

**xlim** INSTITUT  
DE RECHERCHE

**cnrs**



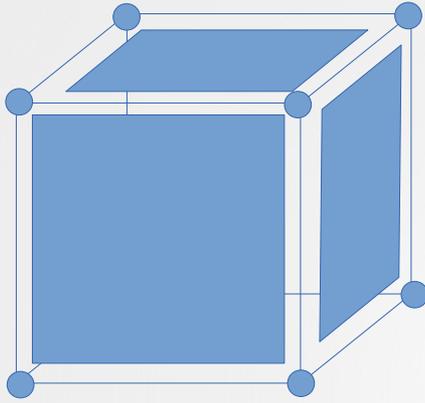
# « Activités de l'équipe IG en Modélisation géométrique à base topologique »



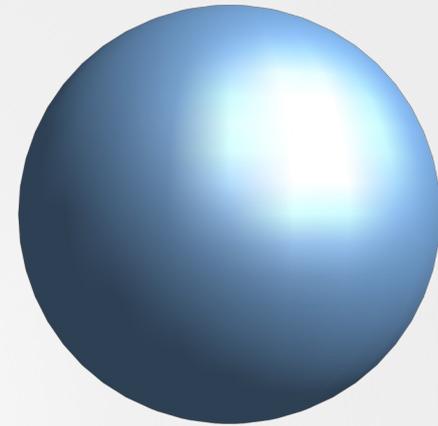
S. Alayrangues, A. Arnould, H. Belhaouari, L. Fuchs, S. Horna,  
P. Lienhardt, P. Meseure, S. Peltier, X. Skapin, R. Zrour, A. Cavalier

Séminaire MIREs Axe 2, 2 juin 2022

# Modélisation géométrique à base topologique



Structure = topologie



Forme = géométrie

Modélisation géométrique à base topologique  
= Étude / Manipulation de la structure  
indépendamment de la forme

# Les Objectifs

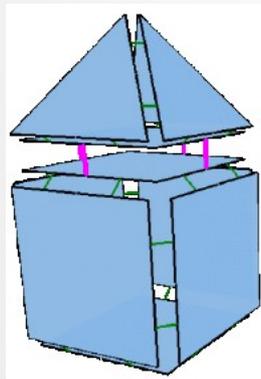
- Représenter
  - Étude de différents modèles, leurs possibilités de représentations, leurs limites
  - Équivalence de modèles
- Caractériser
  - Calcul (direct/incrémental) de propriétés topologiques (Euler-Poincaré, Nombres de Betti, etc.)
  - Équivalence topologique d'objets
- Manipuler
  - Conception d'opérations de transformation d'objets

# Les modèles topologiques

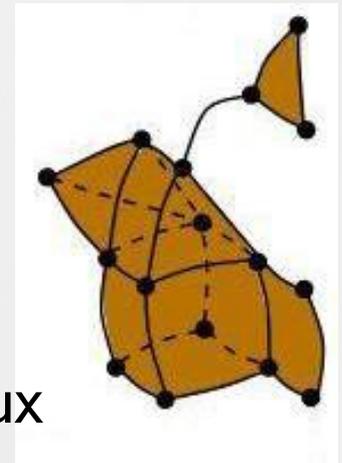
- Modèles cellulaires : sommets, arêtes, faces, volumes, etc.
  - Types de cellules
  - Dimension (« vrais » modèles volumiques en 3D)
  - Relations d'adjacence et d'incidence explicites
  - Orientabilité ou non
  - Avec ou sans bords
- Modèles plus « puissants » que les modèles habituels

- Exemples :

Cartes généralisées  
(G-cartes)



