



# Introduction à nTop

CAVIC - MOSM



**Tanny DAMET**

Tanny-damet@etud.univ-tln.fr

2025 – 2026



**nTop**

# Programme

<b>Cours généralité</b>	3h	CAVIC	M005	03/04
<b>Champs &amp; optimisation topologique</b>	3h	CAVIC	M005	14/04
<b>TP1</b>	3h	CAVIC	M202	17/04
<b>Lattices + TP2</b>	3h	MOSM	M207	20/04
<b>Projet</b>	9h	CAVIC MOSM	M207	21/04 22/04 24/04

# Evaluation

<b>TP1</b>	20 %	
<b>TP2</b>	20 %	
<b>Projet</b>	60 %	



# Introduction à nTop

## Champs & optimisation topologique



**Tanny DAMET**

Tanny-damet@etud.univ-tln.fr

2025 – 2026



**nTop**

# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# I - Rappel & objectifs

---

## □ Objectifs pédagogiques

1. Comprendre le principe de l'optimisation topologique sur nTop
2. Savoir la mettre en œuvre dans nTop
3. Savoir interpréter les résultats

# I - Rappel & objectifs

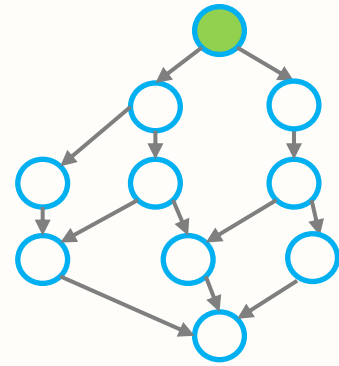
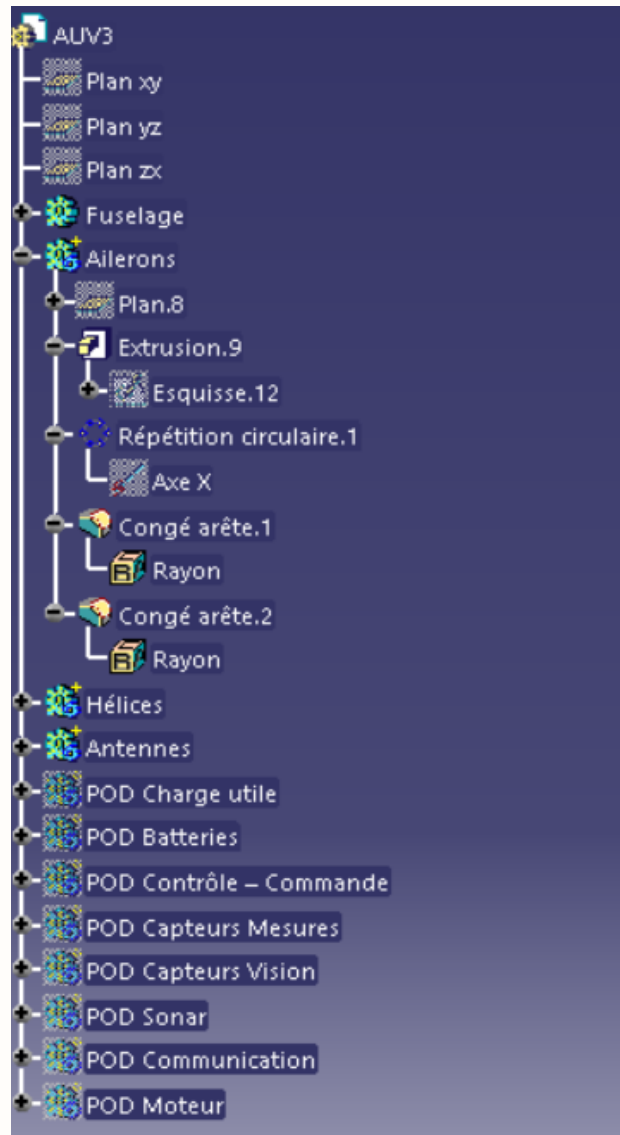
---

## □ Rappel

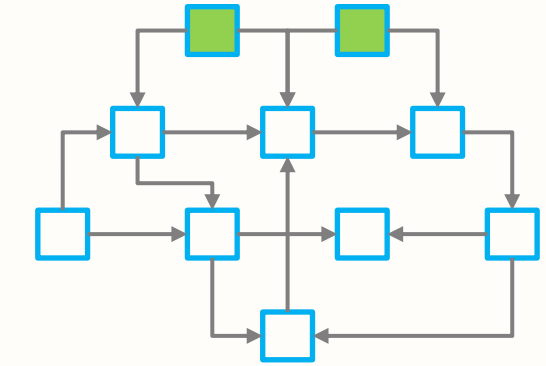
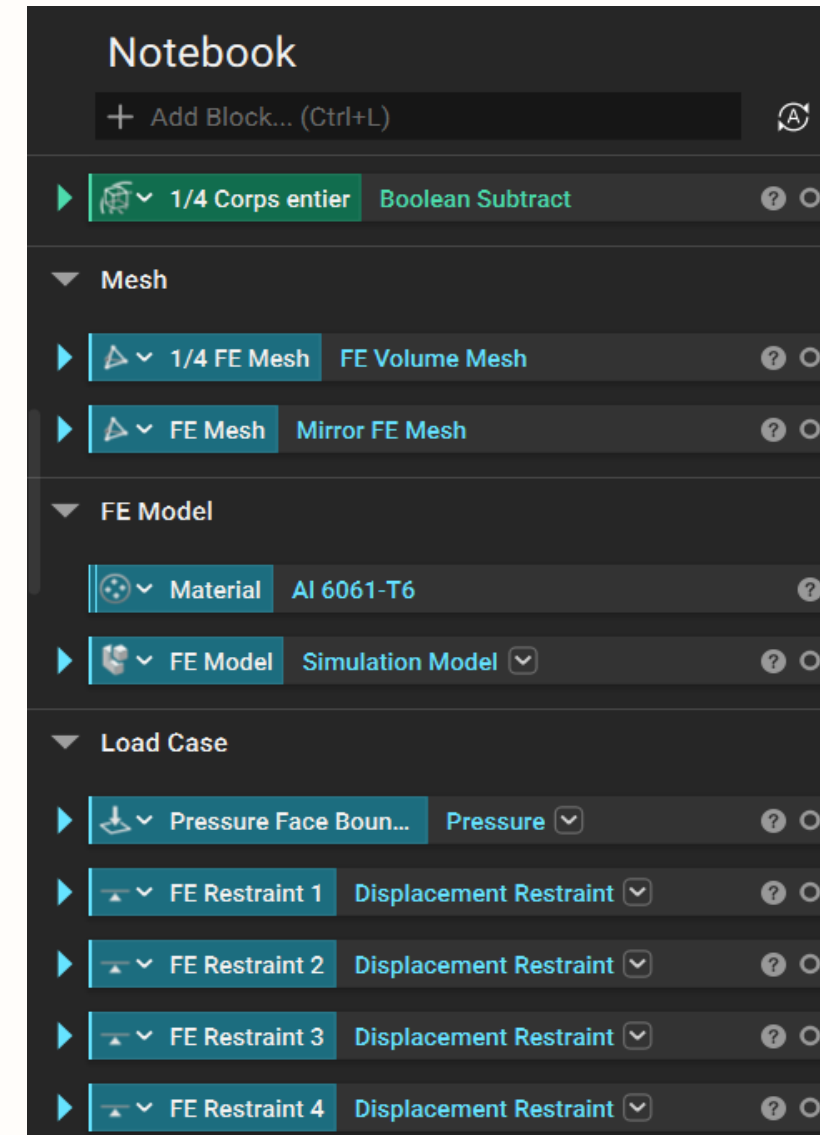
1. nTop = modélisation implicite
2. Notebook = workflow
3. Tout est paramétrique

# I - Rappel & objectifs

## □ Contexte et positionnement de nTop



- ❖ Opérations directes sur la géométrie
- ❖ L'arborescence du modèle sert d'historique des opérations de modélisation



- ❖ Toutes les opérations se font dans le Notebook, sous forme de paramétrisation d'équations qui définissent le volume
- ❖ 1 bloc = 1 fonction
- ❖ L'ordre des blocs n'a pas d'importance

