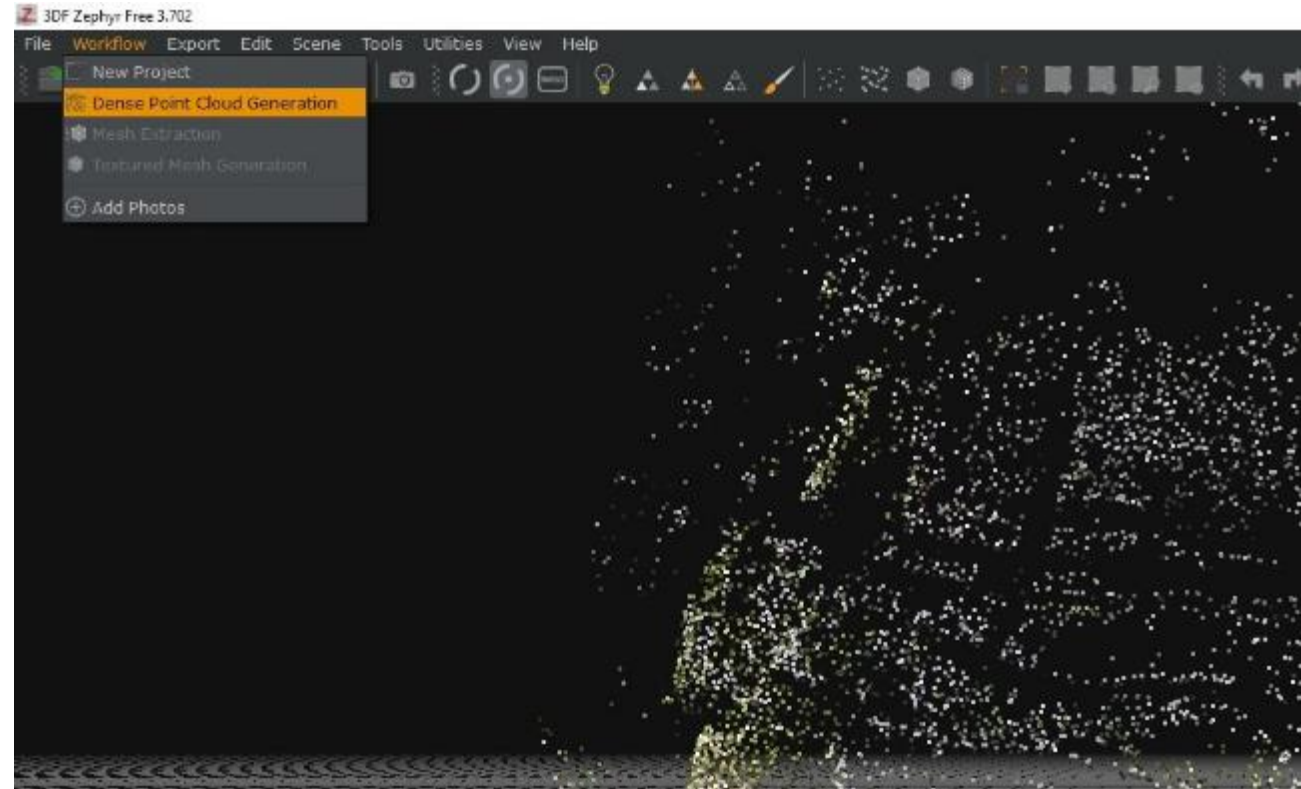
Cliquer sur « **Finish** »



ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Etape B2 : Reconstruction d'un nuage de points denses

- Dans le menu « **Workflow** », cliquer « **Dense Point Cloud Generation** »
- Sur la fenêtre suivante « **Dense Point Cloud Generation Wizard** », cliquer sur « **Next** »
- Dans la fenêtre suivante « **Dense Point Cloud Creation** », cliquer sur « **Next** »
- Dans la fenêtre suivante « **Start Densification** », cliquer sur « **RUN** ».



Après un temps de traitement supérieur à l'étape B1, cliquer sur « **Finish** ».

Le nuage de points denses obtenu permet d'identifier la scène .

