

Stage M2 PRO – IICAO, du 1^{er} avril au 31 septembre 2008

"Modélisation interactive d'un genou humain"

Vincent Vansuyt

Sous la tutelle de François Faure et François Boux de Casson
Dans l'équipe Evasion, laboratoire LJK



Evasion



B | BRAUN AESCULAP

Plan de cette présentation

Introduction (4')

Réalisations (9')

Conclusion (2')

Introduction : Aesculap

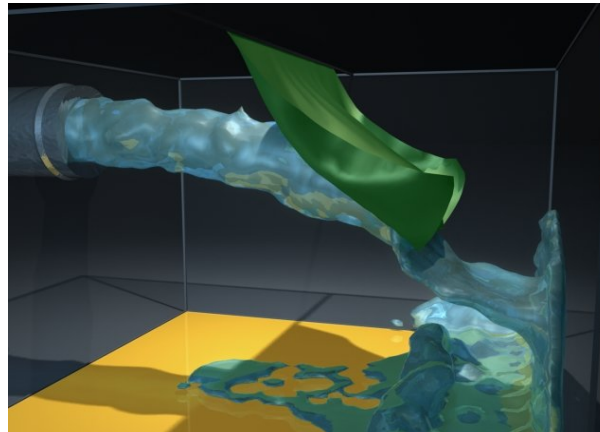
R&D Navigation à Echirolles

- positionnement de prothèses
- reconstruction LCA

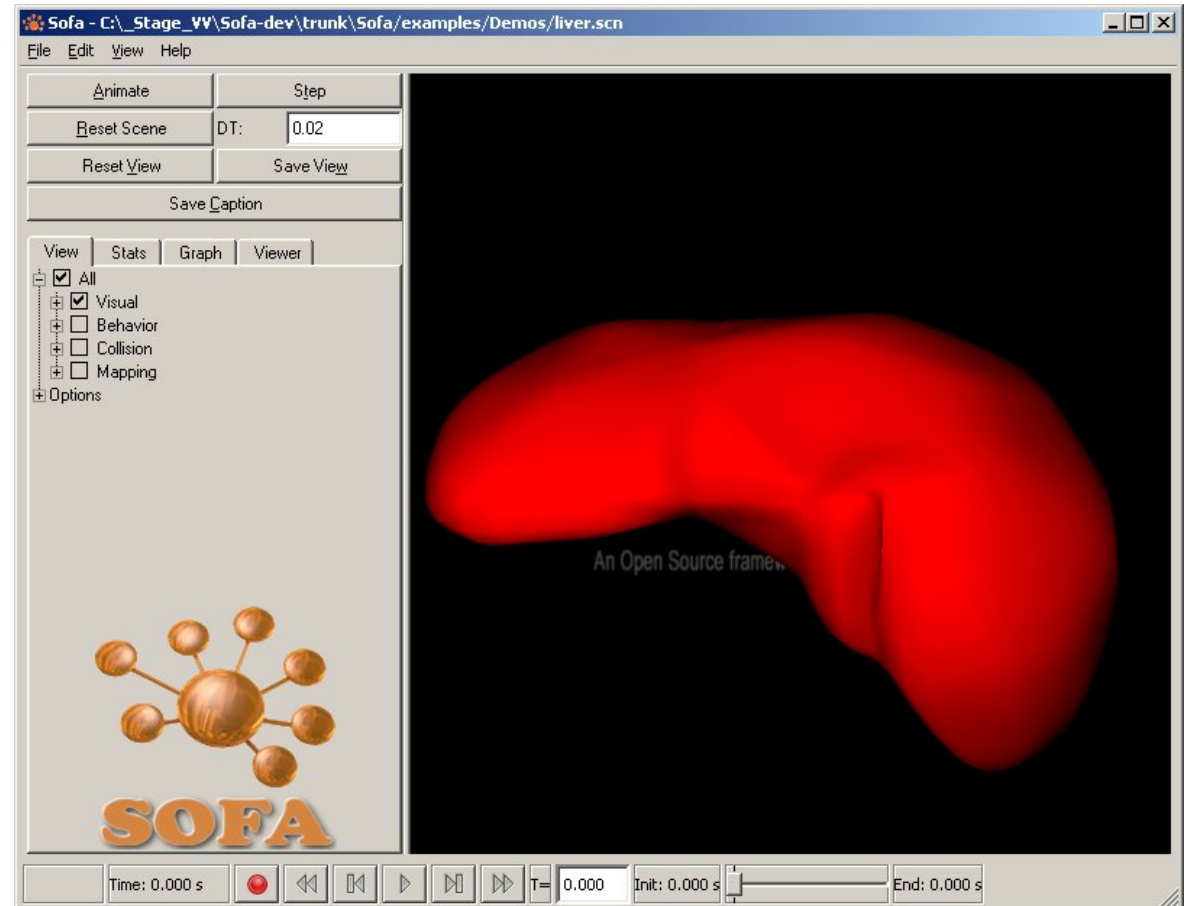
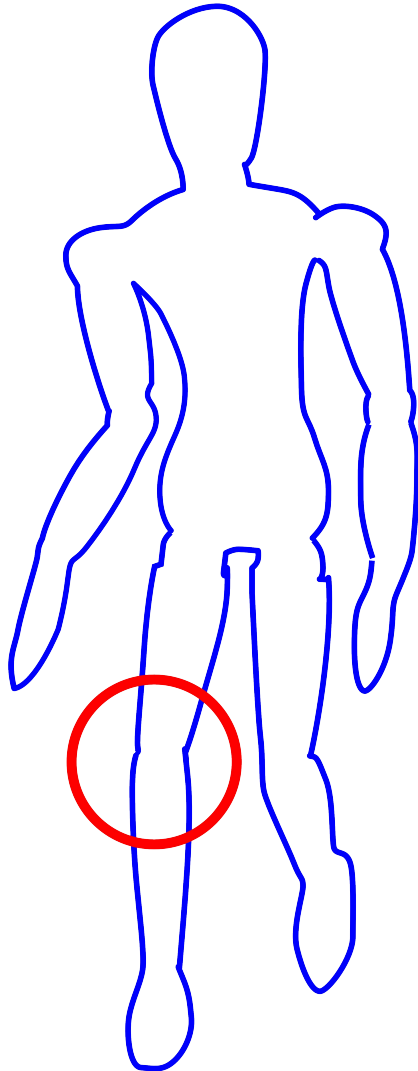


Introduction : Inria - Evasion

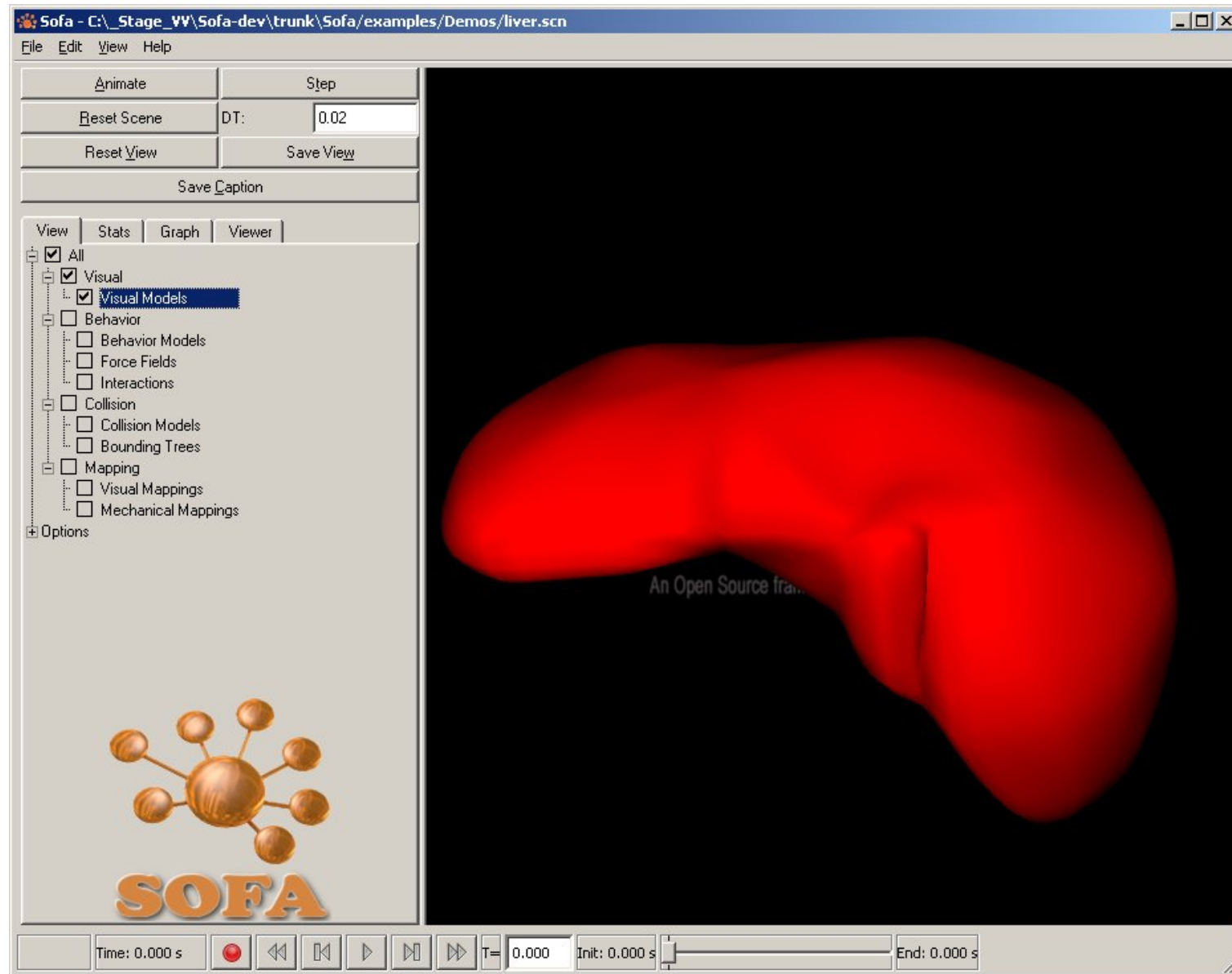
Environnements Virtuels pour l'Animation et la Synthèse d'Images d'Objets Naturels



Introduction : sujet

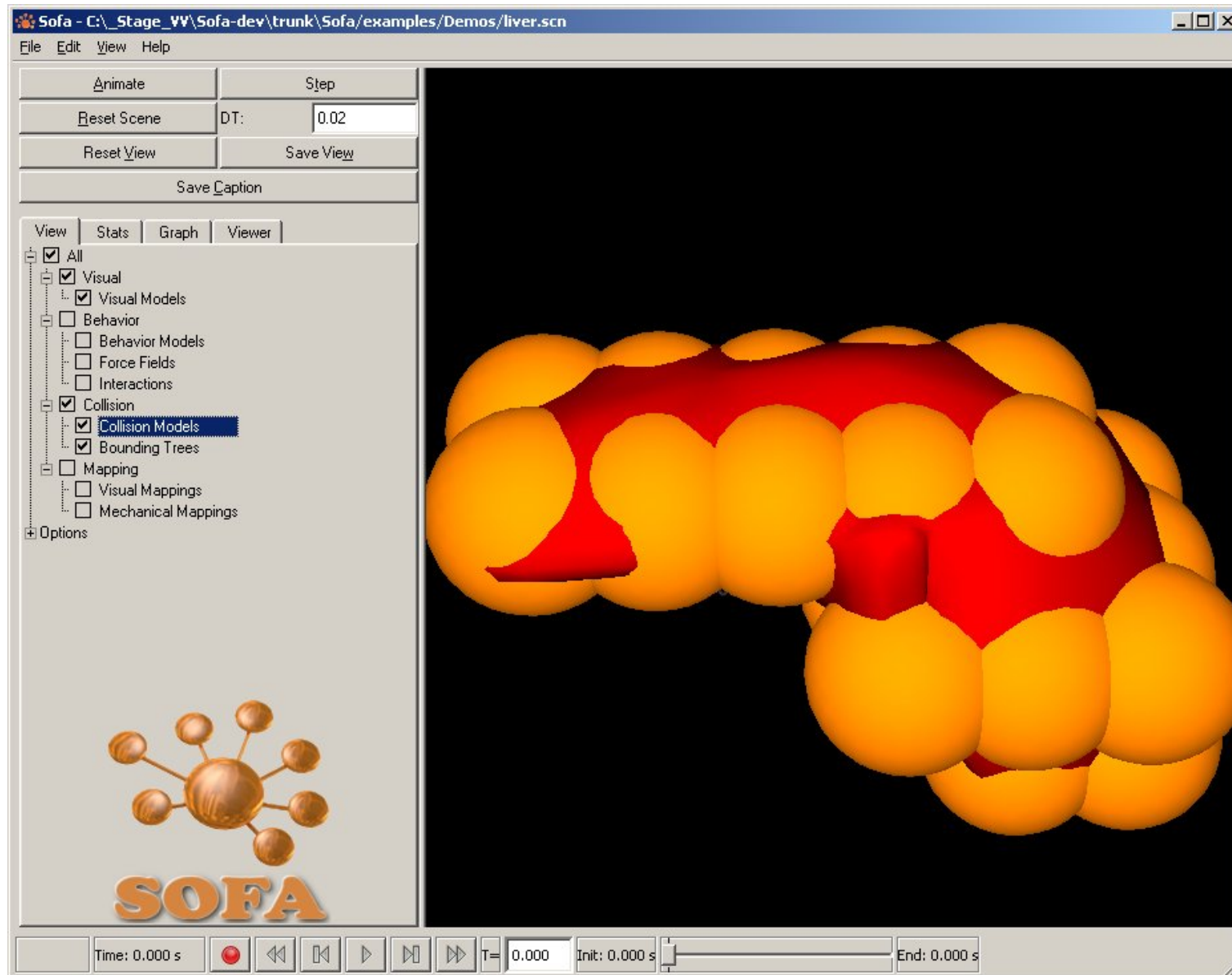


Introduction : plateforme SOFA (1/4)

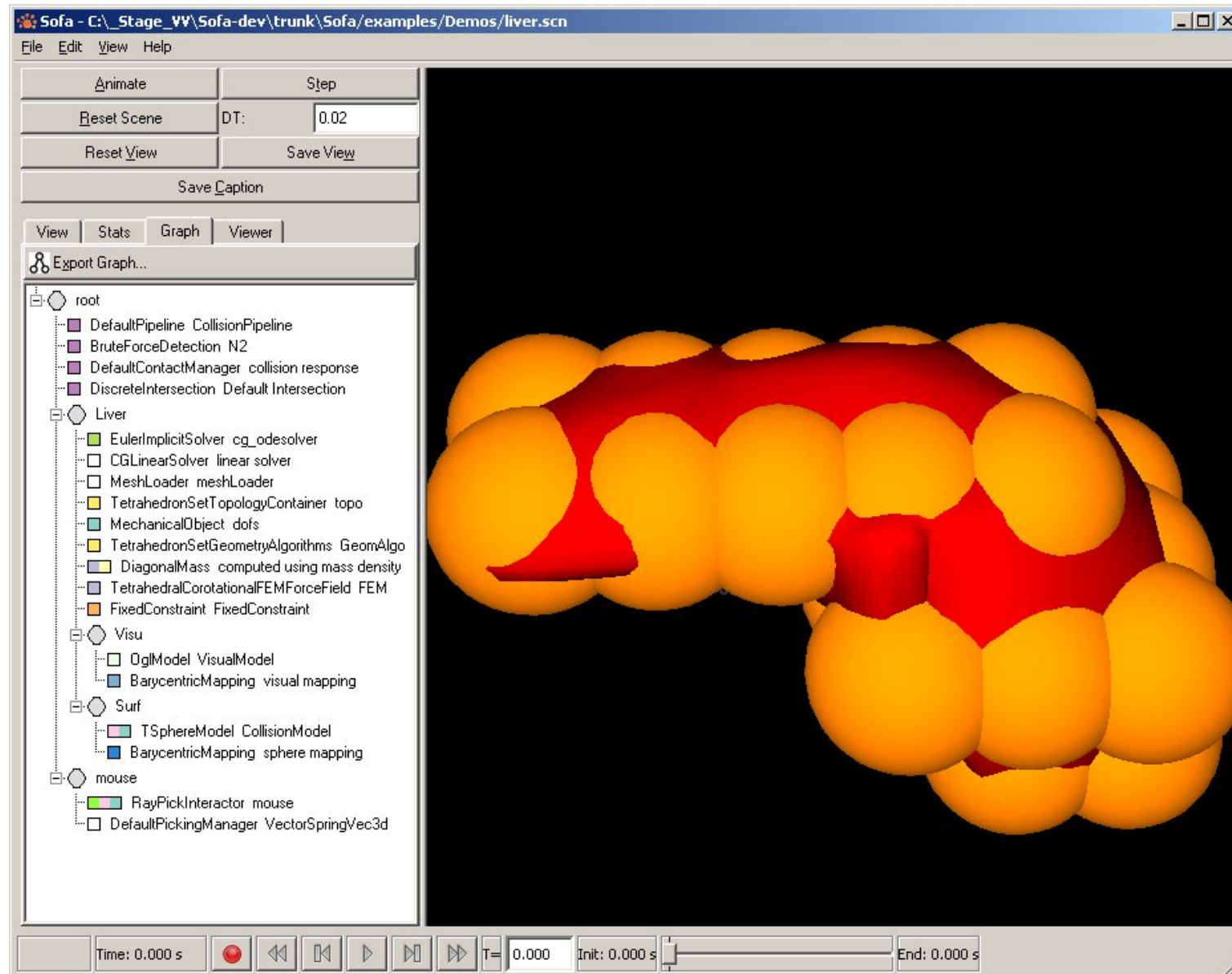


Simulation Open Framework Architecture

Introduction : plateforme SOFA (2/4)



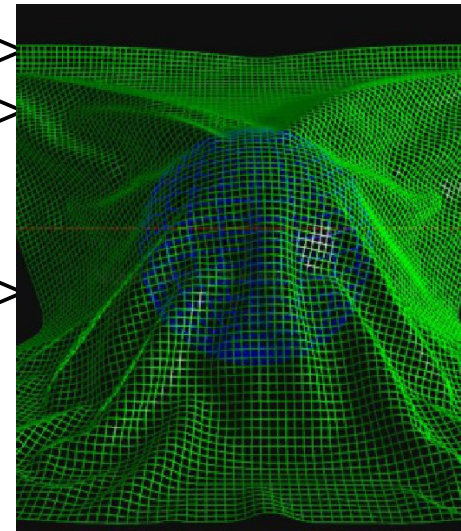
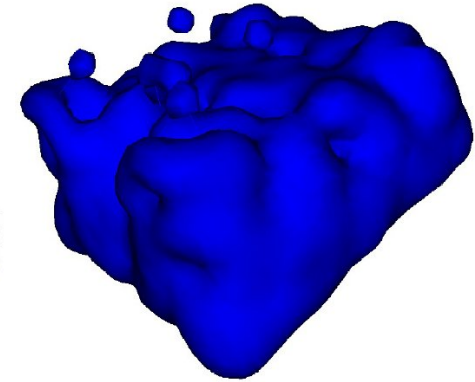
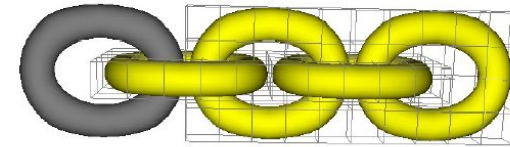
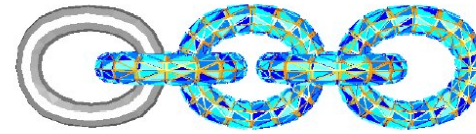
Introduction : plateforme SOFA (3/4)



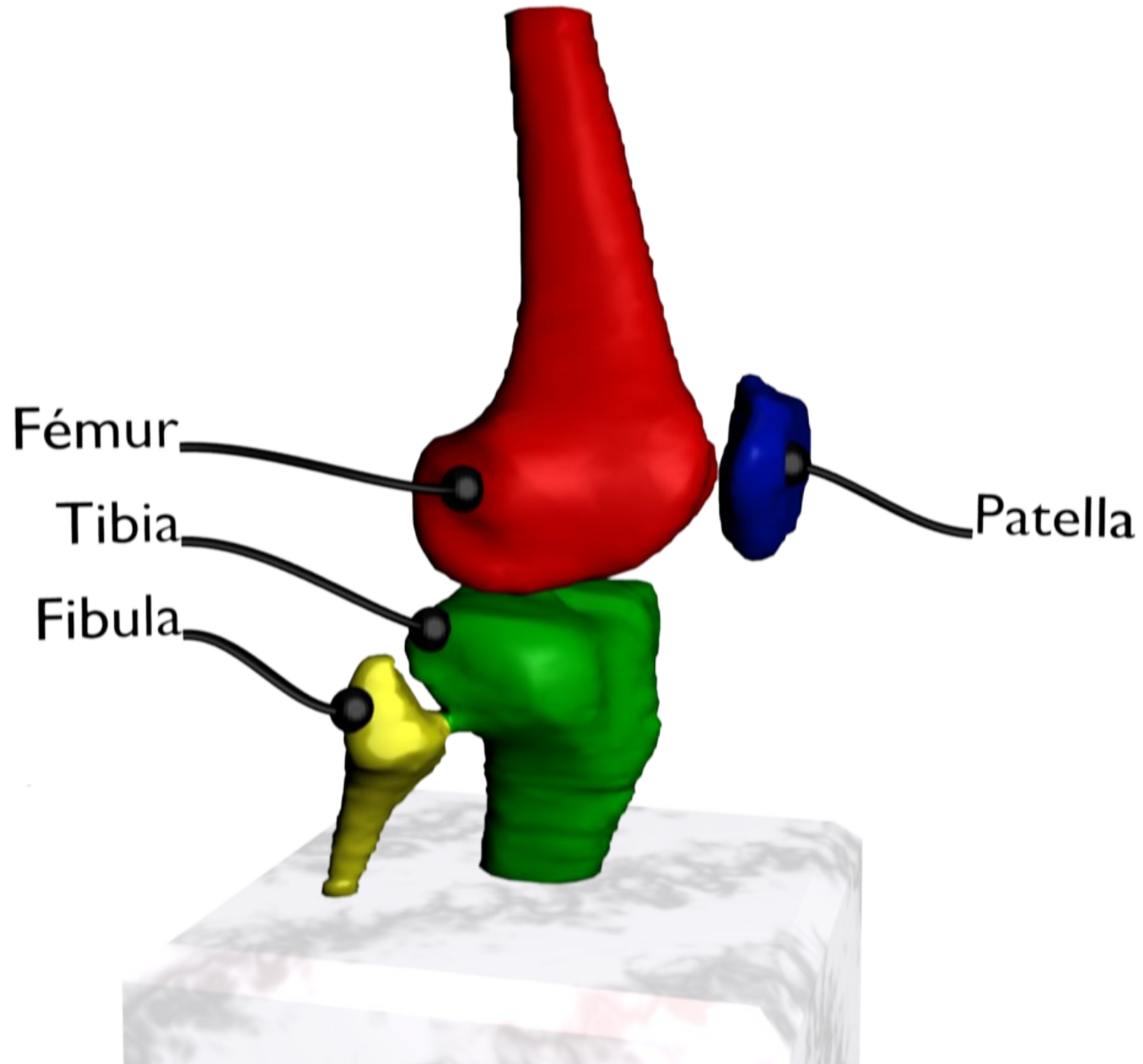
Introduction : plateforme SOFA (4/4)

Simulation Open Framework Architecture

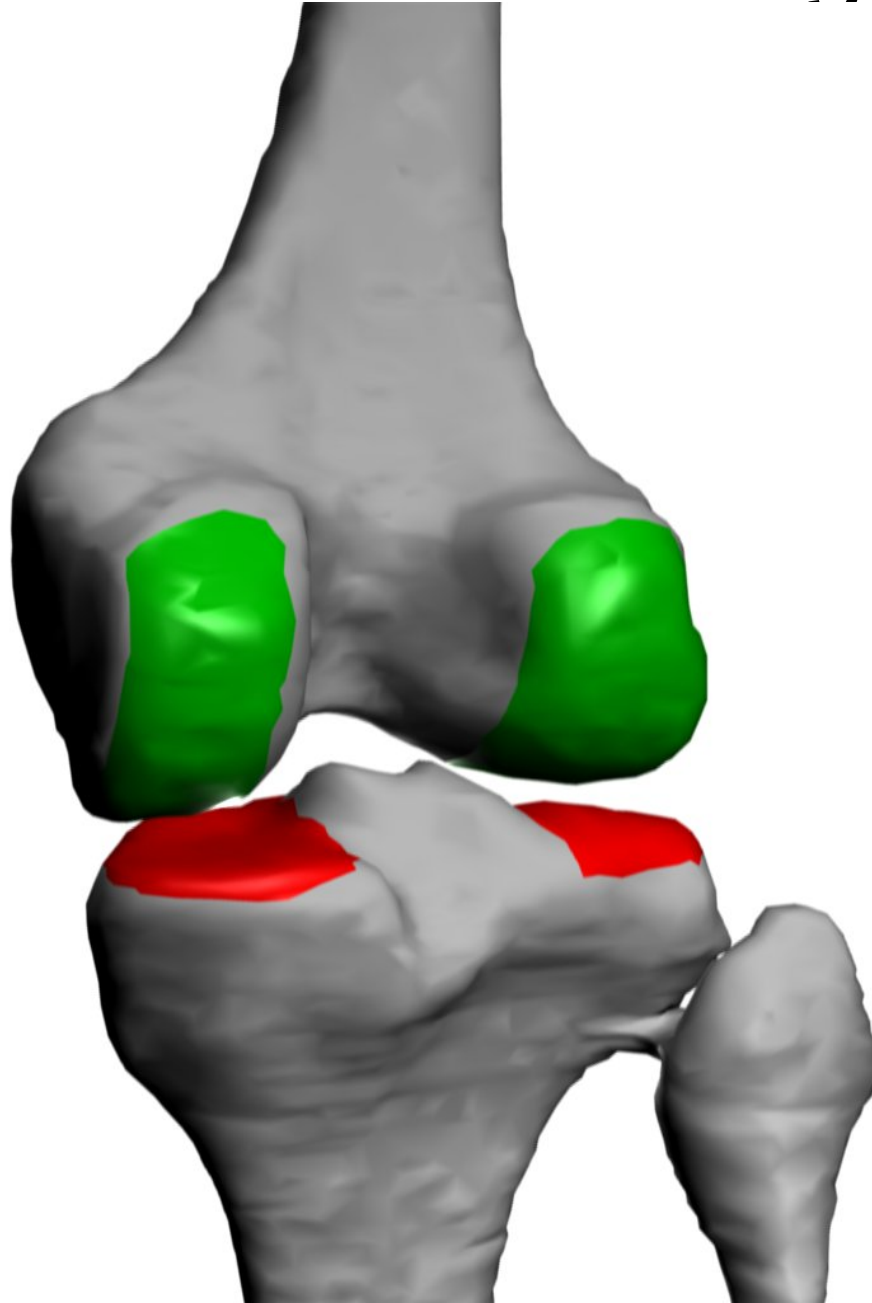
```
<Node name="root">
  <Object type="..." ...>
  <Object type="..." ...>
  <Object type="..." ...>
  <Node name="...">
    <Object type="..." ...>
    <Object type="..." ...>
  </Node>
  <Node>
    <Object type="..." ...>
  </Node>
</Node>
<Node>
  <Object type="..." ...>
  <Object type="..." ...>
</Node>
</Node>
```