# I - Rappel & objectifs

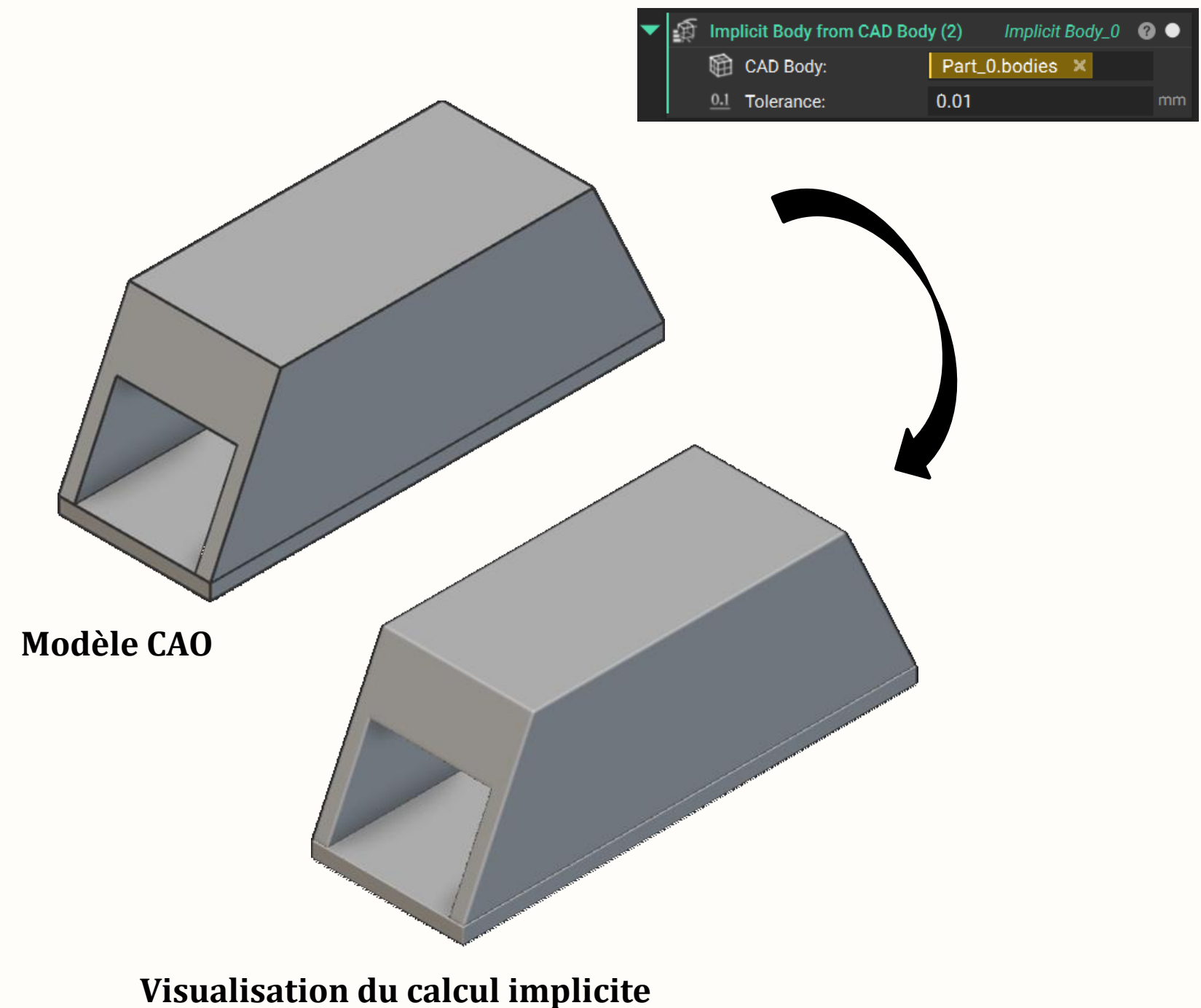
## □ Concept de modélisation implicite

C'est la base technologique de nTop.

- Une forme implicite est définie par une équation mathématique.
- L'objet affiché à l'écran n'est qu'une visualisation du calcul implicite.
- On peut donc :
  - Combiner des formes facilement (booléens, champs).
  - Appliquer des déformations complexes.
  - Créer des structures continues et personnalisables (lattices, transformations...).

### Avantage :

Les opérations ne dépendent pas de la topologie du modèle — donc pas d'erreurs de maillage ou de surfaces cassées.

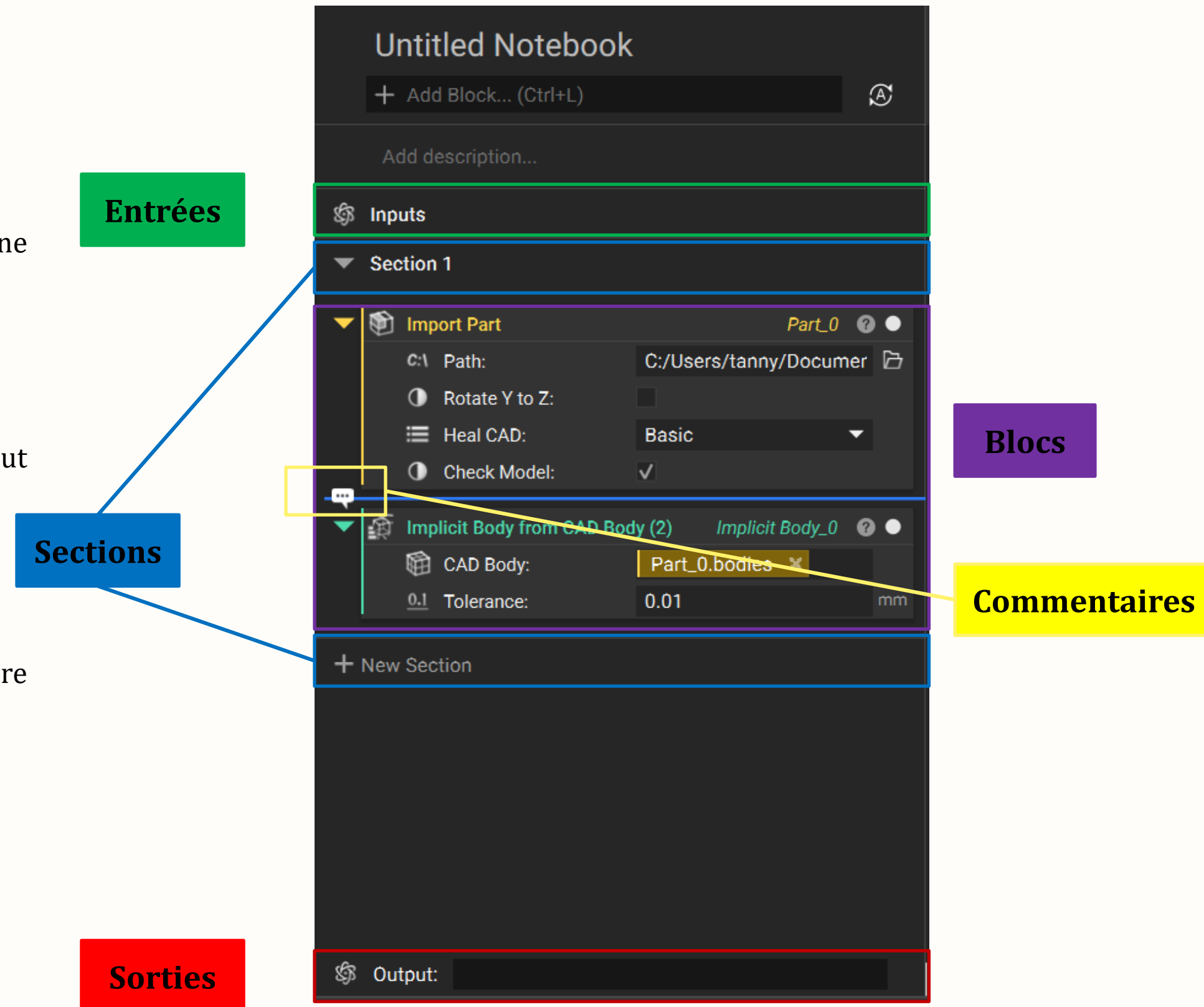


# I - Rappel & objectifs

## □ Organisation en blocs

C'est la base technologique de nTop.

- Chaque bloc correspond à une fonction. (Ex : créer un cube, faire une rotation, combiner deux formes, etc.)
- Un bloc prend des entrées (inputs), calcule une sortie, et cette sortie peut devenir l'entrée d'un autre bloc.
- Plusieurs blocs peuvent être exécutés en parallèle (pas d'ordre chronologique strict).



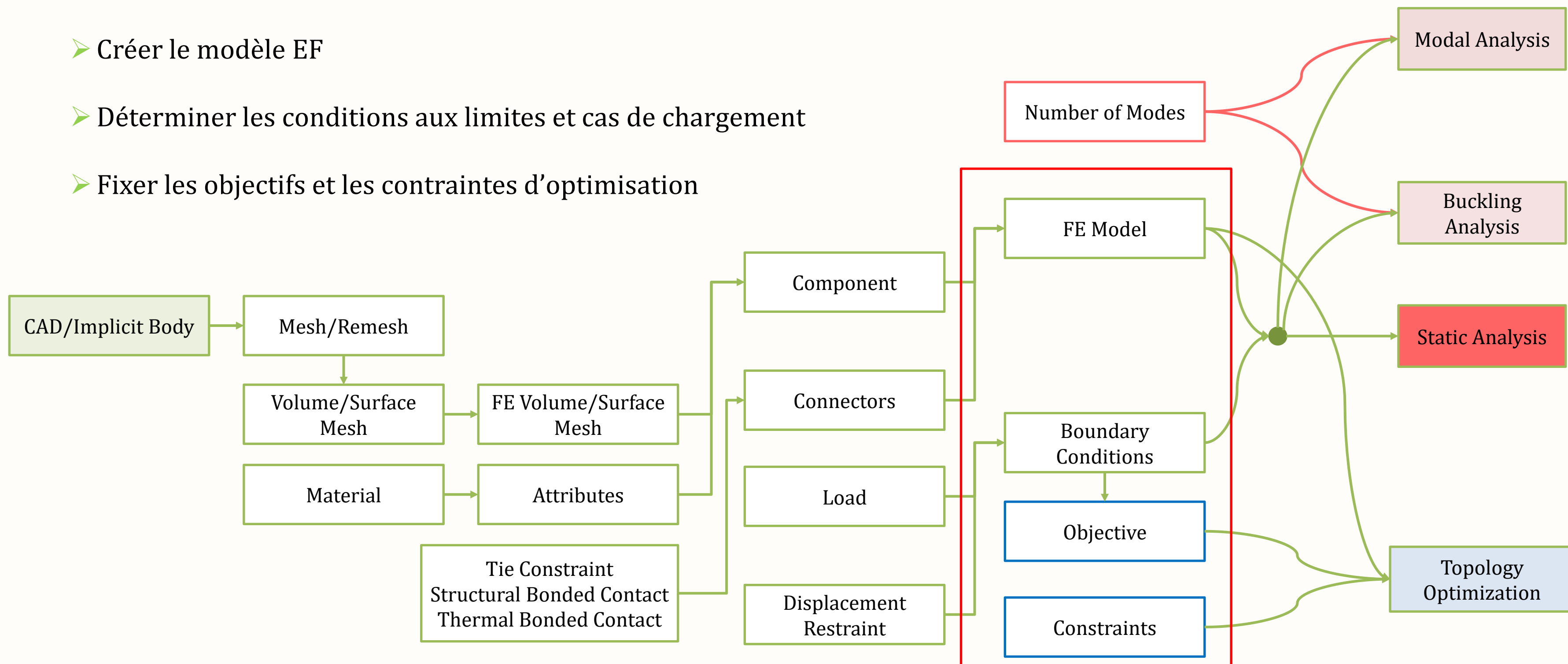
# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## Workflow global d'un projet de simulation et d'optimisation topologique dans nTop

