

TRAITEMENT DE L'IMAGERIE MÉDICALE POUR FABRICATION D'UN MODÈLE 3D

Laurent PATROUX

EC Lille – Laboratoire de Mécanique
de Lille (UMR 8107)



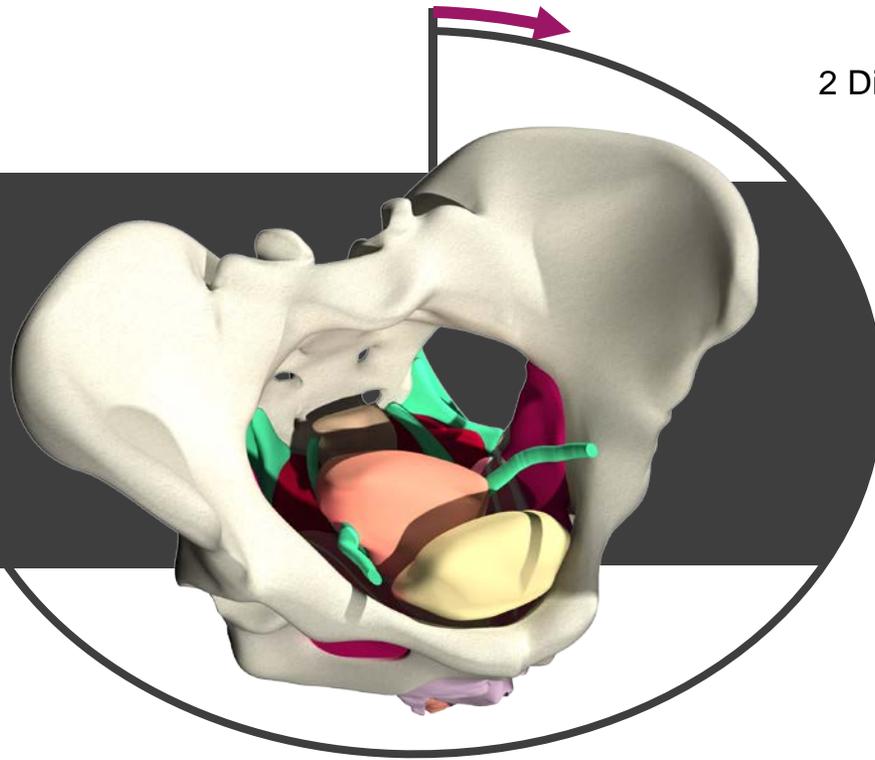
Ecole
Centrale de
LILLE



Laboratoire de
Mécanique de
Lille



1 Introduction



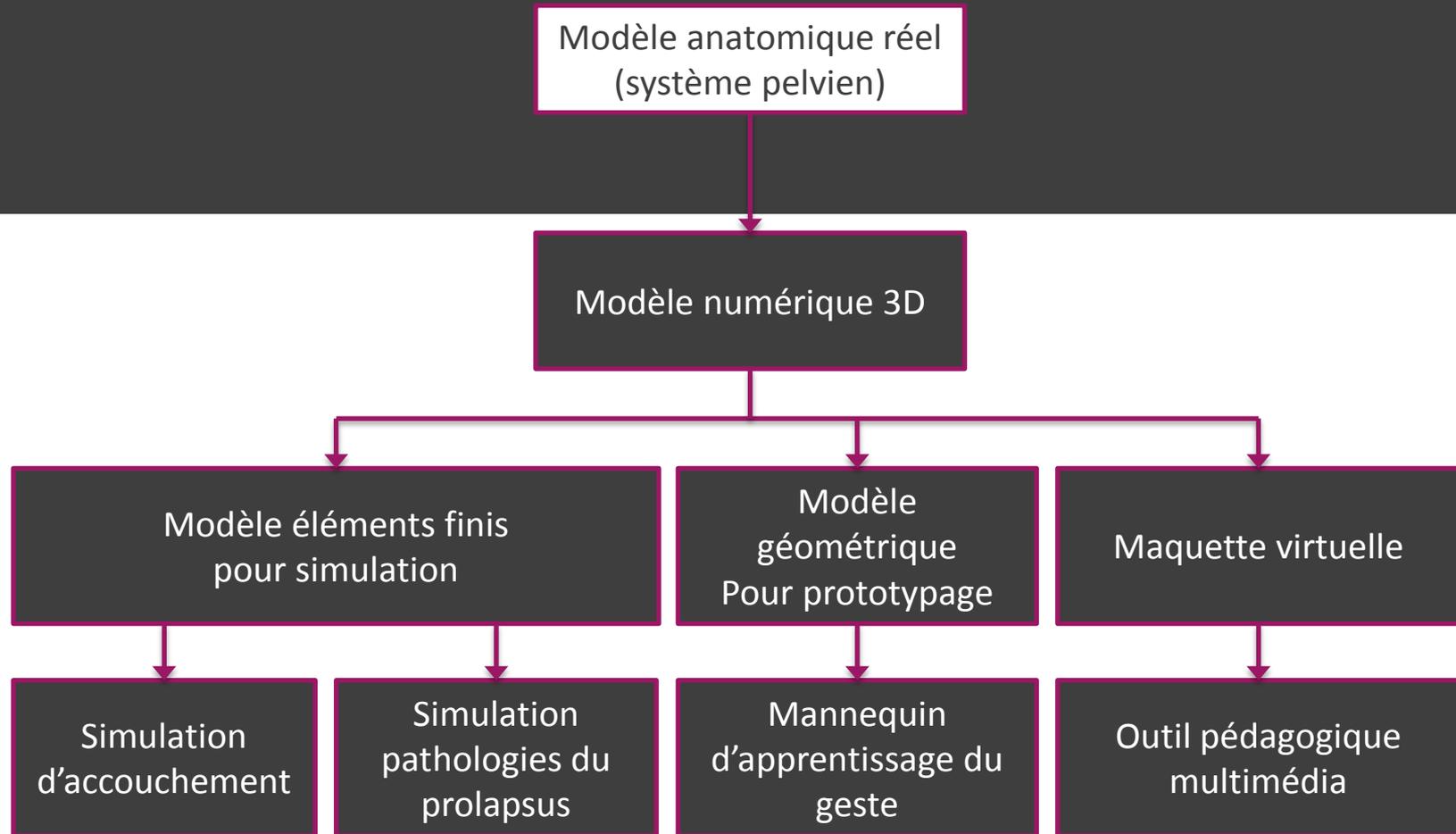
2 Différents types de modèles géométriques