Introduction : anatomie du genou (1/4)

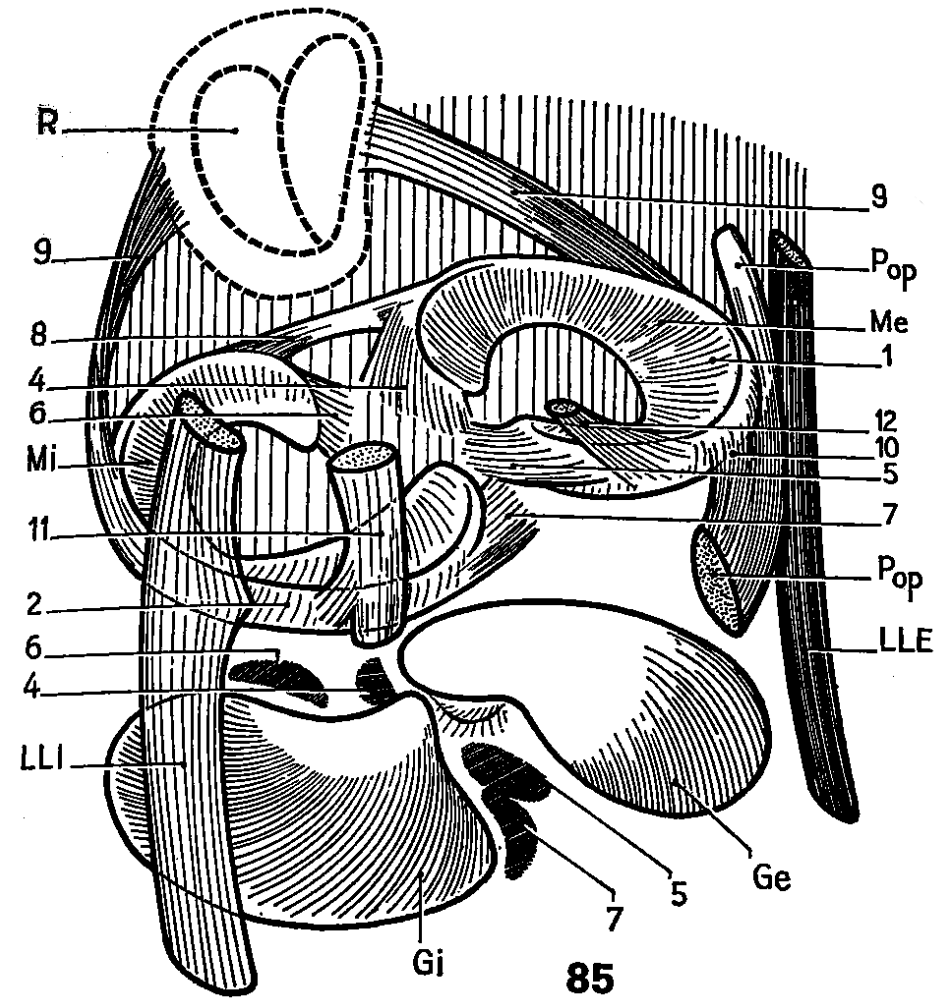
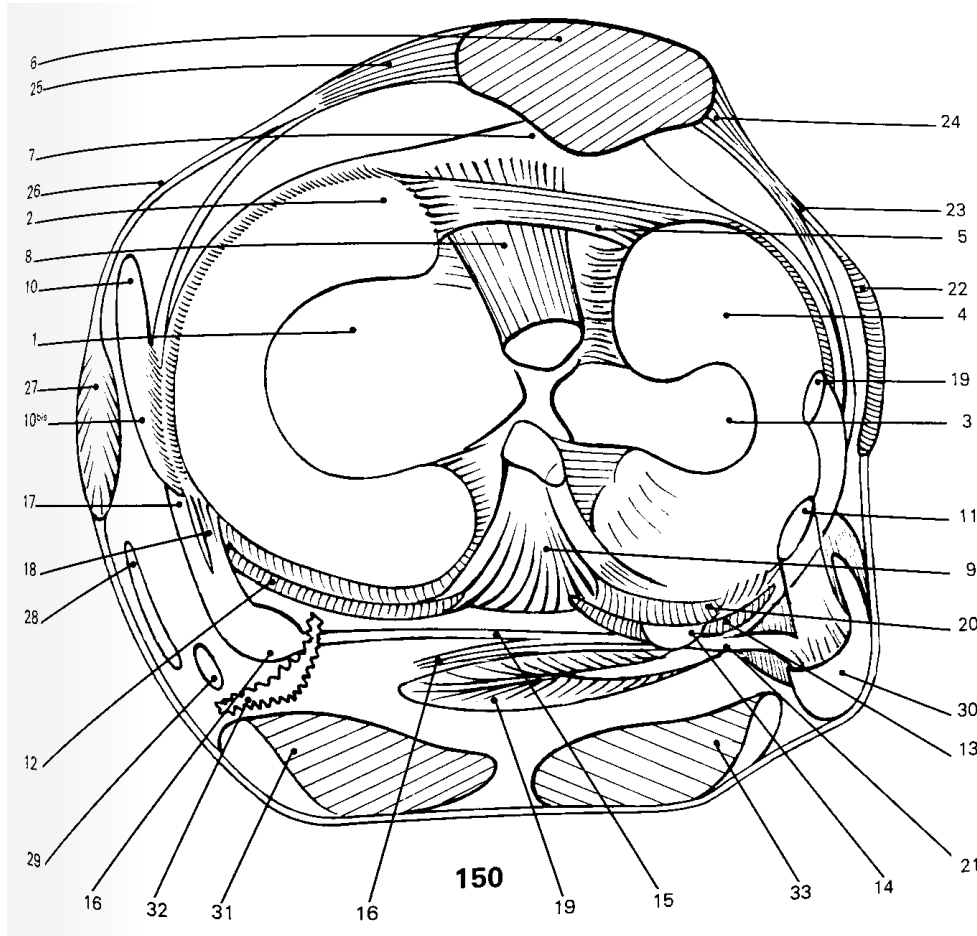


Introduction : anatomie du genou (2/4)

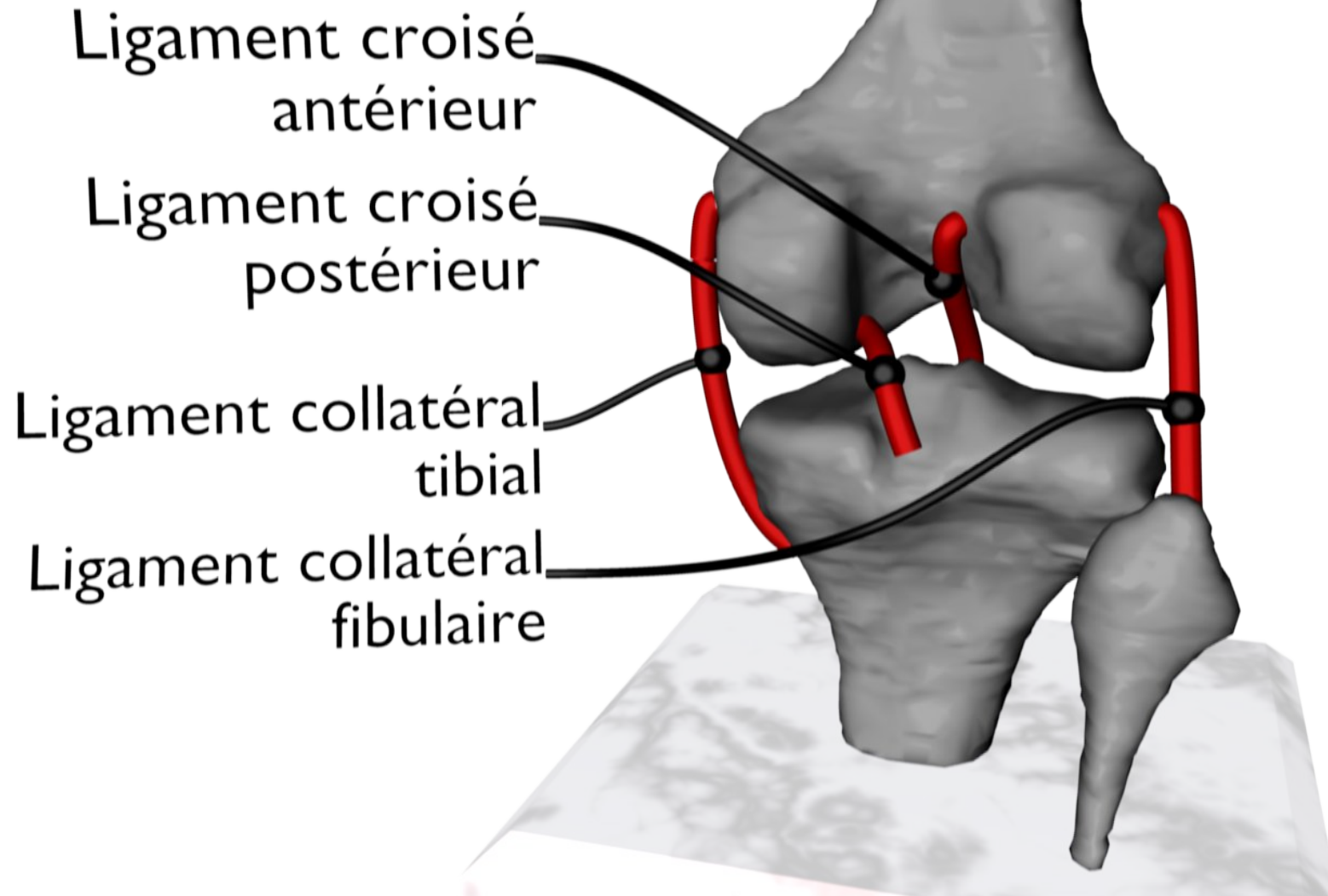


Introduction : anatomie du genou (3/4)

Simplification

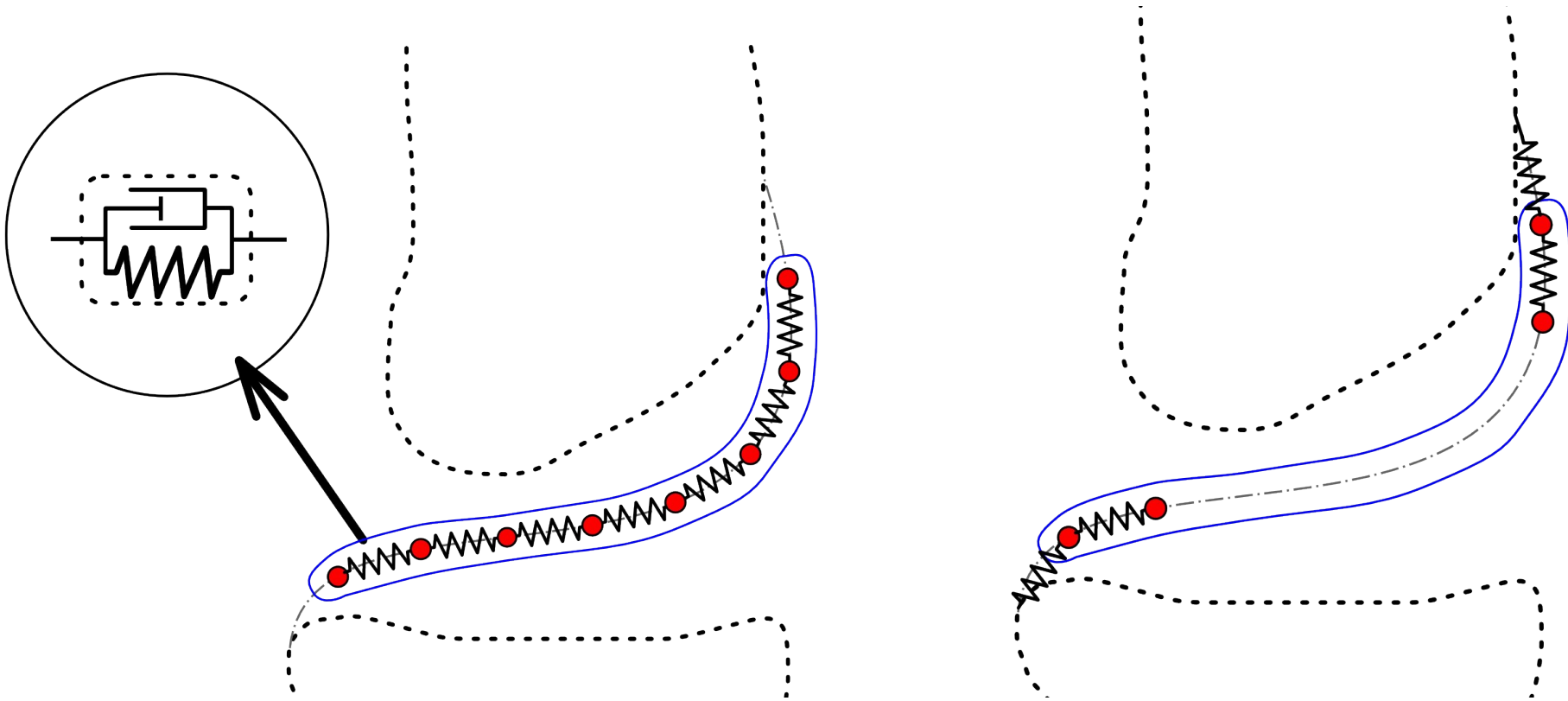


Introduction : anatomie du genou (4/4)



Réalisations

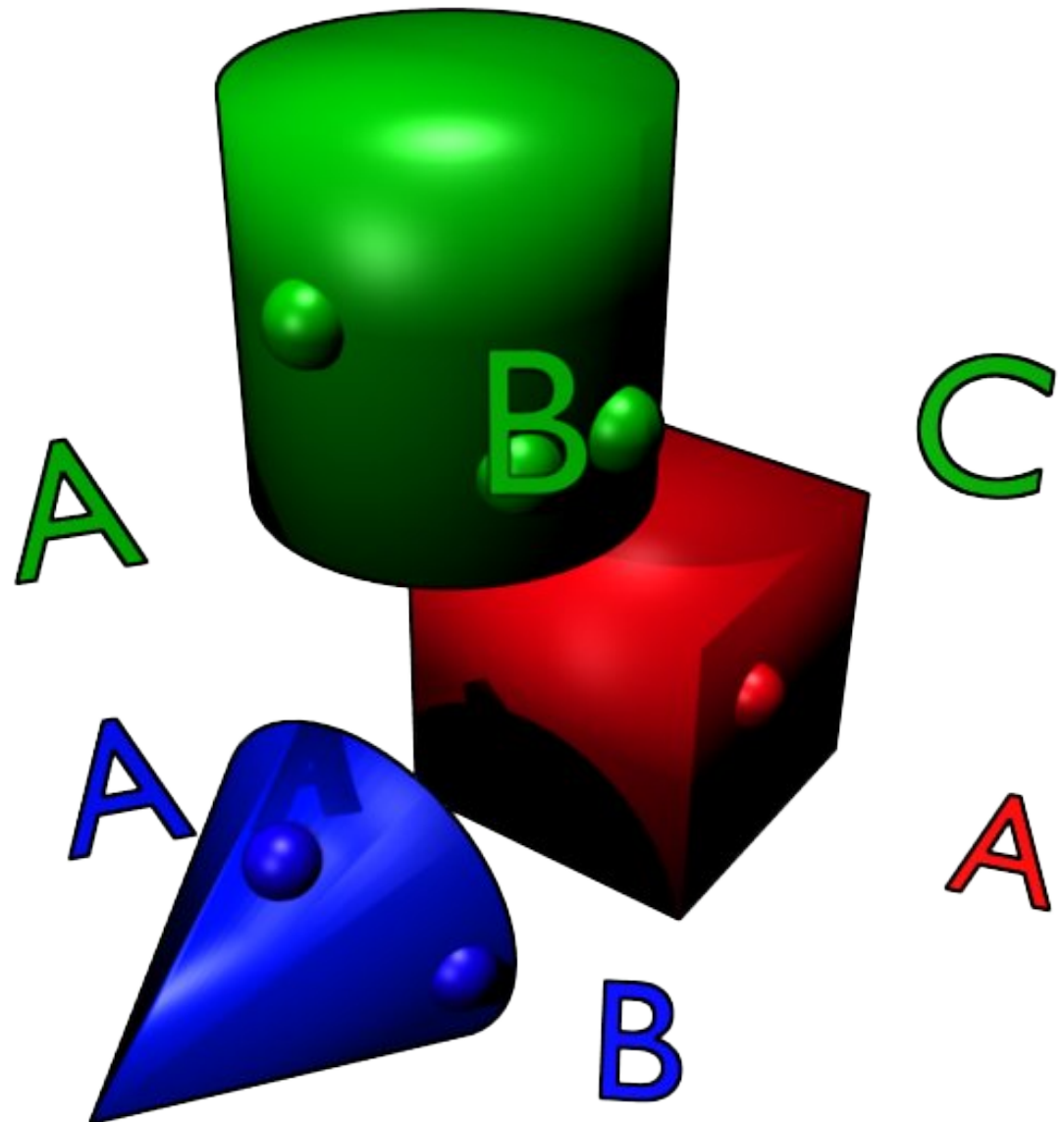
Réalisations : choix du modèle (1/3)



Réalisations : choix du modèle (2/3)

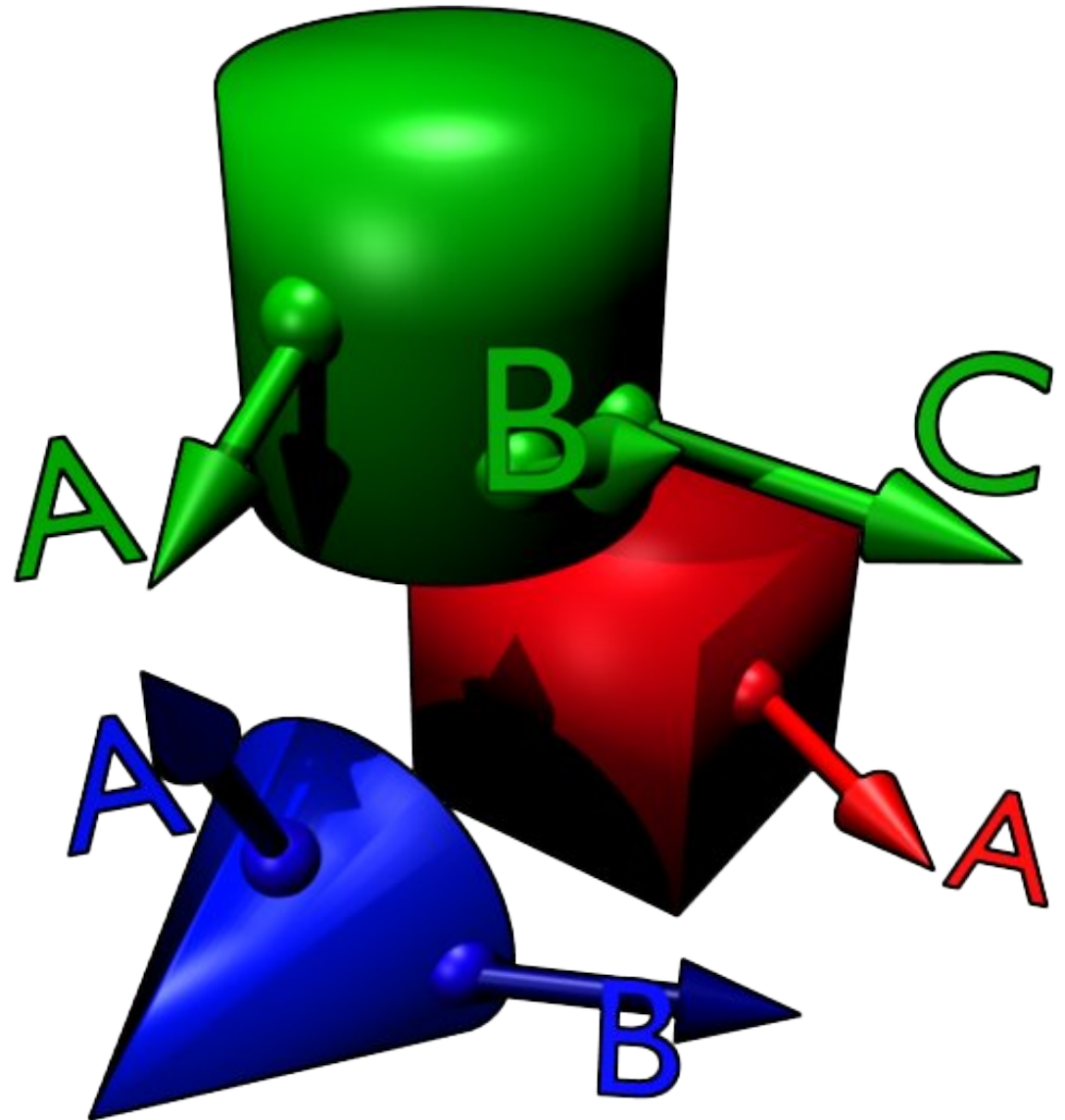
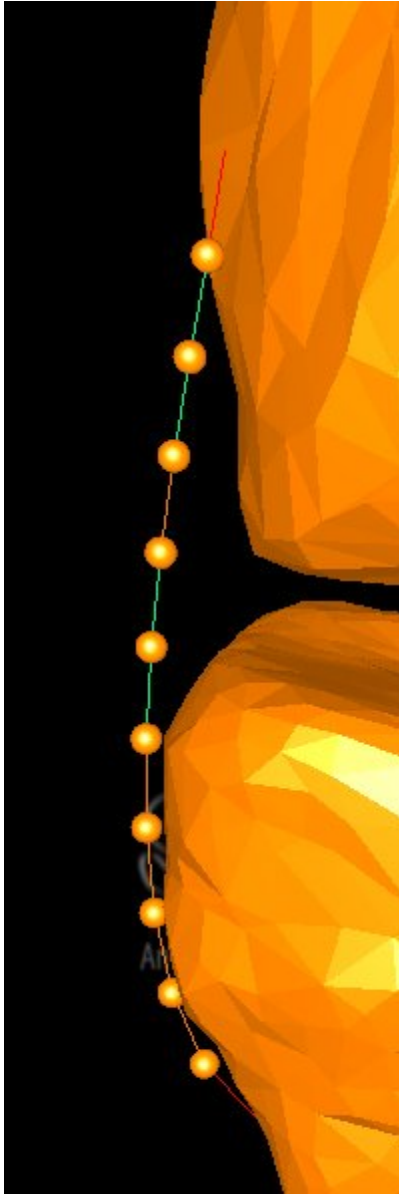


Collisions par pénalités



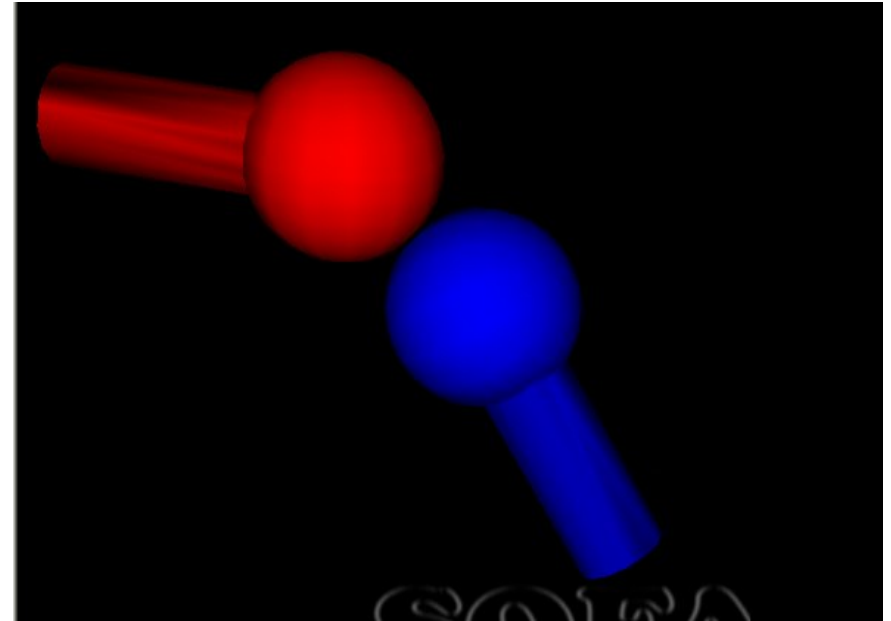
Os : solides indéformables

Réalisations : choix du modèle (3/3)

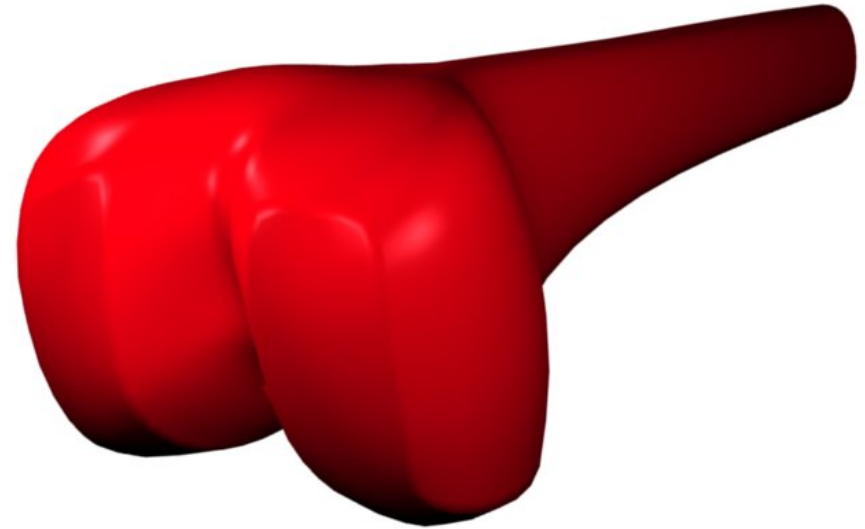
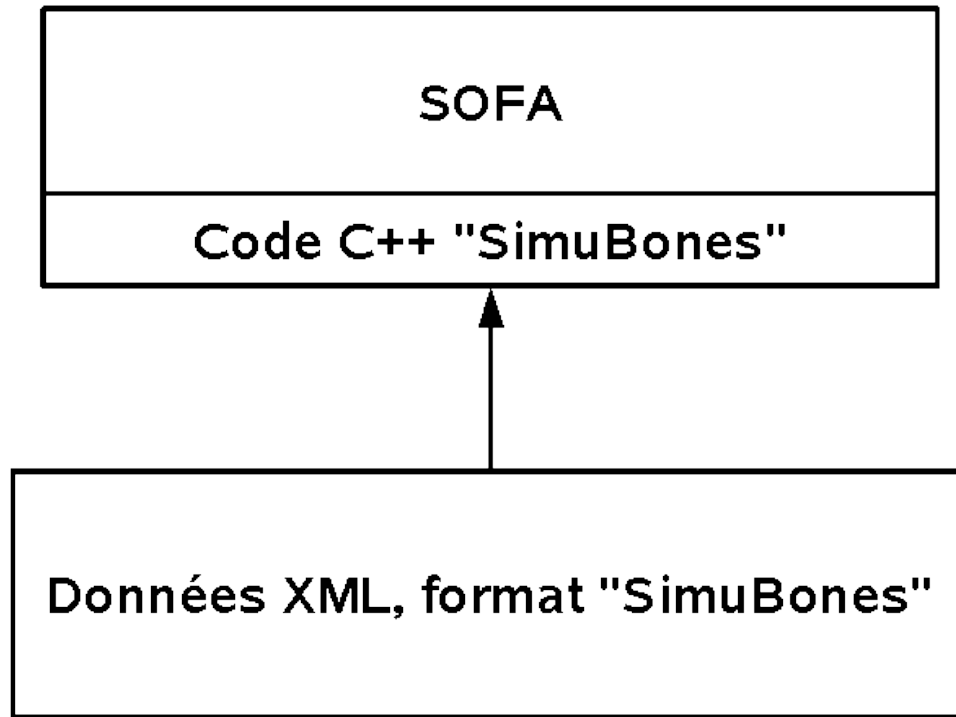