Modèles  
simploïdaux



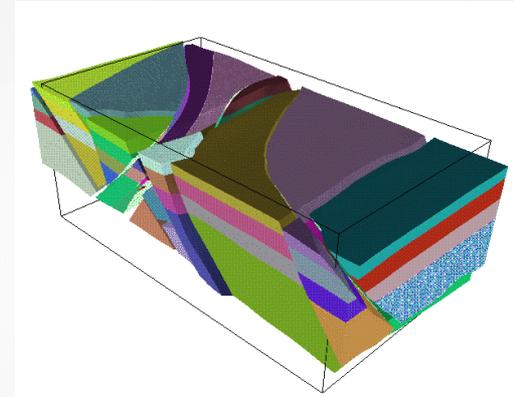
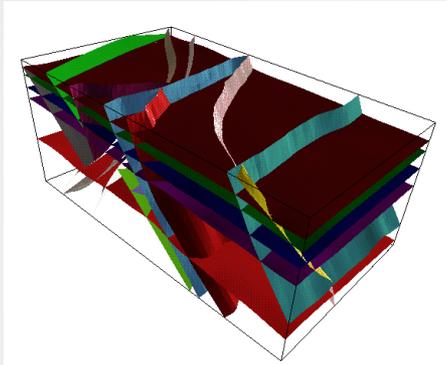


# Domaines d'application

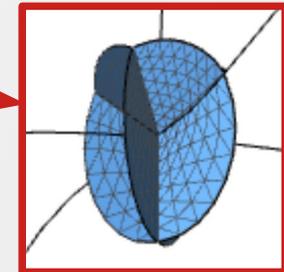
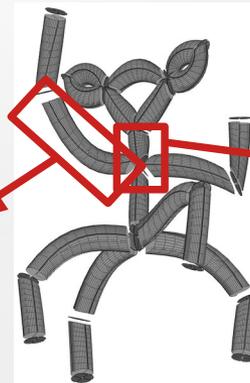
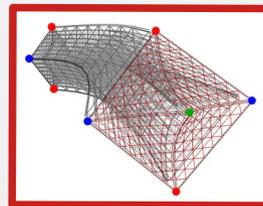
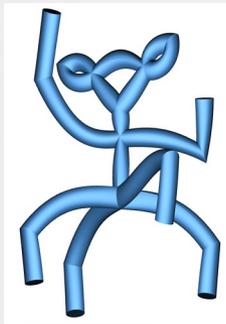
- Modélisation géométrique avancée
- Reconstruction à partir d'acquisitions discrètes
- Modélisation procédurale
- Simulation

# Modélisation géométrique avancée

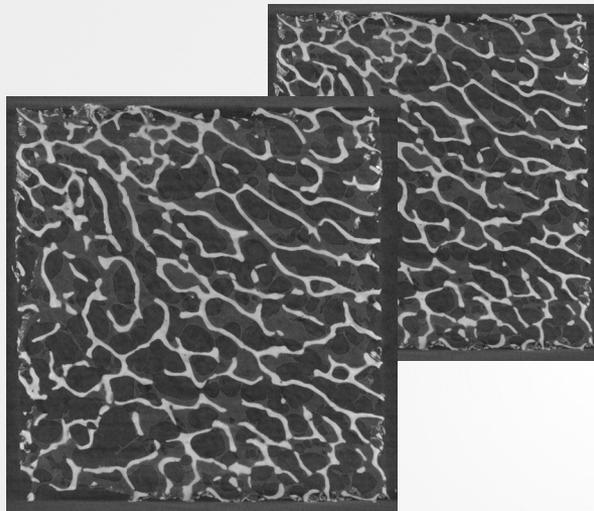
- Conception d'opérations complexes
- Coraffinement/Opérations booléennes  
(H. Belhaouari, S. Horna)



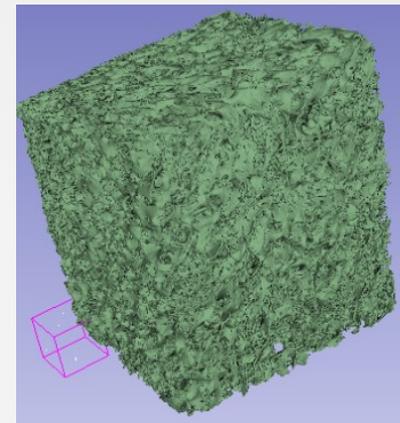
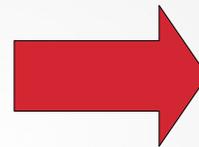
- Objets tubulaires (S. Peltier)