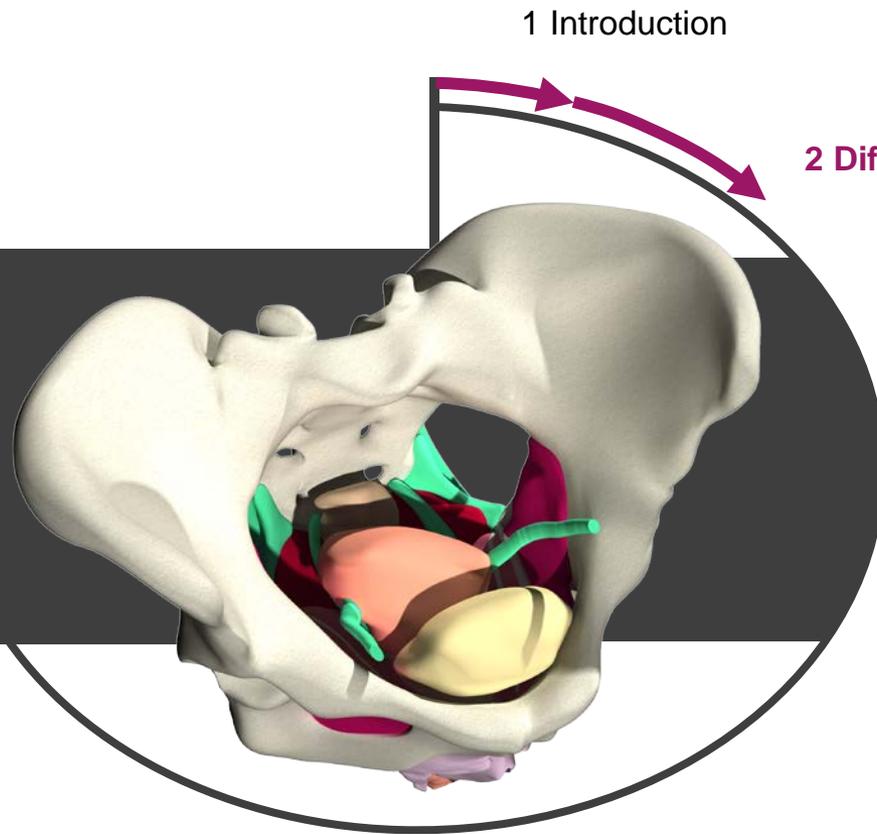
3 Méthodologie de reconstruction

4 Assemblage des structures

5 Conclusions

DANS QUELS BUTS?





1 Introduction

2 Différents types de modèles géométriques

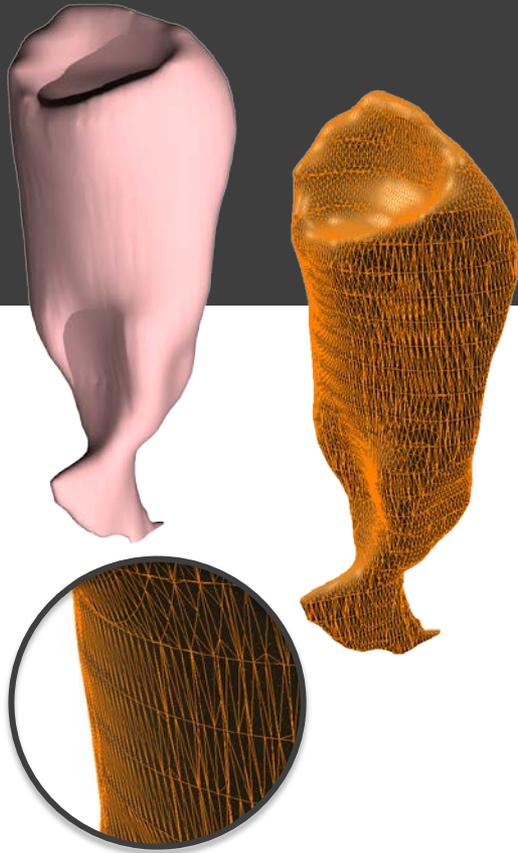
3 Méthodologie de reconstruction

4 Assemblage des structures

5 Conclusions

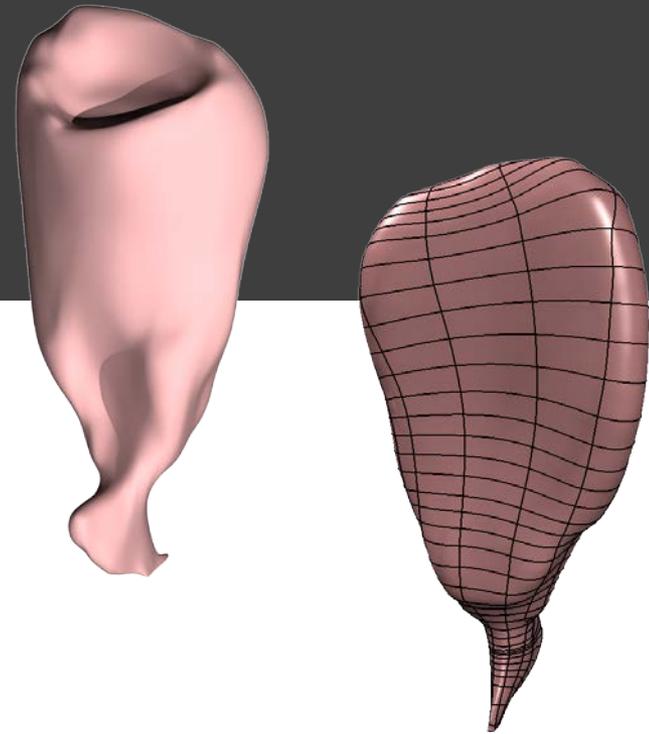
DIFFÉRENTS TYPES DE MODÈLES 3D

Modèle facétisé

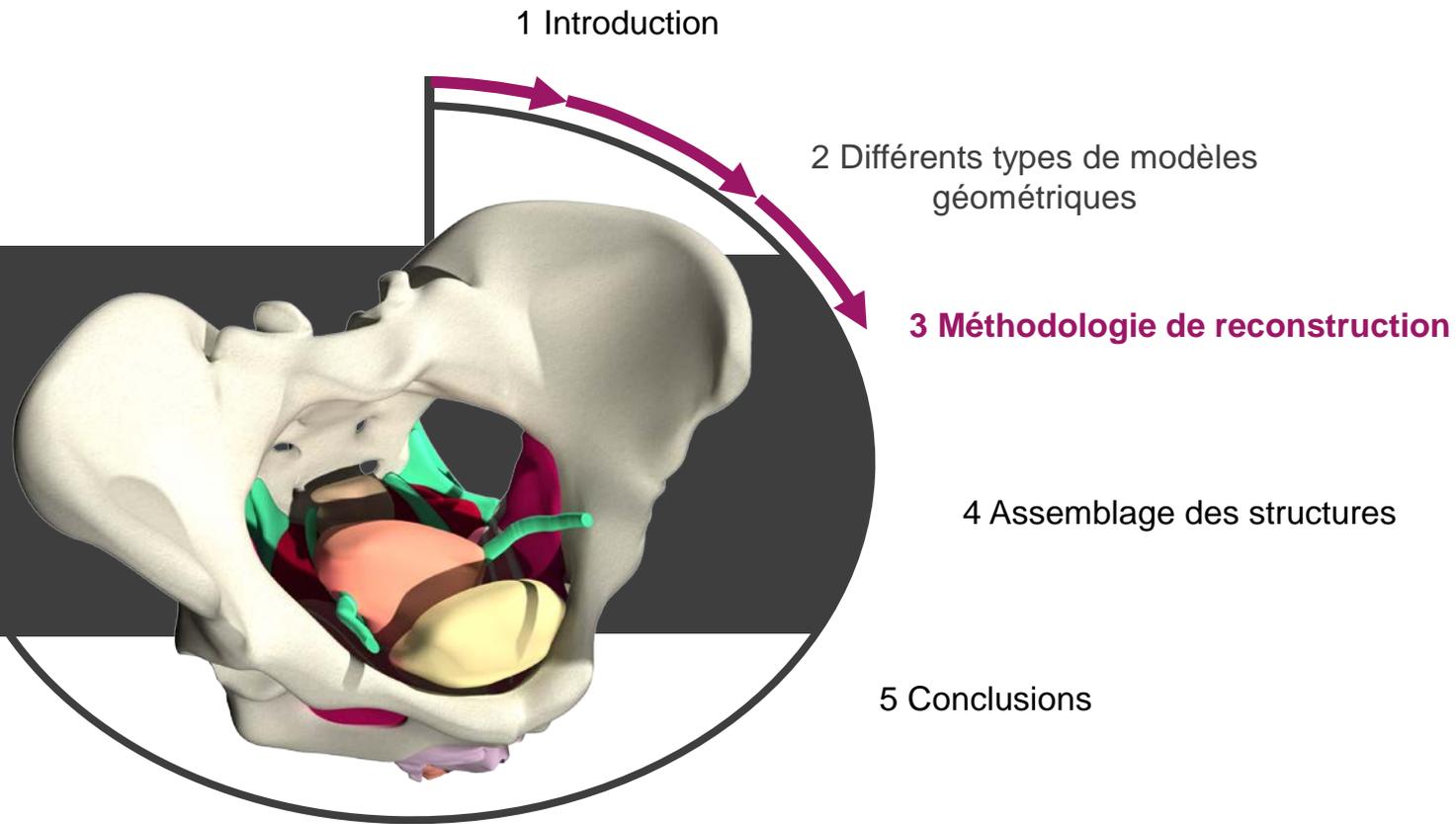


- La surface est définie par des triangles (facettes) s'appuyant sur un nuage de points.
- Ce modèle est utilisé pour du rendu 3D et pour la fabrication (impression 3D).