- Créer le modèle EF
- Déterminer les conditions aux limites et cas de chargement
- Fixer les objectifs et les contraintes d'optimisation



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

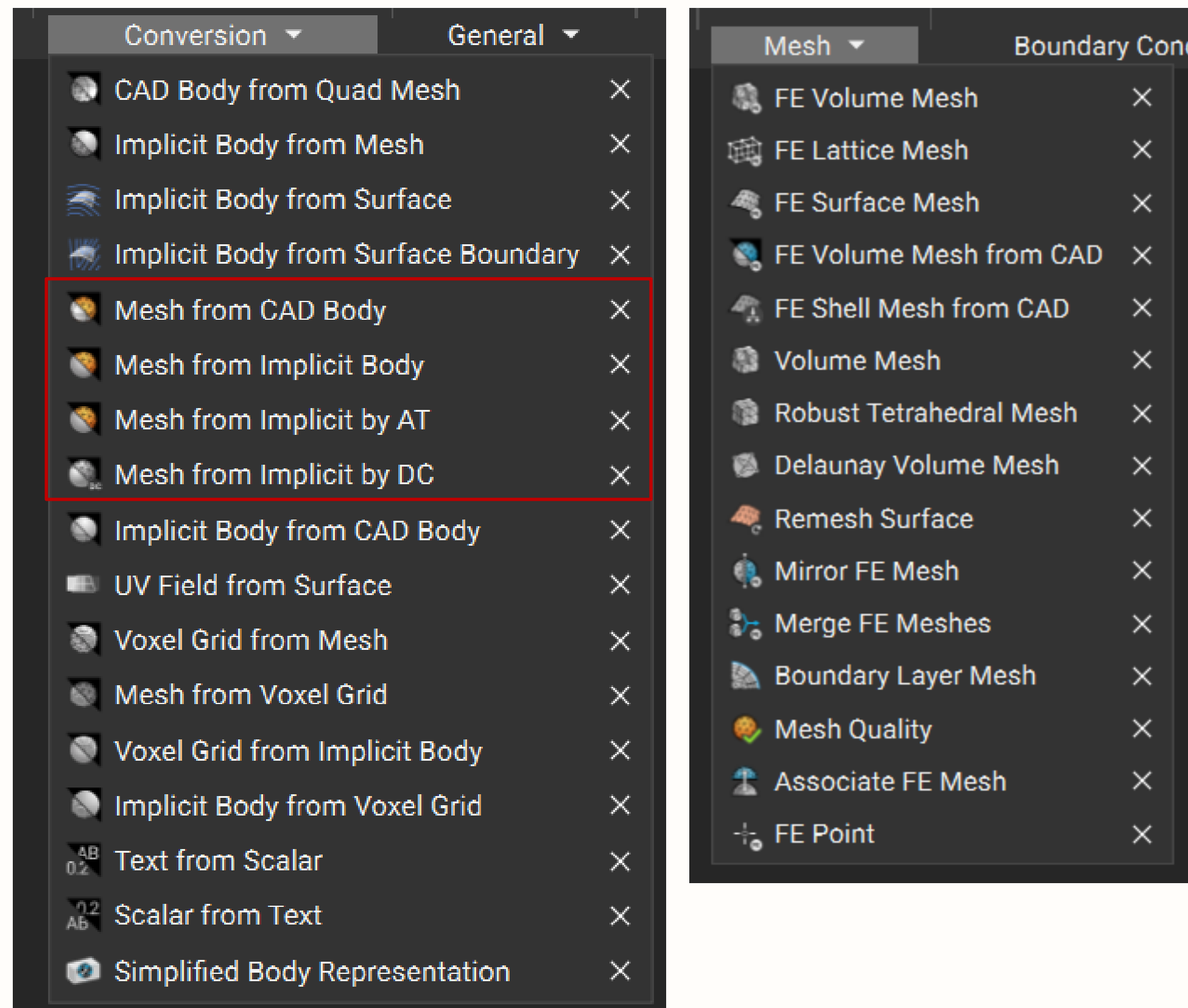
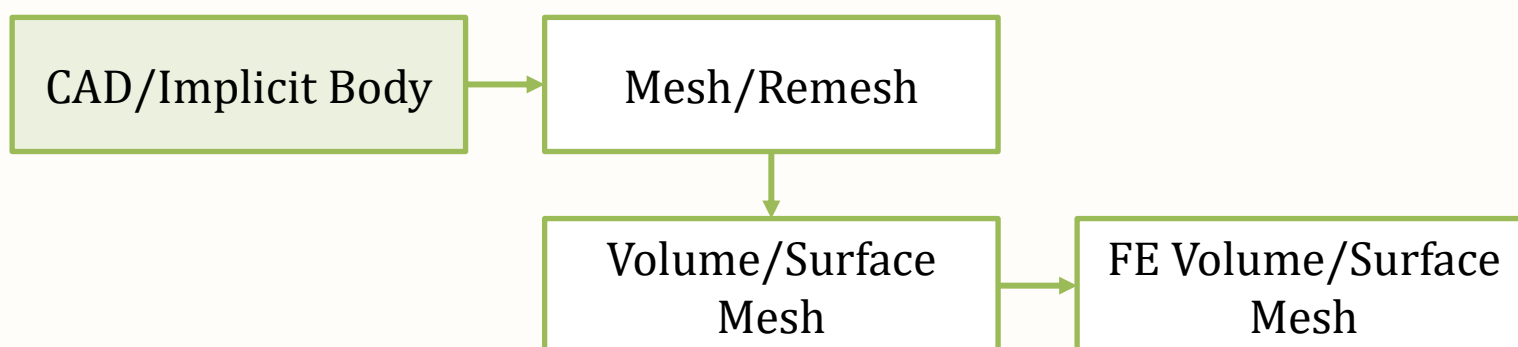
### ➤ Maillage

Le maillage discrétise la géométrie en éléments finis

- Il est utilisé pour les calculs mécaniques (EF)
- La qualité du maillage influence les résultats

Le maillage peut être généré à partir :

- d'une géométrie CAO : Ruban → Utilities → Conversion
- d'un modèle implicite nTop : Ruban → Structures → Mesh



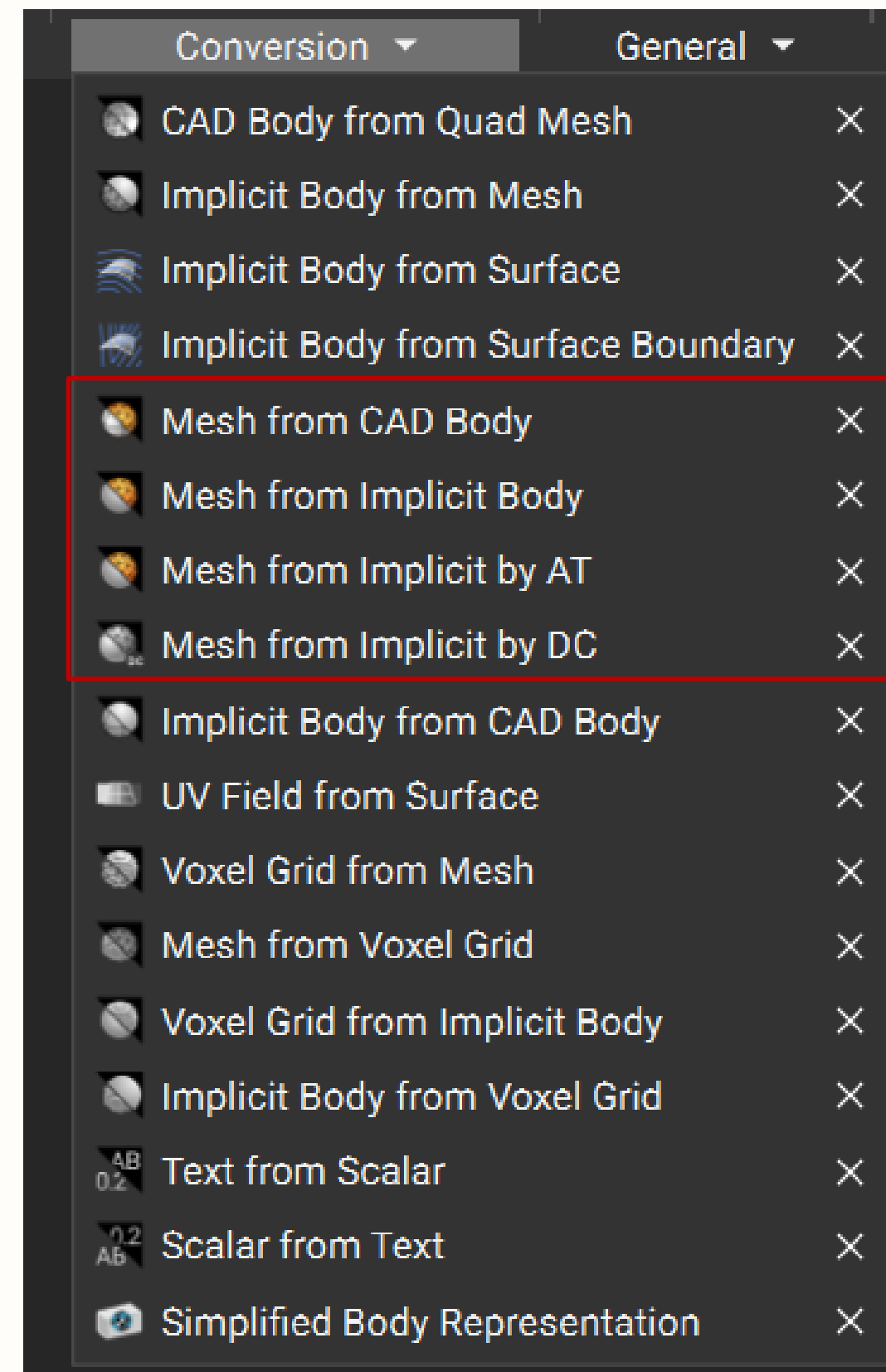
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