# Reconstruction...



Données discrètes acquises  
(IRM, Tomographie)

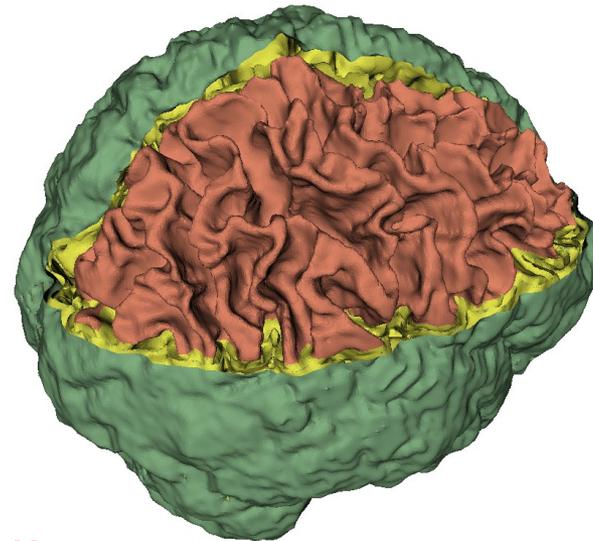
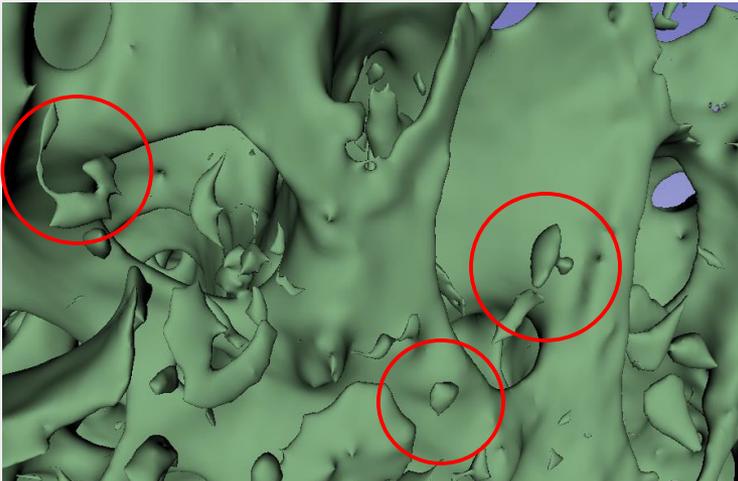


Maillage

# Reconstruction topologiquement cohérente

- Motivations

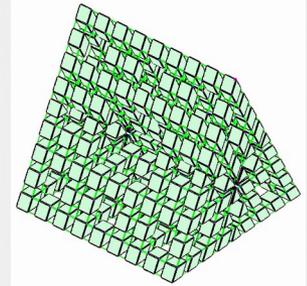
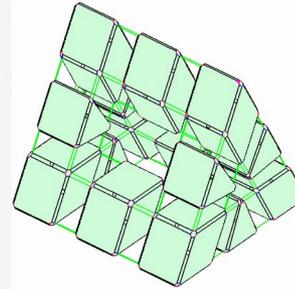
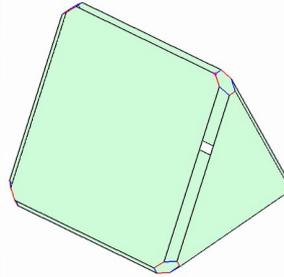
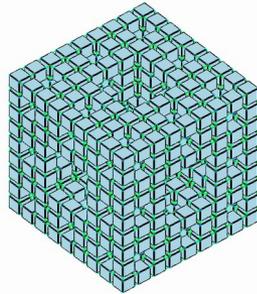
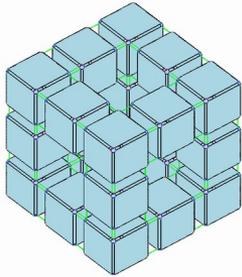
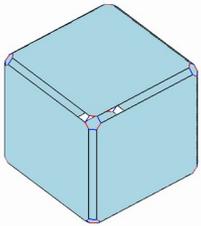
- Contrôle des composantes connexes, des cavités, des tunnels
- Cohérence des voisinages entre parties (recouvrements / vides)
- Consistance (ex : anatomique en bio-santé)