Réalisations : évolution du logiciel

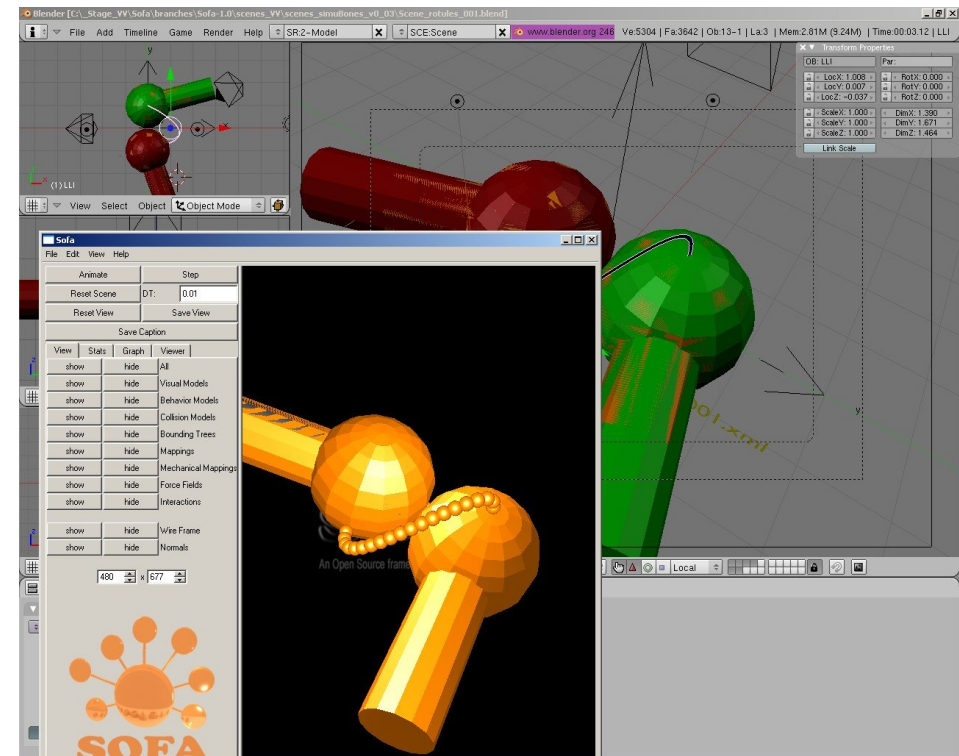
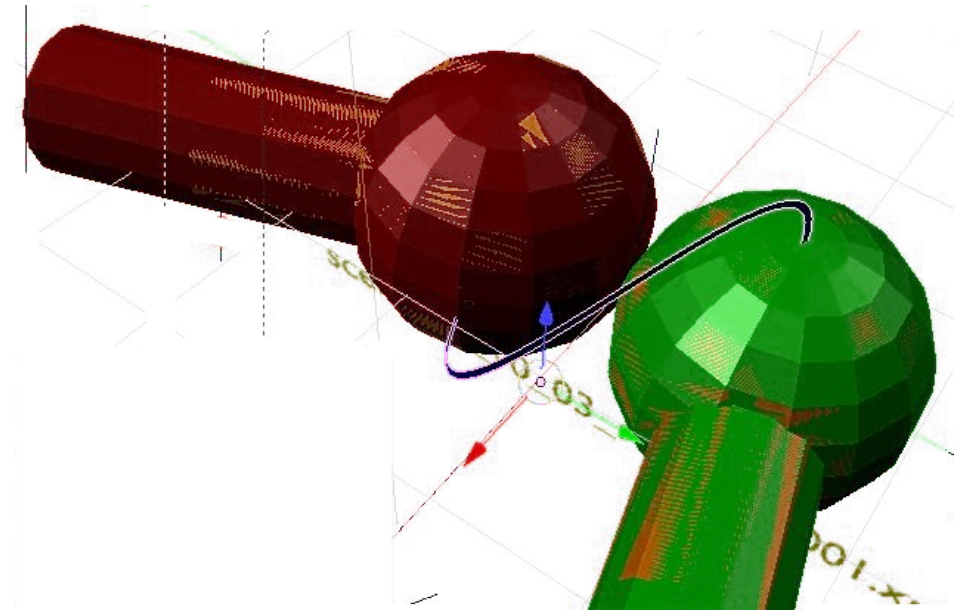
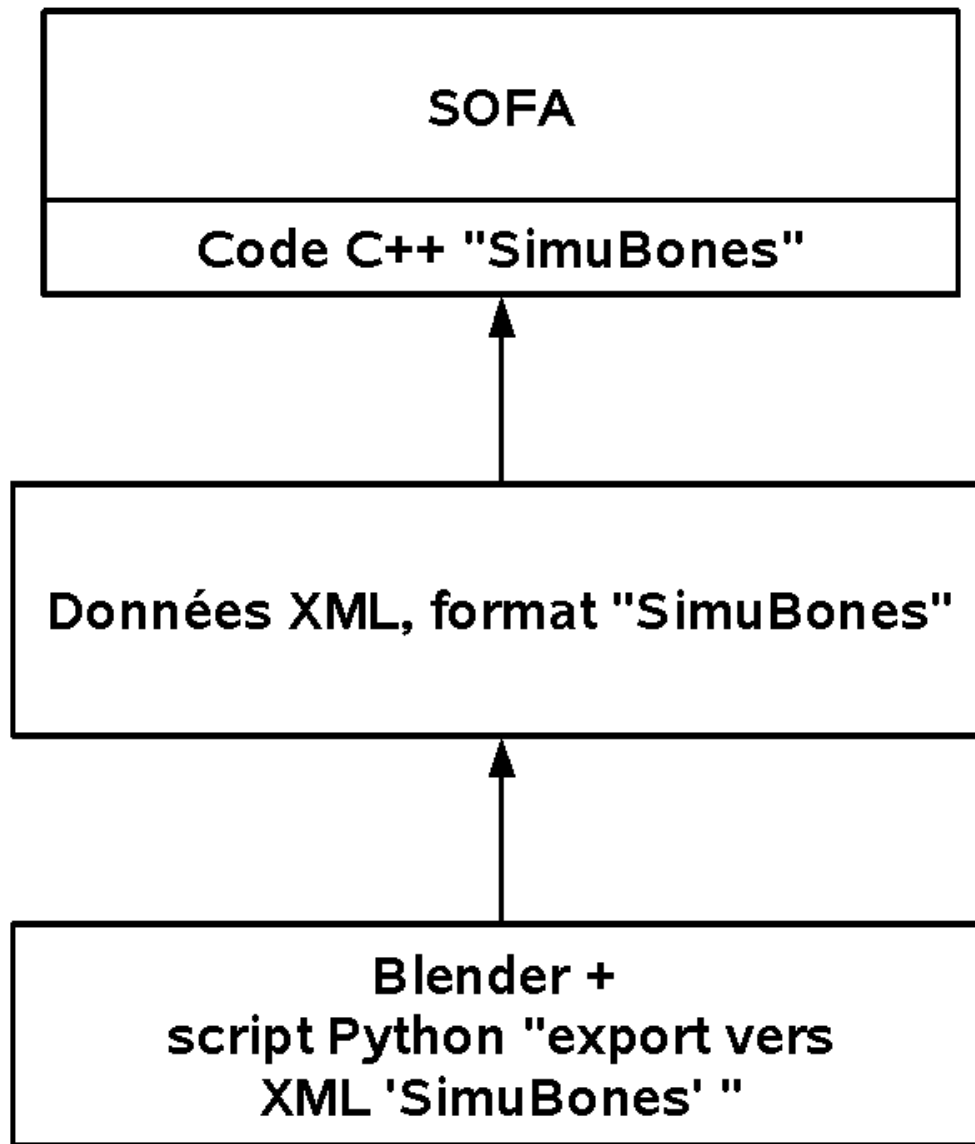
SOFA
Code C++



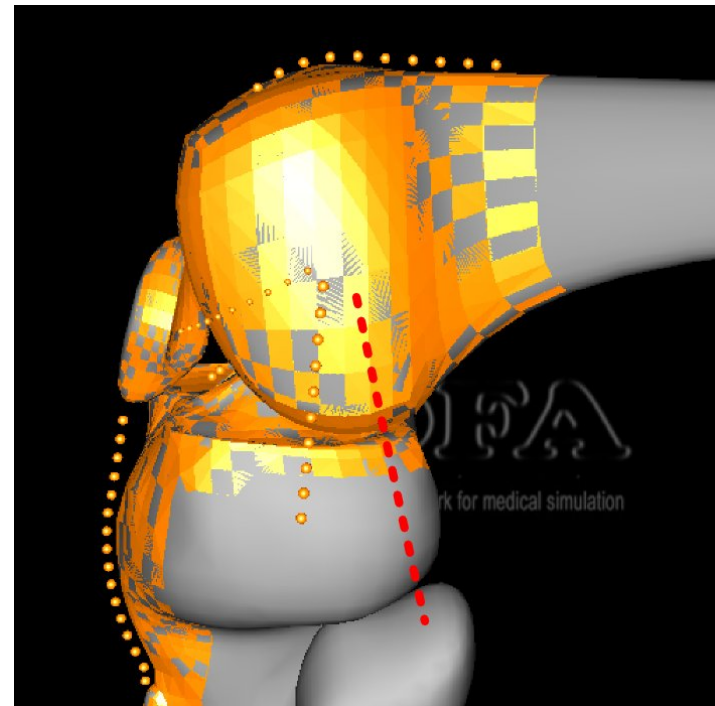
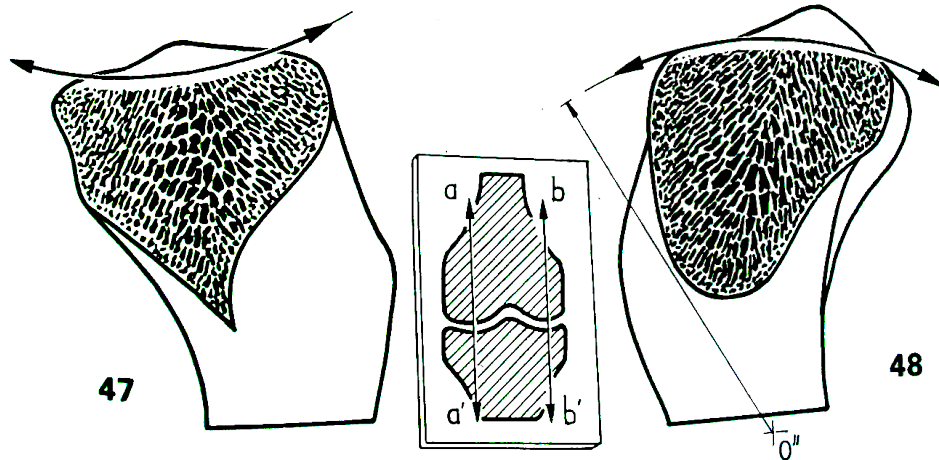
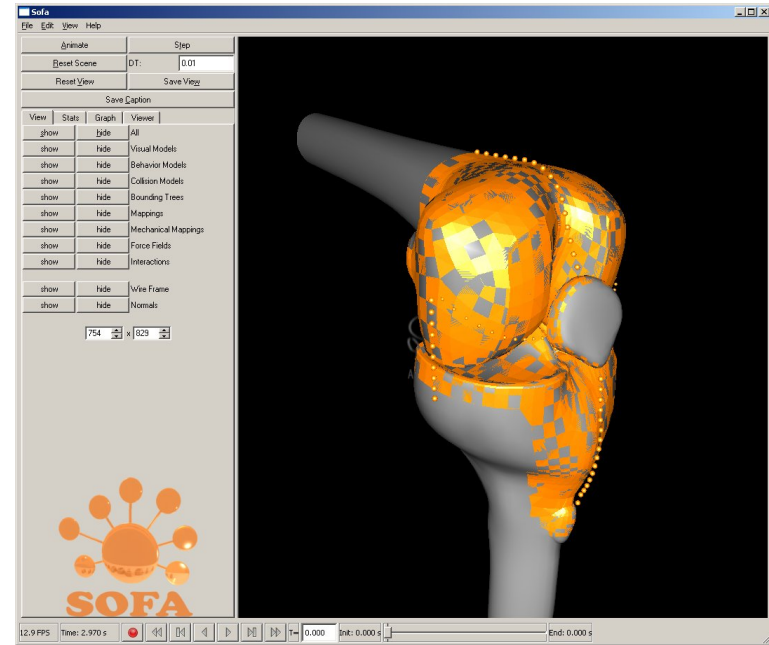
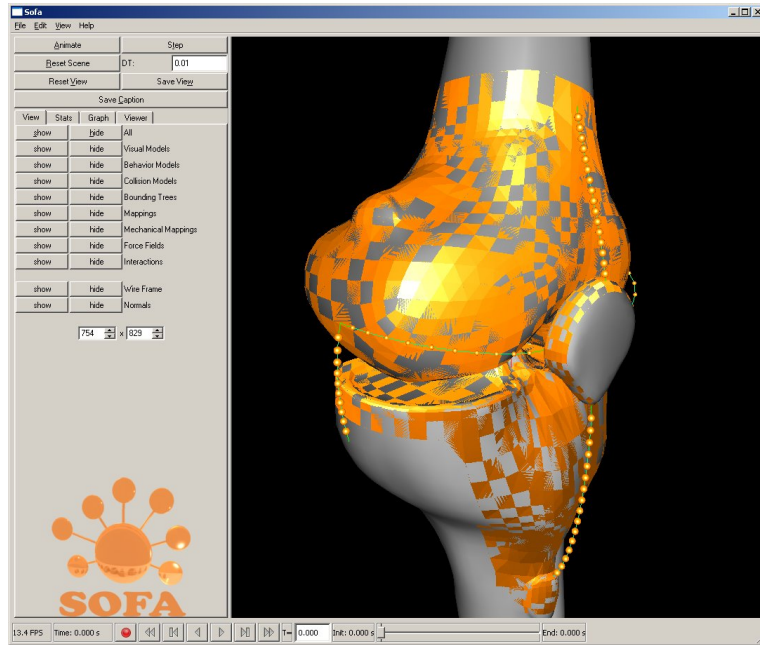
Réalisations : évolution du logiciel



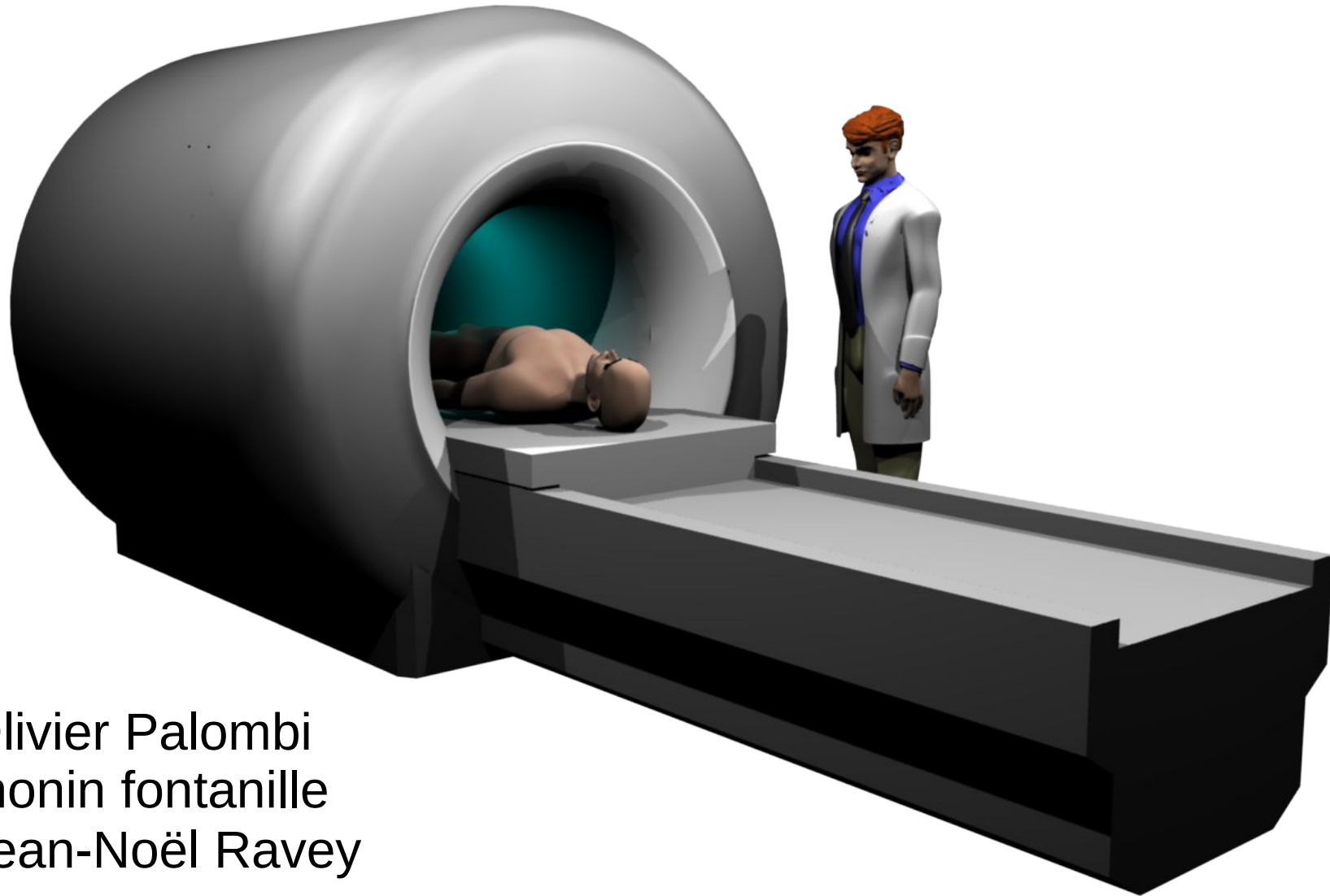
Réalisations : évolution du logiciel



Réalisations : premier résultat



Récupération de données réalistes (1/5)



- D^r Olivier Palombi
- Anthonin fontanille
- D^r Jean-Noël Ravey

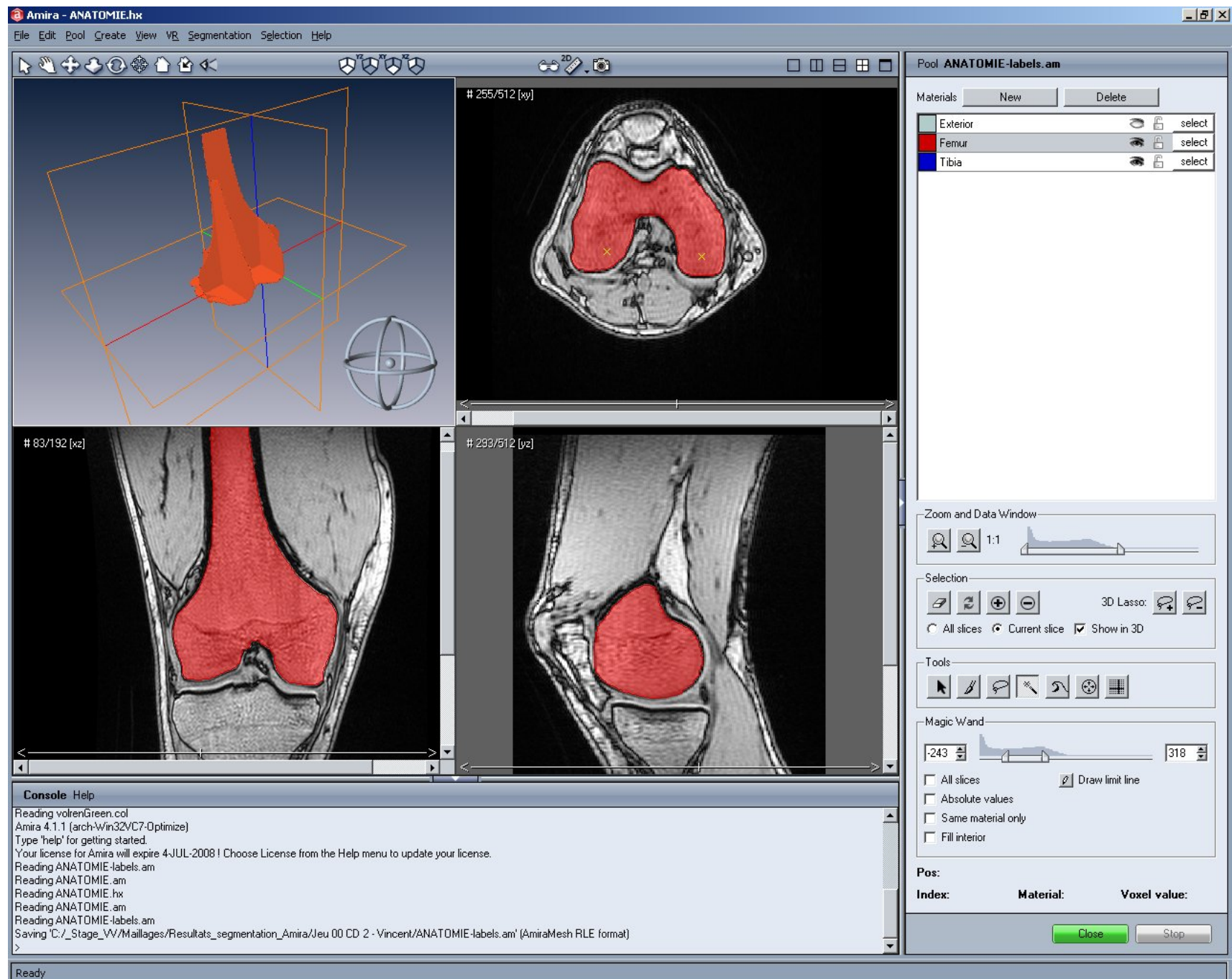
Obtention de données volumiques

Récupération de données réalistes (2/5)

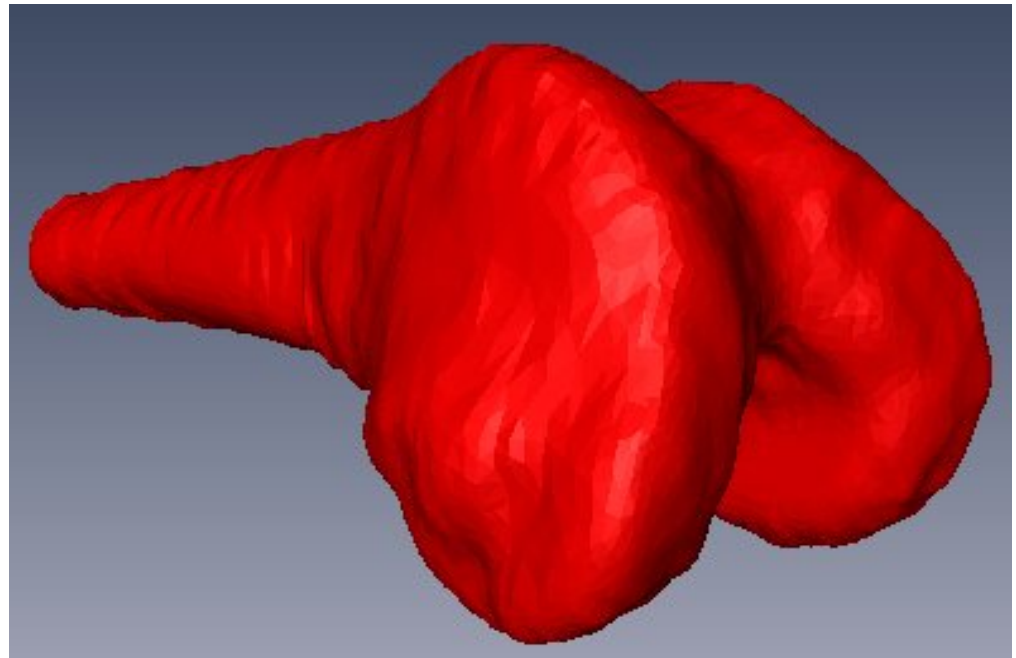
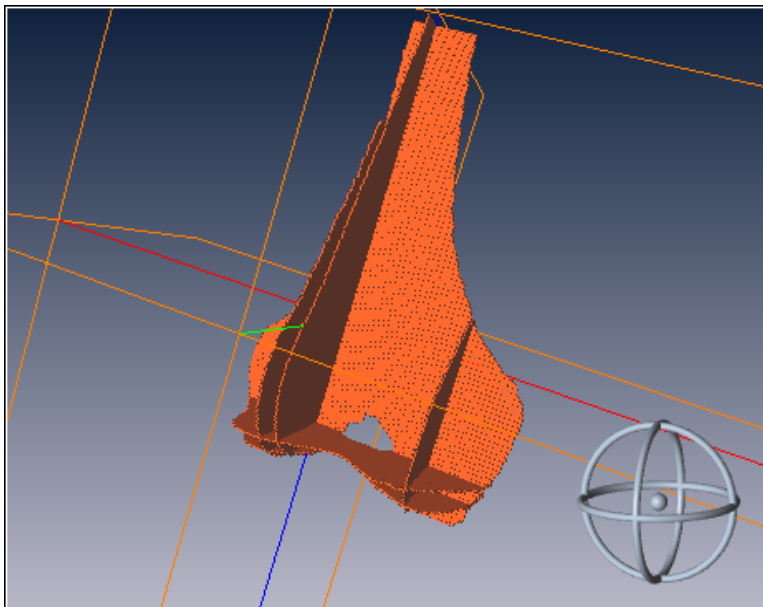
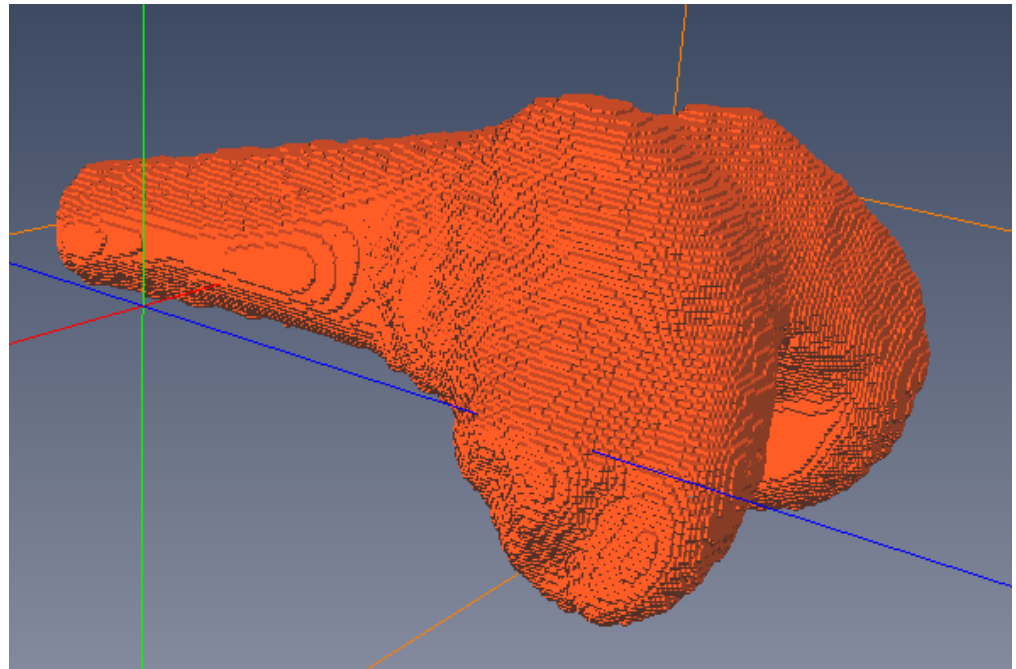
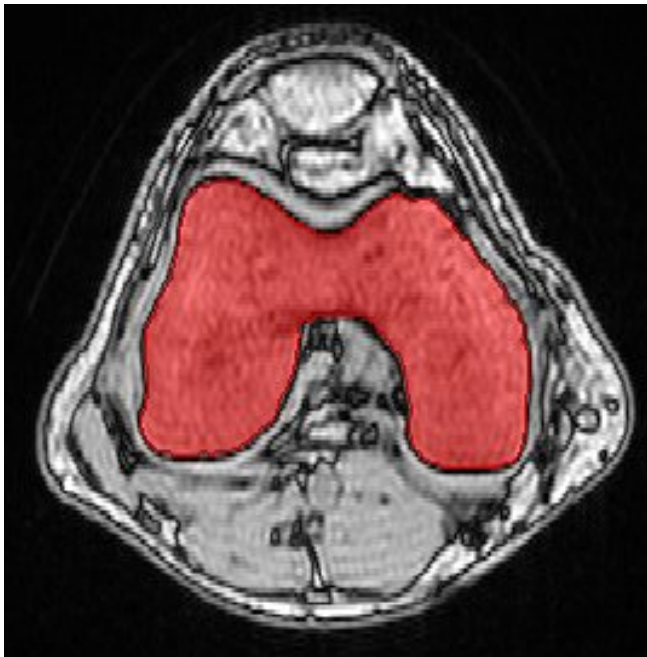
Obtention de maillages