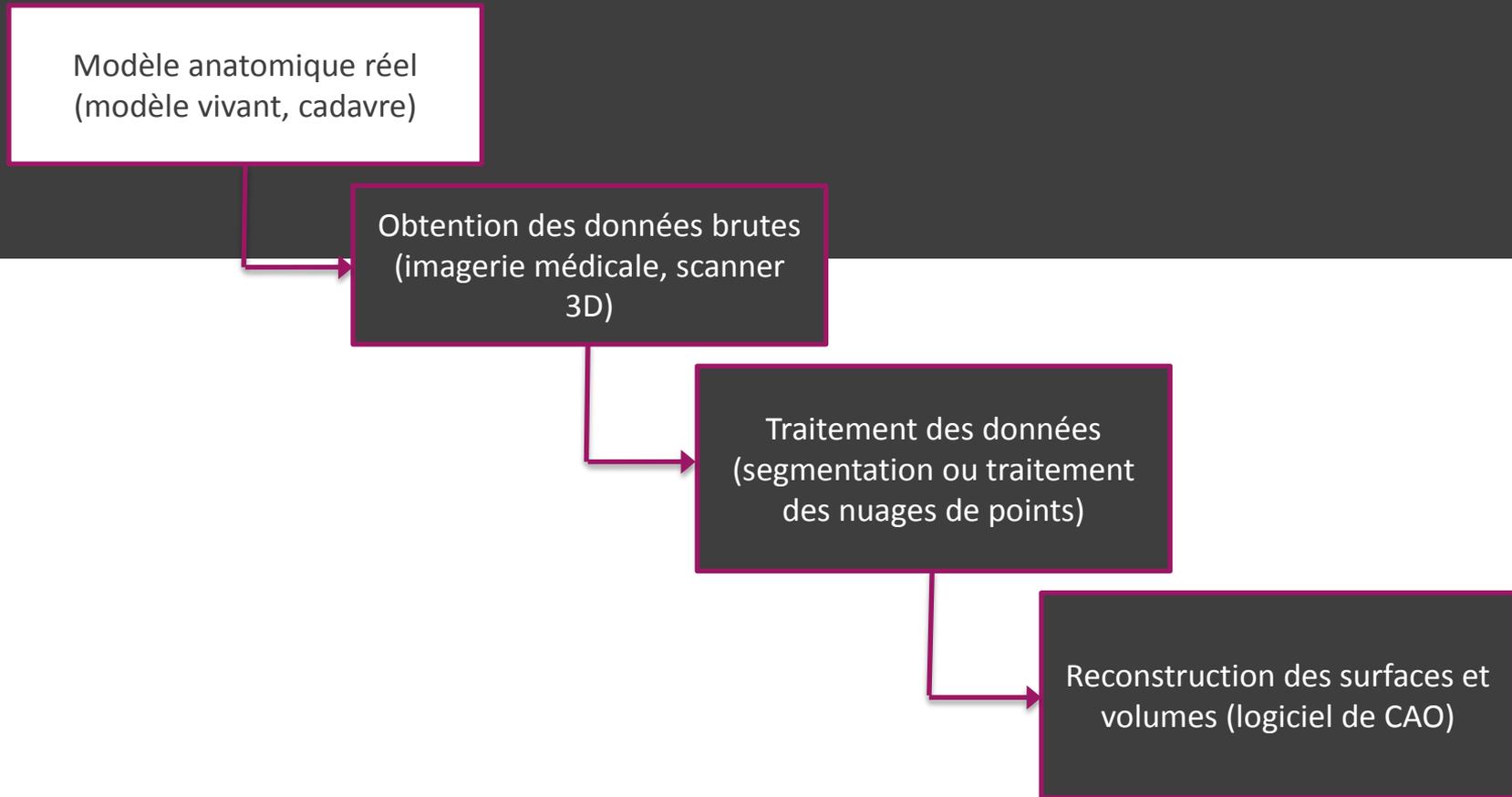
Modèle surfacique



- La surface est définie mathématiquement par un ensemble d'équations.
- Ce modèle est utilisé en simulation numérique.



MÉTHODOLOGIE DE RECONSTRUCTION



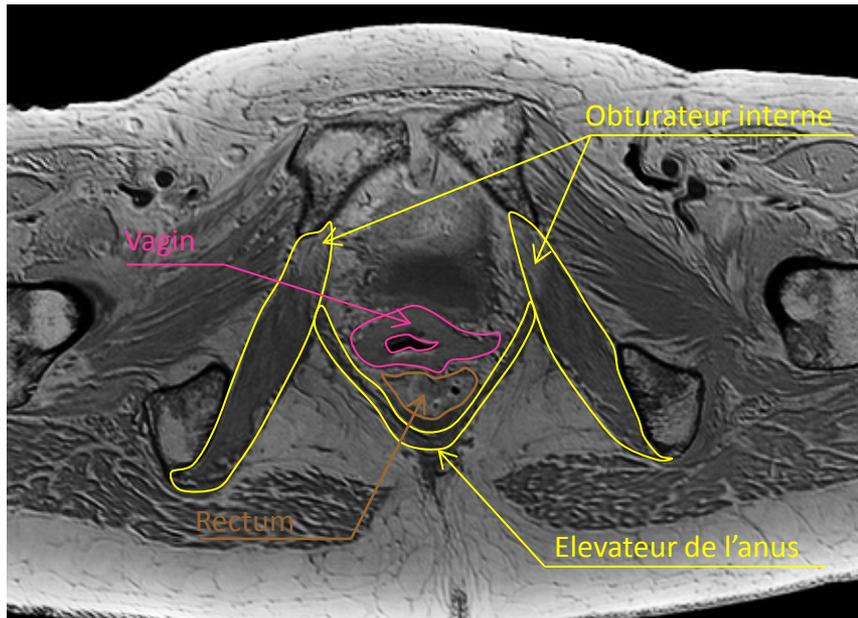
- Obtention des données brutes
 - Scanner médical



Le scanner médical permet l'obtention d'images très contrastées pour l'obtention des structures osseuses.

