

Dissection et anatomie numériques virtuelles 3D+t pour l'enseignement et la simulation chirurgicale

20 février au 31 juillet 2017

Clément Prenveille

- 1 Introduction
 - Sujet
 - État de l'art
- 2 Problématique
- 3 Développement
- 4 Conclusion

Partenaires

Dissection et anatomie numériques virtuelles 3D+t pour l'enseignement et la simulation chirurgicale



Guillaume Captier
Professeur d'anatomie
Chirurgien pédiatre



LIRMM

Gérard Subsol
Chercheur CNRS

Contexte



Outil traditionnel très performant pour l'enseignement de l'anatomie

Applications d'anatomie

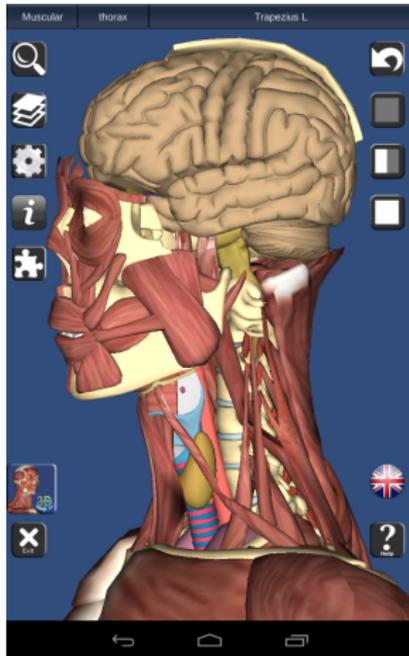


Figure 1: 3D Bones and organs

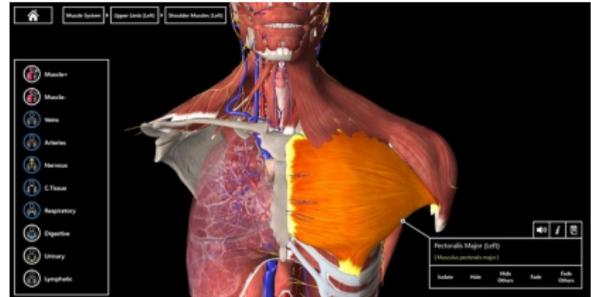


Figure 2: Essential anatomy



Figure 3: Anatomy 3D

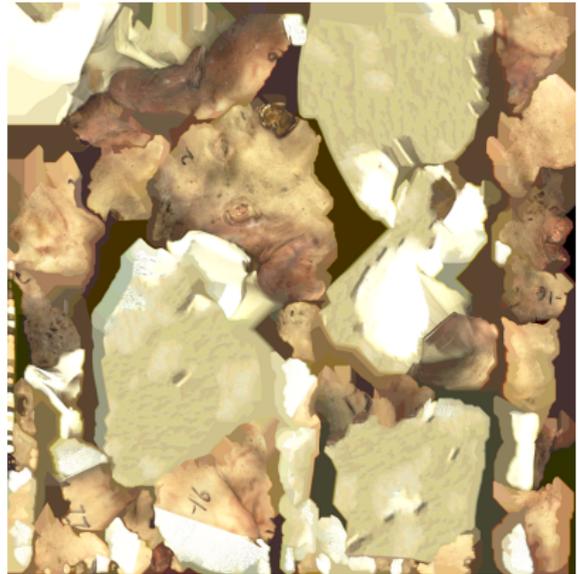
Principe



Capture la géométrie et la couleur

Précision de 0.1 mm

Données



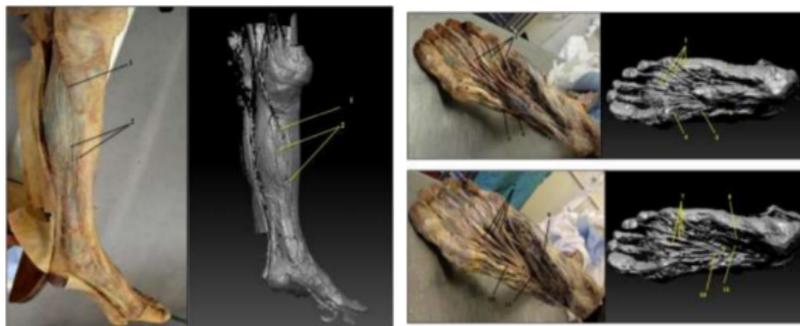
Données



2.6 à 7.6 millions de faces

État de l'art

A Novel Method of Anatomical Data Acquisition, 2014



Captures surfaciques couplées à des photos couleurs

Ref : Welsh E, Anderson P, Rea P, A Novel Method of Anatomical Data Acquisition Using the Perceptron ScanWorks V5 Scanner.