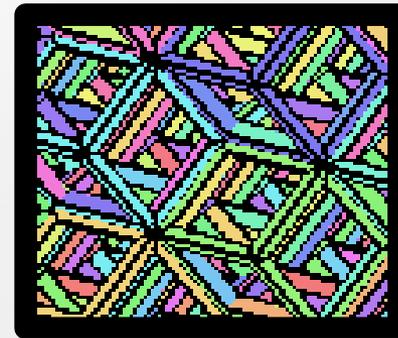
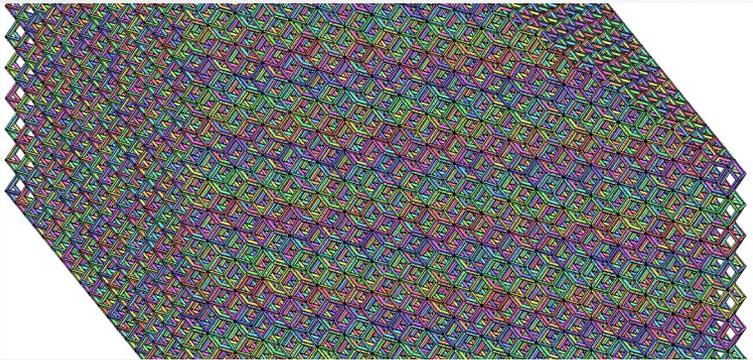
(S. Horna, R. Zrour, H. Belhaouari, P. Meseure)

# Modélisation procédurale

- Construction algorithmique d'objets géométriques (H. Belhaouari, A. Arnould, P. Meseure, X. Skapin)
- Utilisation de règles de transformation (JERBOA)
  - Fractales

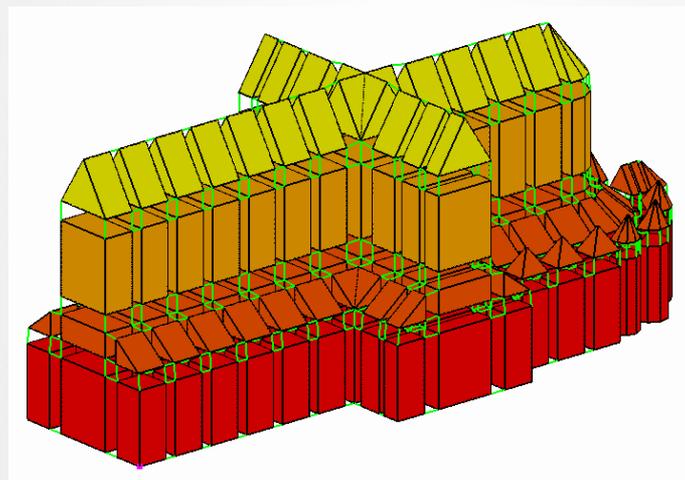
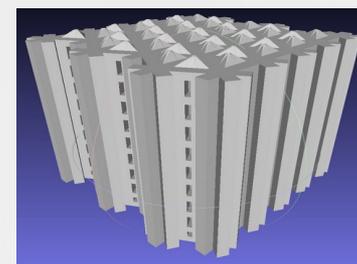
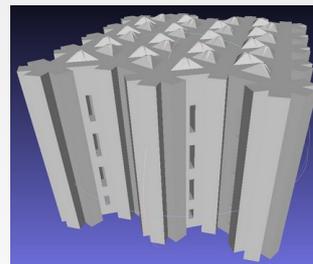
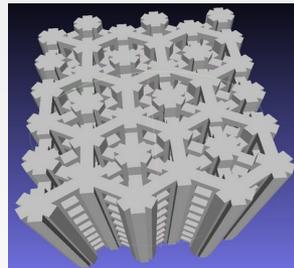
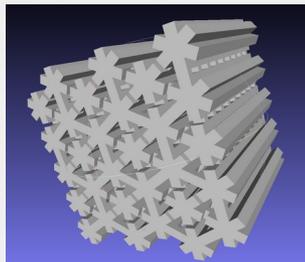
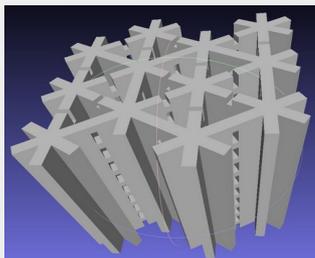