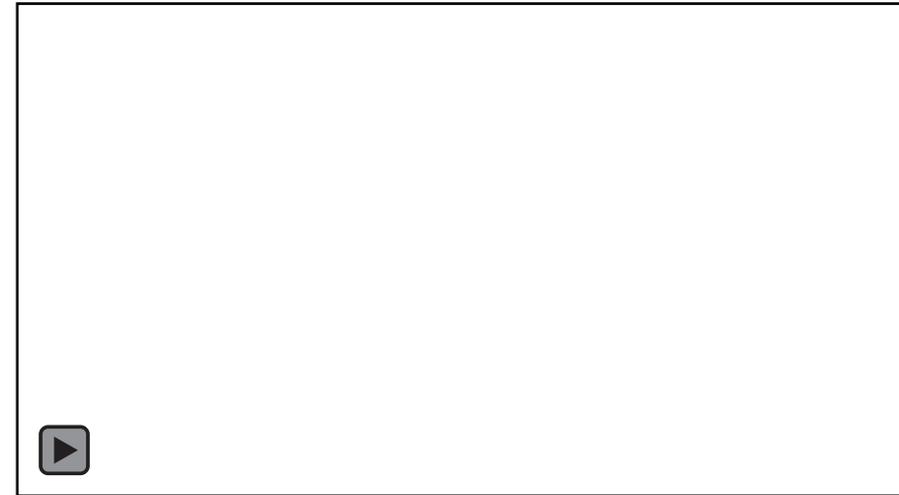
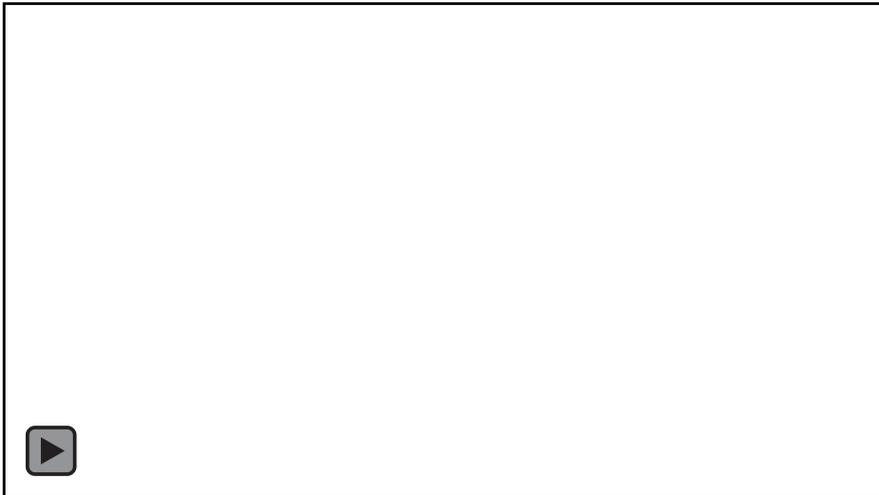
MÉTHODOLOGIE DE RECONSTRUCTION

- Obtention des données brutes
 - IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)



Avec des protocoles adaptés, l'IRM permet d'obtenir des images permettant l'identification des tissus mous (organes, muscles,...)

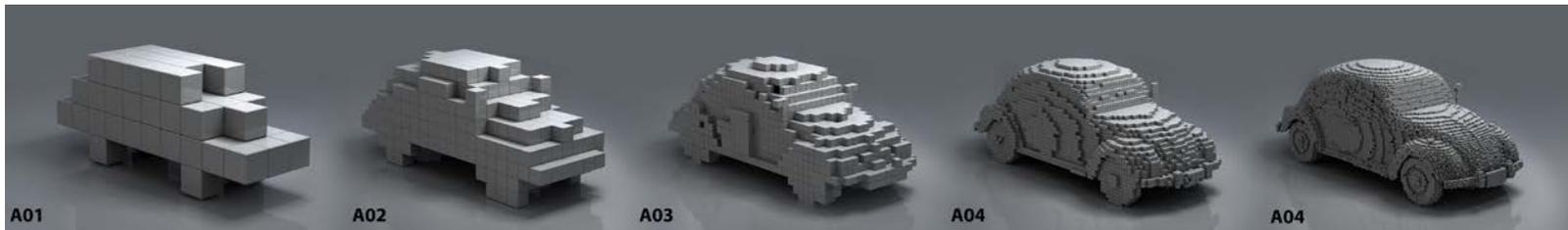
- Segmentation et obtention des premiers volumes (modèle facétisé)



Logiciel Avizo Fire[®] 7.1

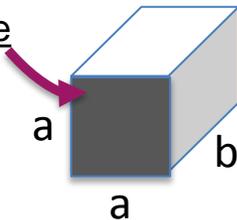
MÉTHODOLOGIE DE RECONSTRUCTION

- Paramètres géométriques d'imagerie ayant une influence sur la qualité du modèle
- Résolution de l'image (taille des voxels dans le plan de l'image)
- Distance inter coupe (taille des voxels dans la direction des coupes)



Source: <http://www.bilderzucht.de/blog/3d-pixel-voxel/>

Pixel de l'image

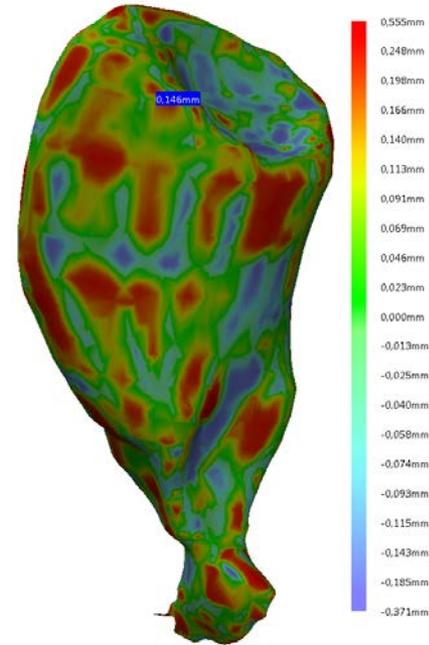


a: taille du pixel (dimension physique de l'objet / nombre de pixel de l'image)

b: distance inter coupe (distance entre les coupes)

- Lissage du modèle brut

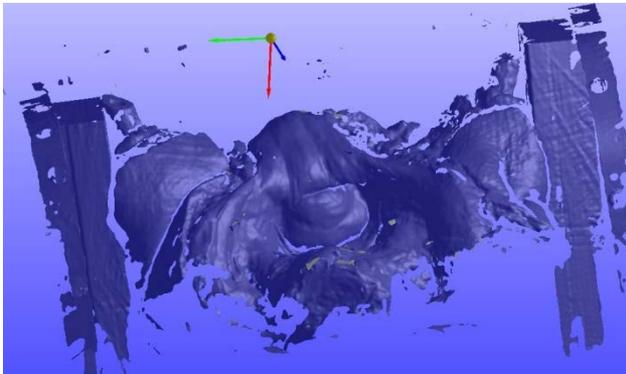
- Contrôle des écarts



- Données issues d'un scanner 3D sans contact

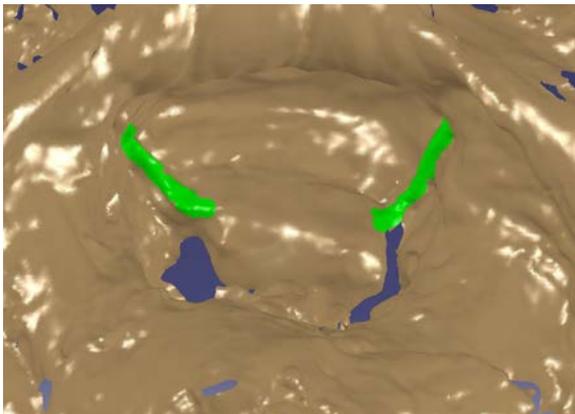
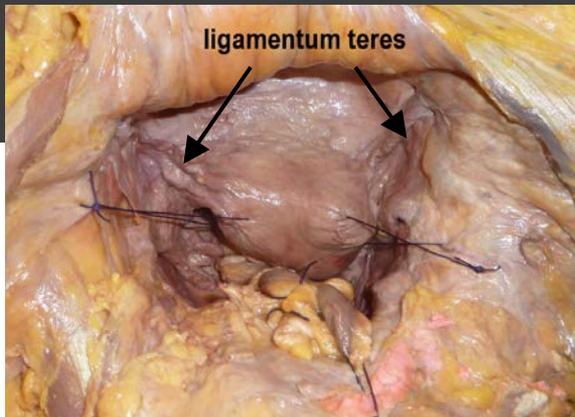


Le scanner 3D portable permet l'obtention de toute structure **visible** (ou presque).