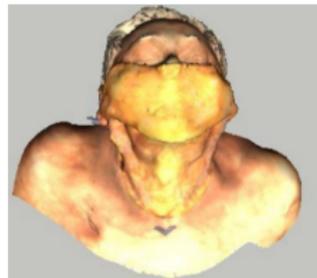
International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication ISSN: 2321-8169 Volume: 2 Issue: 8

Stage similaire

Dissection virtuelle du cou, 2016

Problèmes :

- Maillages simplifiés
- Structures anatomiques pas identifiées
- Non modulaire



- 1 Introduction
- 2 Problématique
 - Problèmes
 - Cahier des charges
- 3 Développement
- 4 Conclusion

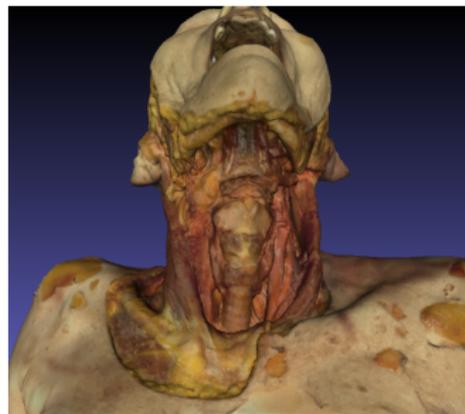
Problèmes

Taille des données

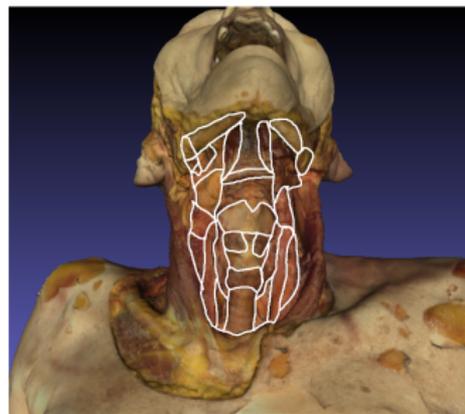
- 6.4 Go de maillages
- 30 secondes pour charger 1 couche
- Limite de 65 000 sommets

Problèmes

Identification des structures

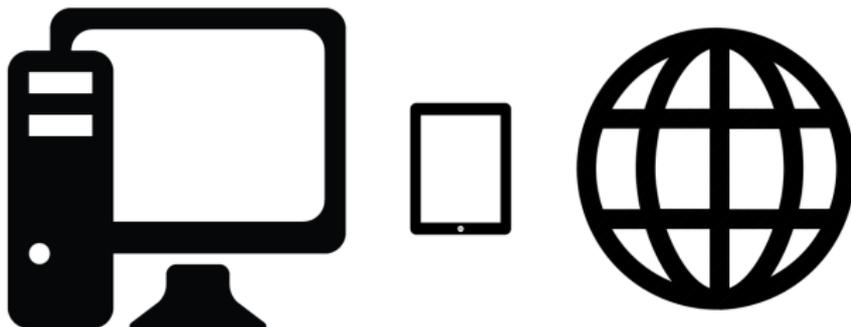


→ Segmentation
des structures →



Problèmes

Multi-plateforme



Outils

Environnement de développement

- Puissant
- Multi-plateforme
- Gratuit



Application d'anatomie

Objectif : enseigner l'anatomie aux étudiants en médecine

- Application Web
- Affichage individuel des couches
- Modes découverte, évaluation et parcours

Application de dissection

Objectif : permettre aux chirurgiens de répéter les gestes d'une opération

- Application locale
- Affichage de toutes les couches superposées
- Modes découverte et simulation



Application professeur

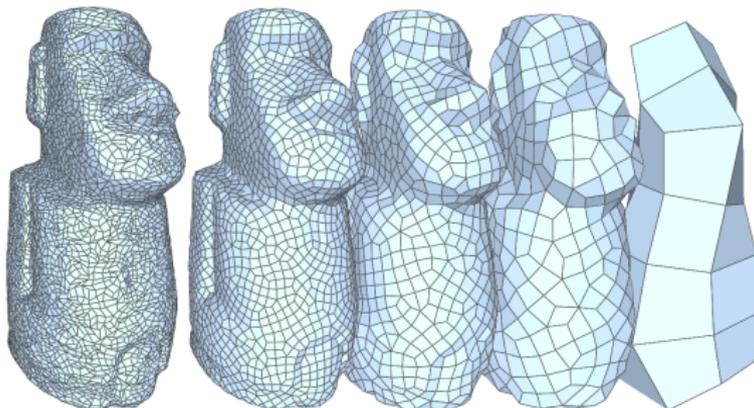
Objectif : identifier et segmenter les structures anatomiques

- Application locale
- Affichage individuel des couches
- Outil de sélection de maillage