- Constructions de structures complexes



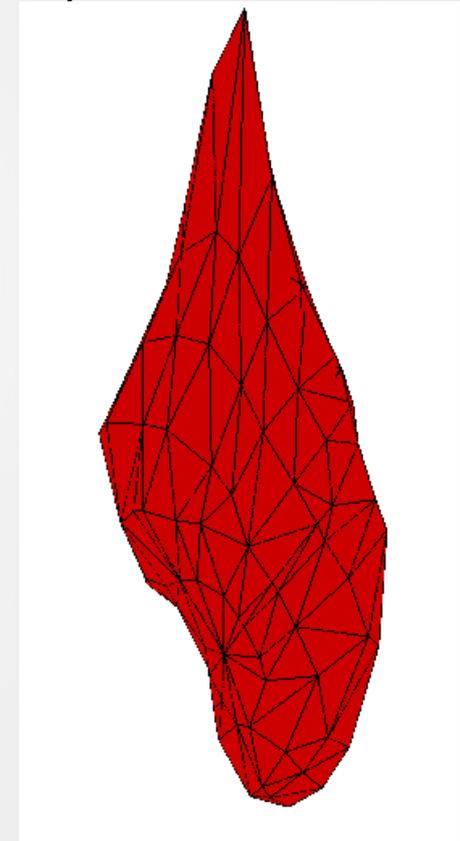
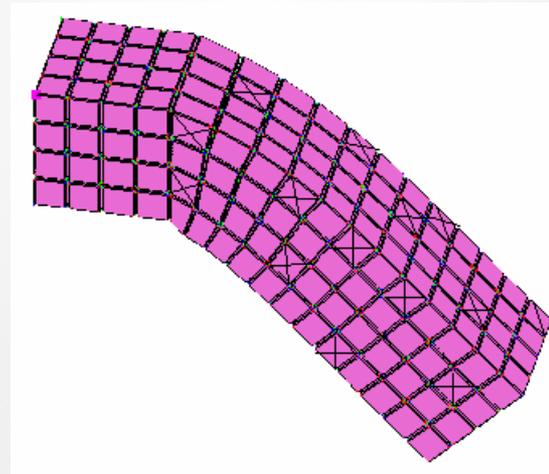
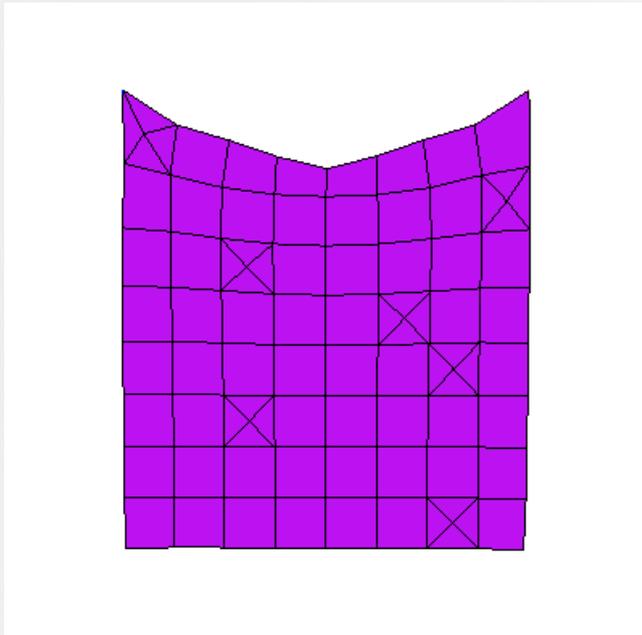
# Modélisation procédurale