Obtention d'un fichier numérique à l'échelle sous la forme d'un nuage de points ou d'une surface facétisée.

- Extraction des structures à individualiser



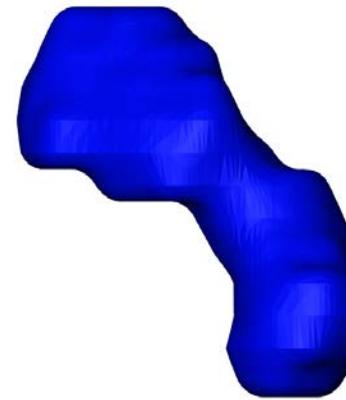
Le modèle numérique obtenu contient l'intégralité des surfaces visibles.

Aucun traitement de segmentation n'est nécessaire.

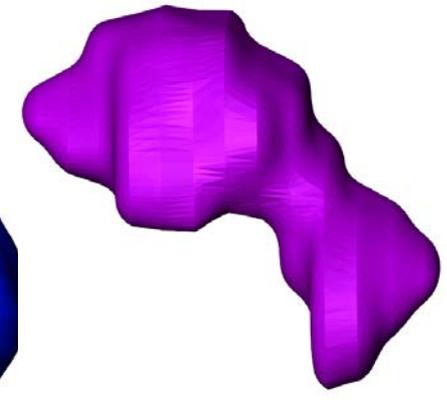
Le traitement consiste à individualiser les structures intéressantes directement sur la surface facétisée.

- Caractéristiques typiques des données obtenues

Imaging technique	Image resolution (pixels)	Number of slices	Voxel size (mm)
MRI	512x512	44	0,7 x 0,7 x 4
Scanner	512x512	42	0,9 x 0,9 x 3
3D Scanner	-	-	0,8 x 0,8 x 0,8



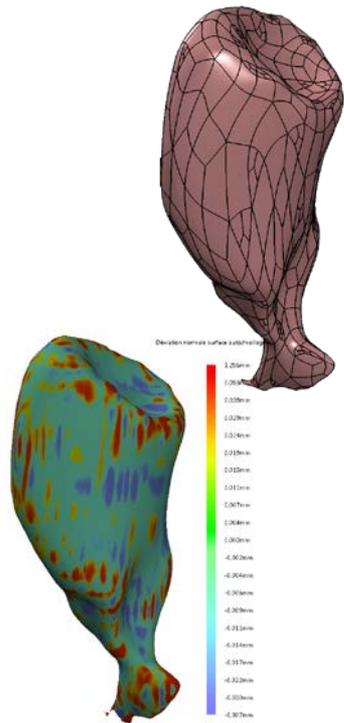
Utérus depuis une séquence axiale



Utérus depuis une séquence coronale

Cela impose de travailler sur deux nuages de points issus de séquences différentes

- Création semi-automatique des modèles surfaciques (Logiciel Catia[®] Dassault System)



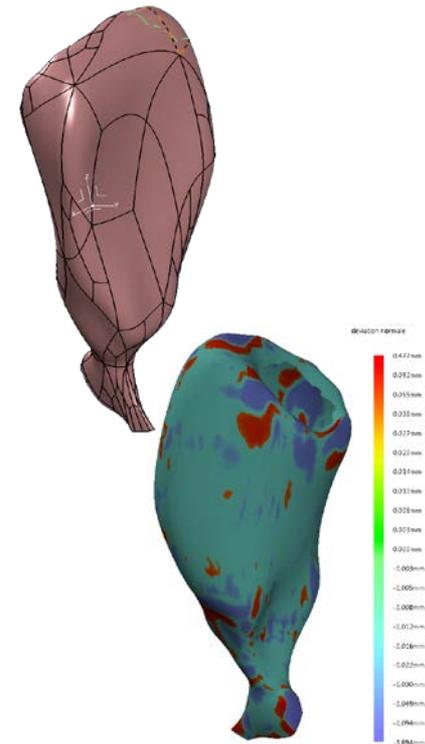
Une reconstruction automatique de surfaces est disponible dans le logiciel de CAO (conception Assistée par Ordinateur).

Paramètres d'ajustage disponibles:

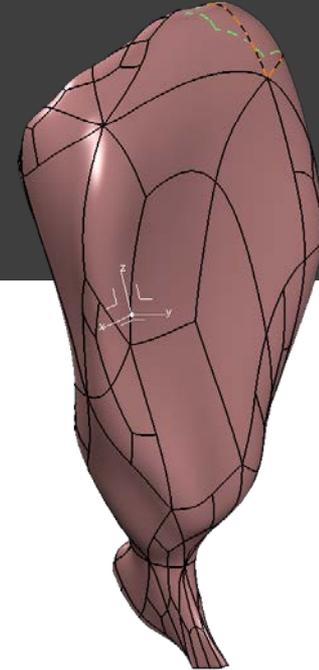
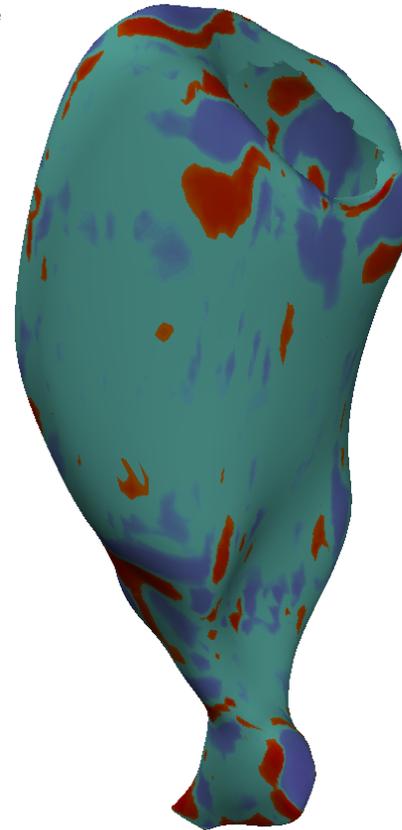
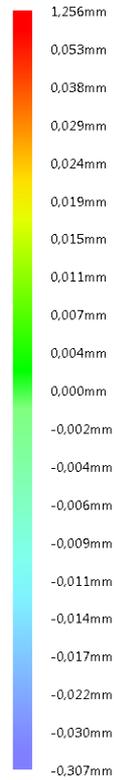
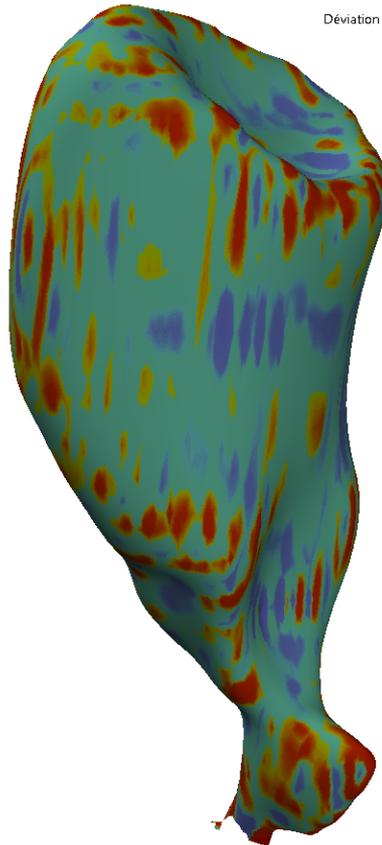
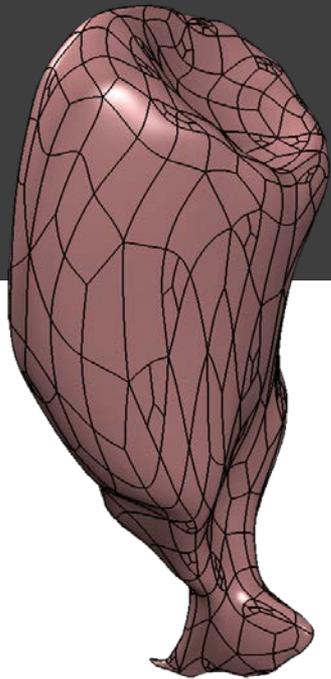
- Ecart moyen au nuage de points.
- Niveau de détail à conserver (équivalent à un lissage).