- 1 Introduction
- 2 Problématique
- 3 Développement
 - Prétraitement
 - Affichage des maillages
 - Contrôles des modèles
 - Identification des structures
- 4 Conclusion

Prétraitement des données

Simplification de maillage



Simplification Quadric Edge Collapse Decimation (with texture)

Prétraitement des données

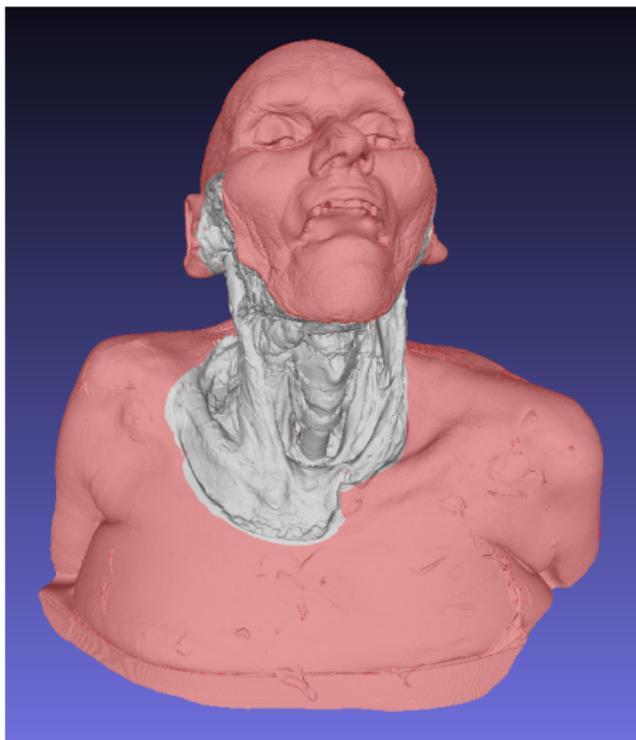
Première simplification

Couches	1	2	3	4
Nb faces avant	2.6 M	2.6 M	2.6 M	4.3 M
Nb faces après	100 000	100 000	100 000	100 000