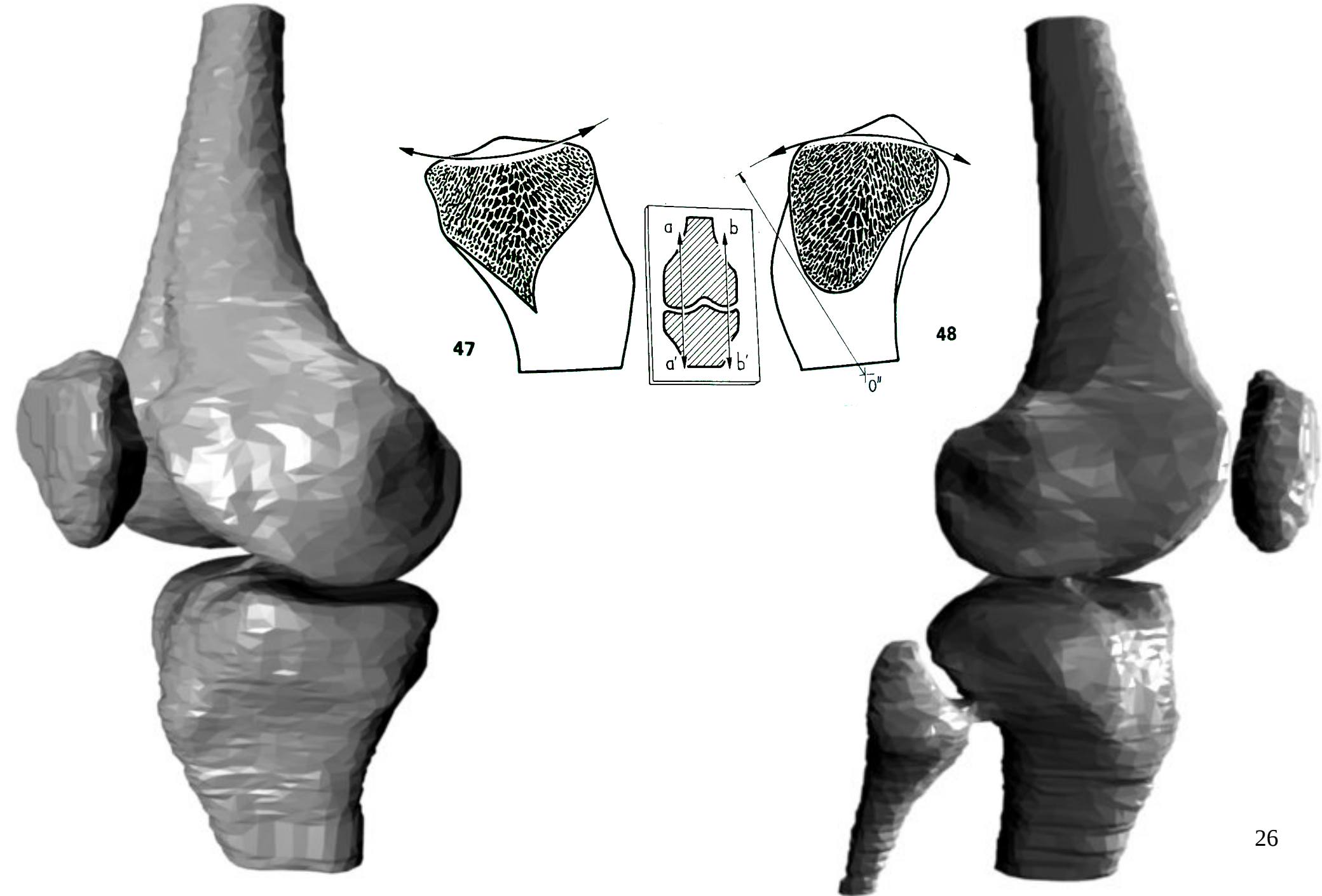
Récupération de données réalistes (3/5)



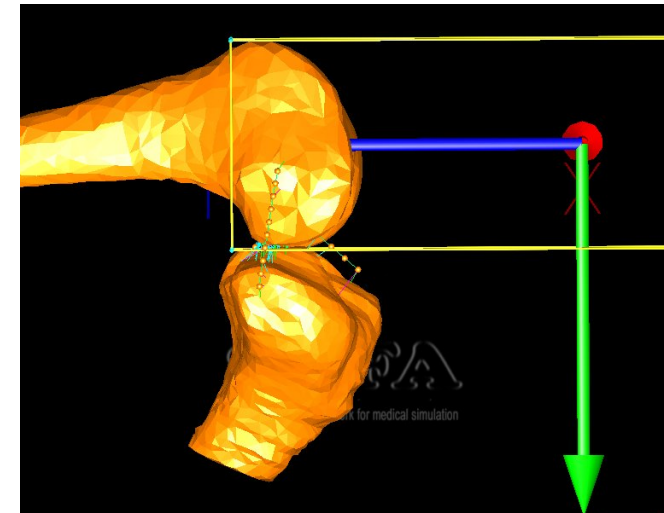
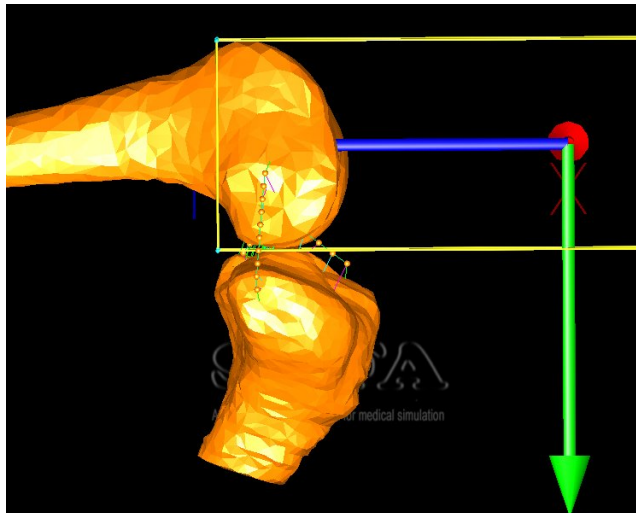
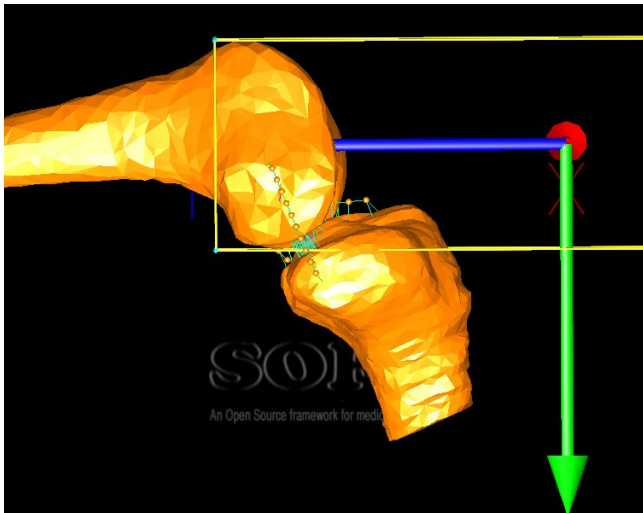
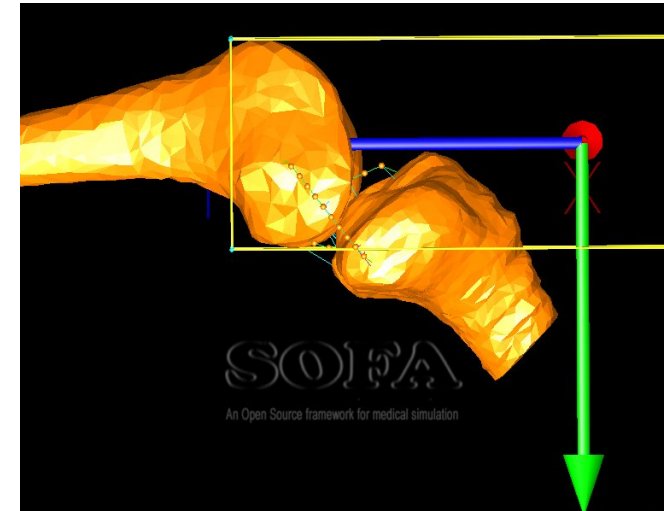
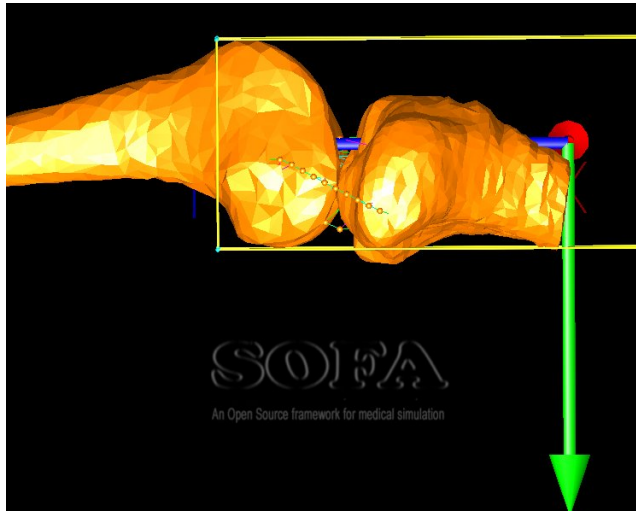
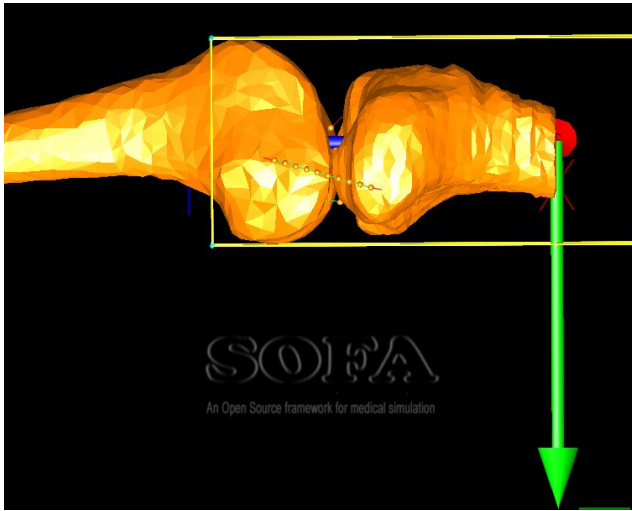
Récupération de données réalistes (4/5)



Récupération de données réalistes (5/5)

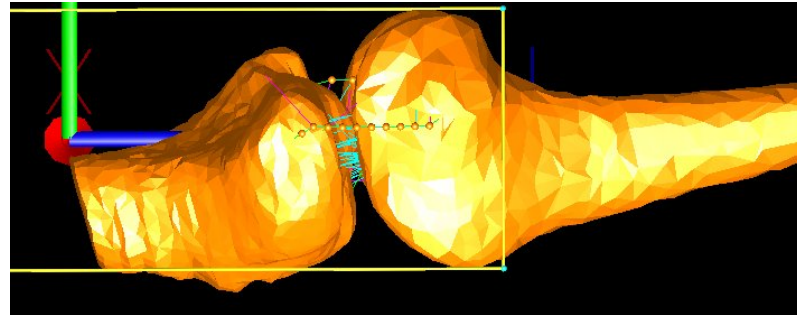
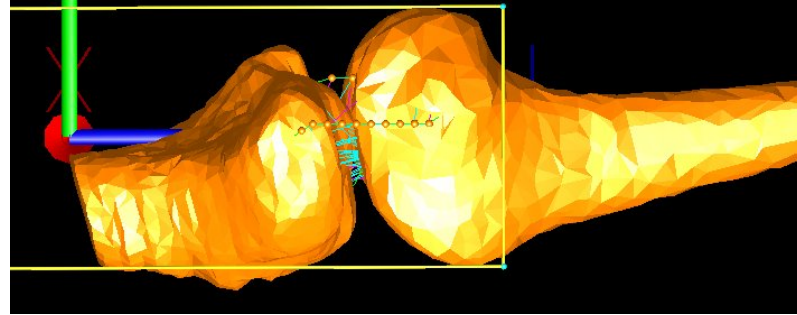
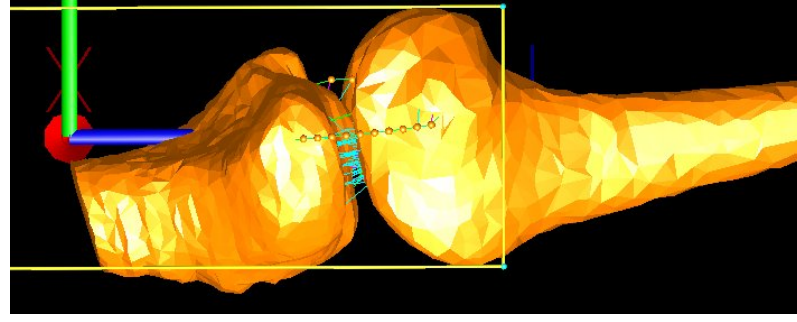
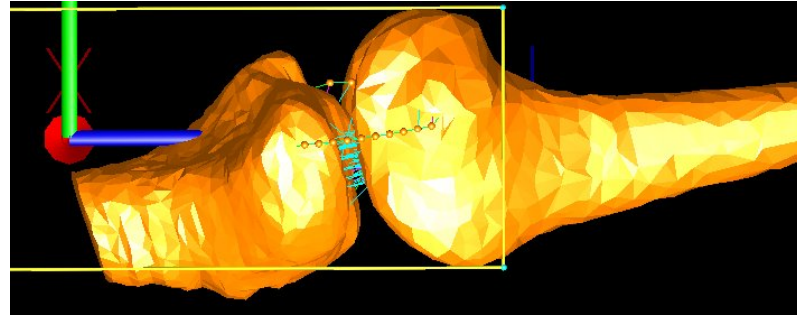
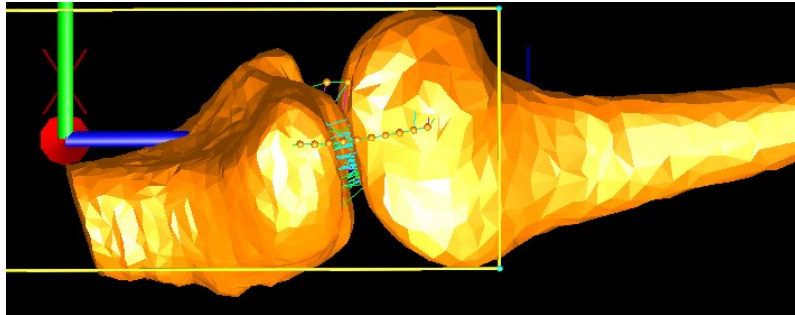
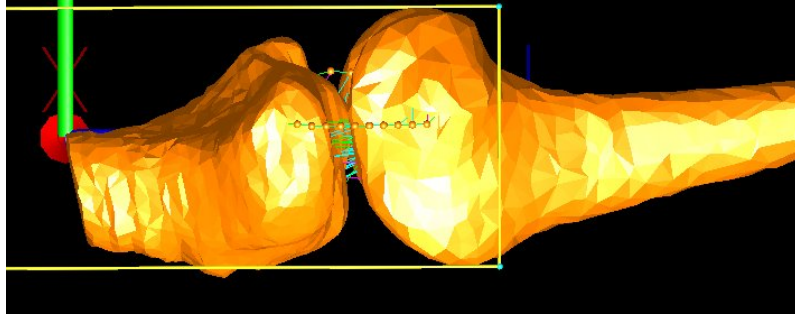
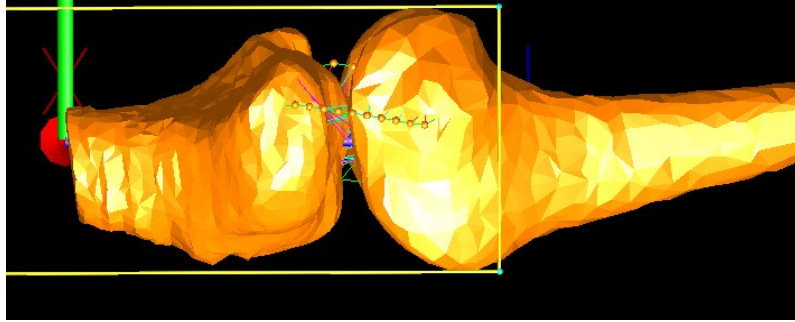
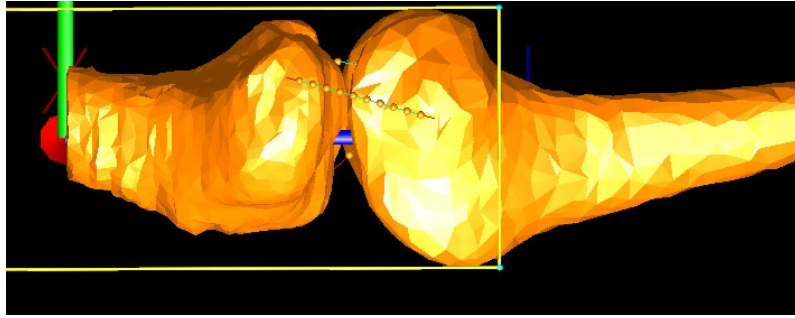


Résultats en flexion, vue latérale externe



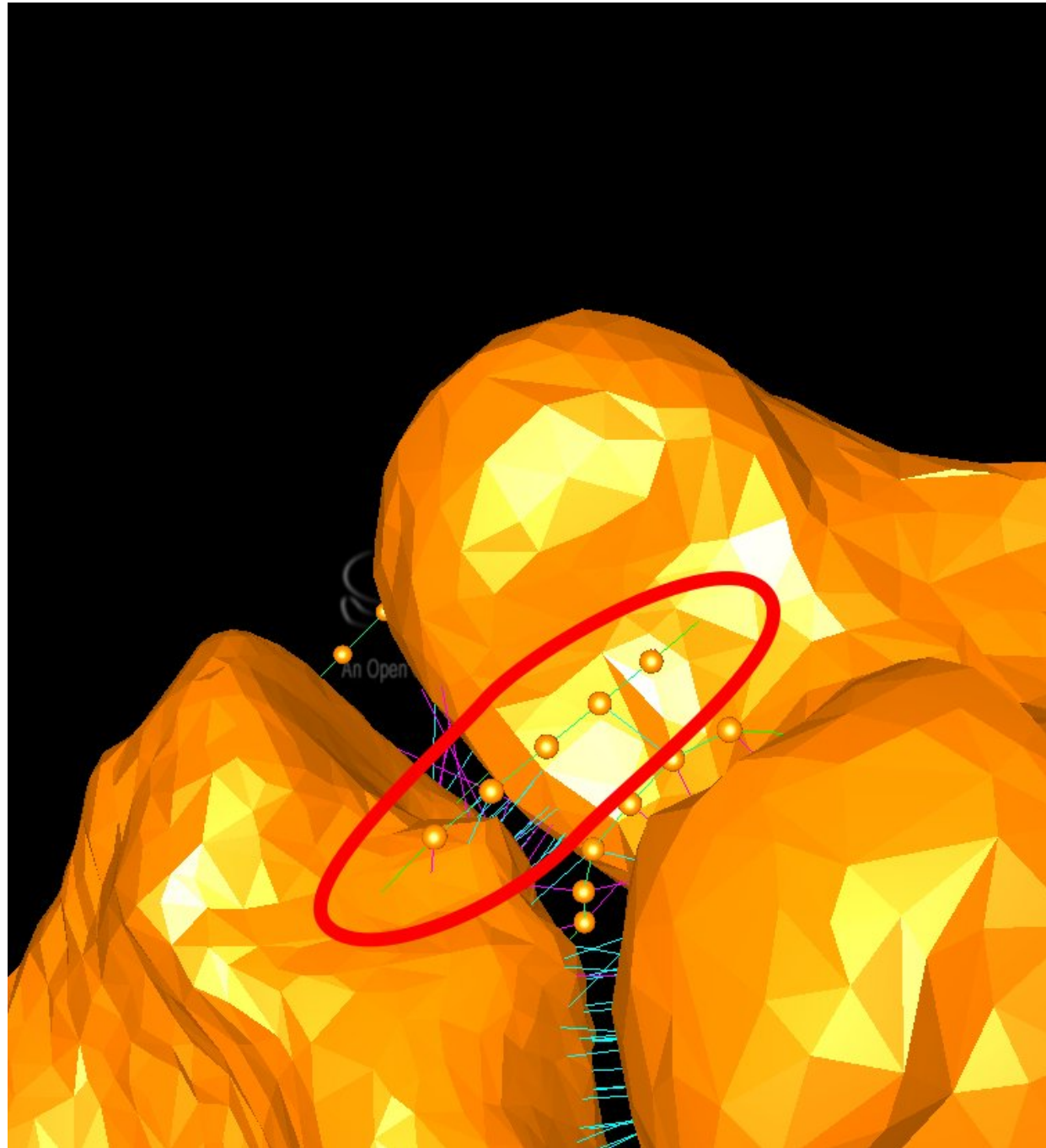
Pas de 0,01 seconde; 500 premiers pas; 1 image prise tous les 100 pas de temps