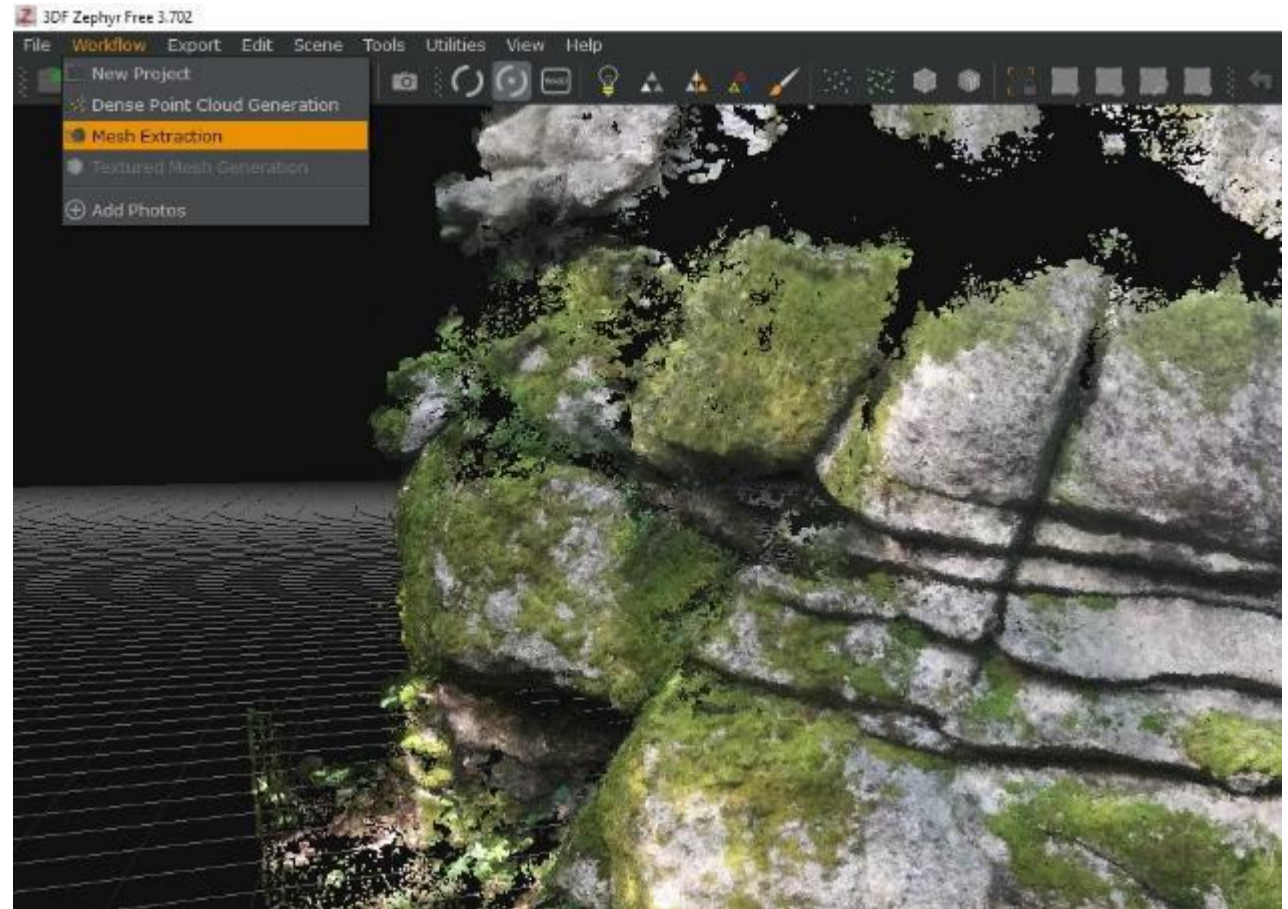
ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Etape B3 : Extraction d'un maillage

- Dans le menu « **Workflow** », cliquer « **Mesh Extraction** »
- Sur la fenêtre suivante « **Surface Reconstruction** », cliquer sur « **Next** »
- Dans la fenêtre suivante « **Start Mesh Creation** », cliquer sur « **RUN** »

Après un temps de traitement, cliquer sur « **Finish** ».

3D Zephyr free a réalisé un maillage (polygones) dans le réseau de points denses.