5	6	7	8
7.4 M	7.2 M	7.3 M	4.5 M
100 000	100 000	100 000	100 000

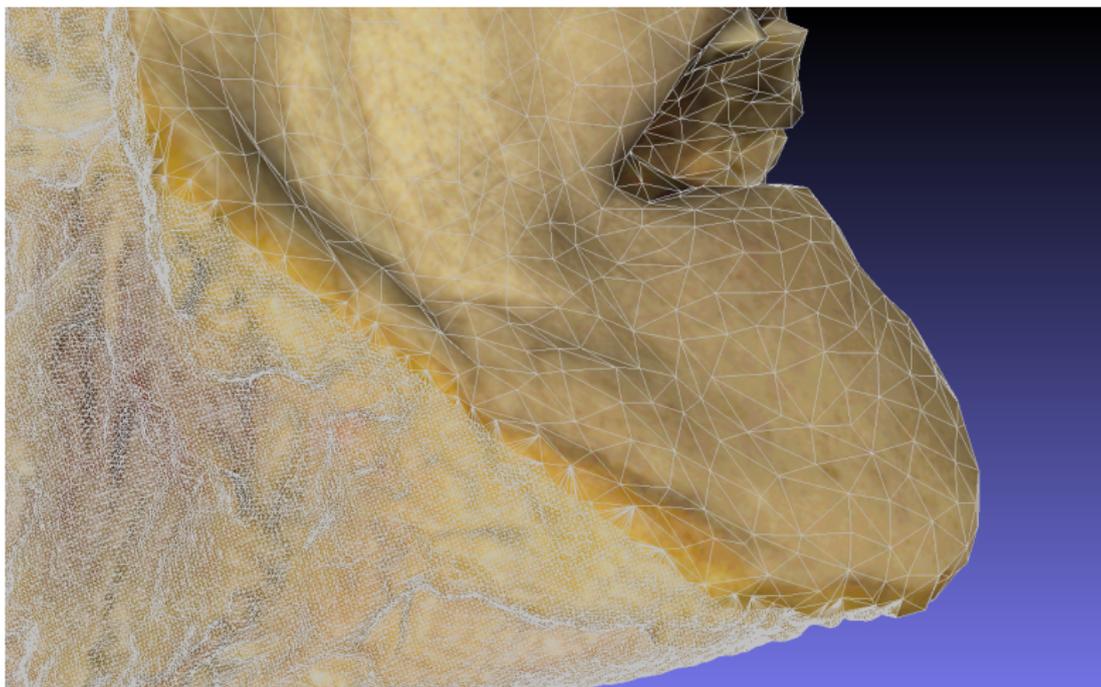
Prétraitement des données

Simplification partielle



Prétraitement des données

Simplification partielle



Prétraitement des données

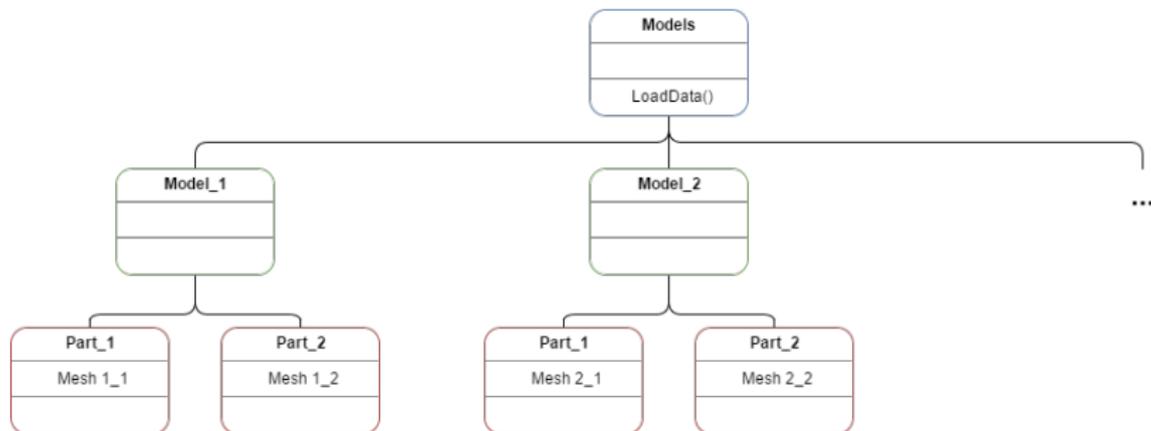
Deuxième simplification

Couches	1	2	3	4
Nb faces avant	2.6 M	2.6 M	2.6 M	4.3 M
Nb faces après	20 000	500 000	530 000	1.1 M

5	6	7	8
7.4 M	7.2 M	7.3 M	4.5 M
1.8 M	1.7 M	1.9 M	1.1 M

Affichage des maillages

Chargement des données



Affichage des maillages

Affichage des sous-maillages



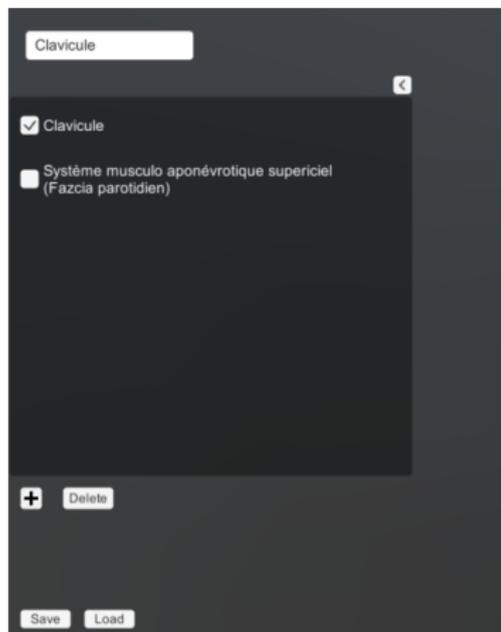
Contrôles des modèles

```
if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {  
    lastMousePosition = Input.mousePosition;  
} else if (Input.GetMouseButton(0)) {  
  
    Vector3 deltaPosition = Input.mousePosition - lastMousePosition;  
  
    ...  
  
    lastMousePosition = Input.mousePosition;  
}
```