Résultats en flexion inverse, vue latérale externe

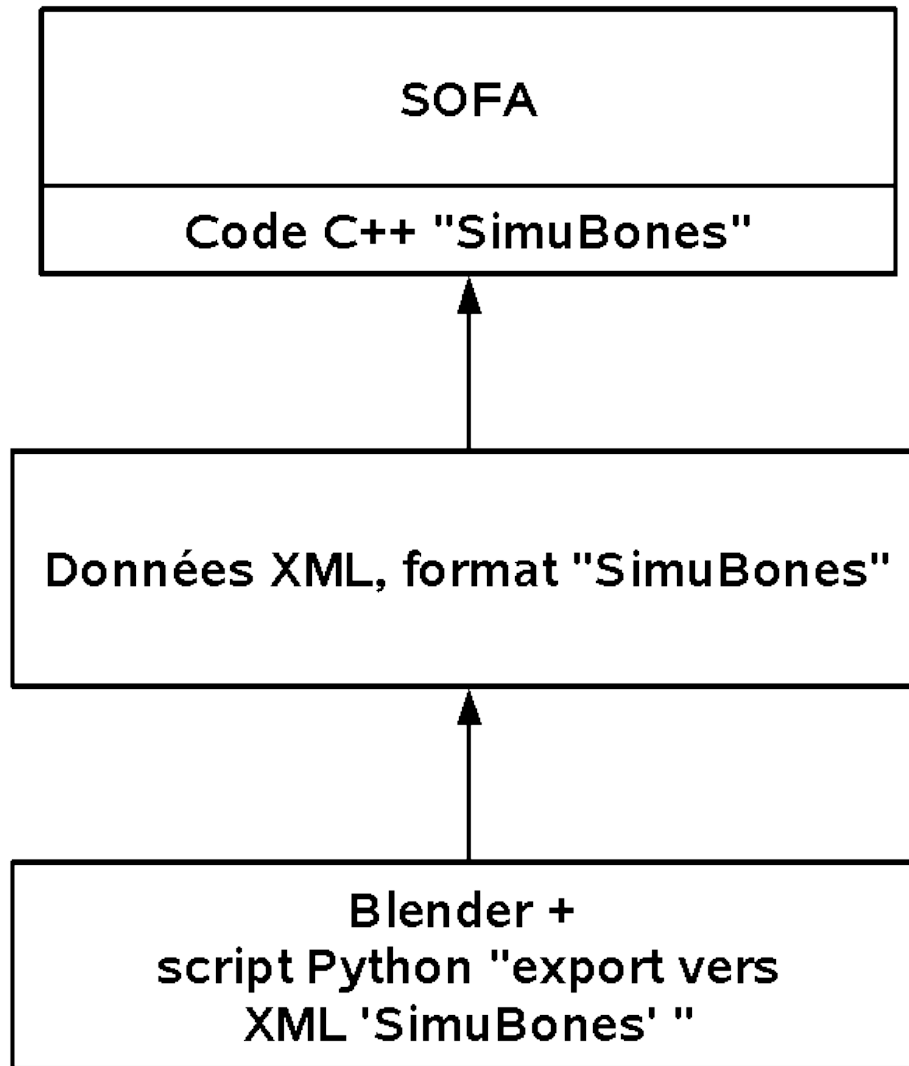


Pas de 0,01 seconde; 350 premiers pas; 1 image prise tous
les 50 pas de temps

Résultats en flexion inverse, vue arrière

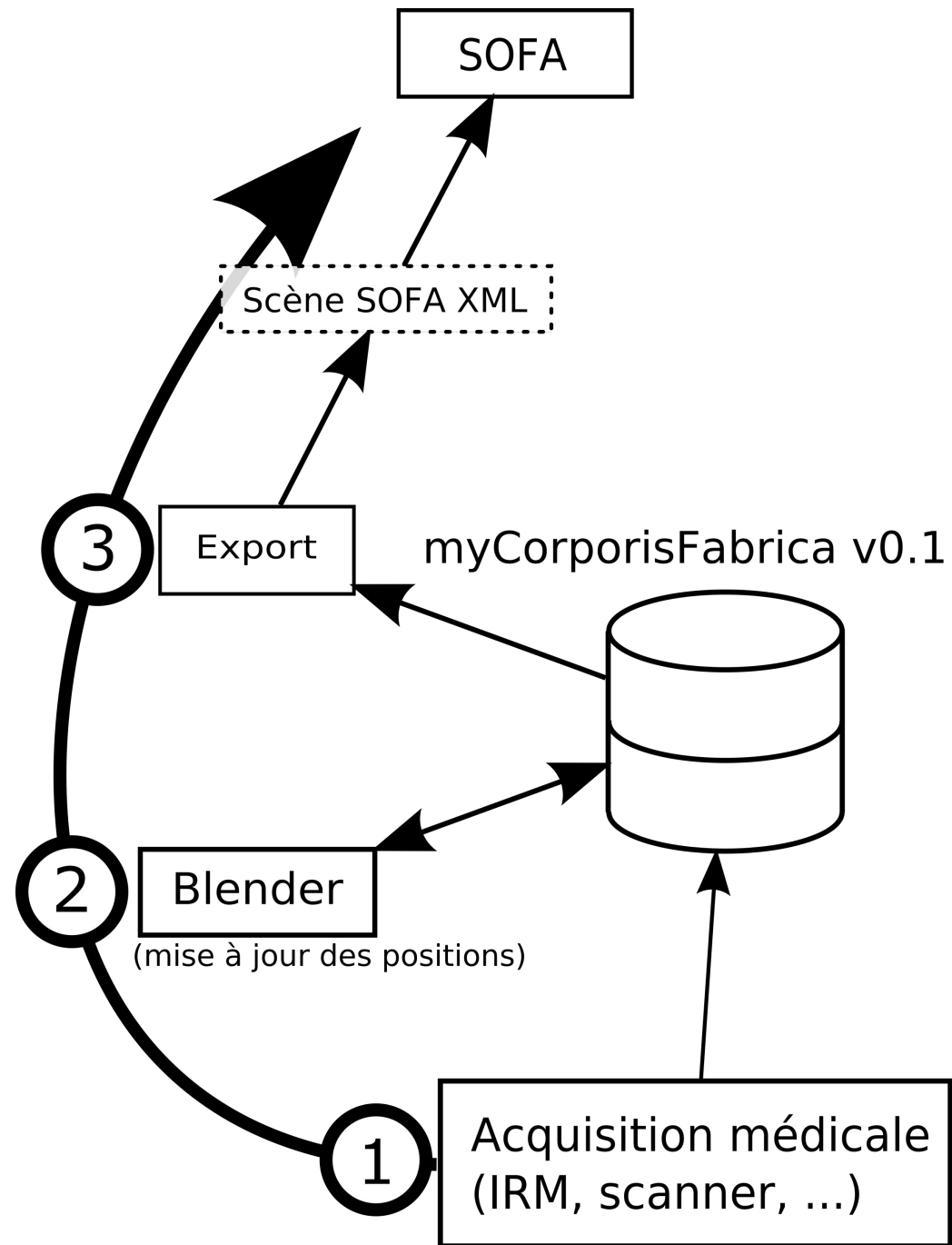


Utilisation d'une base de données



```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<scene nom="genou" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <configuration_SOFa dt="0.01" gx="0.0" gy="9.81" gz="0.0">
    <NewProximityIntersection alarm_distance="0.6" contact_distance="0.45"/>
  </configuration_SOFa>
  <elements_rigides>
    <os fixe="1" masse="5.0" nom="femur">
      <couleur a="1.0" b="0.7" g="0.7" r="0.7"/>
      <contact friction="0.0" raideur="15"/>
      <fichier_maillage_peau nom="VisualModels/Rmdra_femur_lores.obj"/>
      <fichier_maillage_collision nom="CollisionModels/Rmdra_femur_lores.obj"/>
      <position_lineaire x="0.3738" y="0.0000" z="11.2469"/>
      <position_angulaire rx="0.0000" ry="0.0000" rz="0.0000"/>
      <matrice_inertie A="1" B="1" C="1" D="0" E="0" F="0"/>
      <attaches>
        <attache nom="LLI_sur_femur" vx="-0.0956" vy="-0.0822" vz="-0.8038" x="4.2458" y="0.9529" z="-1.8916"/>
        <attache nom="LLE_sur_femur" vx="-0.0961" vy="0.1567" vz="-0.6789" x="3.8864" y="0.4759" z="-1.6911"/>
        <attache nom="LGA_sur_femur" vx="0.3555" vy="-0.5558" vz="-0.7515" x="0.5559" y="1.7242" z="-1.5618"/>
        <attache nom="LCA_sur_femur" vx="0.5" vy="0.5" vz="0.5" x="0.217" y="20.343" z="-1.356"/>
        <attache nom="LCP_sur_femur" vx="0.1373" vy="0.1100" vz="0.5532" x="1.1470" y="1.4518" z="-1.7375"/>
      </attaches>
    </os>
    <os fixe="0" masse="6.0" nom="tibia">
      <couleur a="1.0" b="0.8" g="0.8" r="0.8"/>
      <contact friction="0.0" raideur="15"/>
      <fichier_maillage_peau nom="VisualModels/Rmdra_tibia_lores.obj"/>
      <fichier_maillage_collision nom="CollisionModels/Rmdra_tibia_lores.obj"/>
      <position_lineaire x="0.2863" y="0.2361" z="4.3777"/>
      <position_angulaire rx="0.0000" ry="0.0000" rz="0.0000"/>
      <matrice_inertie A="1" B="1" C="1" D="0" E="0" F="0"/>
      <attaches>
        <attache nom="LLI_sur_tibia" vx="1.7175" vy="0.0905" vz="0.9100" x="2.5196" y="0.1369" z="-1.0756"/>
        <attache nom="LLE_sur_tibia" vx="0.0256" vy="0.2138" vz="0.9500" x="3.7059" y="1.3136" z="1.3301"/>
        <attache nom="LGA_sur_tibia" vx="0.0649" vy="0.4517" vz="0.5402" x="0.3346" y="1.0699" z="2.5793"/>
        <attache nom="LCP_sur_tibia" vx="0.3408" vy="0.2068" vz="1.5007" x="0.3613" y="1.8013" z="2.1937"/>
      </attaches>
    </os>
  </elements_rigides>
  <elements_souples>
    <ligament amortisseur="1" longueur="5.33319" masse="0.1" nb_particules="10" nom="LLI" raideur="1000" rayon="0.1">
      <attache_source nom="LLI_sur_femur"/>
      <attache_destination nom="LLI_sur_tibia"/>
    </ligament>
    <ligament amortisseur="1" longueur="3.27945" masse="0.1" nb_particules="10" nom="LLE" raideur="1000" rayon="0.1">
      <attache_source nom="LLE_sur_femur"/>
      <attache_destination nom="LLE_sur_tibia"/>
    </ligament>
    <ligament amortisseur="1" longueur="2.76666" masse="0.1" nb_particules="6" nom="LGA" raideur="1000" rayon="0.1">
      <attache_source nom="LGA_sur_femur"/>
      <attache_destination nom="LGA_sur_tibia"/>
    </ligament>
    <ligament amortisseur="1" longueur="2.05164" masse="0.1" nb_particules="5" nom="LCP" raideur="1000" rayon="0.1">
      <attache_source nom="LCP_sur_femur"/>
      <attache_destination nom="LCP_sur_tibia"/>
    </ligament>
  </elements_souples>
</scene>
```

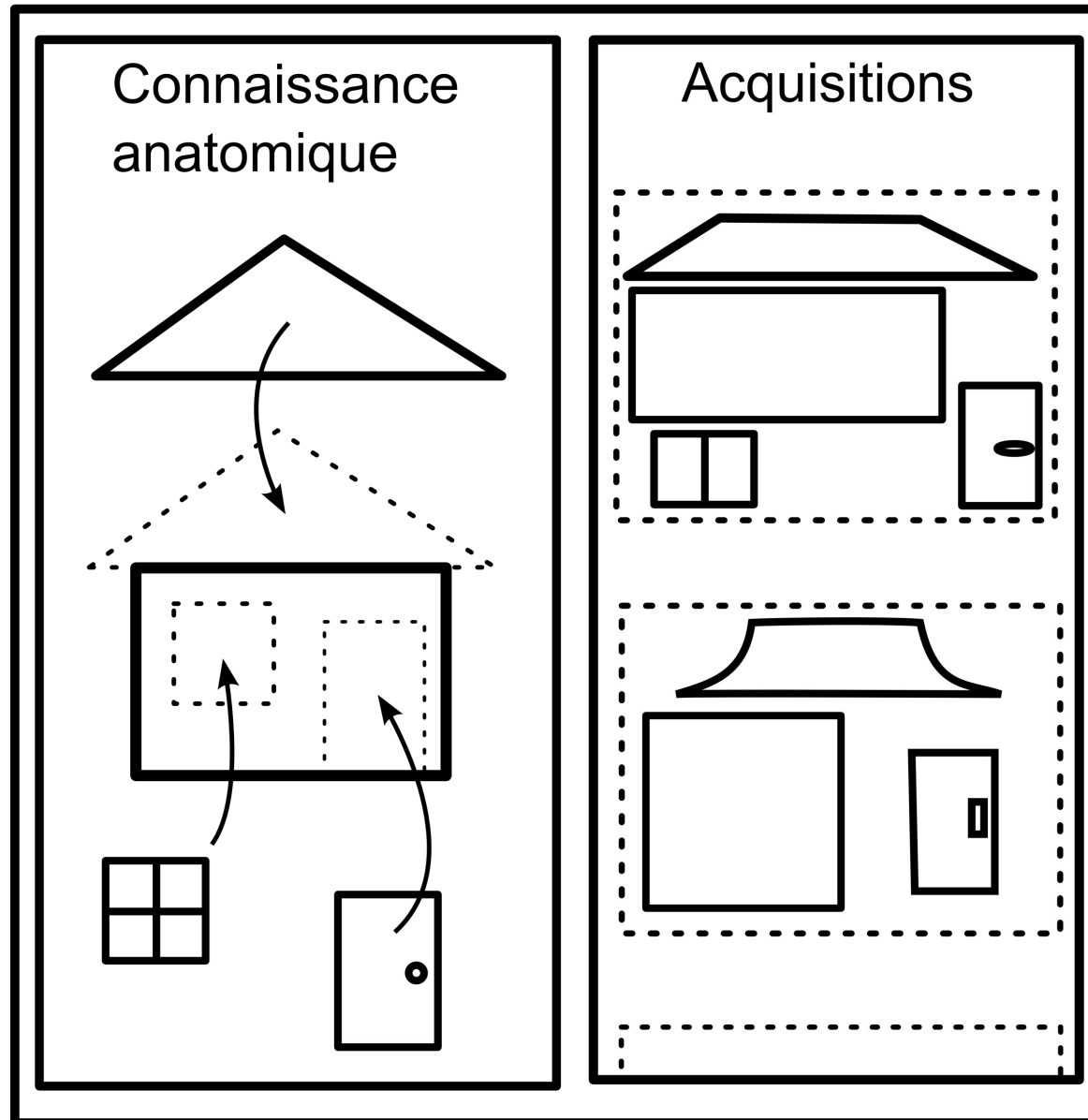
Utilisation d'une base de données



Présentation de la base de données d'Olivier Palombi

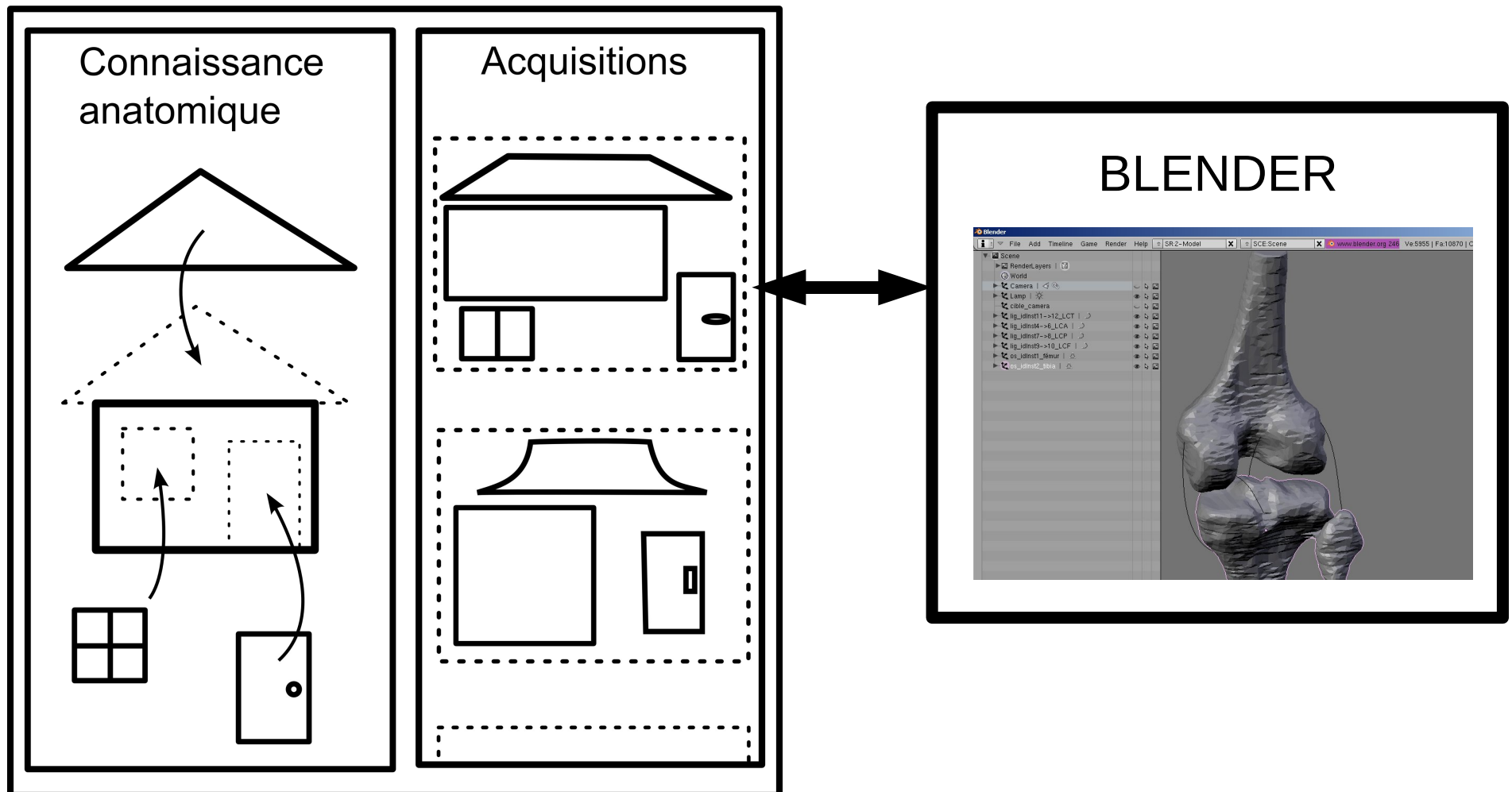
Type anatomique : myCorporisFabrica

- OS
- cartilage
- ligament
- tendon
- organe

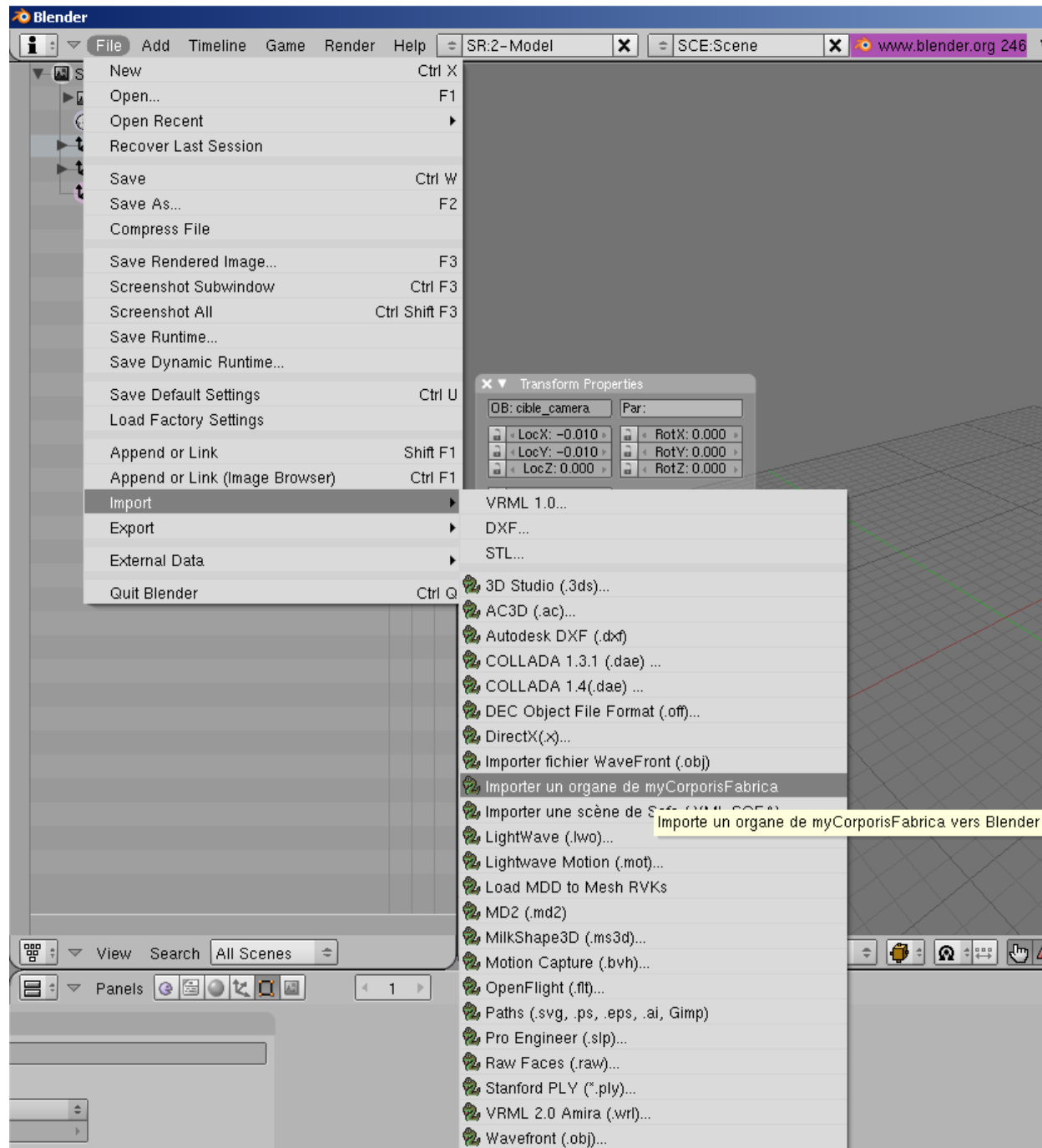


Réalisations : évolution du logiciel

myCorporisFabrica



Import d'une scène de la base vers Blender (1/5)



Import d'une scène de la base vers Blender (2/5)

Import de la base "myCorporisFabrica"

Import d'un organe de la base "myCorporisFabrica"

1) Choix organe

membre thoracique

2) Choix acquisition

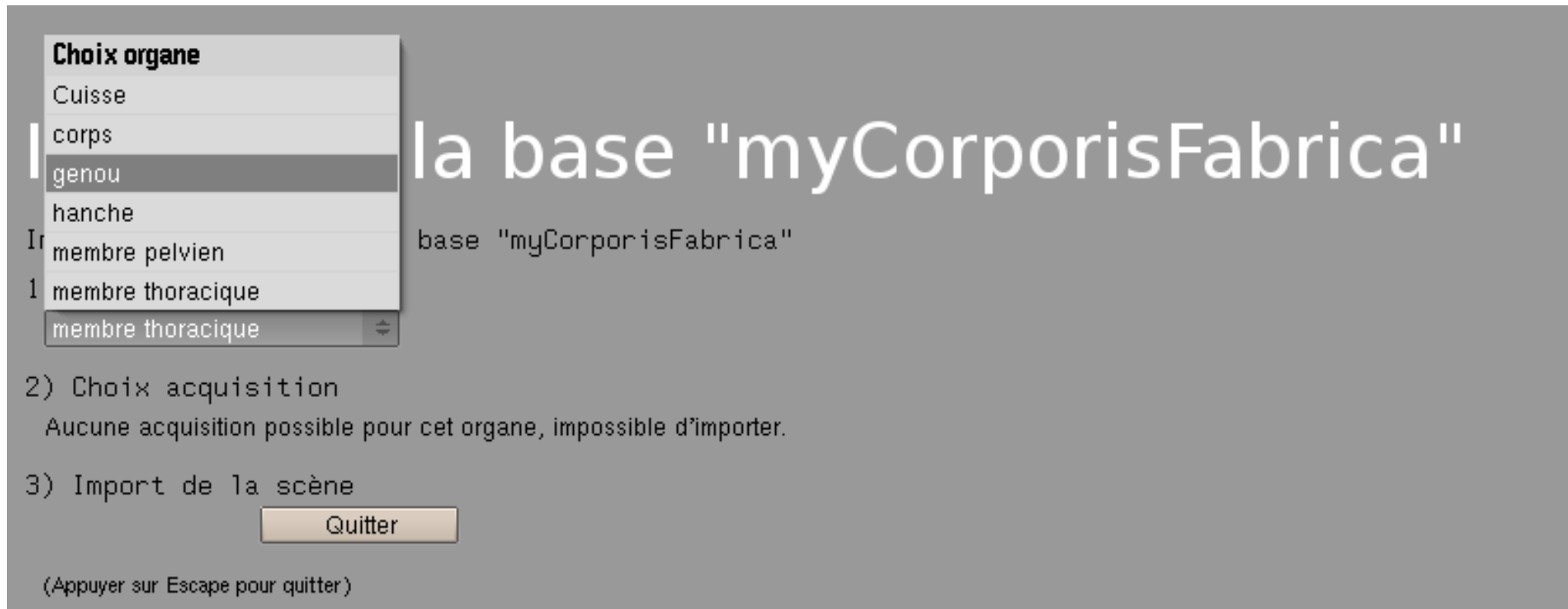
Aucune acquisition possible pour cet organe, impossible d'importer.

3) Import de la scène

Quitter

(Appuyer sur Escape pour quitter)

Import d'une scène de la base vers Blender (3/5)



Import d'une scène de la base vers Blender (4/5)

Import de la base "myCorporisFabrica"

Import d'un organe de la base "myCorporisFabrica"

1) Choix organe

Choix acquisition organe

Scanner, 1990-07-15

2) IRM, 2008-06-01

IRM, 2008-06-01

(Note : Premier IRM de genou, jeu de données 00 CD2, segmentation Vincent)

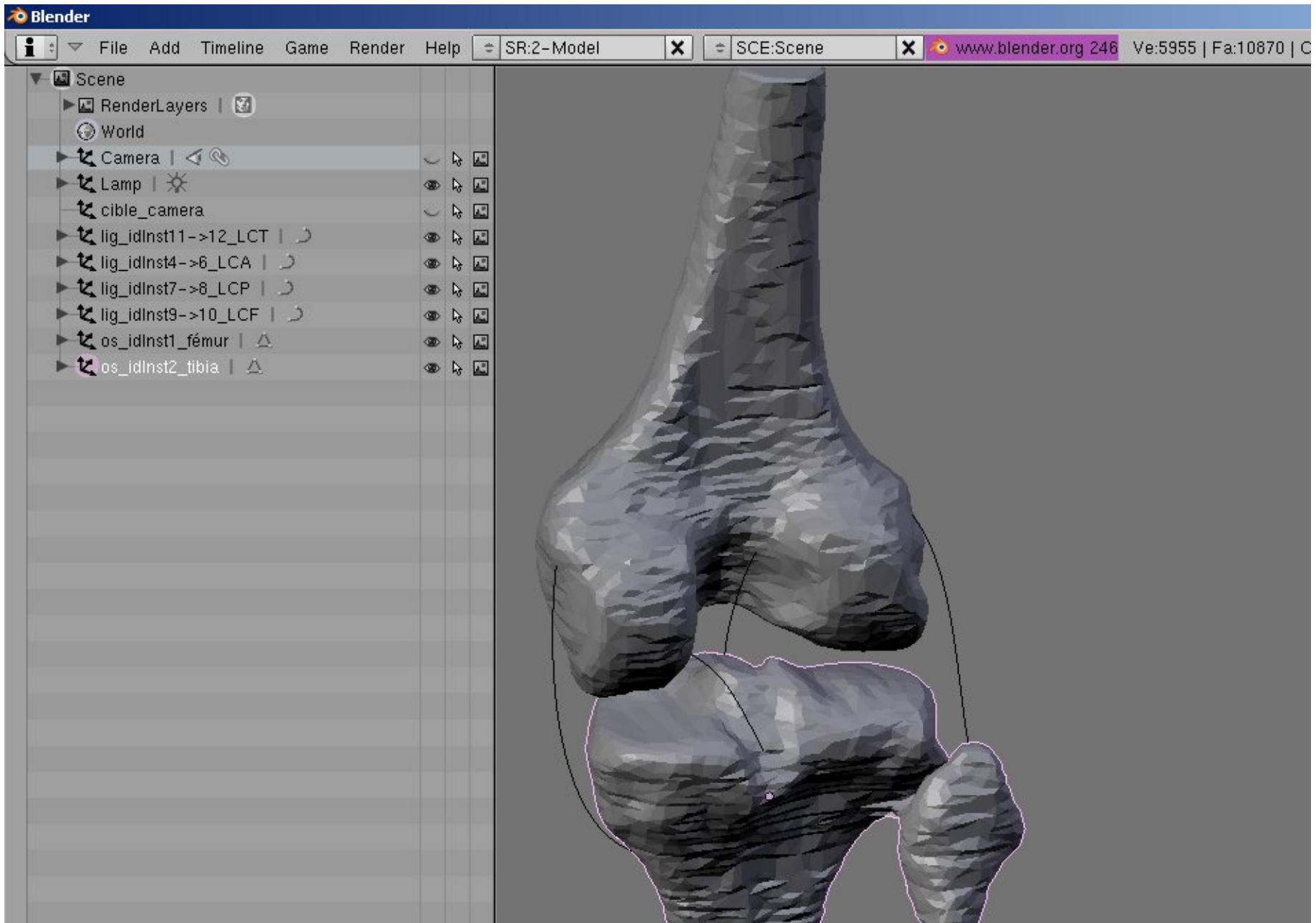
3) Import de la scène

Importer

Quitter

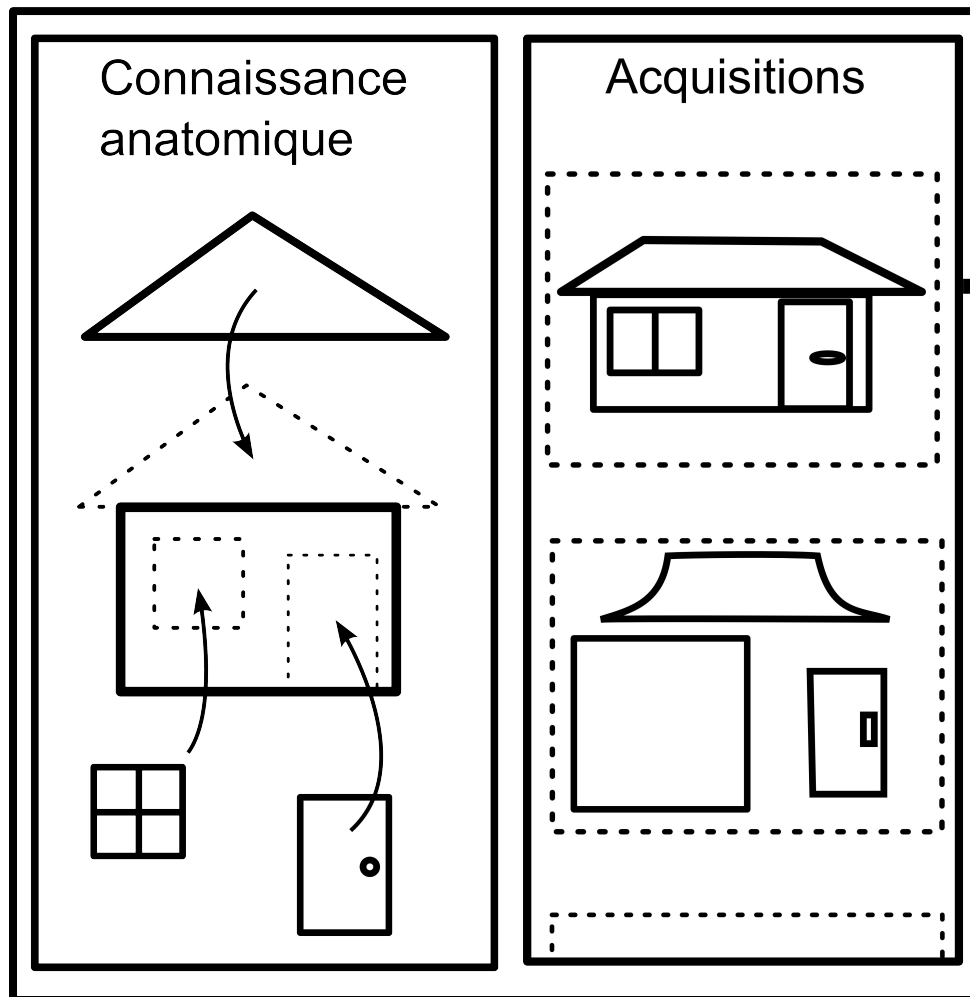
(Appuyer sur Escape pour quitter)