### ➤ Maillage : Conversions

➤ On peut générer le maillage à partir d'une CAO ou directement du corps implicite.

Bloc	Description
<i>Mesh from CAD Body</i>	Génère un maillage à partir d'une géométrie CAO (STEP, IGES...)
<i>Mesh from Implicit Body</i>	Génère un maillage à partir d'un modèle implicite nTop
<i>Mesh from Implicit by AT</i>	Maillage implicite via méthode <i>Adaptive Tetrahedralization</i>
<i>Mesh from Implicit by DC</i>	Maillage implicite via <i>Dual Contouring</i>



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

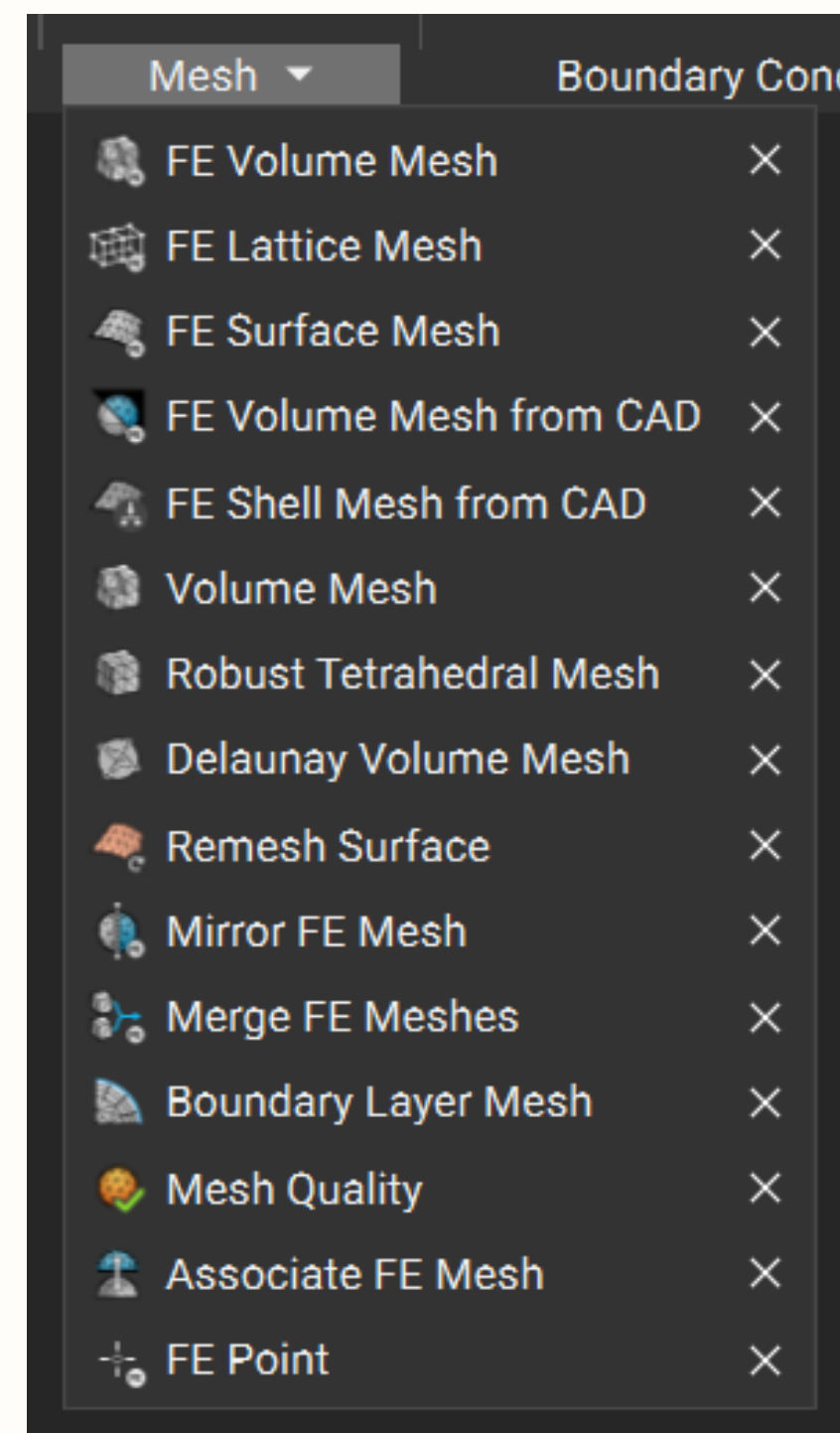
## □ Modèle EF

### ➤ Maillage : Blocs et méthodes de maillage FE

➤ Le choix dépend du type de structure.

➤ Plusieurs méthodes existent (robuste, Delaunay...)

Bloc	Description
FE Volume Mesh	Maillage volumique pour simulation EF
FE Lattice Mesh	Maillage adapté aux structures lattice
FE Surface Mesh	Maillage surfacique
FE Volume Mesh from CAD	Maillage volumique directement depuis une CAO
FE Shell Mesh from CAD	Maillage coque à partir d'une CAO
Robust Tetrahedral Mesh	Maillage volumique robuste
Delaunay Volume Mesh	Maillage basé sur Delaunay