Identification des structures anatomiques

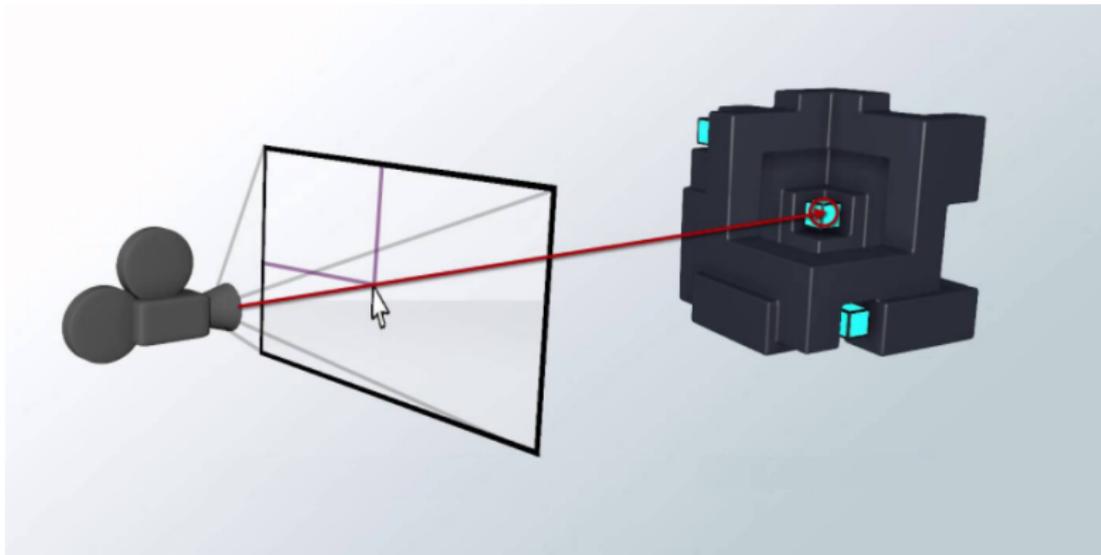
Interface



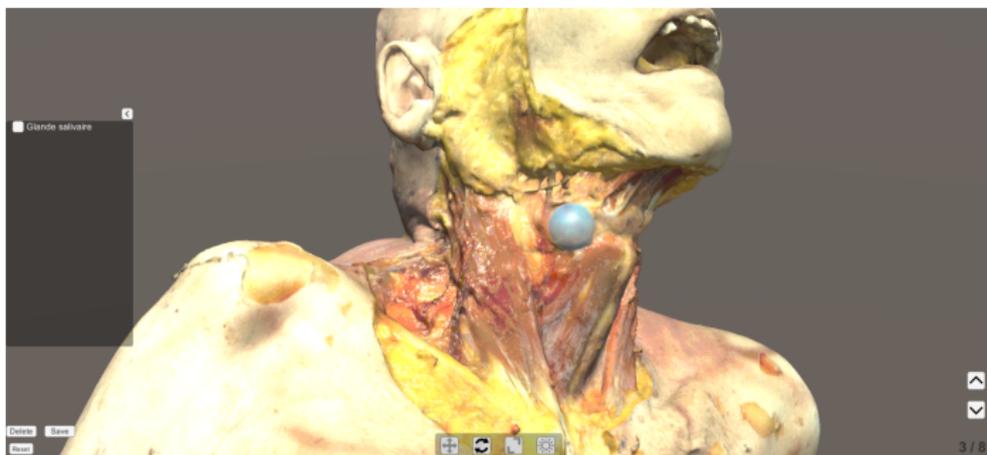
- Liste déroulante
- Champ de saisie
- Boutons