Import d'une scène de la base vers Blender (5/5)

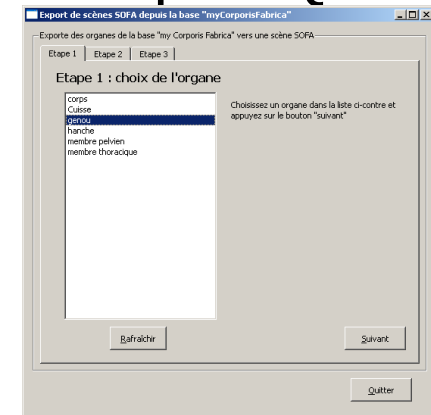


Réalisations : évolution du logiciel

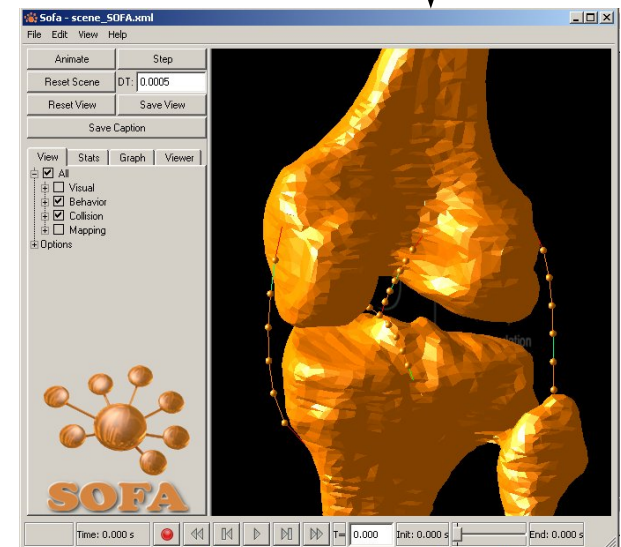
myCorporisFabrica



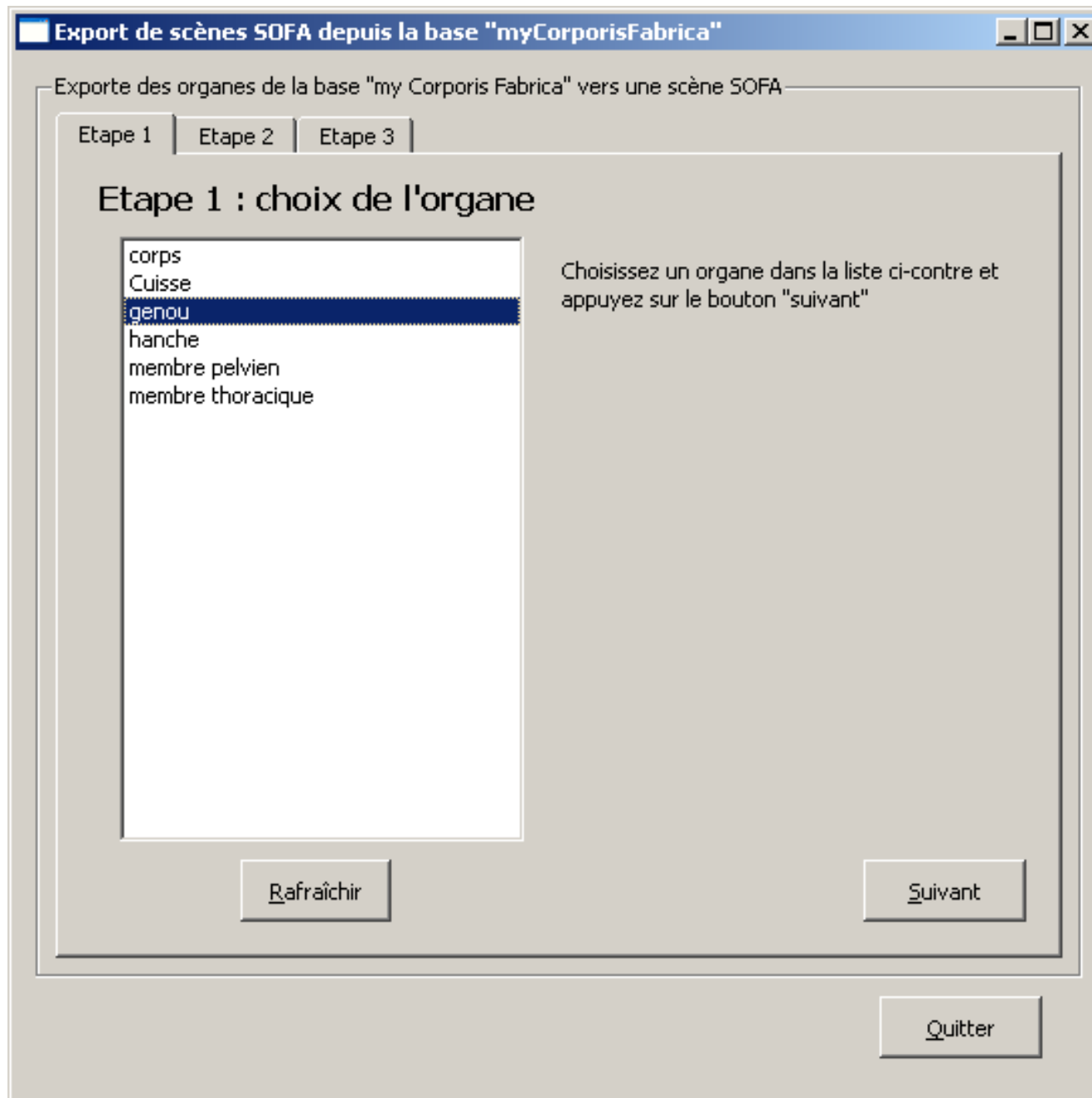
Export Qt



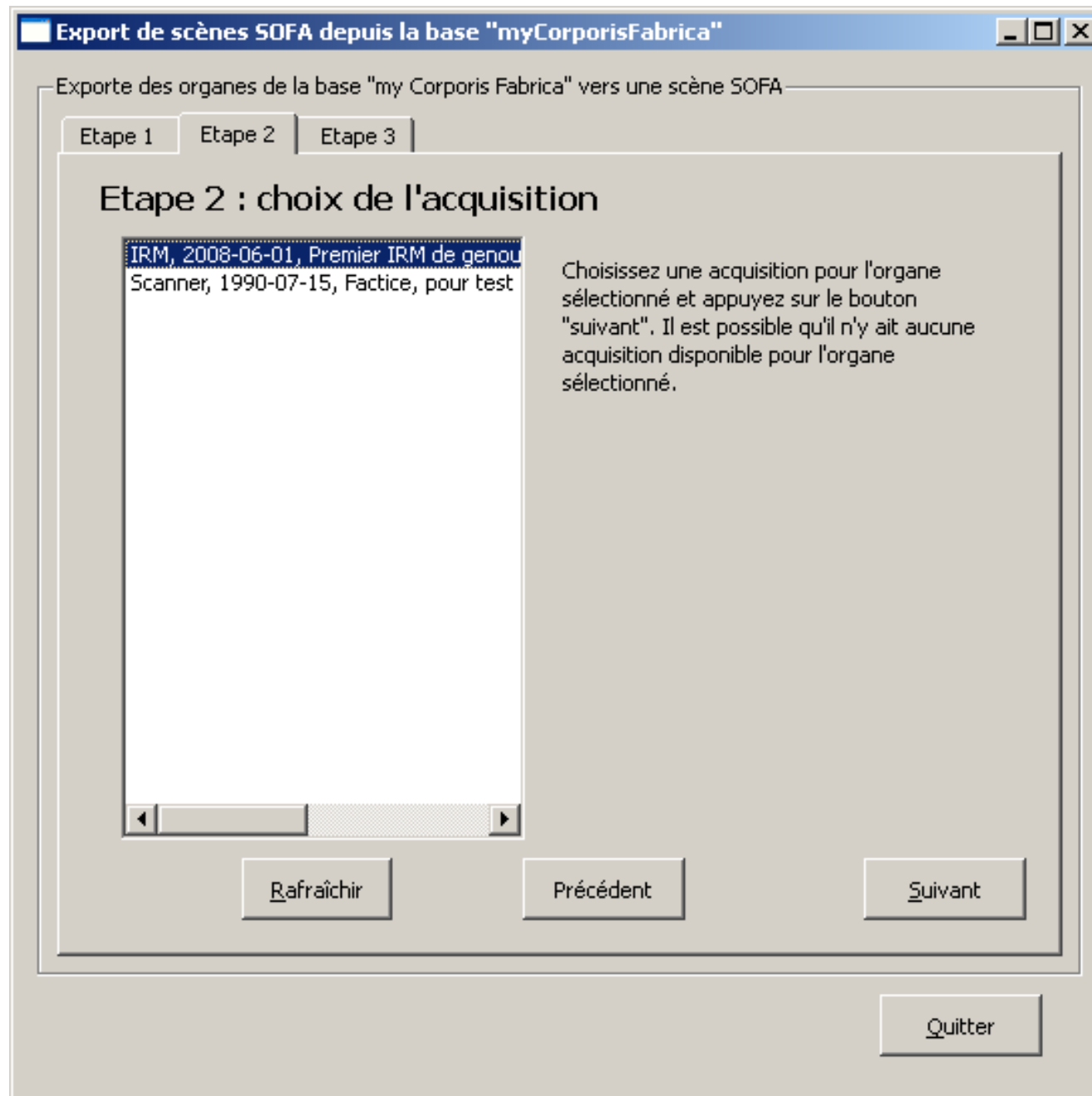
Scène SOFA



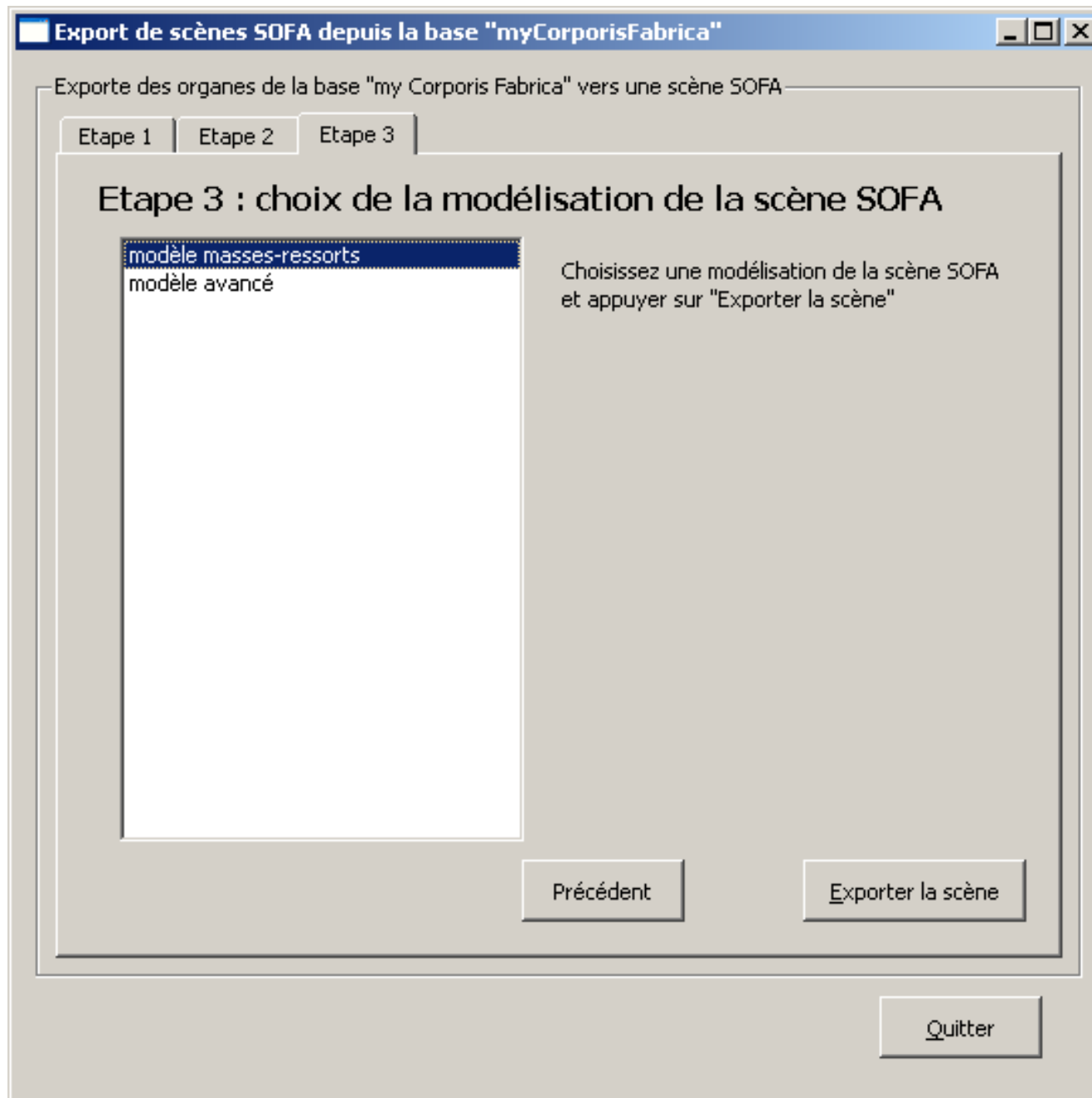
Export d'une scène de la base vers SOFA (1/4)



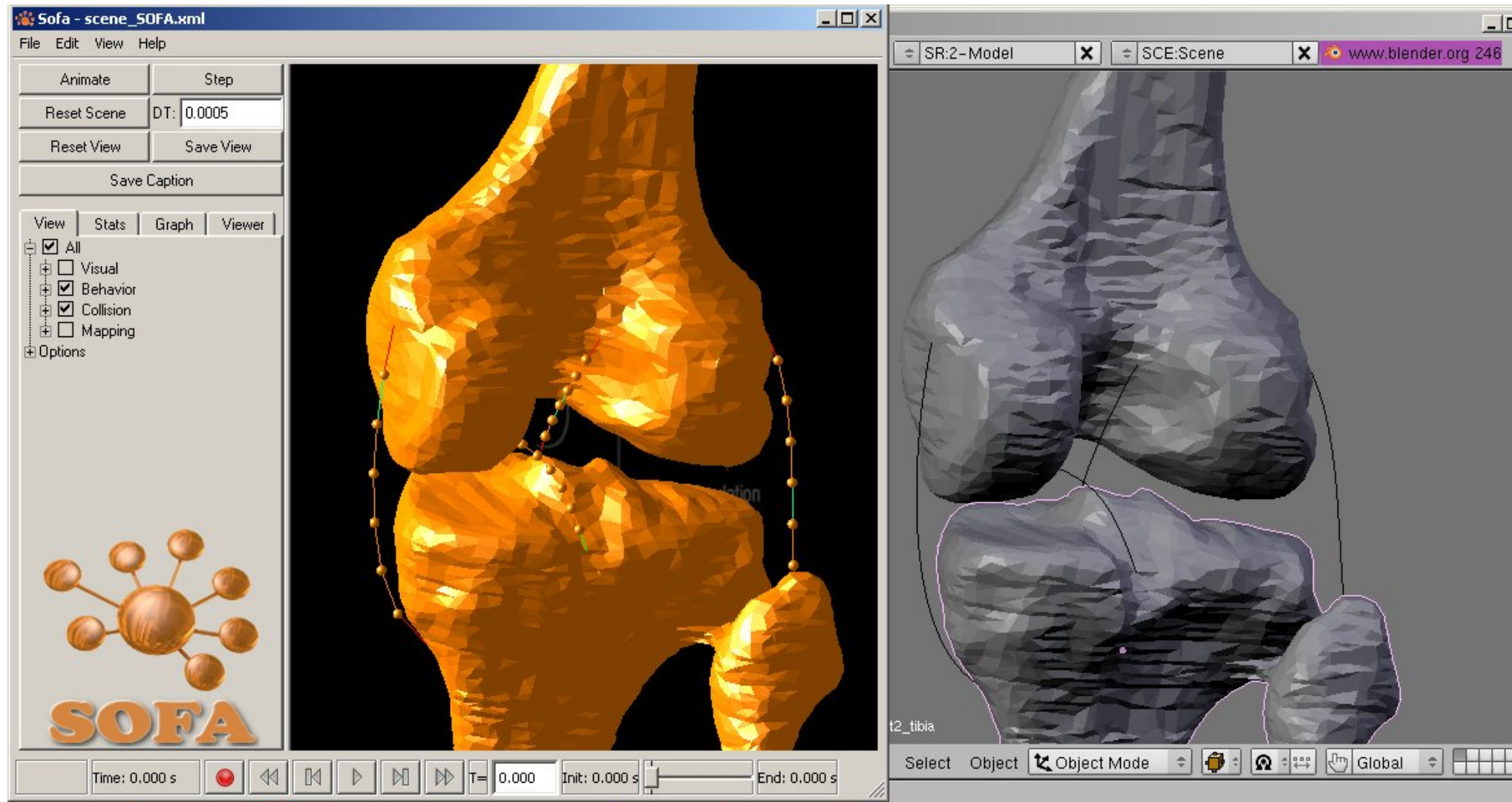
Export d'une scène de la base vers SOFA (2/4)



Export d'une scène de la base vers SOFA (3/4)

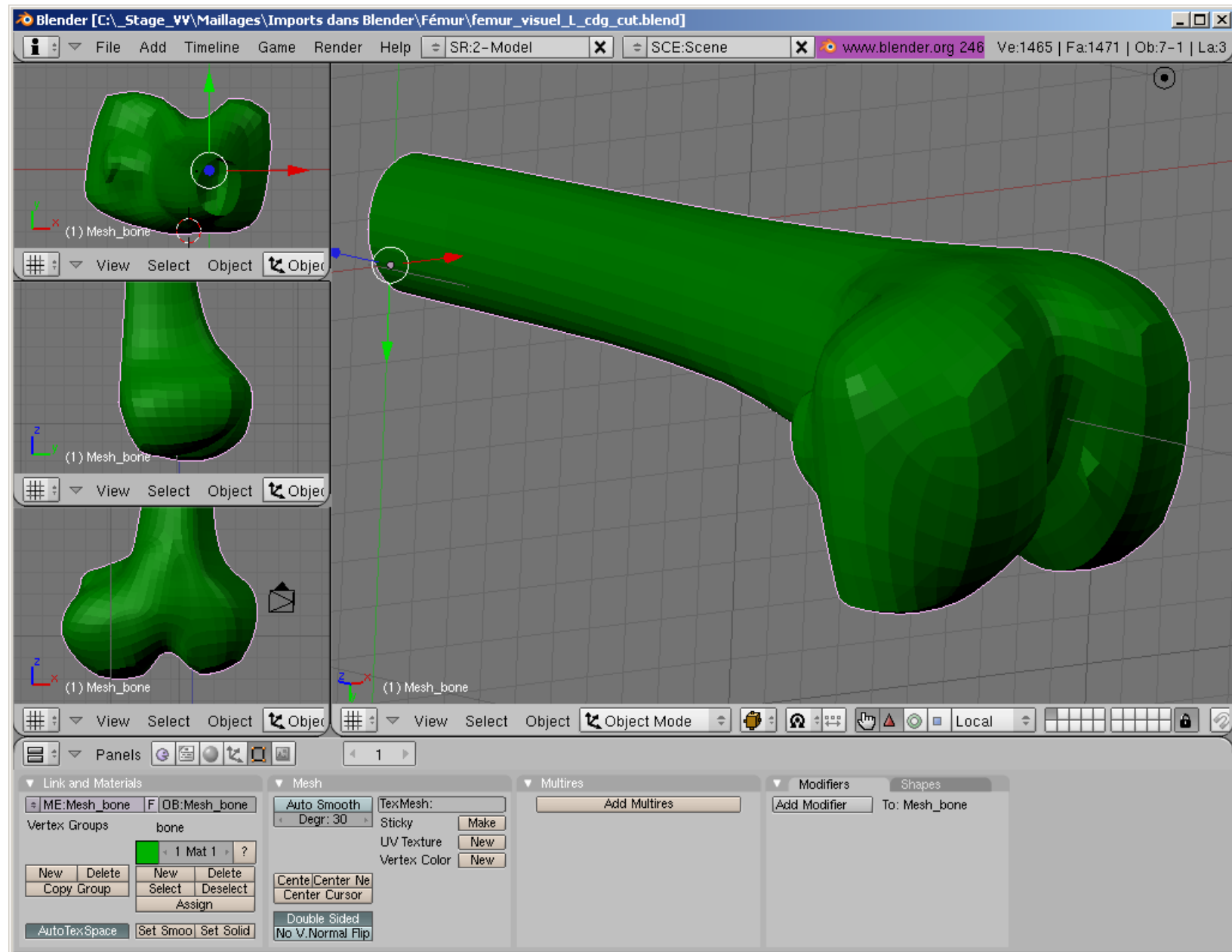


Export d'une scène de la base vers SOFA (4/4)

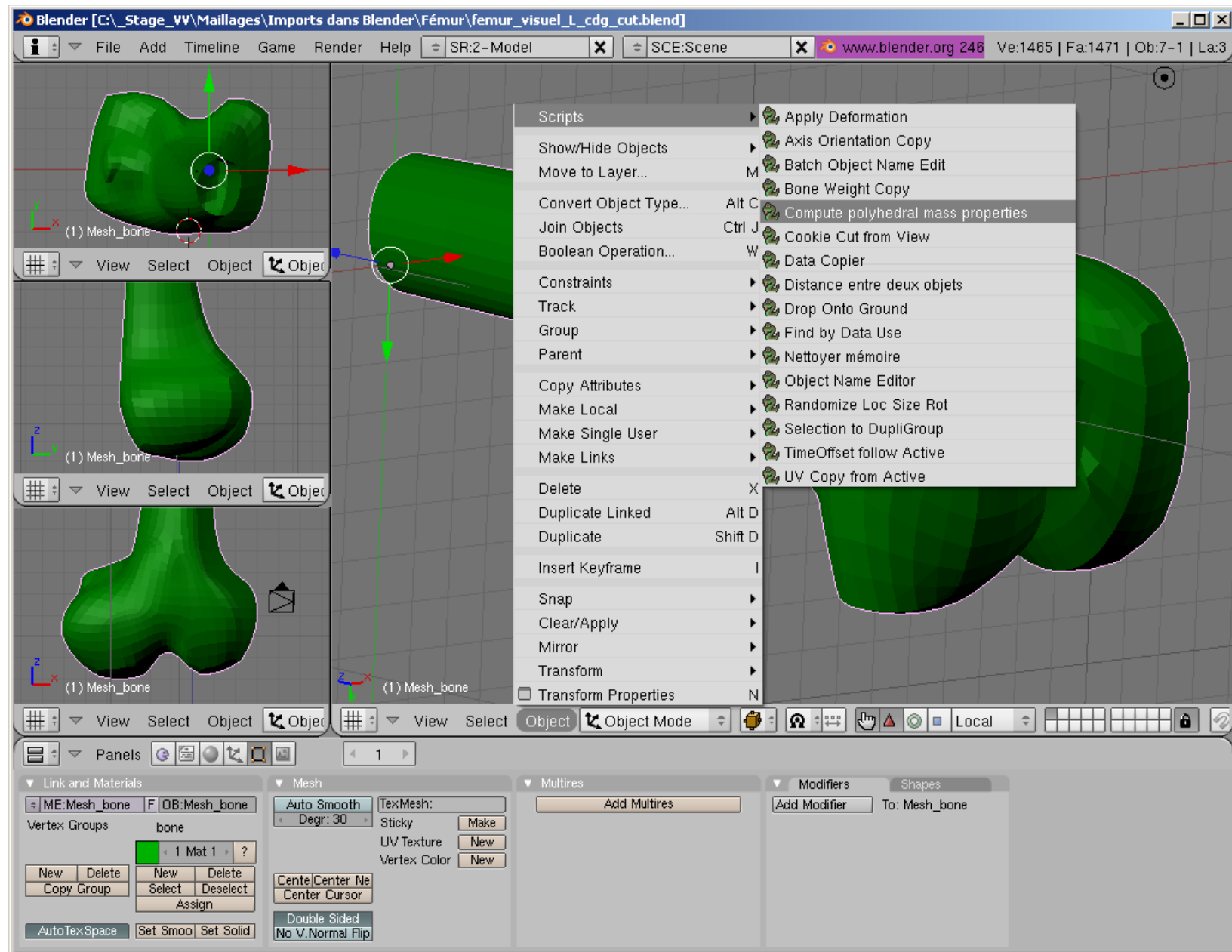


Autres réalisations

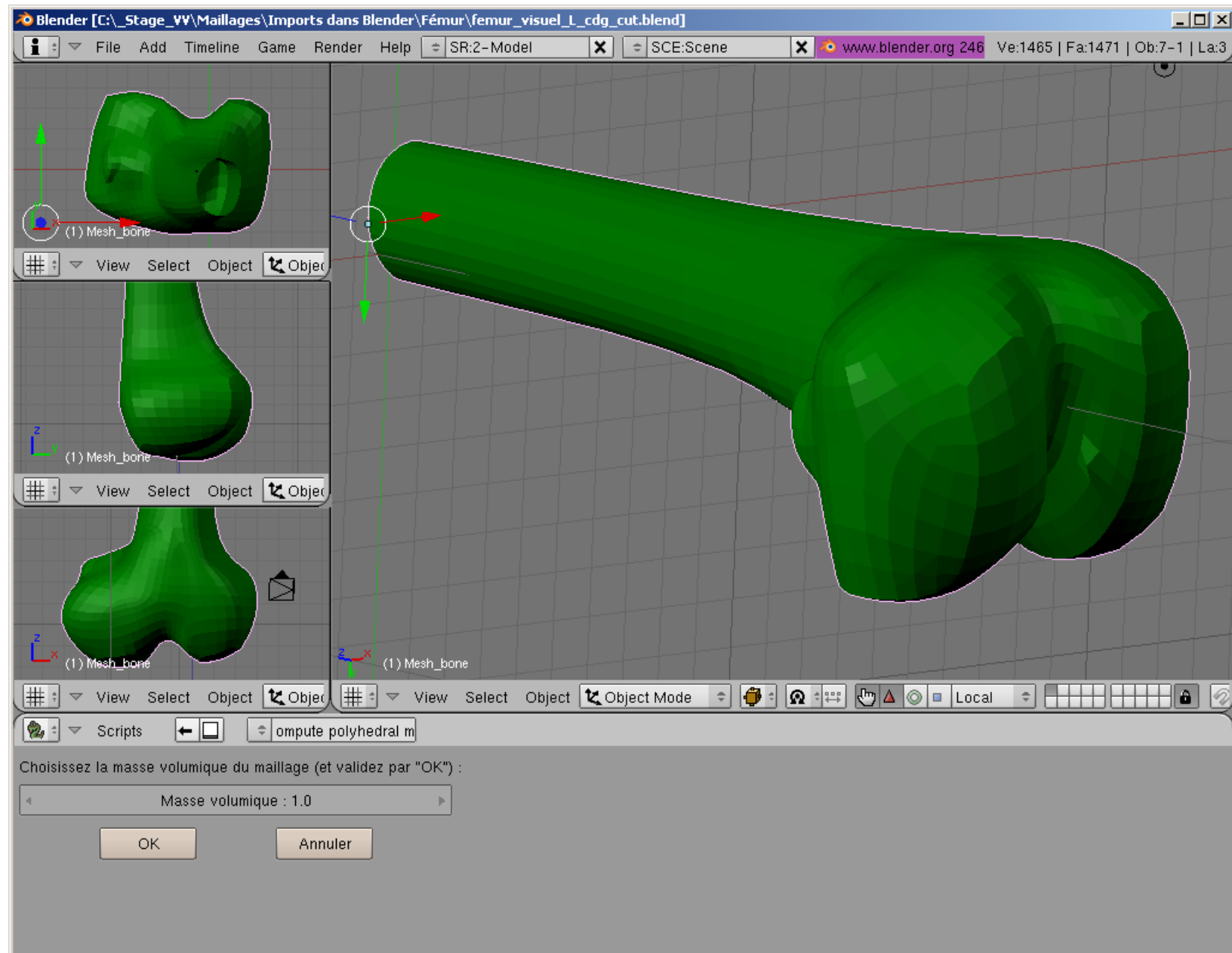
Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (1/6)