Résultats obtenus :

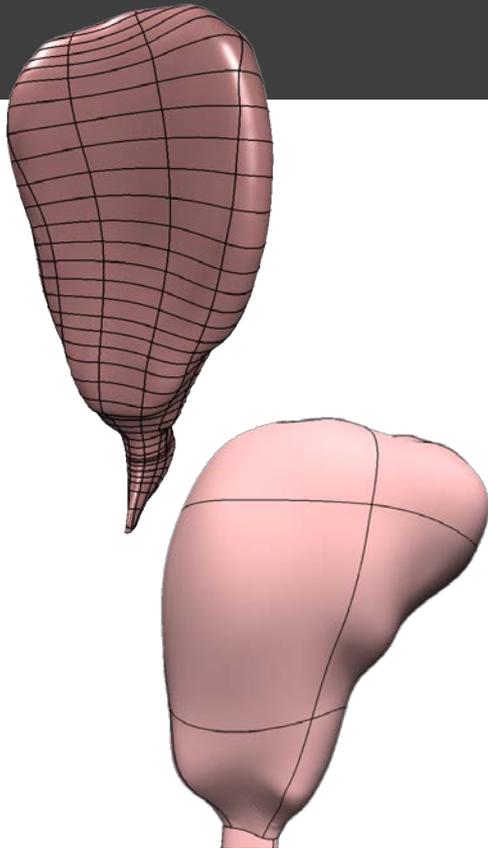
- Surface constituée de patches très irréguliers en taille et en forme
- Reconstruction quasi instantanée



MÉTHODOLOGIE DE RECONSTRUCTION



- Création manuelle des modèles surfaciques (Logiciel Catia[®] Dassault System)



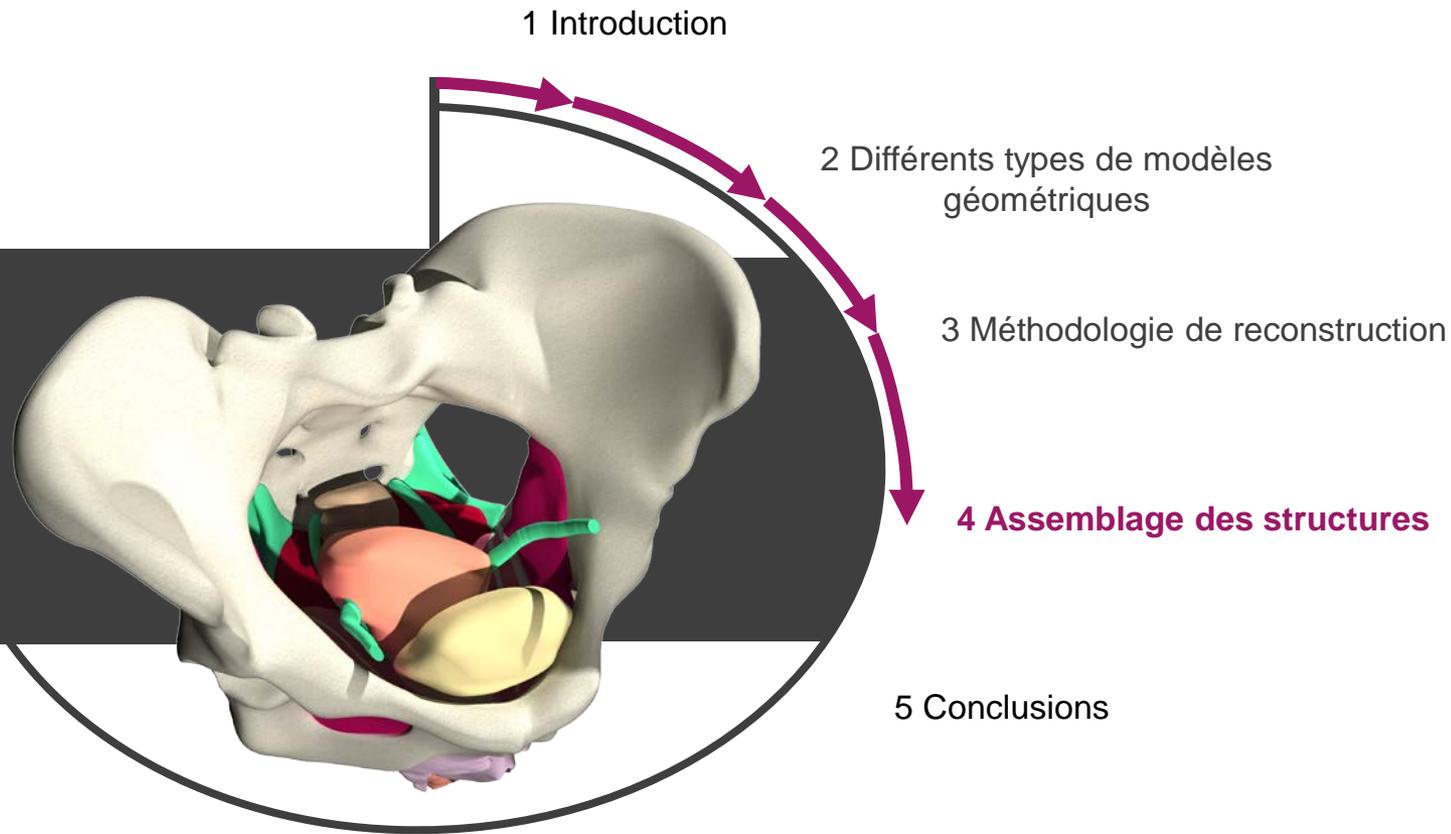
Une reconstruction manuelle des surfaces est nécessaire quand on souhaite contrôler les surfaces générées.

Démarche:

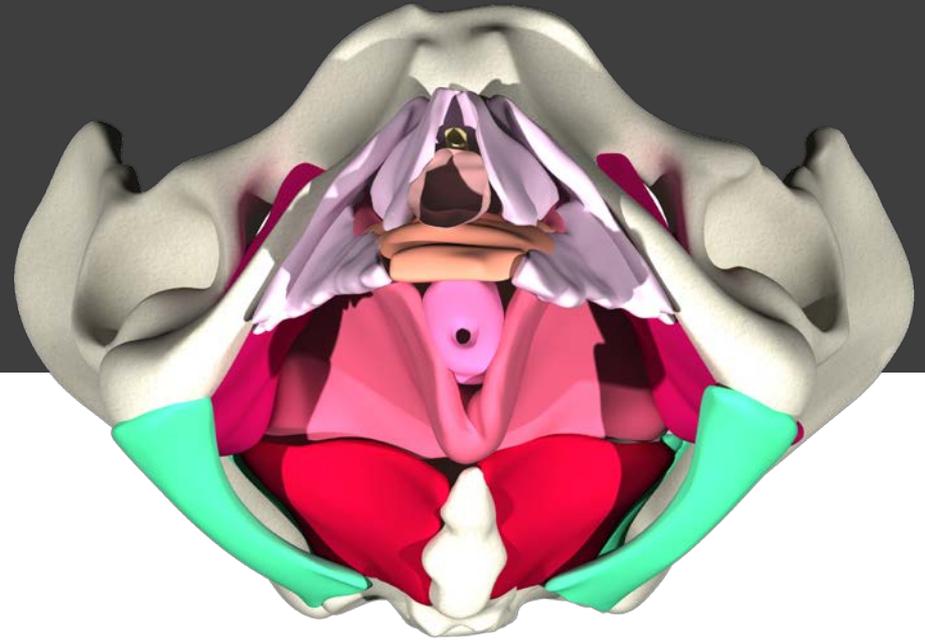
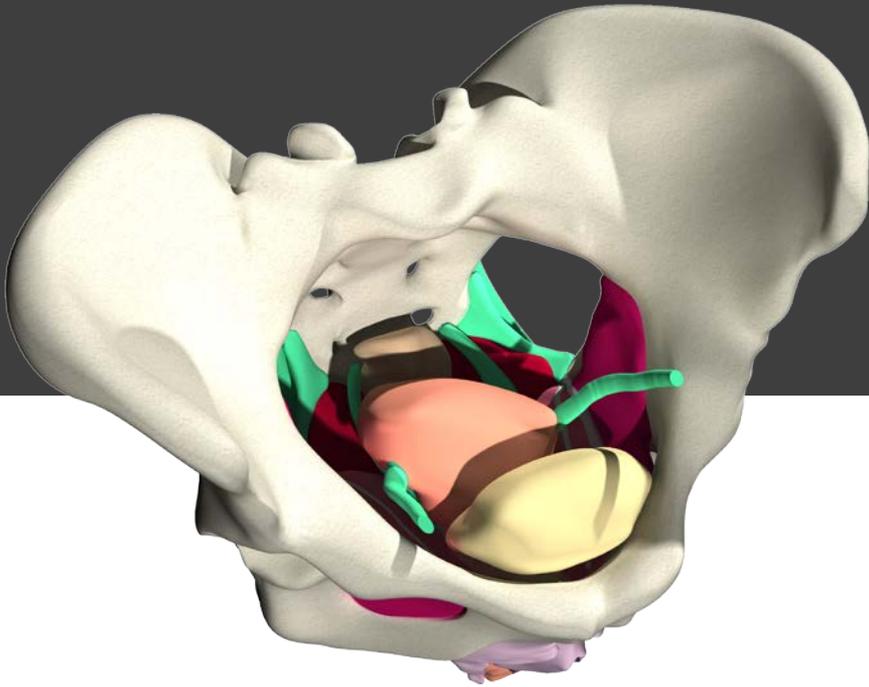
- Création de courbes s'appuyant sur le nuage de points permettant de générer un réseau de courbes.
- Remplissage de chaque maille du réseau

Résultats obtenus :

- Surface constituée de patchs très réguliers en taille et en forme
- Reconstruction très chronophage (souvent plusieurs jours de travail...)



ASSEMBLAGE DES STRUCTURES



Un système anatomique est toujours composé de structure individuelles.

Contraintes à respecter:

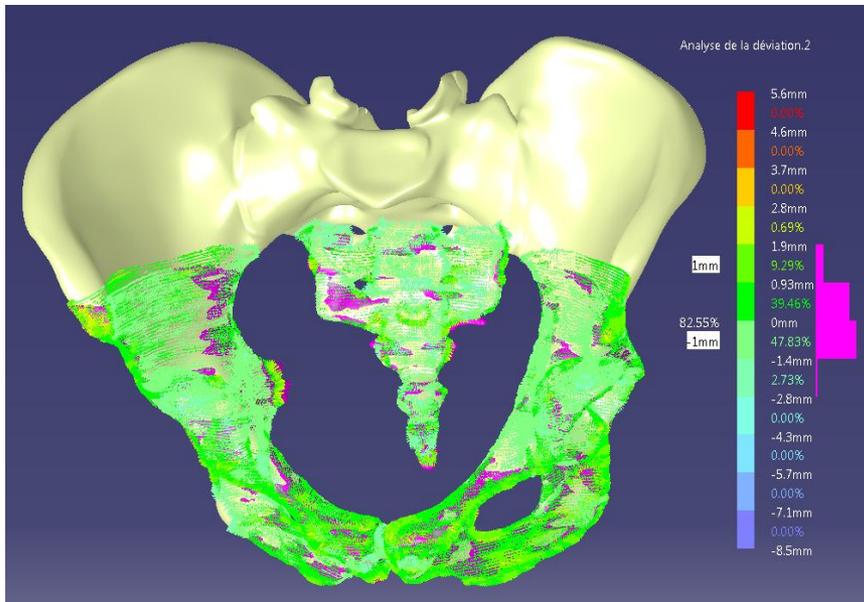
- Différencier chaque structure (affectation de caractéristiques mécaniques différentes)
- Conserver le positionnement relatif des structures tel que sur le modèle réel à modéliser

Principale difficulté:

- les données brutes proviennent de séquences différentes voire de techniques d'imagerie différentes (IRM, Scanner, Scanner 3D, Echographie,...)

ASSEMBLAGE DES STRUCTURES

Recalage des données issues de l'IRM, du scanner médical et des scan 3D.



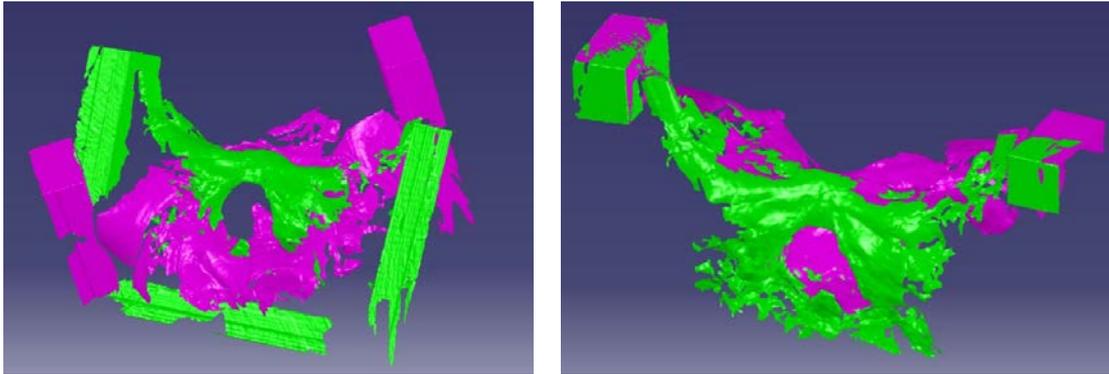
Le recalage est effectué à partir de modèles issus des différentes techniques d'une même structure anatomique.

Exemple:

Le bassin osseux est modélisé dans chaque séquence.

Il est choisi comme référence pour sa rigidité (il est identique quelque soit la position du modèle réel).

Scanner 3D portable et recalage spatial des modèles



Chaque fichier de Scan possède sa propre origine (l'origine du scan correspond à la position du scanner lors du premier déclenchement).

Ainsi il peut être délicat de repositionner deux scans successifs.

Dans ce cas, on met en place des points fixes identifiables sur le modèle qui seront scannés pour chaque acquisition.

Quelques difficultés...