Identification des structures anatomiques

Lancer de rayon

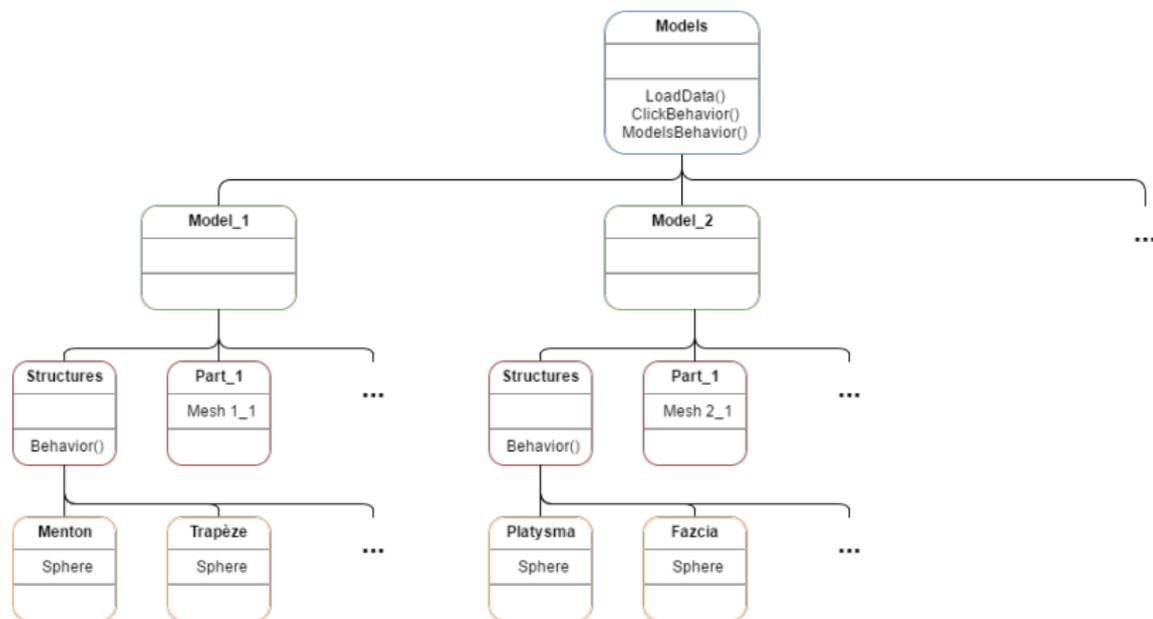


Sélection sphérique

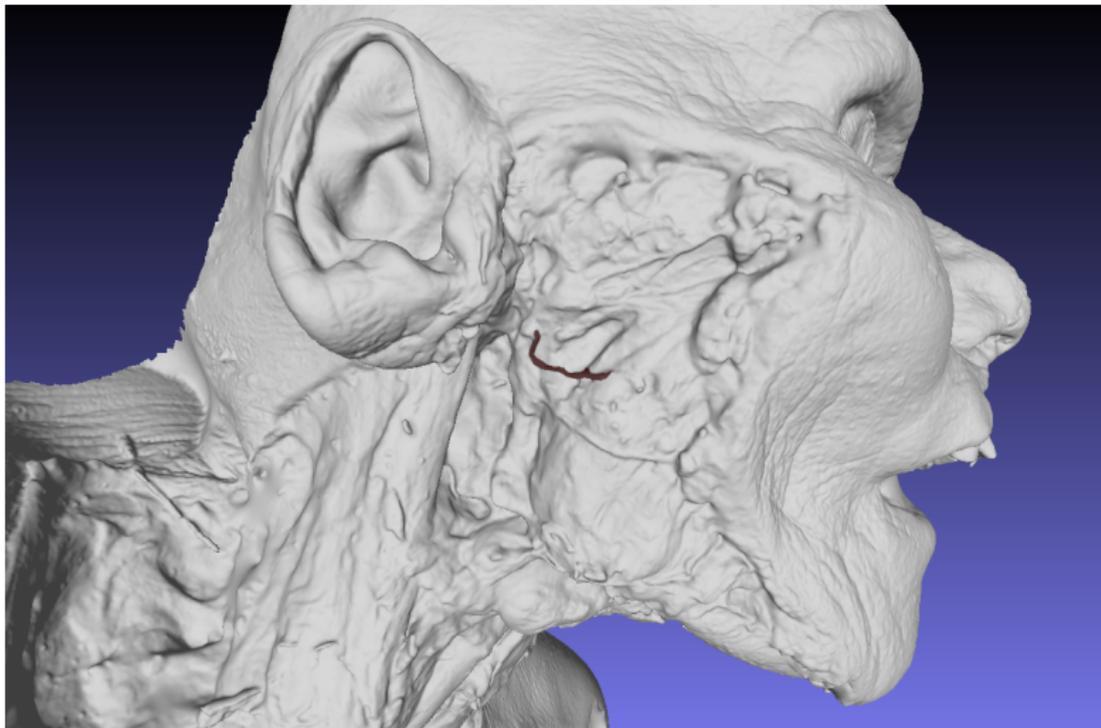


Nom	x	y	z	r
Oeil droit	142.2	39.7	-37.1	9.6
Oeil gauche	142.2	39.7	-37.1	9.6
Bouche	132.9	32.1	-12.0	25

Hiérarchie des objets

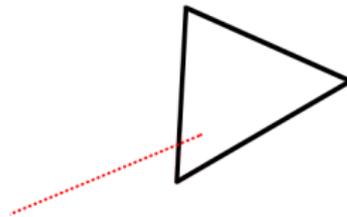
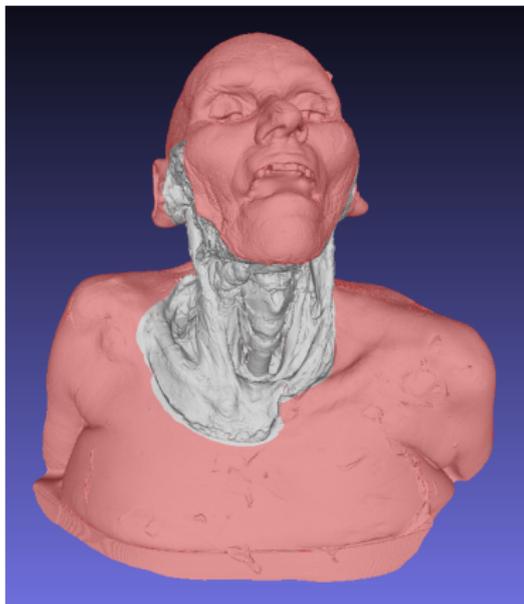


Problème



Sélection par peinture

Principe



Structure des maillages sur Unity

Index	Sommet
0	(0, 0, 1)
1	(1, 0, 1)
2	(0, 1, 1)
3	(1, 1, 1)
4	(0, 0, 0)
5	(1, 0, 0)
6	(0, 1, 0)
7	(1, 1, 0)