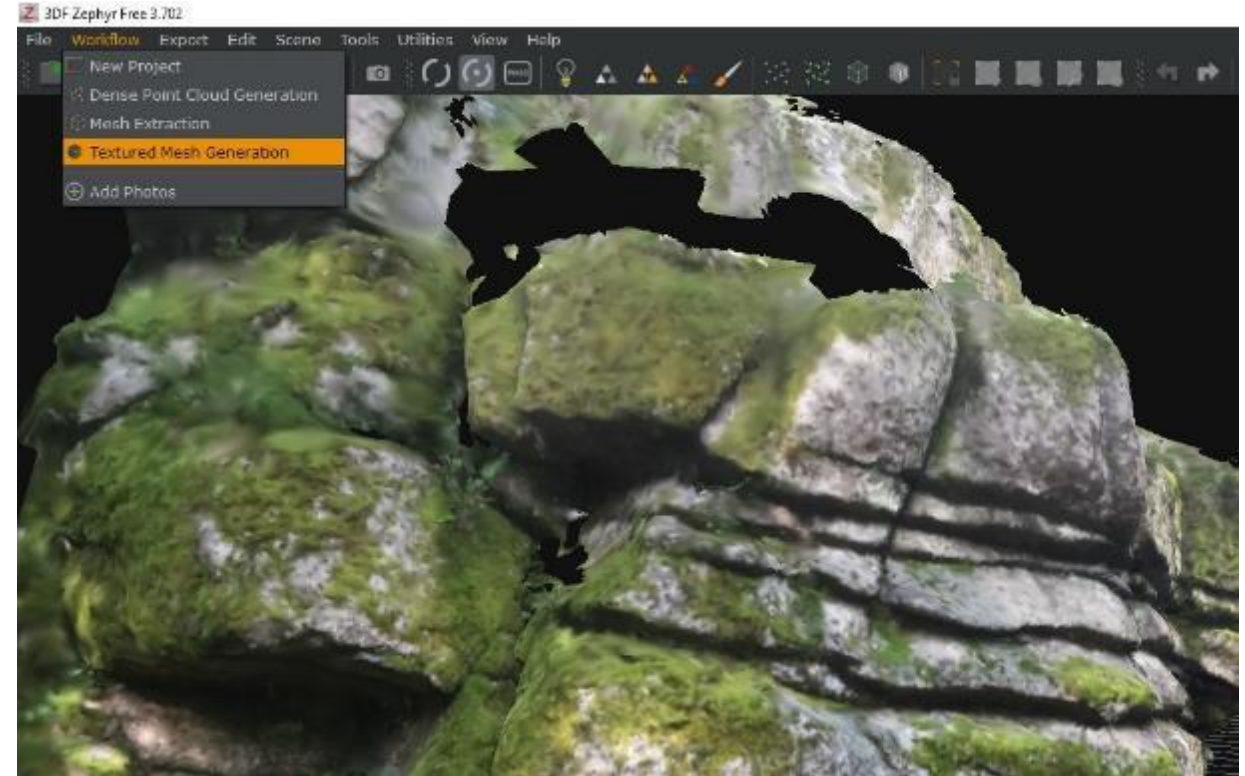


ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Etape B4 : Réalisation d'un maillage texturé

- Dans le menu « **Workflow** », cliquer « **Textured Mesh Generation** »
- Sur la fenêtre suivante « **Textured Mesh Generation Wizard**», cliquer sur « **Next** »
- Dans la fenêtre suivante «**Textured Mesh Generation Wizard Settings**», cliquer sur « **Next** »
- Dans la fenêtre suivante, cliquer sur « **RUN** »

Après un temps de traitement, cliquer sur « **Finish** »



La reconstruction est terminée!

Cependant, il peut être nécessaire de gommer certaines parties de la scène 3D que l'on souhaite éliminer.

Cette opération est présentée dans la page suivante

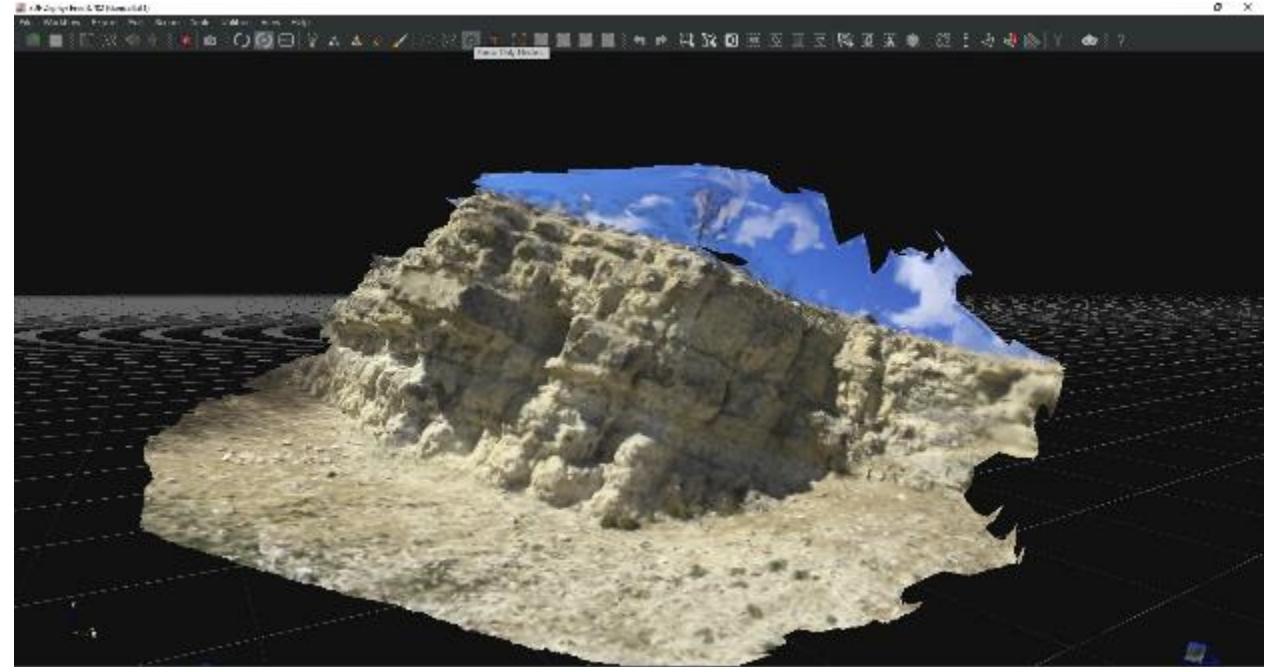
ETAPE B : Réaliser la reconstruction sur 3D ZEPHYR Free

Gommage de certains secteurs de la reconstruction 3D

Il s'agit d'éliminer certains polygones que l'on ne souhaite pas conserver dans la reconstruction finale (exemple des zones en bleu ci-contre).