- Constructions contrôlables via des paramètres



# Simulation

- Résolution de phénomènes spatiaux décrits par des EDP (H. Belhaouari, L. Fuchs, A. Arnould, P. Meseure)
- Ex : simulation de structures déformables, à structure évolutive

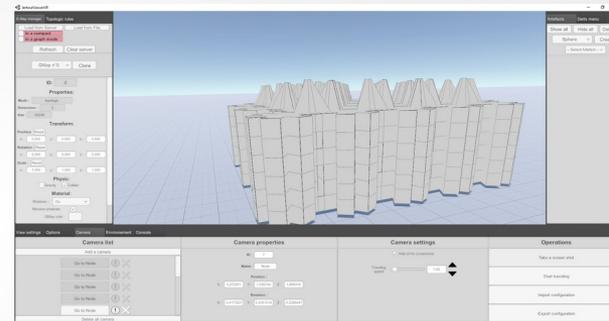
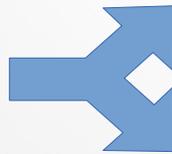
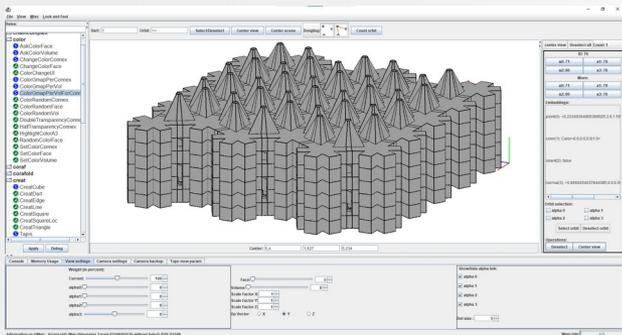


# JERBOA

- Un des outils développés par l'équipe  
(A. Arnould, H. Belhaouari)
- Description de G-cartes sous forme de graphe avec des liens étiquetés
- Transformations décrites sous forme de règles
- Vers un traitement parallèle (CPU | GPU) automatique
- Vers l'inférence d'opération (création automatique de règle)

# Interface RV pour la modélisation

- Système d'affichage de g-cartes déporté via une architecture client/serveur (protocoles REST & JSON)
- Utilisé pour un affichage immersif via un casque VR

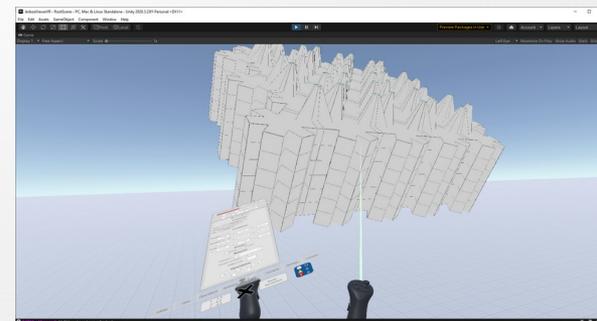


Serveur :

- Calcul intensif
- Beaucoup de mémoire

Client(s) :

- Peu de puissance
- Interactif
- Expérience utilisateur



# Démarche générale

- Constatation
  - Traitements topologiques robustes
  - Traitements géométriques soumis à incertitudes (Imprécision des calculs géométriques dans  $\mathbb{R}^2$  ou  $\mathbb{R}^3$ )
- Séparer les traitements ne concernant que la structure des traitements liés à la géométrie  $\Rightarrow$  approche plus robuste
- Changement de paradigme pour la gestion de la géométrie
  - Manipulation formelle de la géométrie par utilisation des algèbres géométriques (Clifford)
  - Calcul en précision arbitraire (analyse non standard, oméga-nombres)

← Une petite vidéo pour finir...