Index	Faces
0	0
1	1
2	2
3	1
4	3
5	2
6	0
7	2
8	4

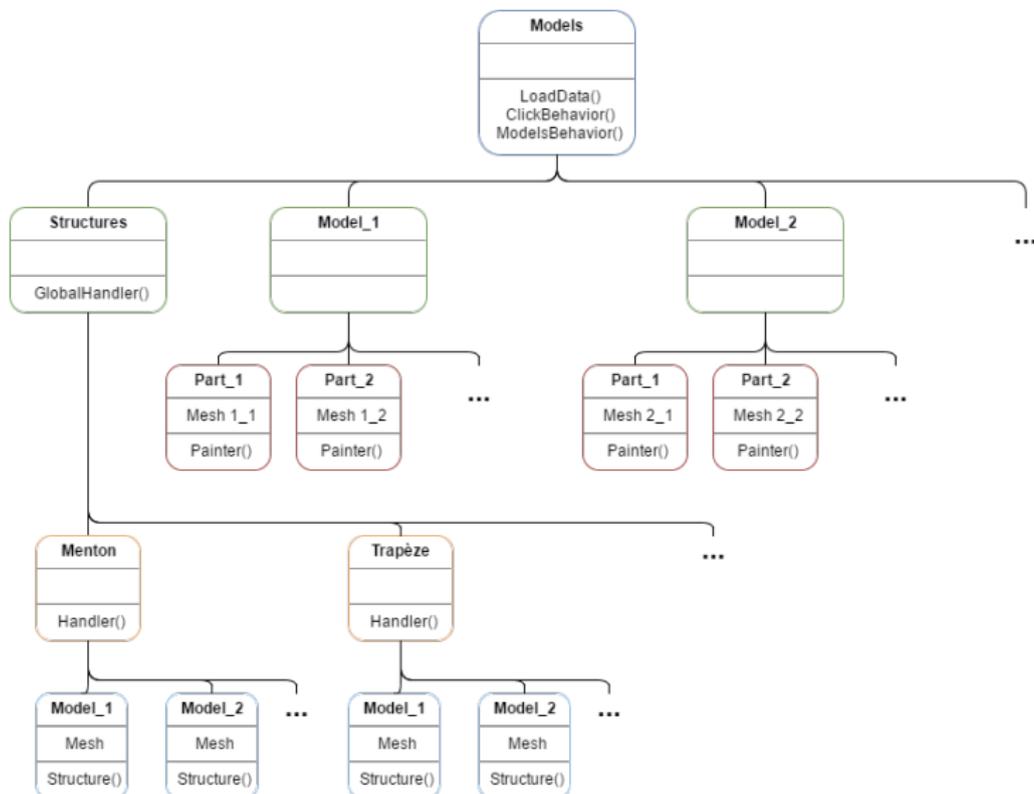
Stockage des structures

Structures associées à chaque face

1	Mandibule
2	Menton
3	Trapèze
4	Clavicule
5	Trachée
6	Cartilage cricoïde
7	Incisure sternale
8	Os hyoïde
9	Platysma coli
10	...

1	-1
2	-1
3	-1
4	3
5	3
6	4
7	2
8	-1
9	0
10	-1
11	...

Hiérarchie des objets



Retour visuel



Duplication de maillage



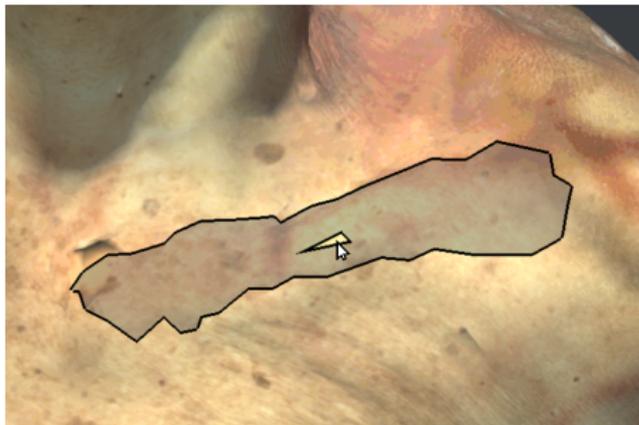
Problème d'entrelacement

Retour visuel



Asset Outline Effect

Gomme



- Associer -1 à la face
- Supprimer la face du maillage

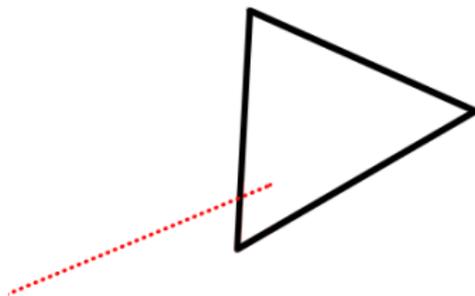
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