Procédure :

- Identifier la zone à éliminer.
- Dans la barre de menu en haut de l'écran, sélectionner « **Edit** » puis dans le menu déroulant « **Select** »
- En cliquant sur « **Rectangle selection** », il est possible de dessiner un rectangle sur la zone à éliminer. Toujours dans le menu « **Edit** », puis « **Select** », sélectionner « **Delete item** ». La zone disparaît.
- Pour éliminer une zone plus précise, sélectionner dans le même menu « **Polygon selection** ». Délimiter la zone souhaitée en s'aidant du zoom si nécessaire. Eliminer la zone en cliquant sur « **Delete item** »



➔ La reconstruction 3D est finalisée

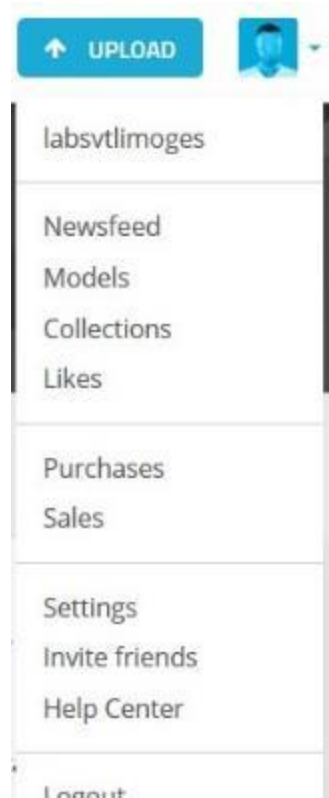
➔ Enregistrer votre travail sur votre PC (sélectionner dans la barre supérieure de menu « File » puis « Save as »)

➔ Le fichier obtenu ne peut être lu que sur le logiciel. Afin de le visualiser en ligne, il est possible de l'exporter sur Sketchfab (étape suivante)

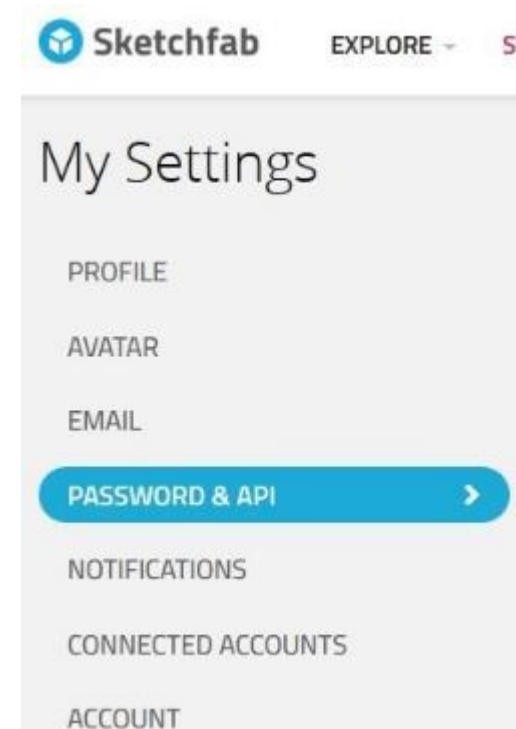
ETAPE C : Exporter la reconstruction sur SKETCHFAB

- Avant d'exporter la reconstruction 3D sur SketchFab, il est nécessaire de **créer un compte sur cette application** (mail + mot de passe de votre choix).
- Une fois le compte créé, récupérer la **clé API** nécessaire pour l'exportation de la reconstruction.
- Cette **clé API** est accessible par la procédure suivante dans les paramètres de votre compte :

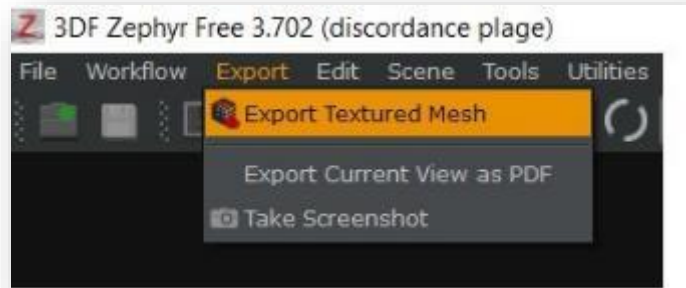
❶ Sur la page d'accueil de votre espace SketchFab, cliquer sur l'**avatar** en haut à droite de la page, puis sélectionner « **Settings** »



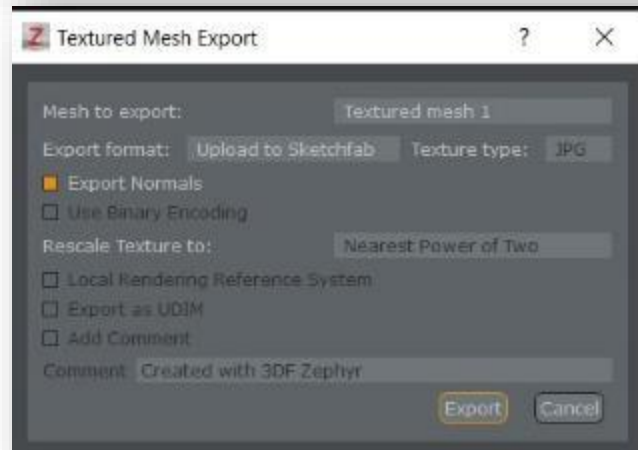
❷ Cliquer sur « **Password & API** », puis copier le **code API** dans le champ nommé « API token »