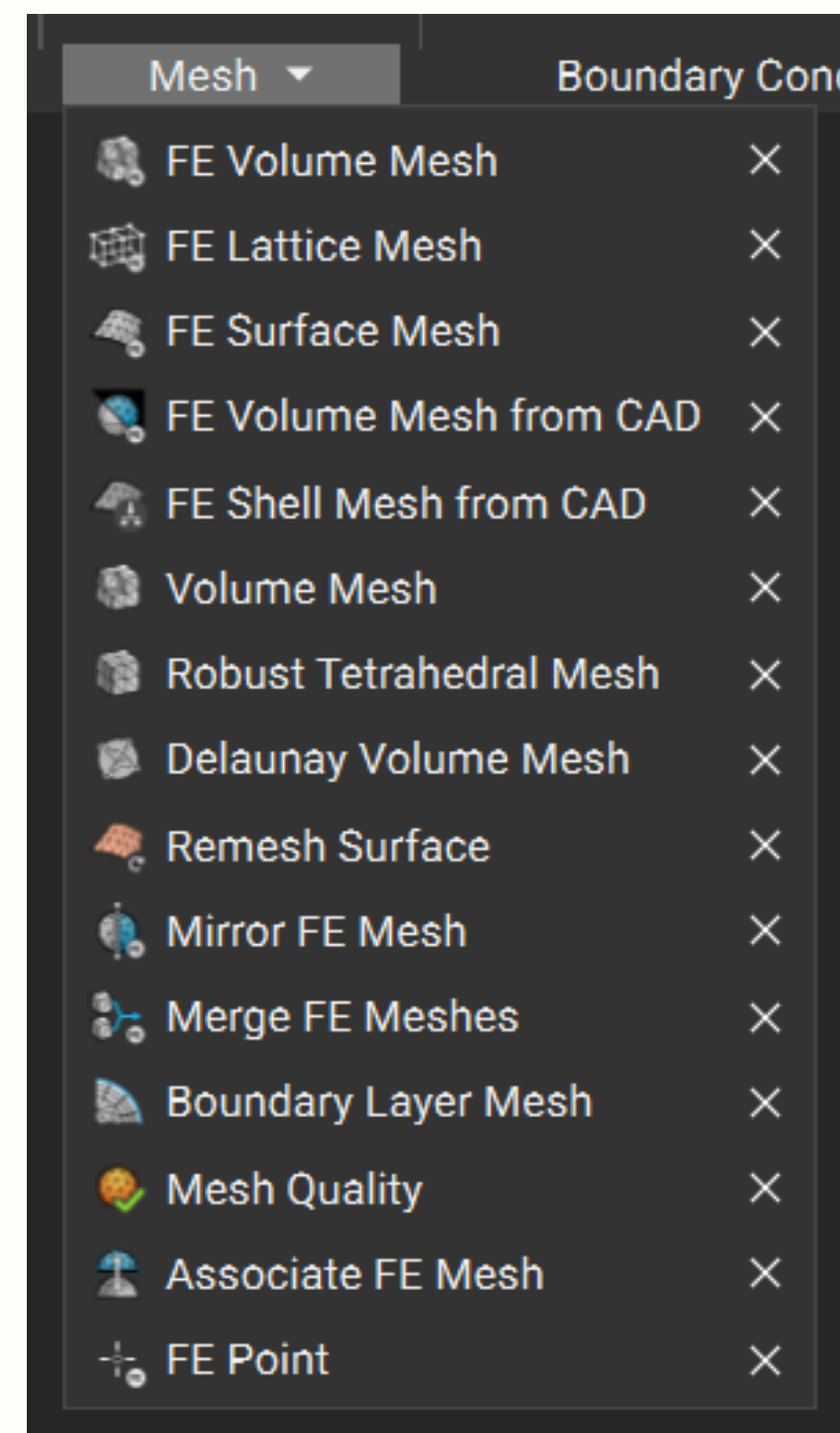


# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

- Maillage : Outils de modification, d'analyse et de gestion
- nTop permet de mailler directement ses géométries implicites.
- La qualité du maillage impacte la précision et la stabilité du calcul
- Un maillage trop grossier donne des résultats imprécis
- Un maillage trop fin engendre un temps de calcul élevé

Bloc	Description
Remesh Surface	Améliore la qualité du maillage
Boundary Layer Mesh	Ajoute des couches près des surfaces
Merge FE Meshes	Fusionne plusieurs maillages
Mirror FE Mesh	Crée une symétrie
Mesh Quality	Évalue la qualité du maillage
Associate FE Mesh	Lie le maillage à une géométrie
FE Point	Définit un point pour analyse



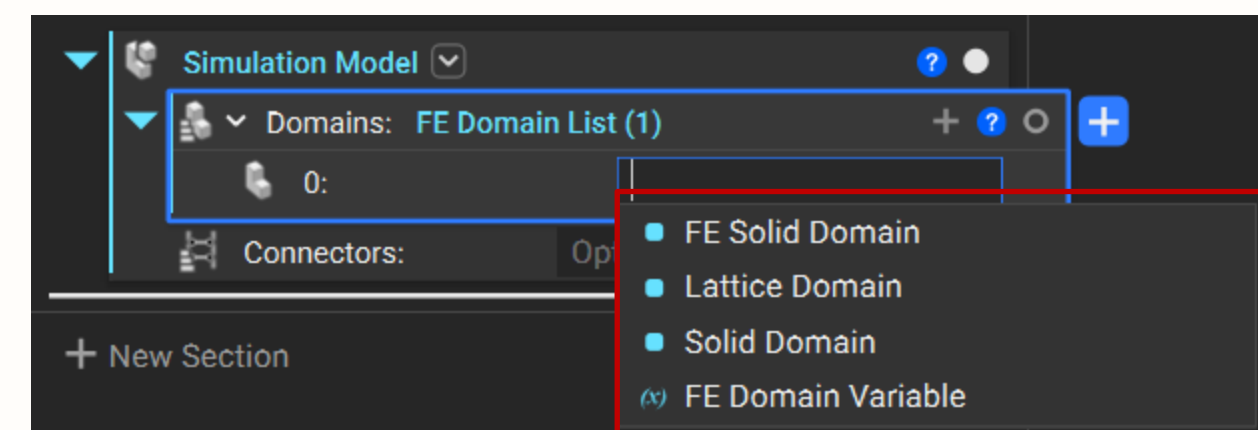
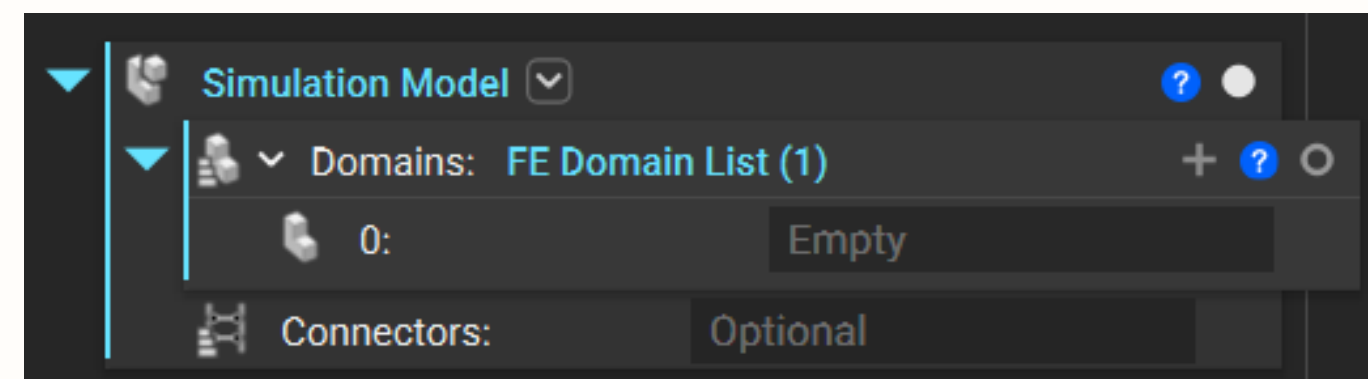
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

### ➤ Domaines simulation

➤ Le domaine définit ce qui est simulé

Bloc	Description	Utilisation
<b>FE Solid Domain</b>	Domaine utilisé pour les simulations EF sur des solides	Optimisation topo, analyse mécanique classique
<b>Lattice Domain</b>	Domaine dédié aux structures lattice	Simulation de structures lattice
<b>Solid Domain</b>	Domaine géométrique sans simulation EF	Opérations géométriques / attributs



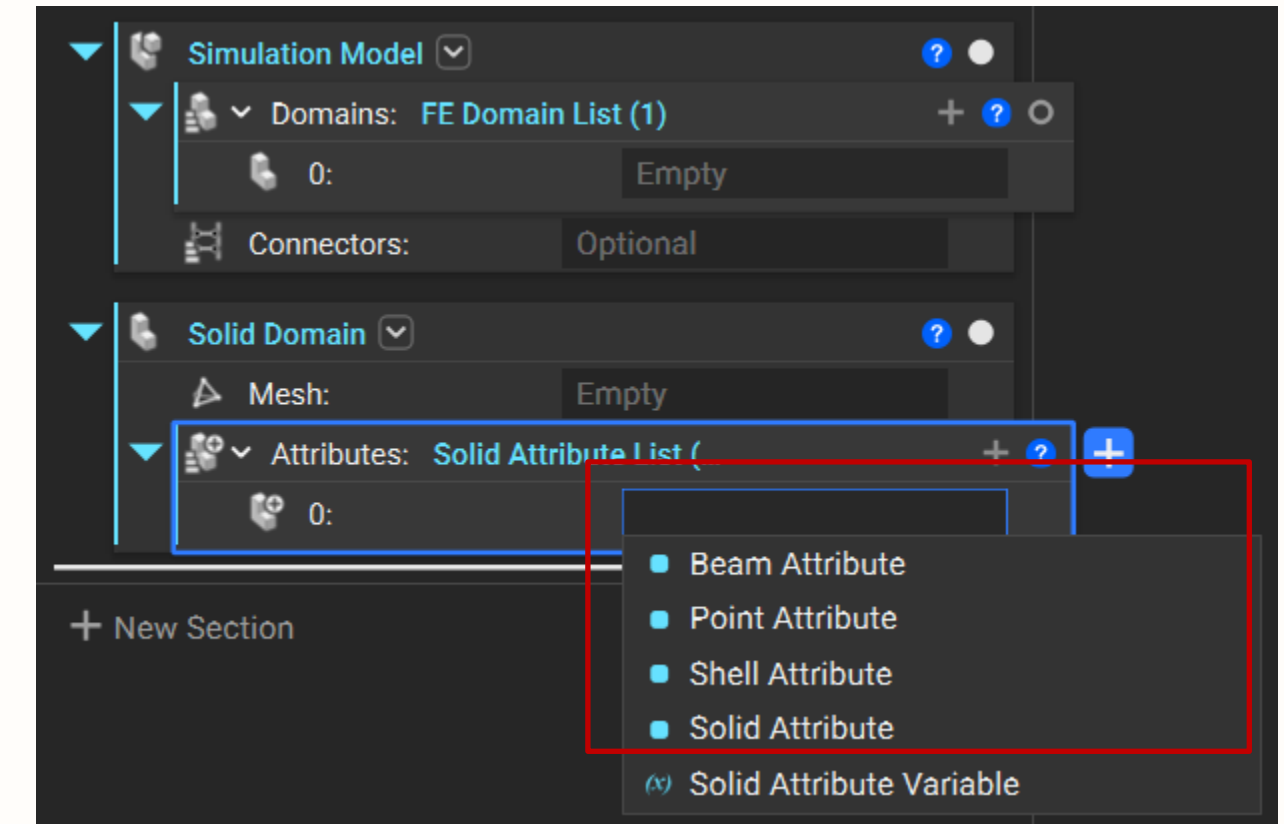
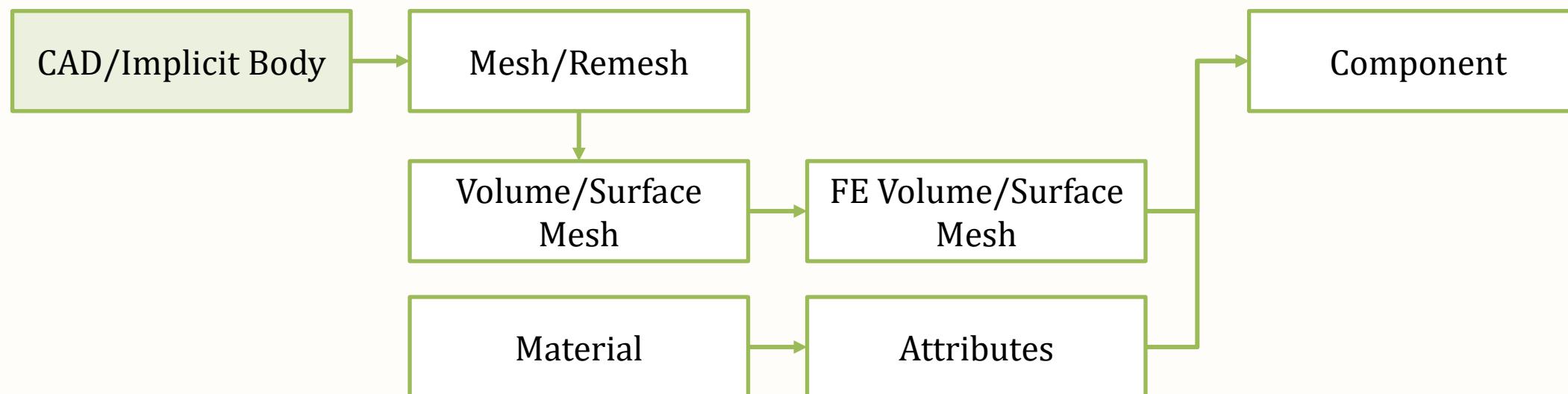
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## ☐ Modèle EF