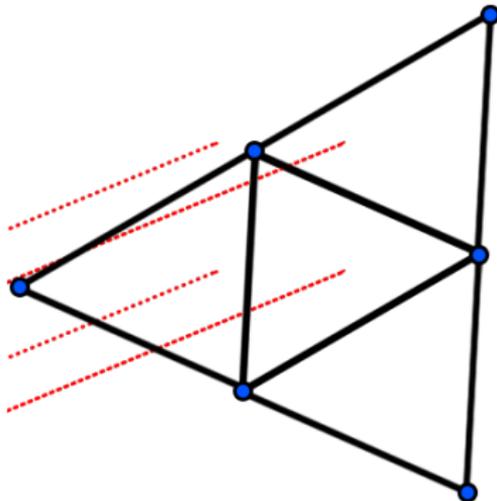
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



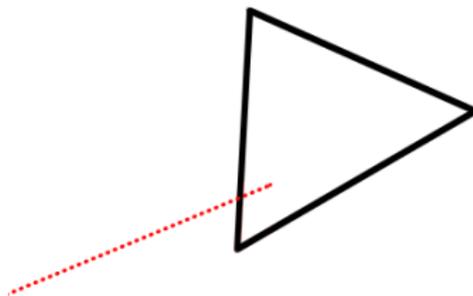
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



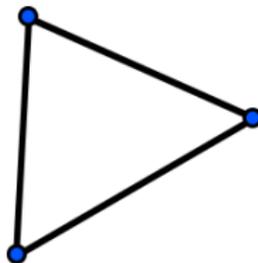
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



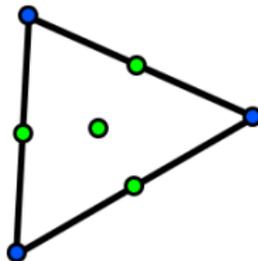
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



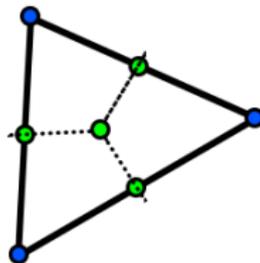
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



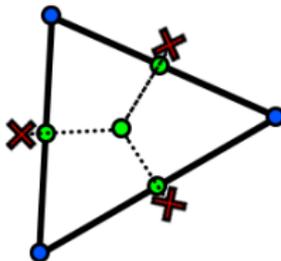
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



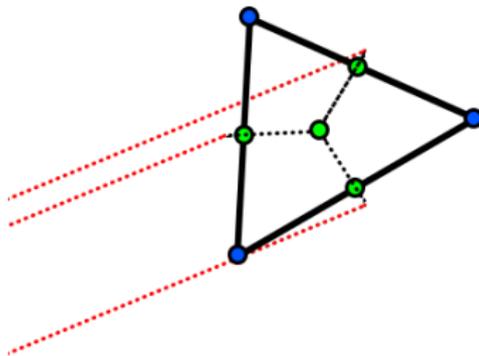
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



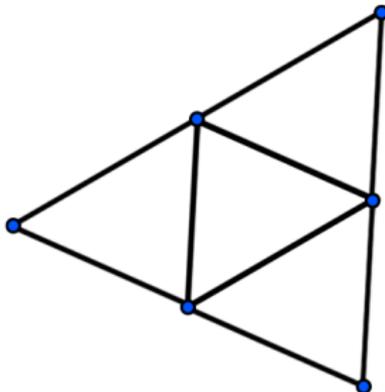
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



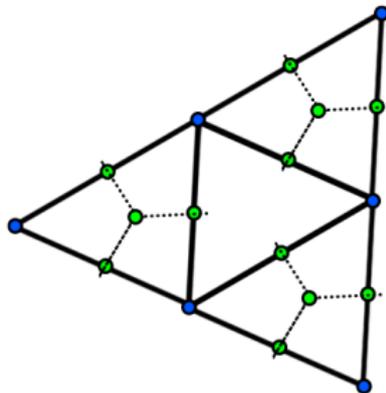
Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



Élargissement du pinceau

Recherche de voisins



Élargissement du pinceau



- 1 Introduction
- 2 Problématique
- 3 Développement
- 4 Conclusion
 - Résultats
 - Difficultés
 - Améliorations

Résultats

- Chargement et affichage des données
- Contrôles du modèle
- Créer et dessiner des structures anatomiques
- Importer et exporter les structures

Difficultés

- Principe unique
- Taille des données
- Sélection de maillage
- Peinture de maillage

Améliorations

- Identifier les éléments du cou
- Hiérarchiser les structures anatomiques
- Création de QCM

Merci pour votre attention