ETAPE C : Exporter la reconstruction sur SKETCHFAB



- Sur 3D Zephyr Free, ouvrir la reconstruction 3D que le souhaite exporter. Sélectionner « **Export** » puis cliquer « **Export Textured Mesh** » dans le menu du haut de page



- Une fenêtre apparaît. Dans le champ « **Export Format** », vérifier que soit mentionné « **Upload to Sketchfab** », puis cliquer sur « **Export** »



- Une nouvelle fenêtre apparaît. Dans le champ « **Please enter your API key** », réaliser le **copier-coller** de votre clé API. Cliquer sur « **OK** ».

Cette opération ne se fait qu'une seule fois : 3D Zephyr garde en mémoire la clé API pour les exportations ultérieures

ETAPE C : Importer la reconstruction sur SKETCHFAB

- La reconstruction 3D est exportée de 3D Zephyr vers Sketchfab.
- Une notification indique la fin du téléchargement.
- La reconstruction est alors insérée dans votre page Sketchfab.

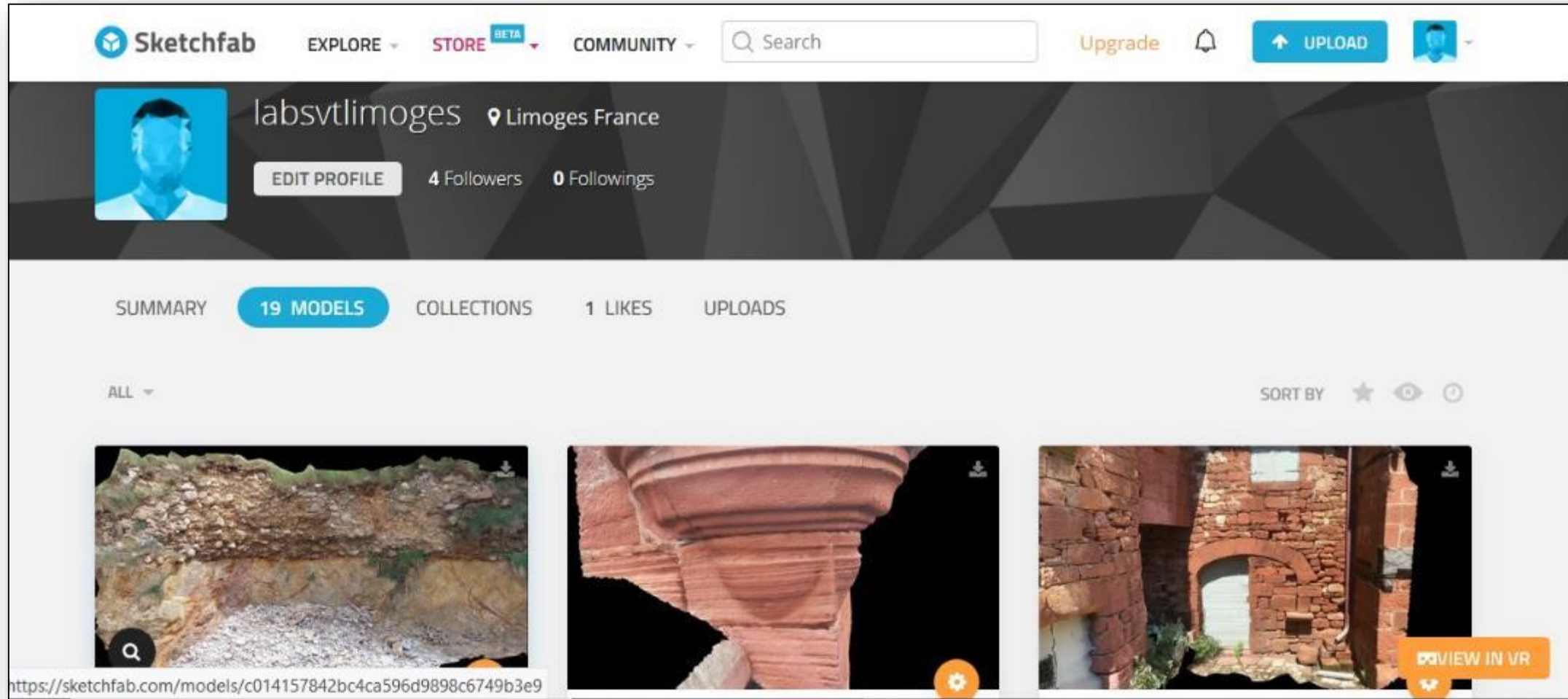
L'application Sketchfab permet de visualiser les modèles en ligne à partir d'un PC, d'une tablette, d'un smartphone...