### ➤ Attributs

➤ Les attributs ajoutent des propriétés à la géométrie.

Bloc	Description	Utilisation
<b>Point Attribute</b>	Attribut défini en un point	Définir une propriété locale
<b>Beam Attribute</b>	Attribut sur des éléments linéaires (1D)	Structures type poutres / lattice
<b>Shell Attribute</b>	Attribut sur des surfaces (2D)	Pièces minces / coques
<b>Solid Attribute</b>	Attribut sur un volume (3D)	Pièces pleines

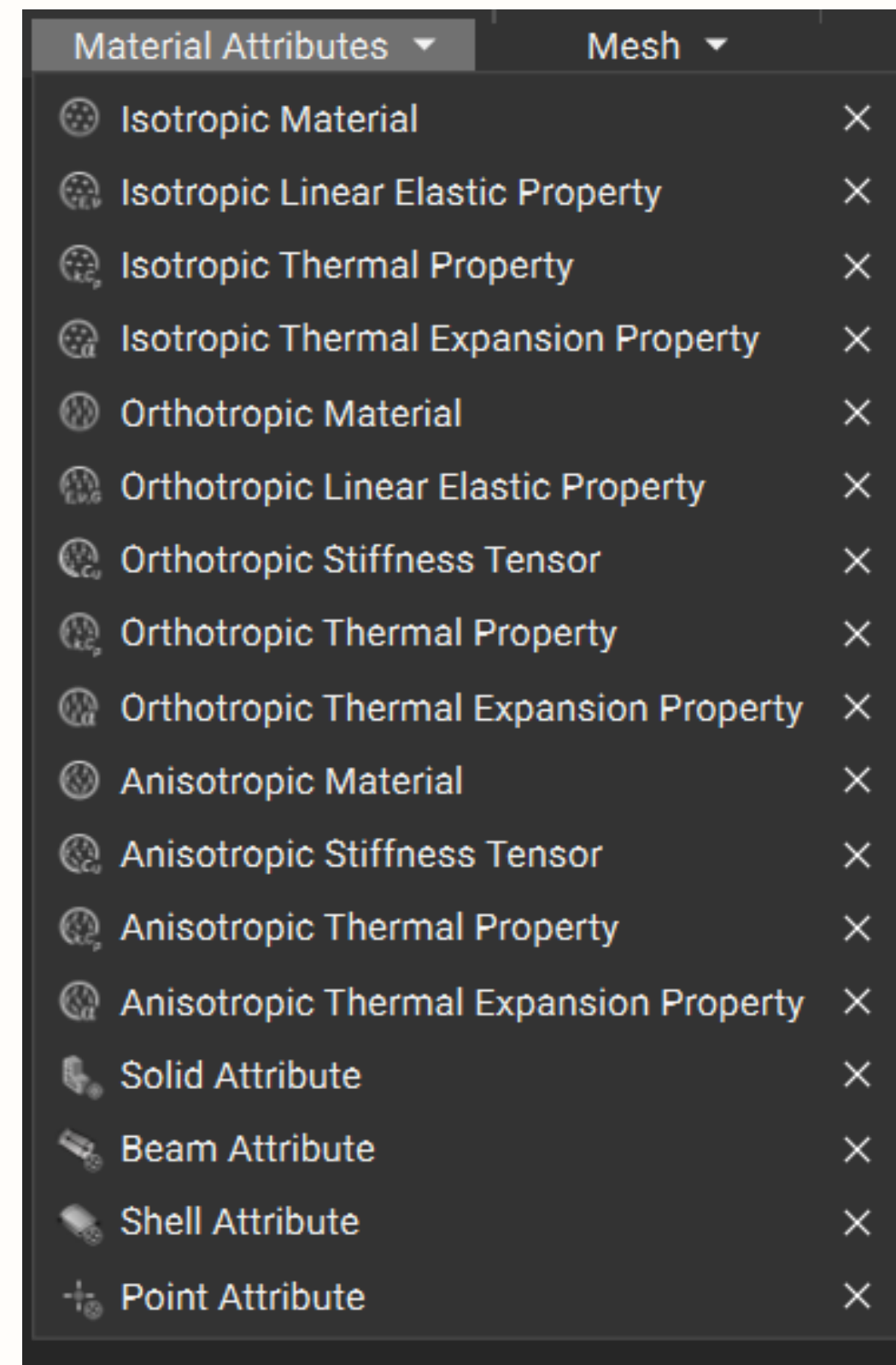
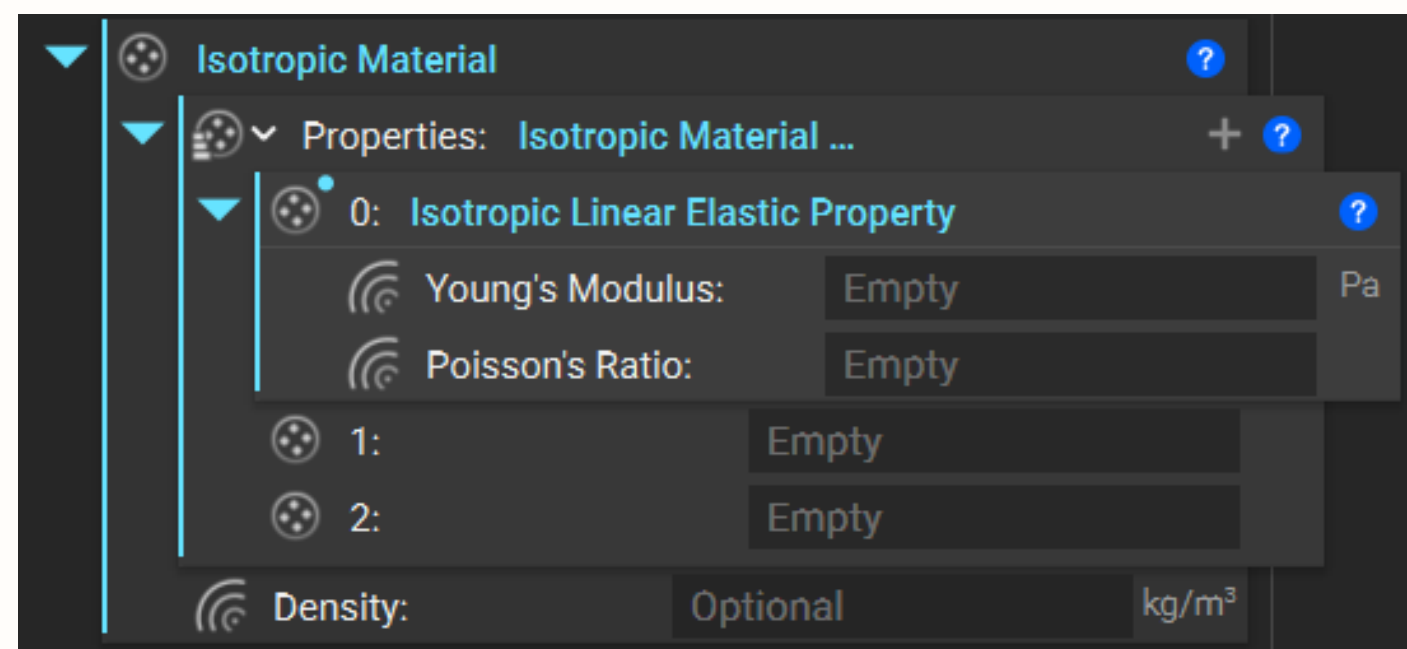
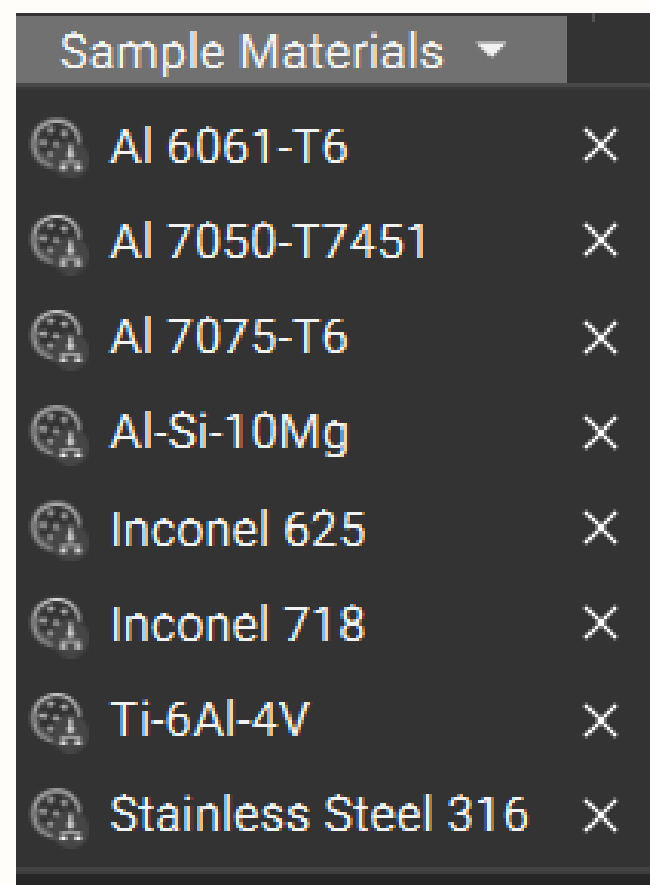


# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

### ➤ Matériau

- Ils sont associés aux domaines ou aux attributs selon le type de modèle.
- Il existe une liste de matériaux prédéfinis sur nTop.
- Il est possible de créer autant de matériaux que l'on veut.



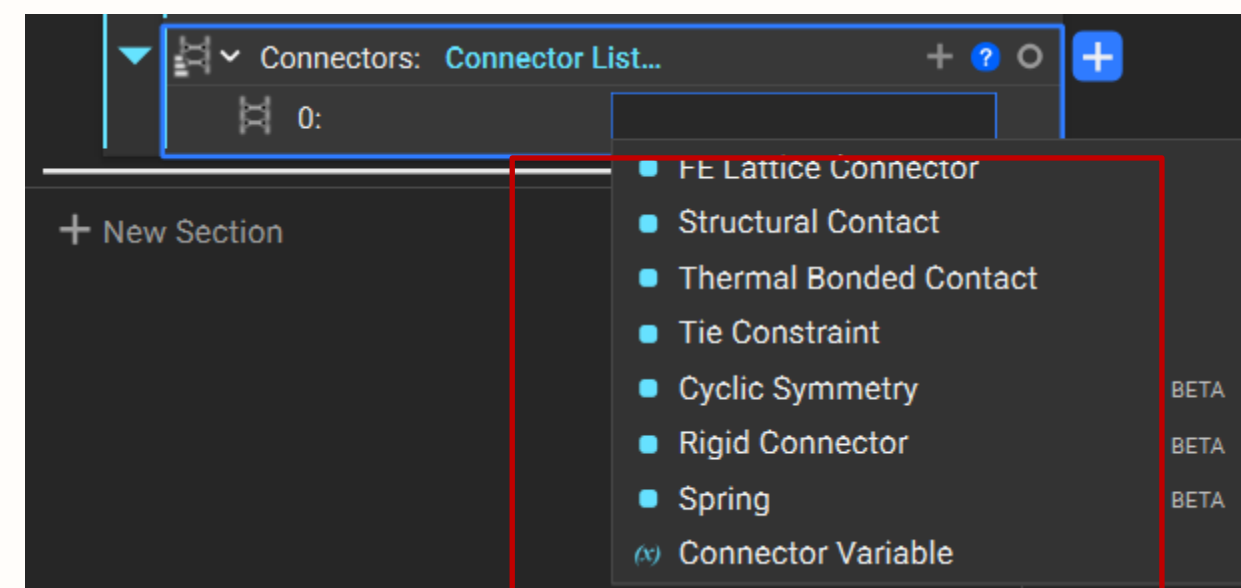
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

➤ Connecteurs (si plus de deux composants)

➤ Les connecteurs définissent les interactions entre parties

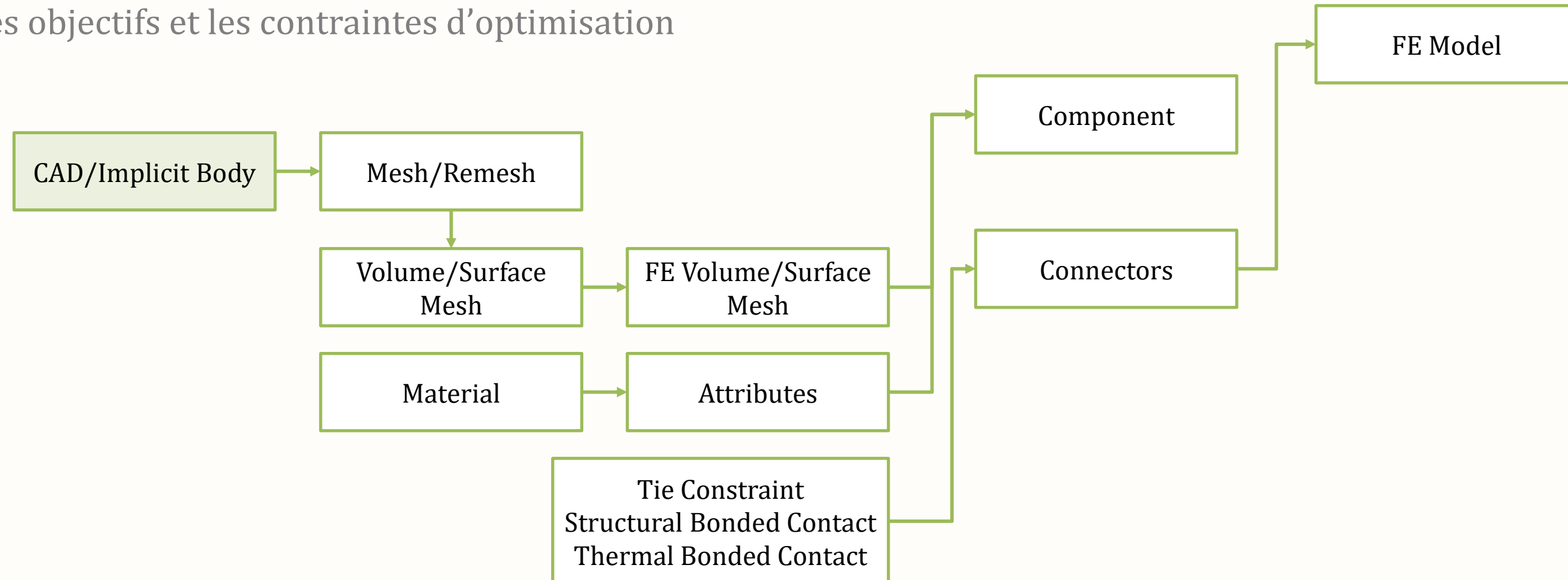
Bloc	Description	Utilisation
<b>FE Lattice Connector</b>	Connecte une structure lattice au modèle EF	Assurer la continuité entre lattice et solide
<b>Structural Contact</b>	Contact mécanique entre surfaces	Permet contact / séparation
<b>Thermal Bonded Contact</b>	Contact thermique	Transfert de chaleur sans résistance
<b>Tie Contact</b>	Liaison collée (pas de mouvement relatif)	Fusion mécanique de surfaces
<b>Cyclic Symmetry</b>	Symétrie périodique	Réduction du modèle
<b>Rigid Connector</b>	Liaison rigide entre deux zones	Transfert complet des déplacements
<b>Spring</b>	Liaison élastique	Modélisation de raideur



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Modèle EF

- Créer le modèle EF
- Déterminer les conditions aux limites et cas de chargement
- Fixer les objectifs et les contraintes d'optimisation