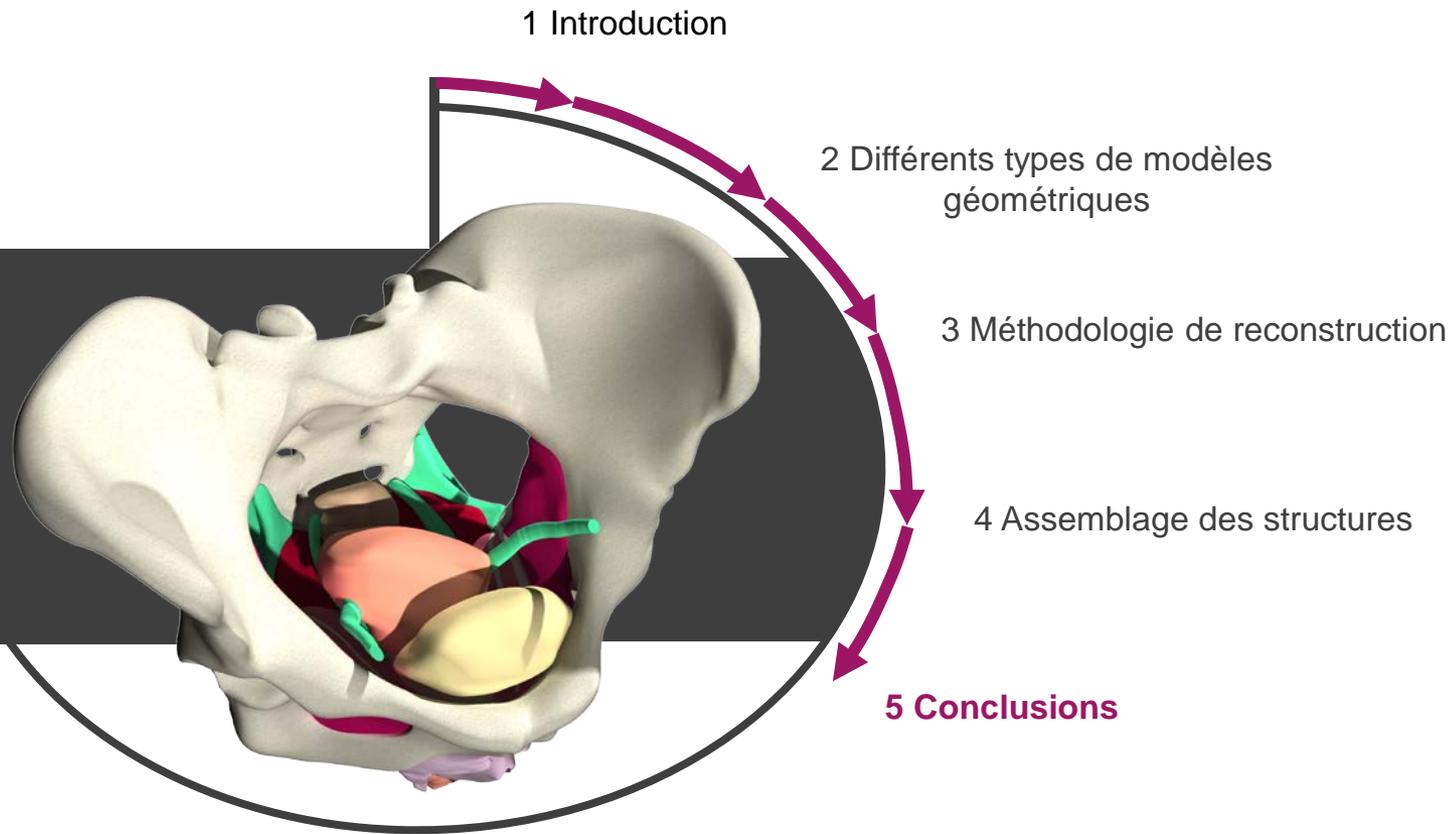
Prévisibles:

- Mauvaise qualité des images (résolution)
- Nombre de coupes insuffisant
- Cadrage ne couvrant pas complètement l'ensemble des structures à modéliser

Imprévisibles:

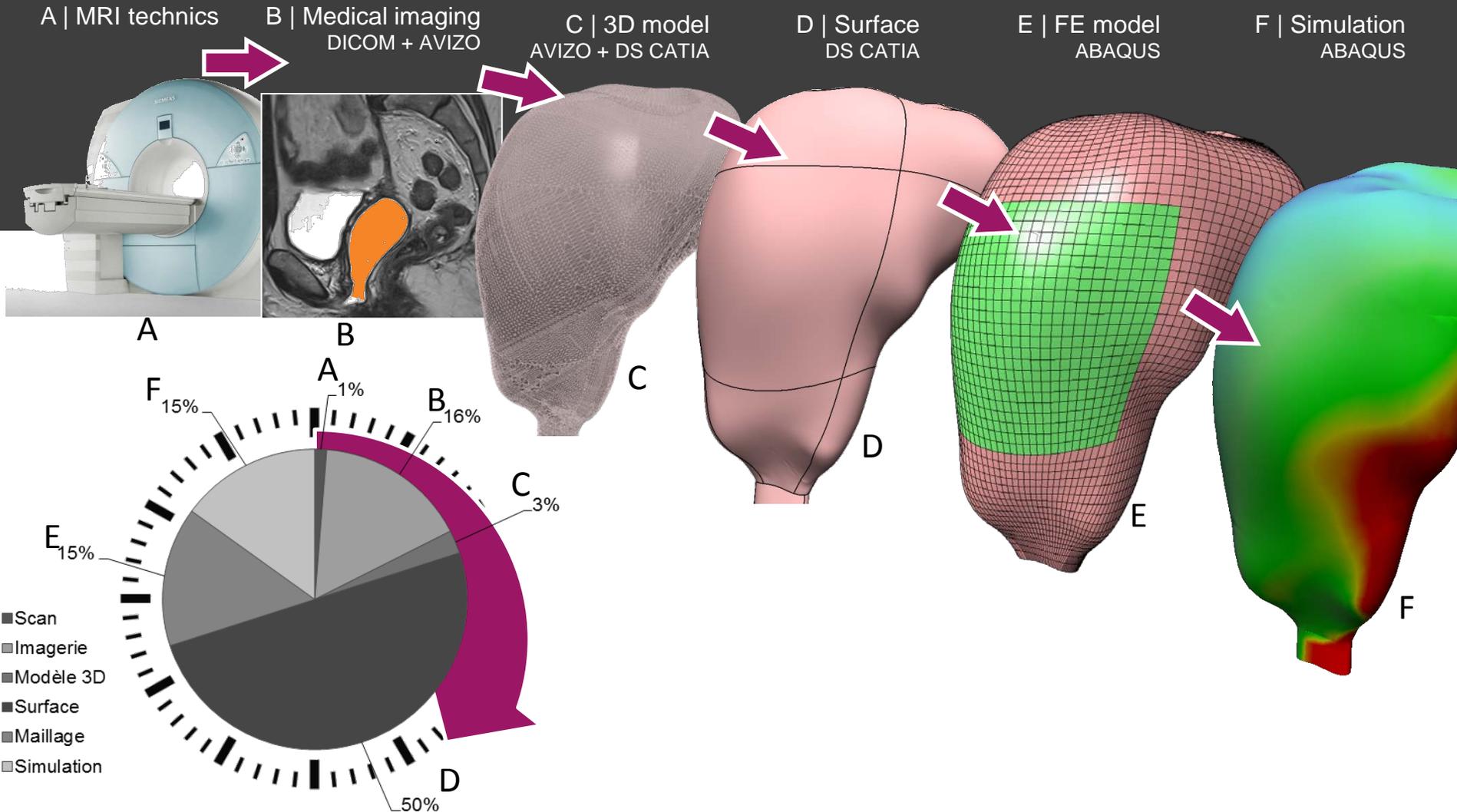
- Artefacts dans les images produites
- Modification du modèle réel...
- ...





CONCLUSION

La modélisation biomécanique suit une démarche ordonnée comprenant plusieurs étapes:



Des questions?