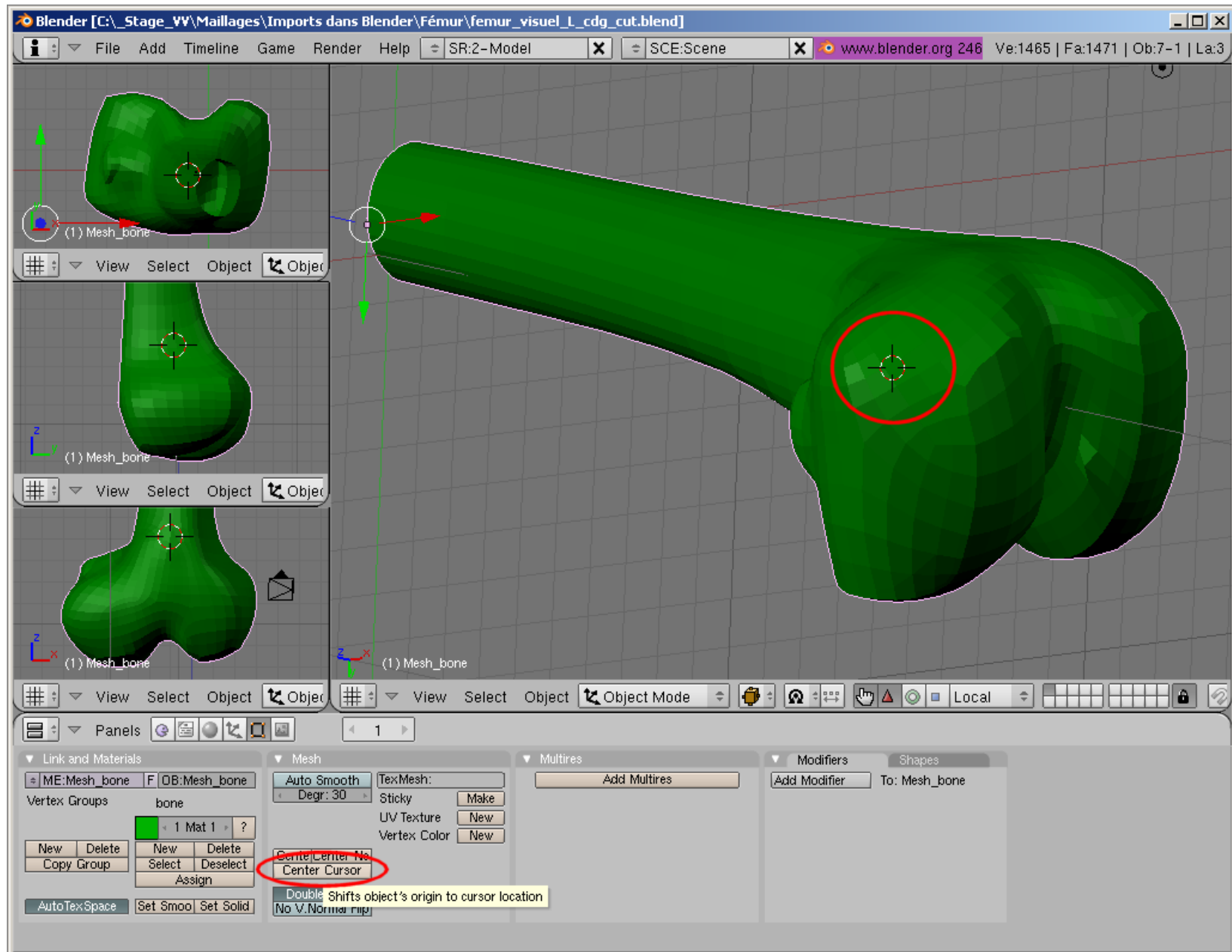
Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (2/6)



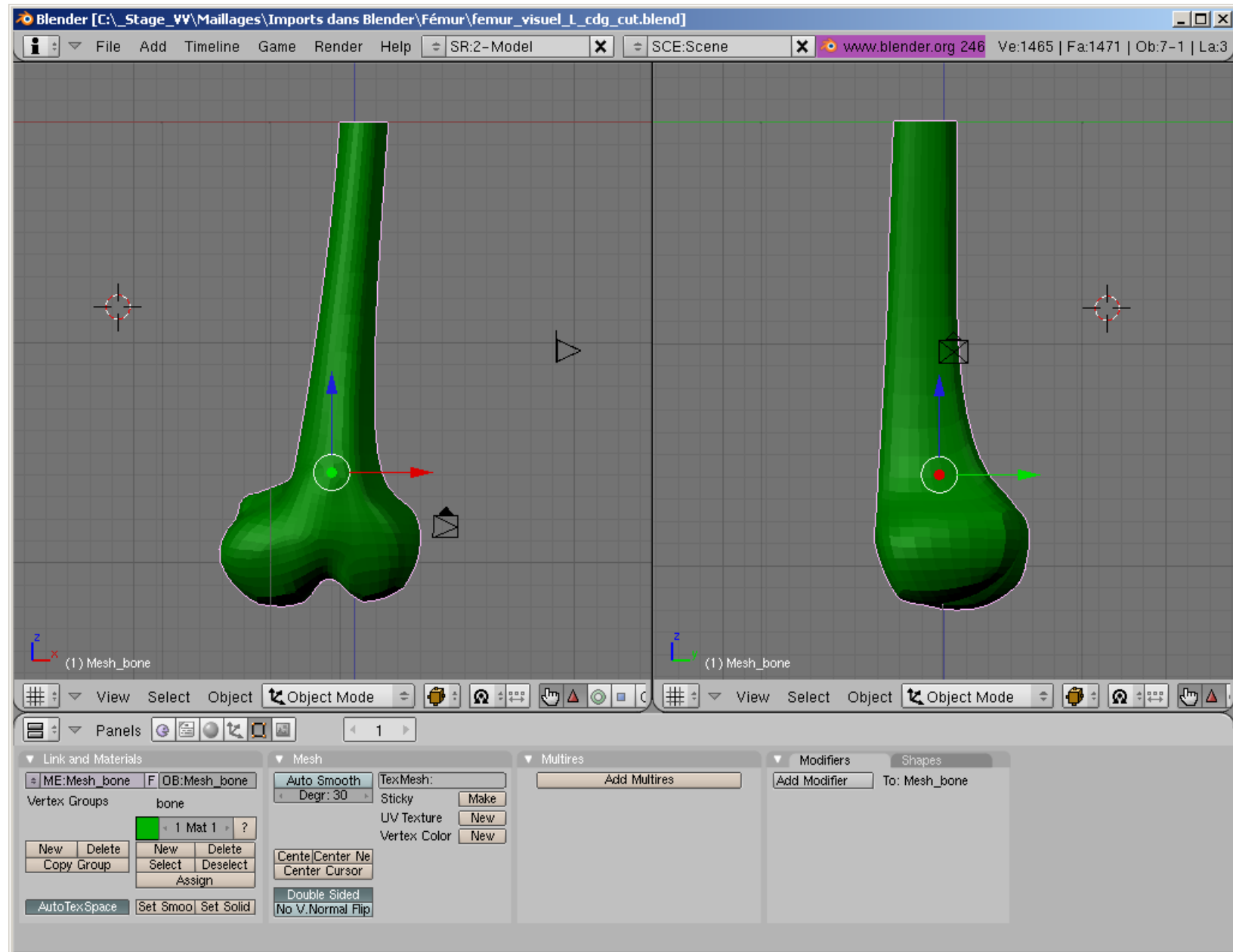
Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (3/6)



Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (4/6)



Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (5/6)



Calcul du centre de gravité et de la matrice d'inertie de maillages (6/6)

Elements d'inertie et centre de gravite pour le maillage "Mesh_bone"

Masse = +323.034402
Volume = +323.034402
Masse volumique = +1.000000

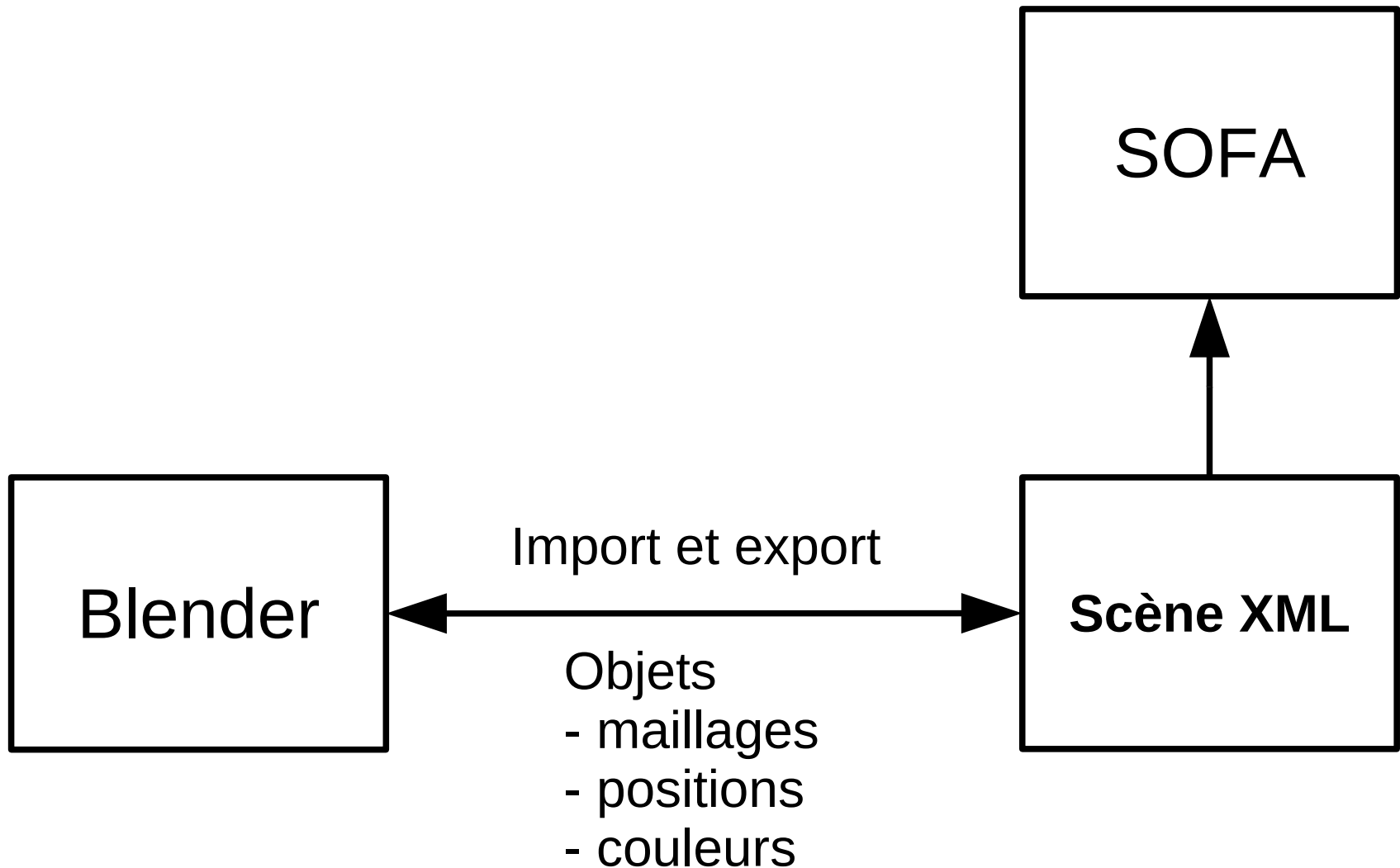
Centre de gravite : (+7.239683, +2.364255, -8.008470)

Matrice d'inertie avec comme origine, le centre de gravité :

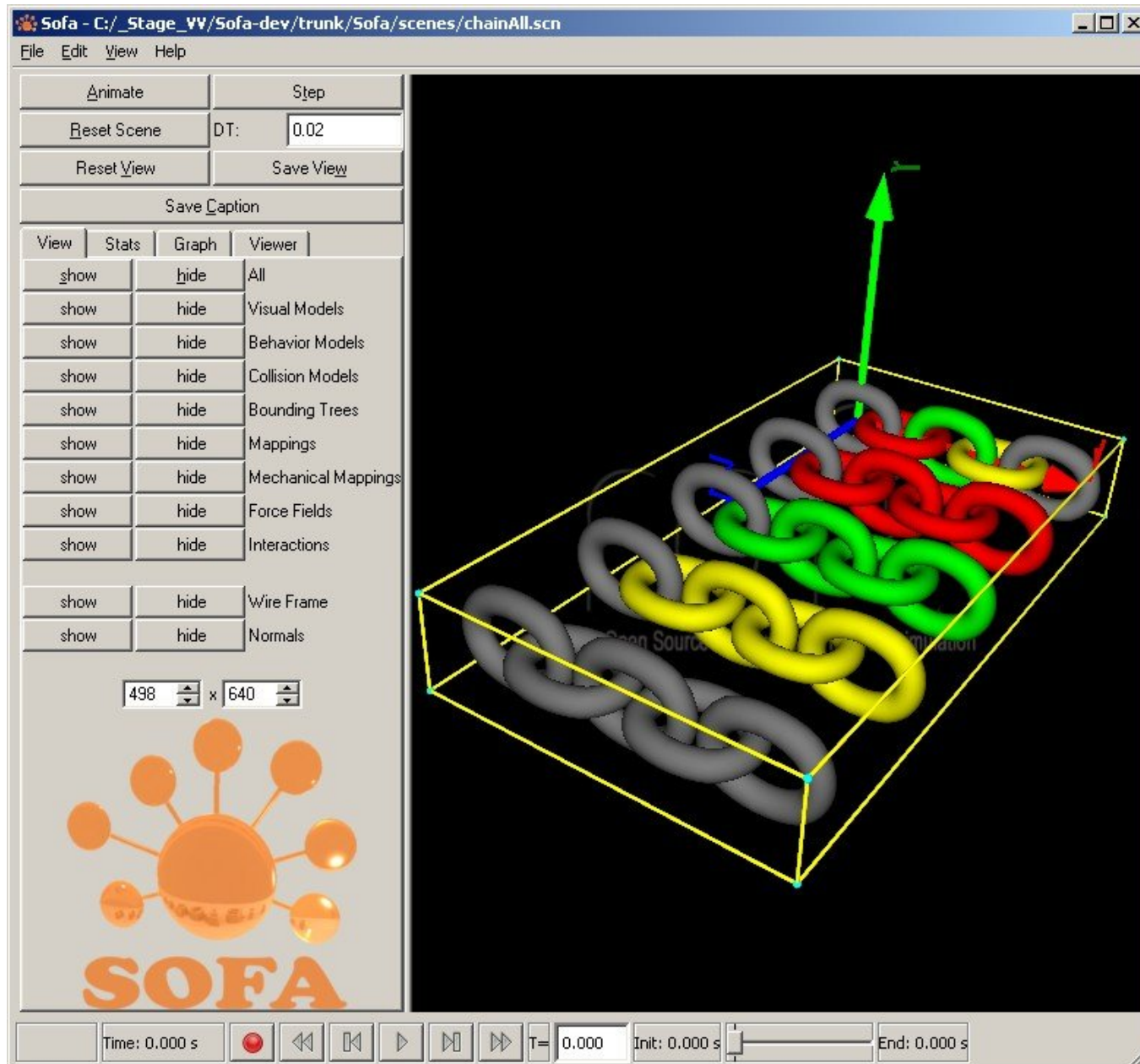
$$I = \begin{pmatrix} A = +7103.159067 & -F = +103.644440 & -E = -859.320463 \\ -F = +103.644440 & B = +7608.784218 & -D = +393.847155 \\ -E = -859.320463 & -D = +393.847155 & C = +1897.386123 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} A &= \int_V (y^2 + z^2) dm & D &= \int_V (y.z) dm \\ B &= \int_V (x^2 + z^2) dm & E &= \int_V (x.z) dm \\ C &= \int_V (x^2 + y^2) dm & F &= \int_V (x.y) dm \end{aligned}$$

Réalisations : modifications des scènes SOFA avec Blender

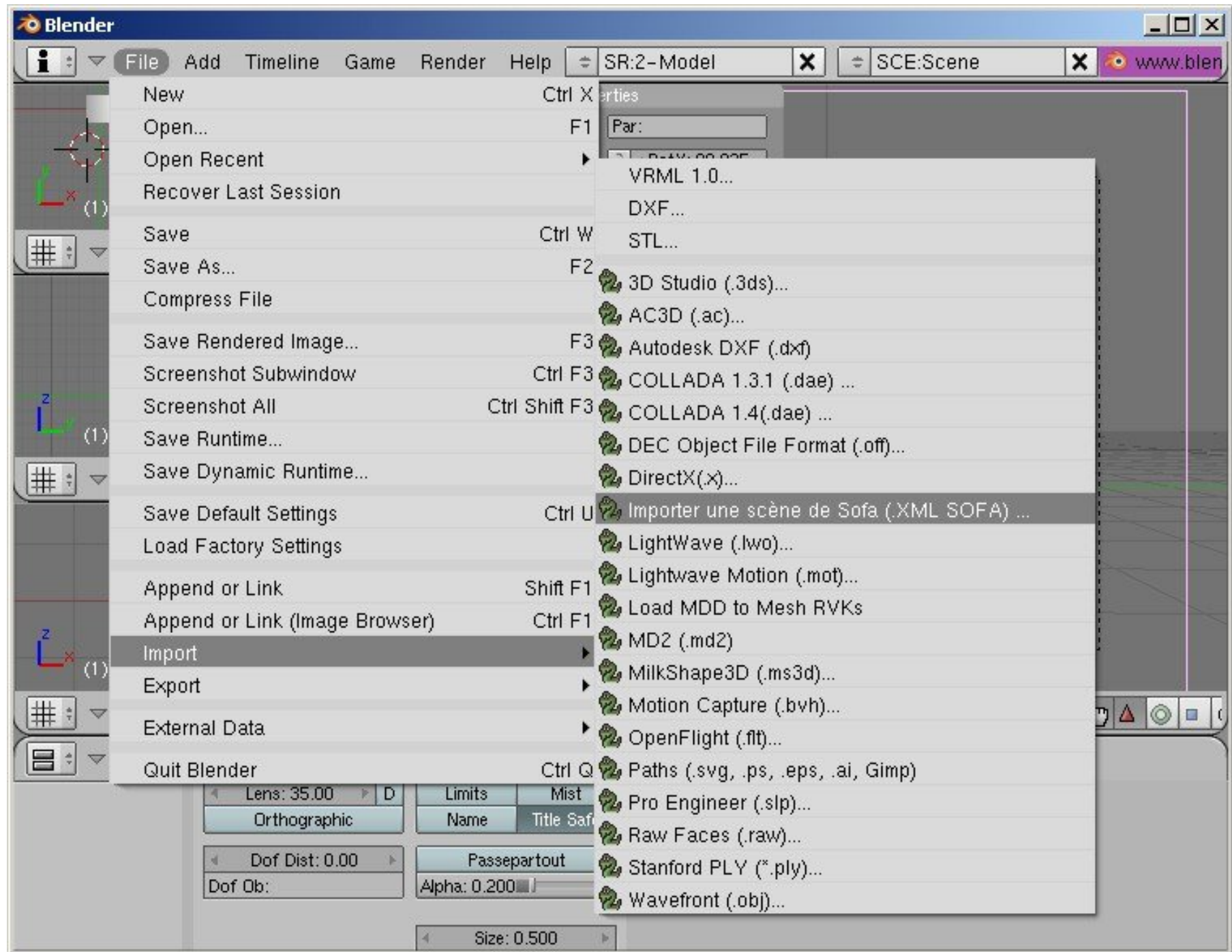


Import des scènes SOFA dans Blender (1/5)

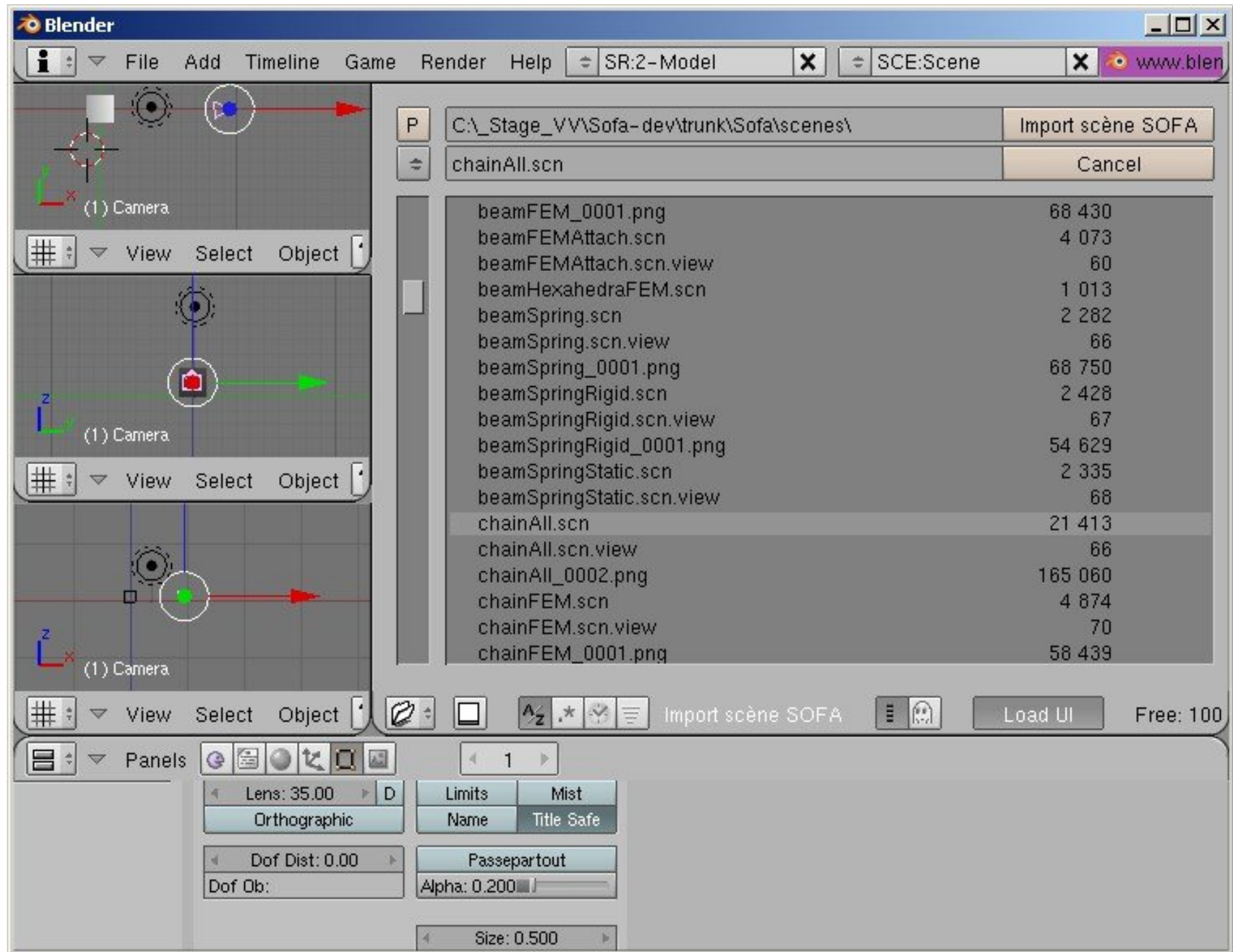


Scène SOFA "ChainAll.scn"