Il est possible (Etape D) sur Sketchfab de :

- **Renommer chaque modèle**
- **Modifier les paramètres 3D (orientation, zoom, couleur du fond, netteté...)**
- **Annoter directement la reconstruction 3D**
- **Partager et d'intégrer le modèle 3D sur un site web.**

ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

L'espace personnel Sketchfab regroupe la collection de modèles 3D réalisés.
Pour réaliser une action sur un modèle, cliquer sur ce modèle.



The screenshot shows the Sketchfab user profile for 'labsvtlimoges' in Limoges, France. The profile has 4 followers and 0 followings. The '19 MODELS' tab is selected, displaying three 3D models: a landscape reconstruction, a classical column, and a stone building facade. A 'VIEW IN VR' button is visible on the third model. The URL at the bottom is <https://sketchfab.com/models/c014157842bc4ca596d9898c6749b3e9>.

Sketchfab EXPLORE STORE BETA COMMUNITY Search Upgrade UPLOAD

labsvtlimoges Limoges France
EDIT PROFILE 4 Followers 0 Followings

SUMMARY 19 MODELS COLLECTIONS 1 LIKES UPLOADS

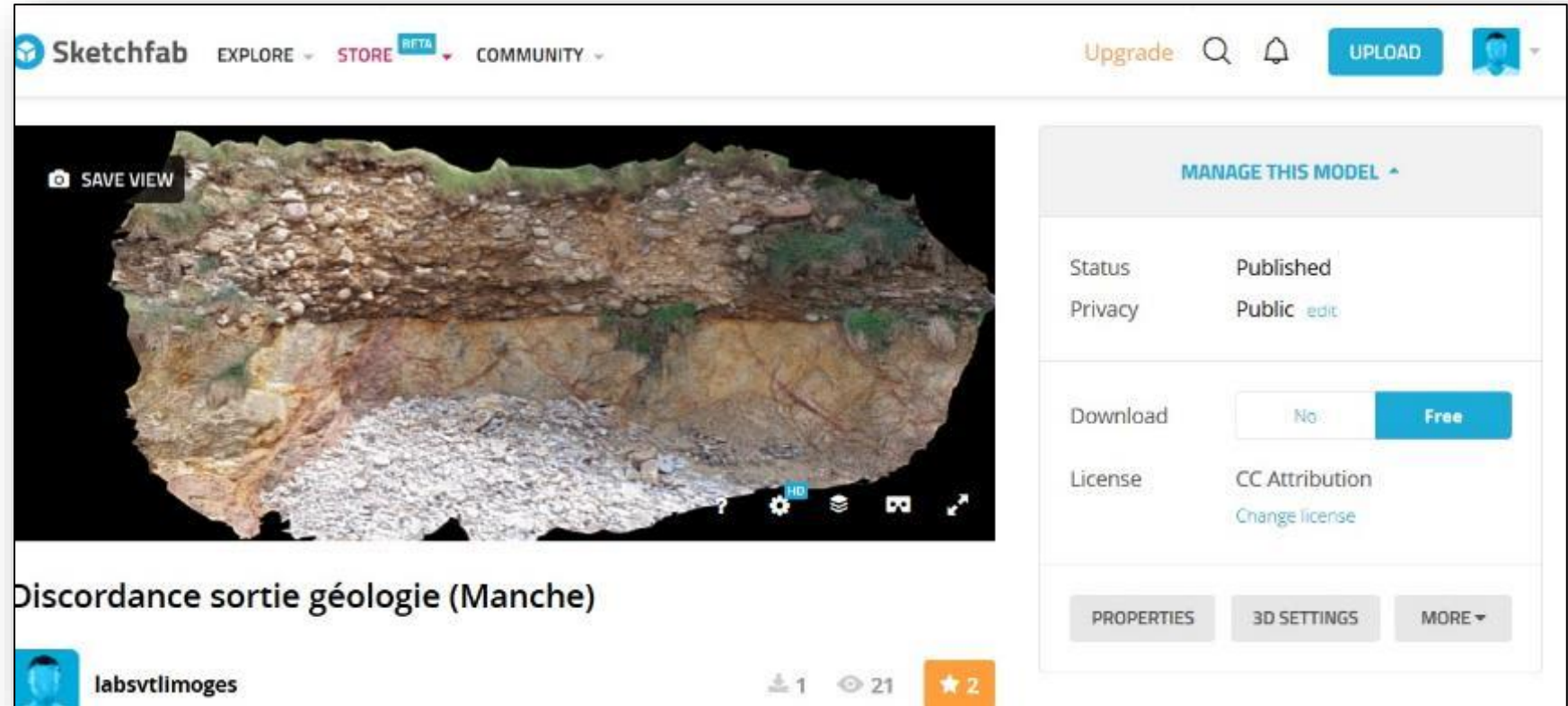
ALL SORT BY

<https://sketchfab.com/models/c014157842bc4ca596d9898c6749b3e9>

ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

Une fois le modèle sélectionné, Sketchfab permet de :

- Une **visualisation en pleine page** (double flèche en bas à droite du modèle)
- **Renommer et décrire** le modèle : cliquer sur « **Manage this model** » puis sur « **Properties** »
- **Modifier le modèle** (orientation, arrière plan, annotation...) : cliquer sur « **Manage this model** » puis sur « **3D settings** » (**voir page suivante**)
- **Supprimer le modèle** s'il ne vous convient pas : cliquer sur « **More** » puis sur « **Delete** ».



ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

Orienter le modèle et modifier l'arrière plan

Dans « 3D settings » :


- **Orienter le modèle** : avec la souris, l'écran tactile ou dans le menu de gauche (« **General** » puis avec les paramètres X, Y ou Z)
- **Modifier l'arrière plan** : sélectionner dans le menu de gauche « **Background** » puis choisir l'arrière plan souhaité.

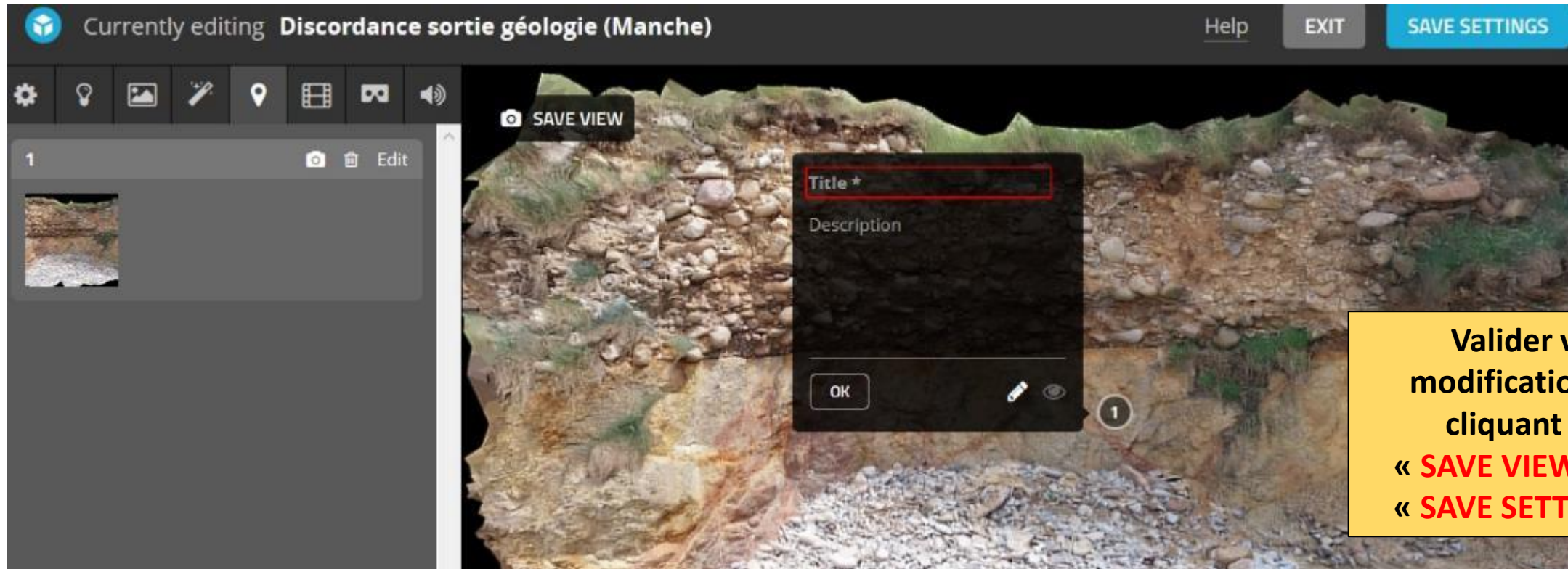


ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

Intégrer des annotations sur un modèle

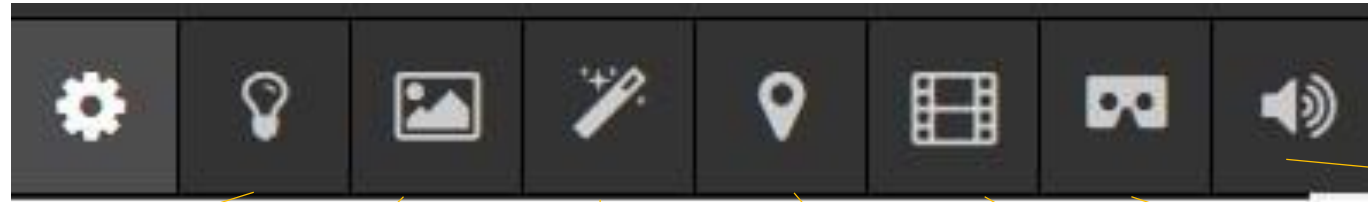
Dans « 3D settings » :

- Sélectionner l'onglet «  Annotations »: double cliquer sur le point d'intérêt sur le modèle puis donner un titre et une description à l'annotation.
- Répéter l'opération autant de fois que souhaité.



ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

D'autres fonctionnalités dans « 3D settings »



Enregistrement
bande sonore

Réglages de la
luminosité

Réglages des
textures

Filtres

Annotations

Animations

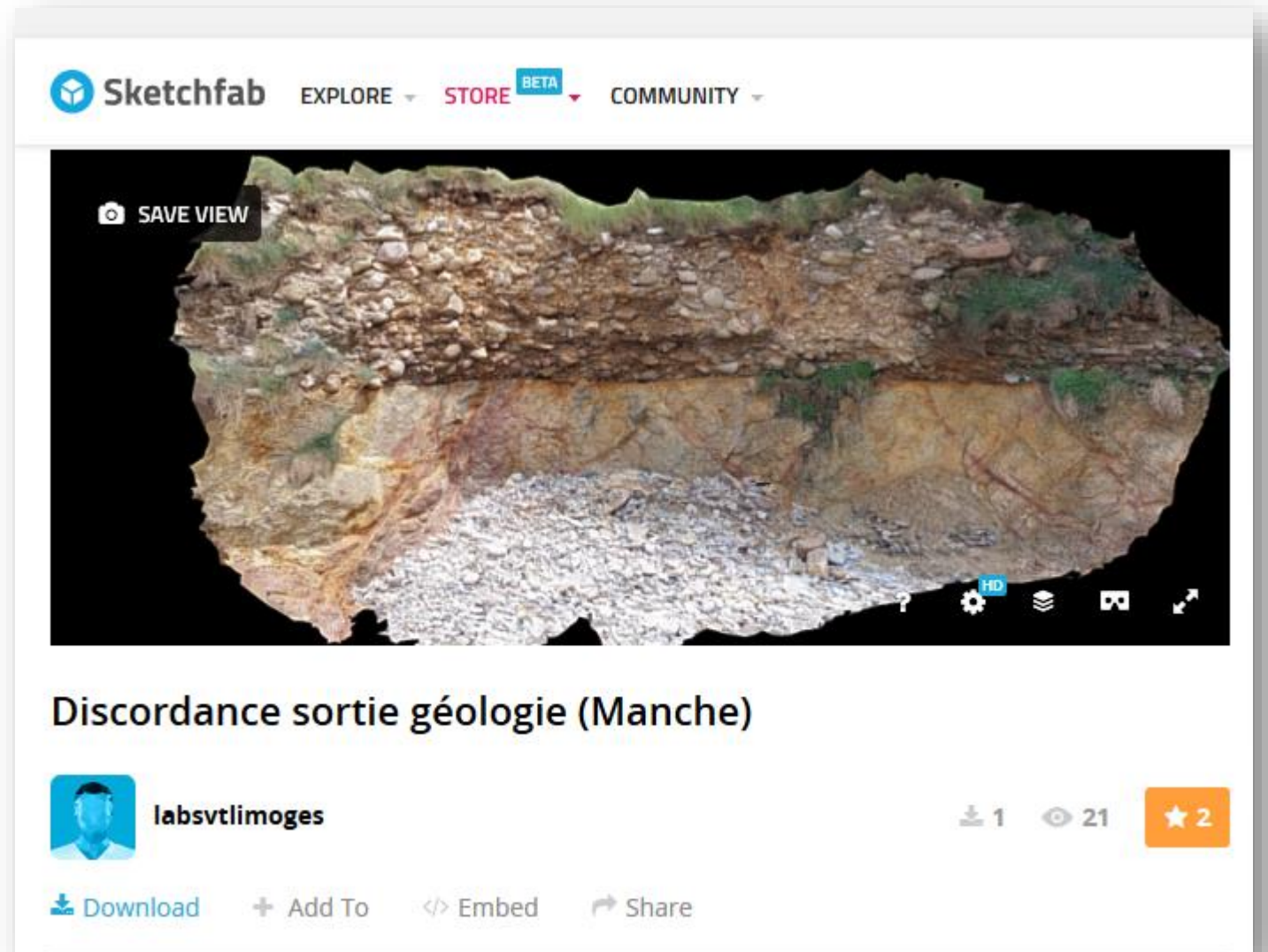
Paramètres
Réalité
virtuelle

ETAPE D : Modifier et partager la reconstruction sur SKETCHFAB

Exporter, partager un modèle

Sélectionner un modèle sur la page compilant l'ensemble des modèles 3D de votre espace.

- **Partager un modèle** : cliquer que « **Share** » en dessous du modèle. **Copier le lien direct** ou choisir une modalité de partage.
- **Intégrer un modèle** : cliquer sur « **Embed** » en dessous du modèle. Modifier si besoin les dimensions d'affichage, **copier le code iframe** et l'intégrer sur un autre site web.



L'usage de la
photogrammétrie et des
modèles 3D peuvent
permettre à l'élève de :

Prendre les photos
d'une scène et réaliser
un modèle 3D

Et/ou

Décrire un
modèle 3D

Enrichir un modèle
(annotations,
animations, bande
sonore)

Partager un modèle
dans un travail
collaboratif

Exporter un modèle
vers des supports et
/ou productions
numériques