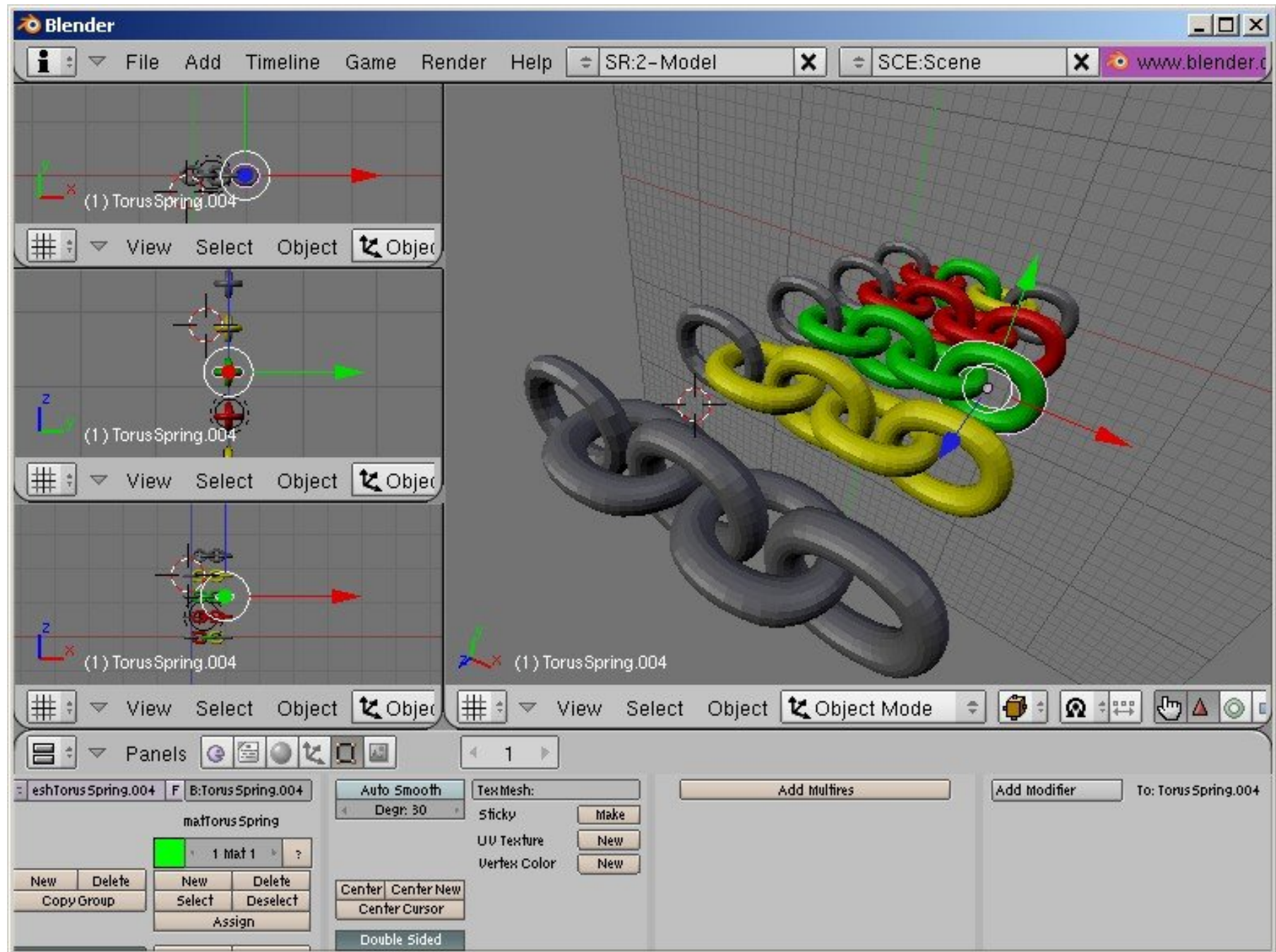
Import des scènes SOFA dans Blender (2/5)



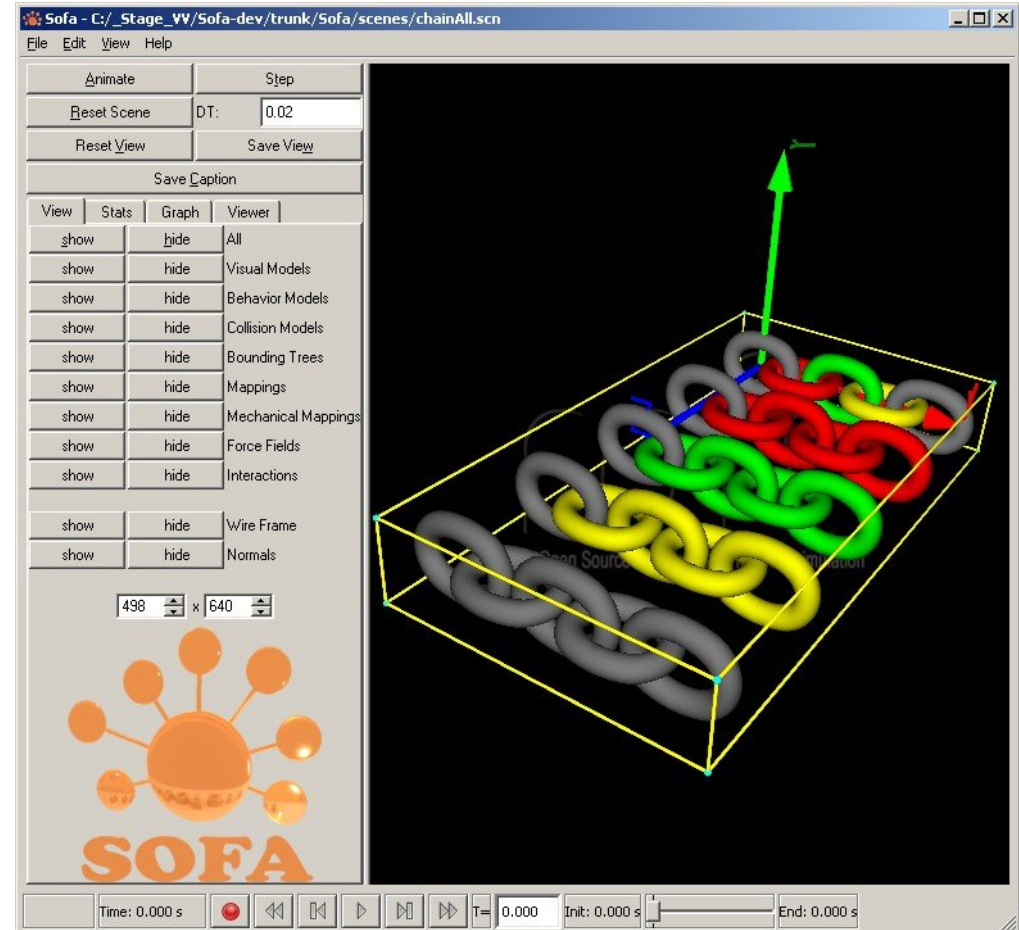
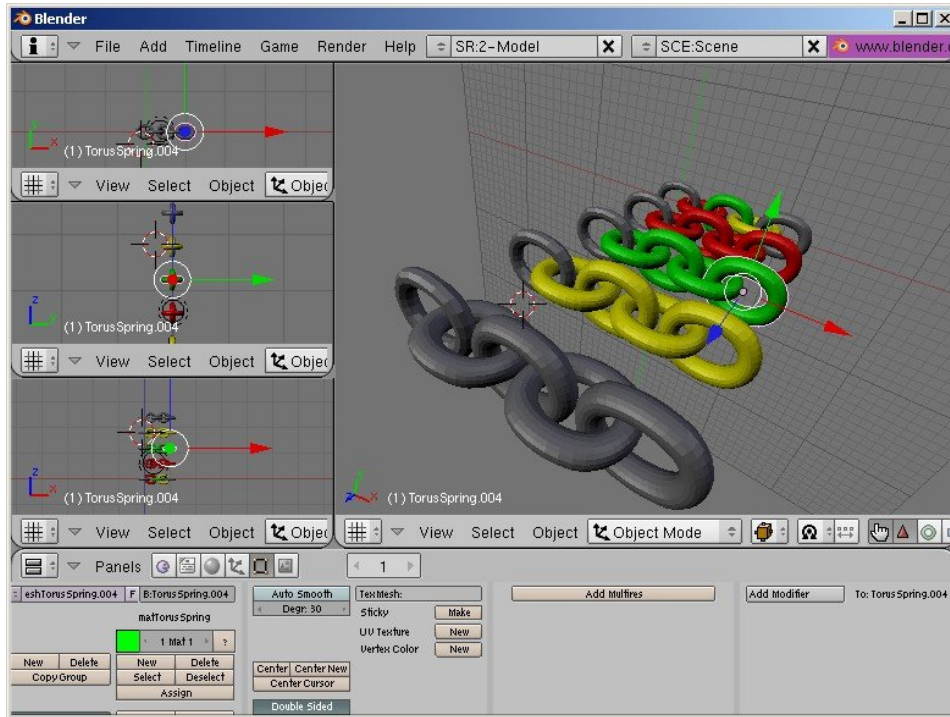
Import des scènes SOFA dans Blender (3/5)



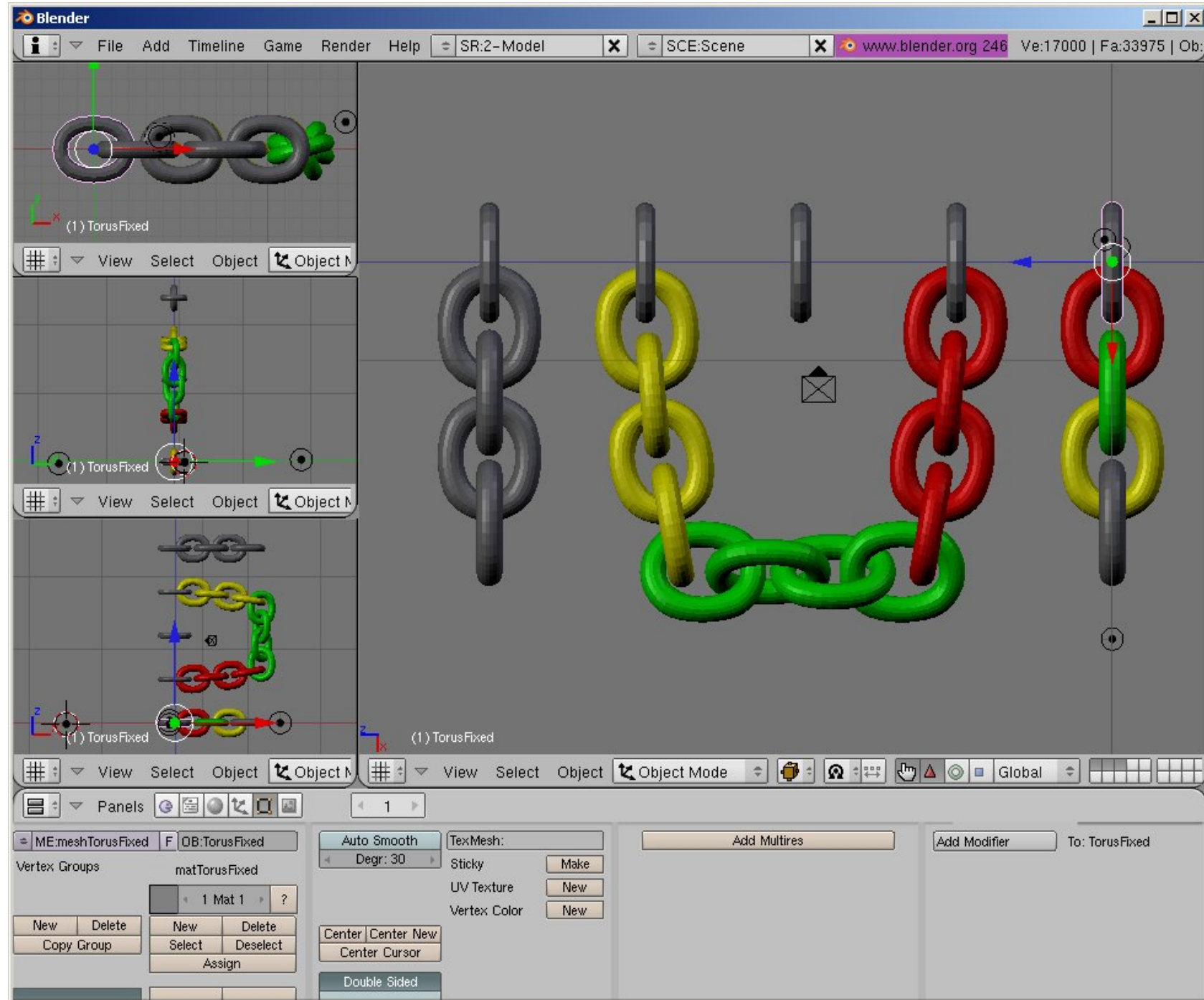
Import des scènes SOFA dans Blender (4/5)



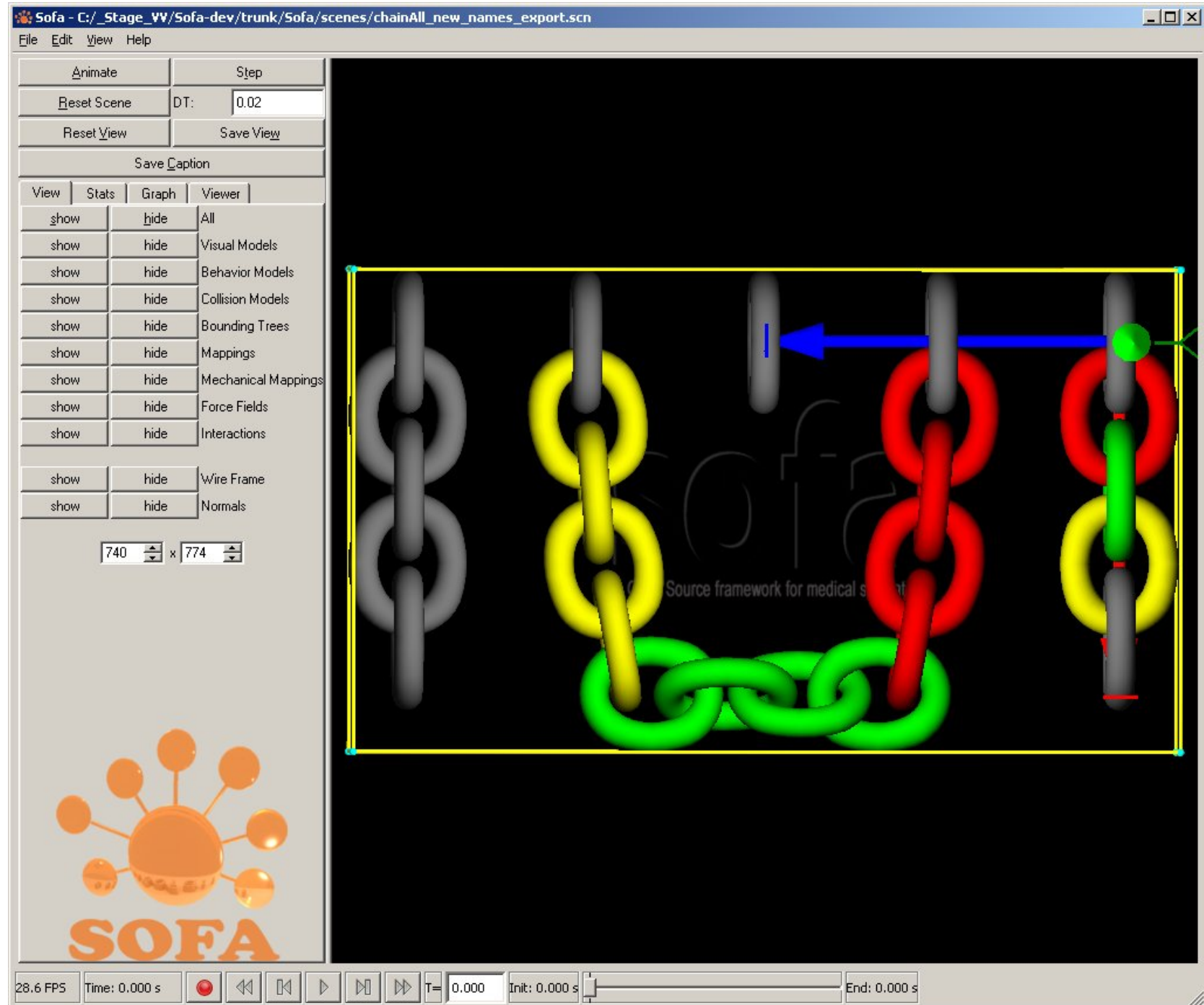
Import des scènes SOFA dans Blender (5/5)



Export des scènes SOFA depuis Blender (1/2)



Export des scènes SOFA depuis Blender (2/2)



Conclusion

Points positifs :

- objectif atteint
- logiciel utilisable pour d'autres organes
- réalisation de scripts Blender pour les maillages et SOFA réutilisables en dehors de ce projet

Conclusion

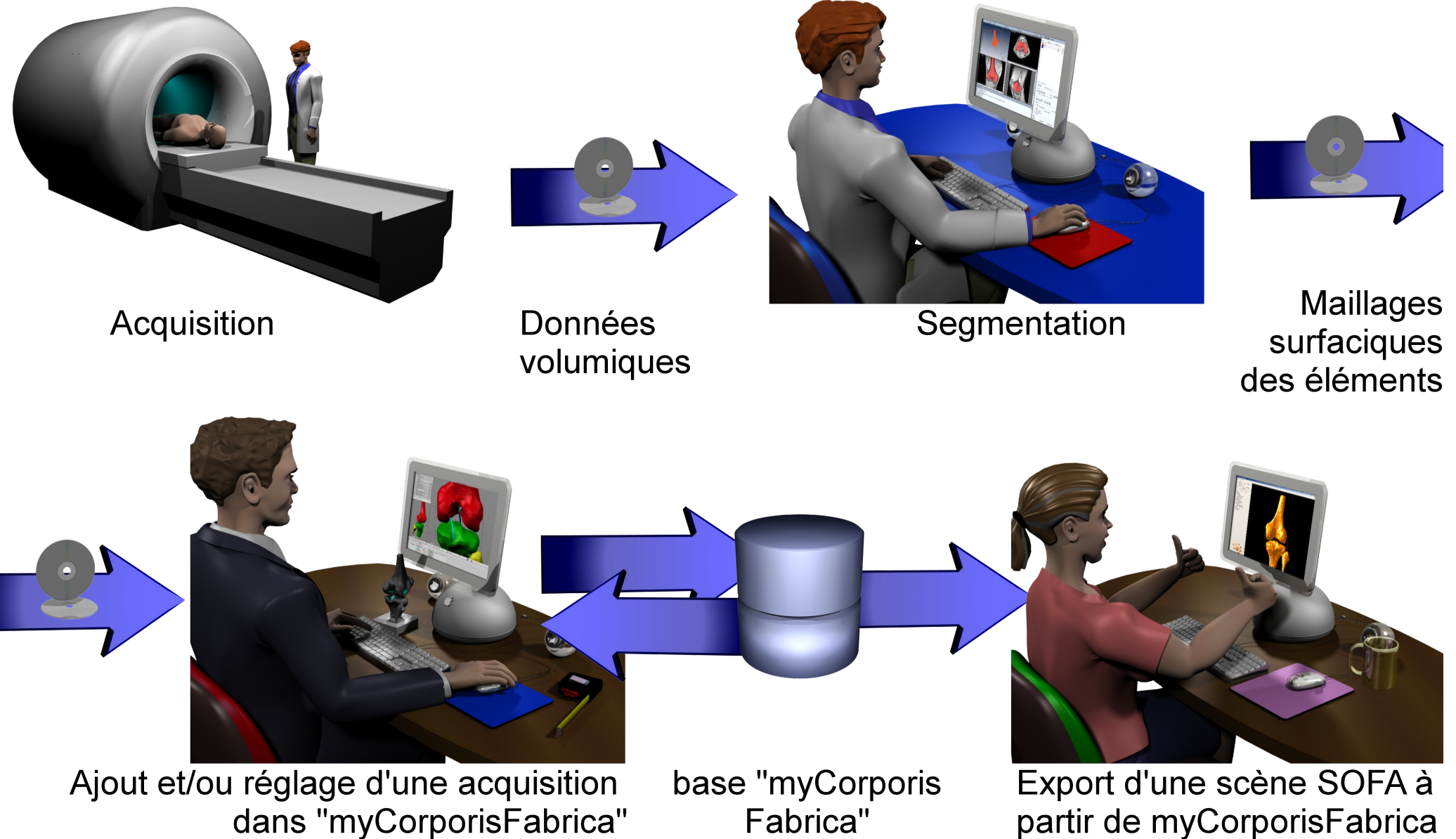
Points positifs :

- objectif atteint
- logiciel utilisable pour d'autres organes
- réalisation de scripts Blender pour les maillages et SOFA réutilisables en dehors de ce projet

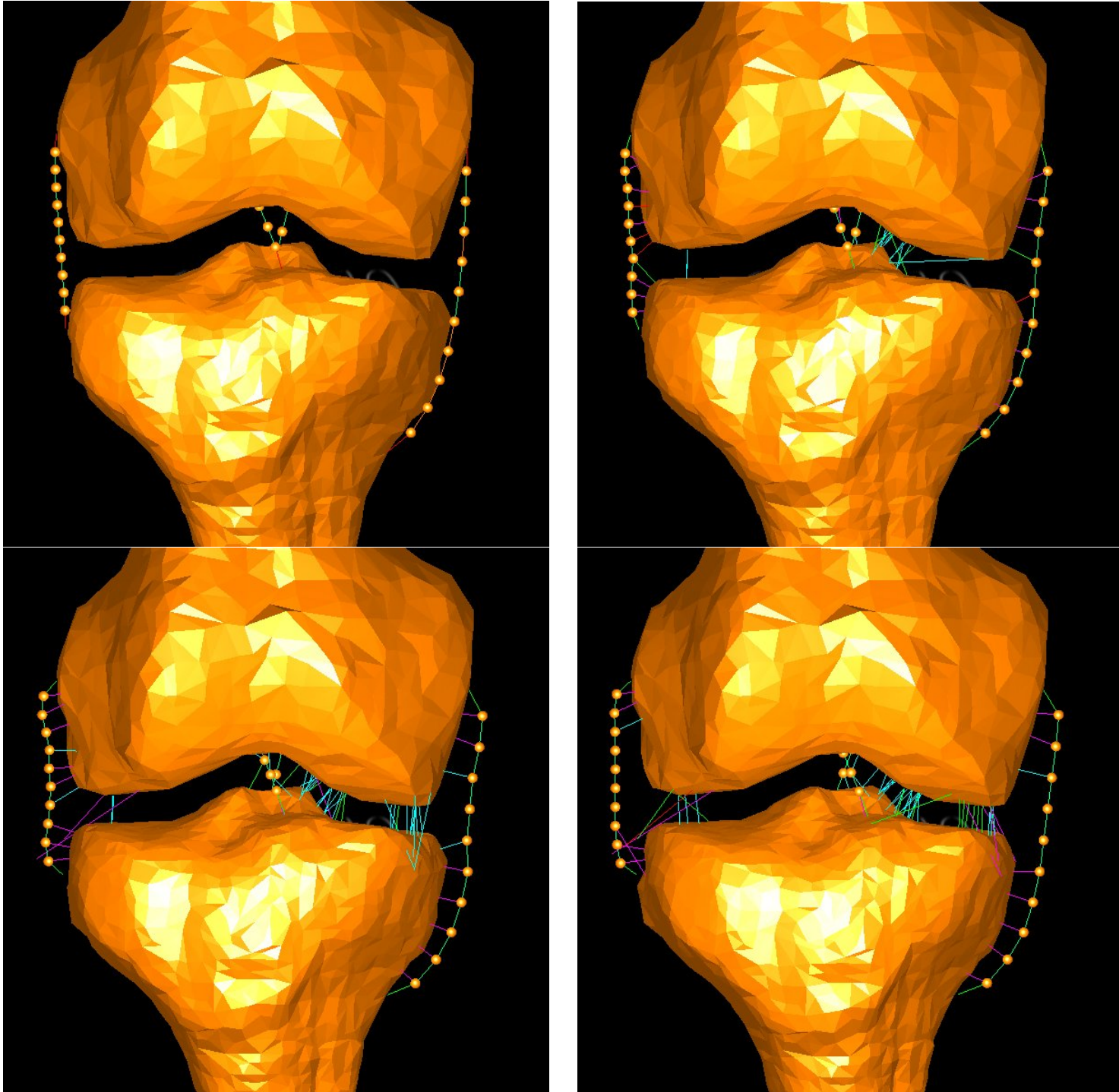
Points faibles :

- peu de travail sur la modélisation avec SOFA (autres modèles, grandeurs physiques des ligaments)
- validation
- segmentation perfectible

Questions ?



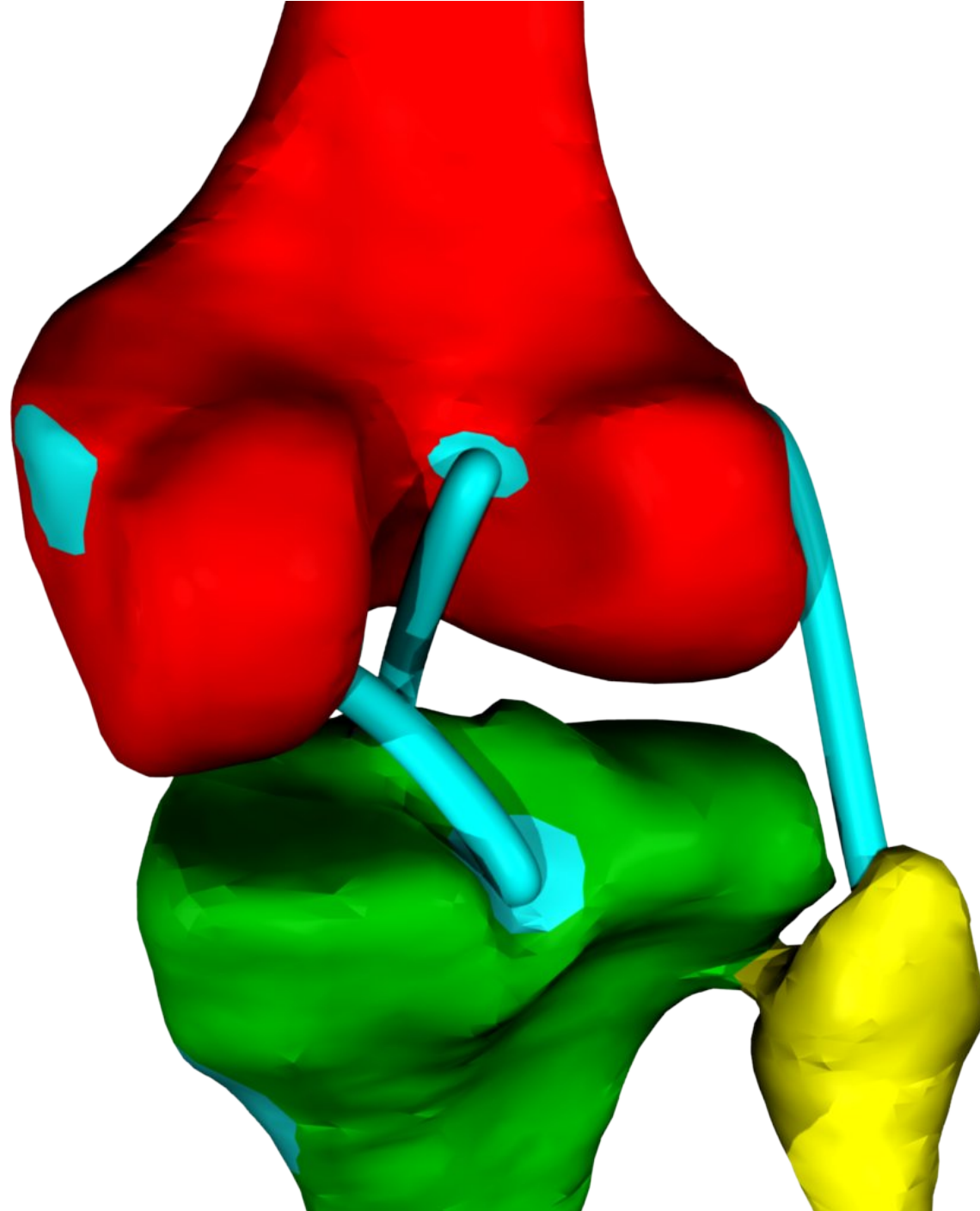
Initialisation des ligaments, vue frontale



Mise en place des éléments de la scène



Régions des attaches des ligaments



Résumé