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Conditions limites

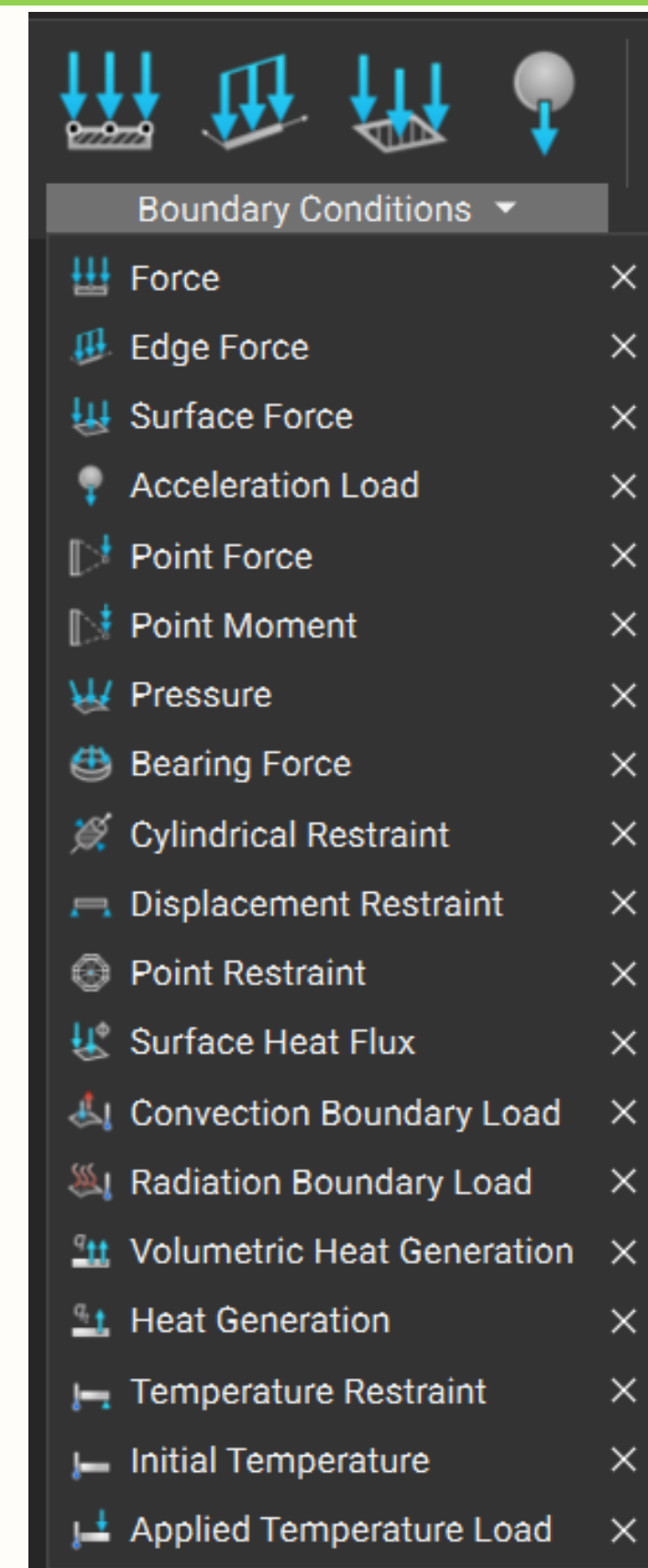
### ➤ Deux types :

- Loads → ce qui agit sur la pièce
- Restraints → ce qui bloque la pièce

### ➤ Elles définissent entièrement le problème mécanique

### ➤ Restraints (Appuis)

Bloc	Description	Utilisation
Displacement Restraint	Bloque les déplacements (X, Y, Z)	Encastrement, appui
Point Restraint	Bloque un point	Fixation locale
Cylindrical Restraint	Bloque selon un axe cylindrique	Rotation / arbre



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Conditions limites

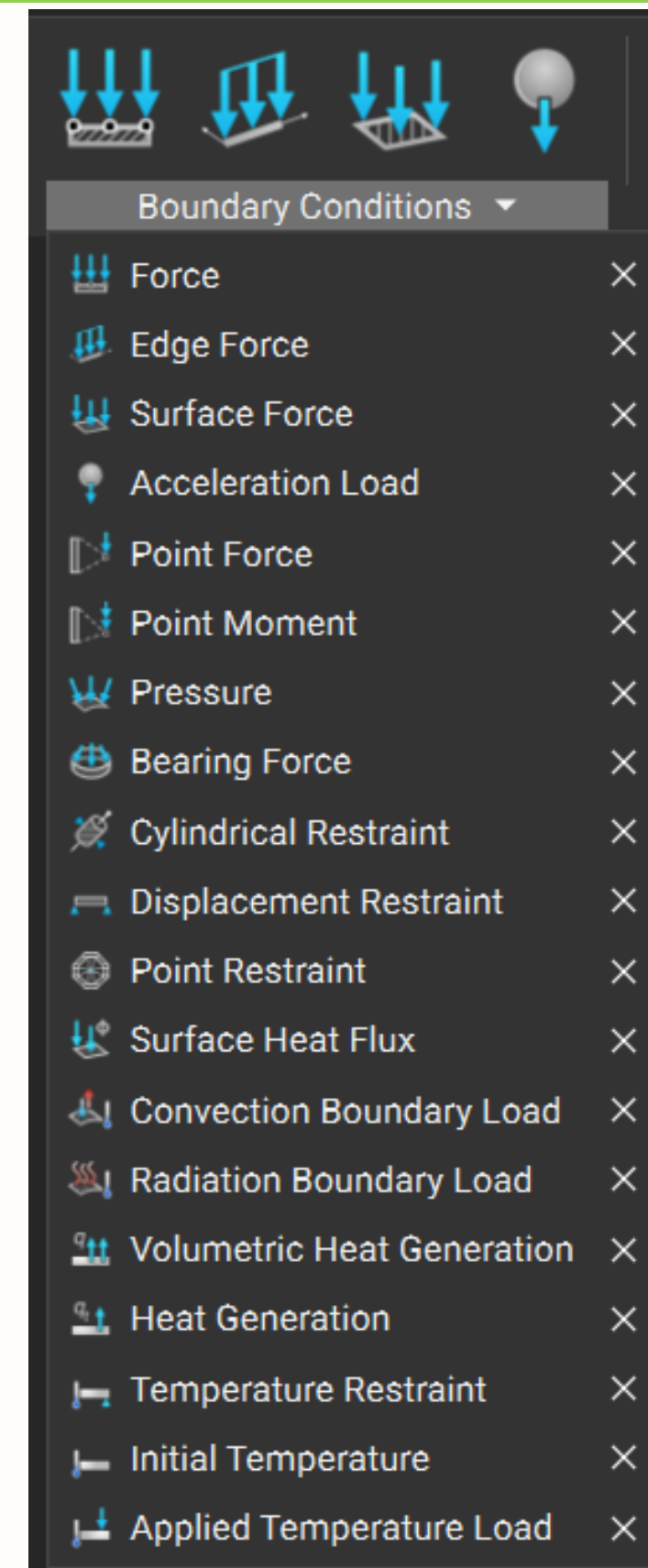
### ➤ Deux types :

- Loads → ce qui agit sur la pièce
- Restraints → ce qui bloque la pièce

### ➤ Elles définissent entièrement le problème mécanique

### ➤ Loads (charges appliquées)

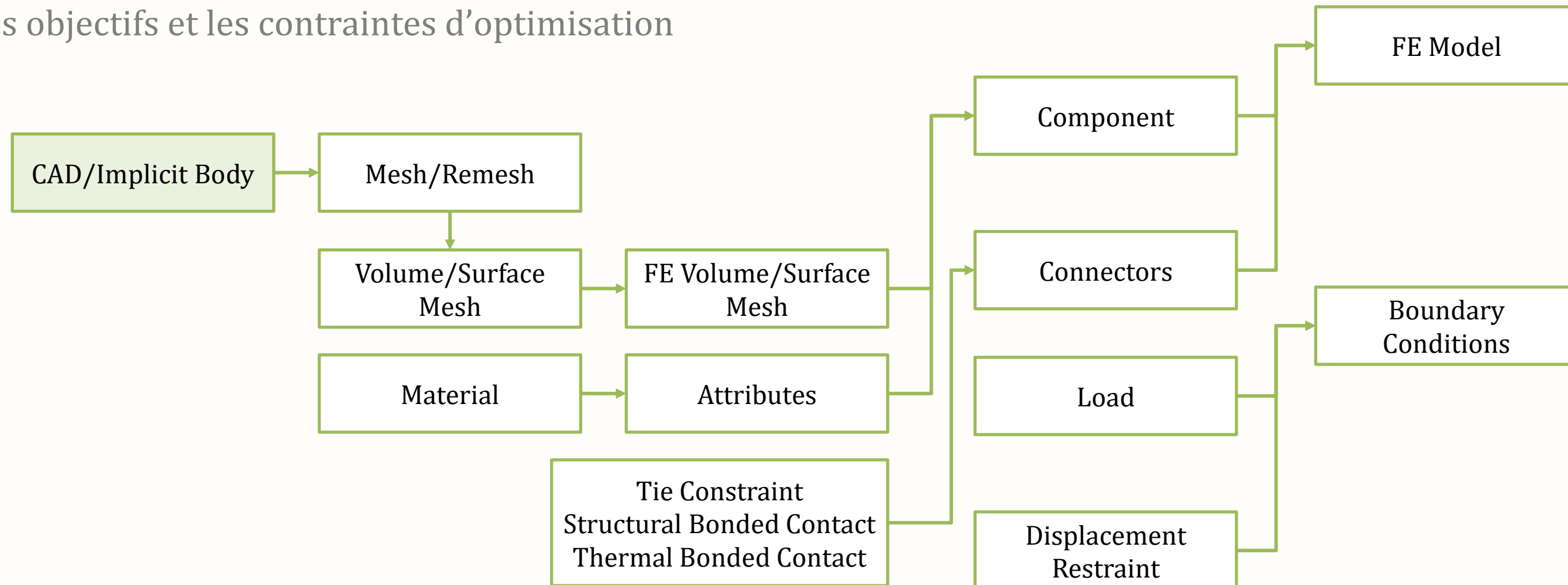
Bloc	Description	Utilisation
Force	Force globale	Cas simple
Point Force	Force appliquée en un point	Chargement local
Edge Force	Force répartie sur une arête	Structures linéaires
Surface Force	Force répartie sur une surface	Chargement distribué
Pressure	Pression normale à une surface	Fluide, pression interne
Bearing Force	Force sur surface cylindrique	Axe, roulement
Acceleration Load	Accélération (ex : gravité)	Poids propre
Point Moment	Moment appliqué	Rotation / couple



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Conditions limites

- Créer le modèle EF
- Déterminer les conditions aux limites et cas de chargement
- Fixer les objectifs et les contraintes d'optimisation



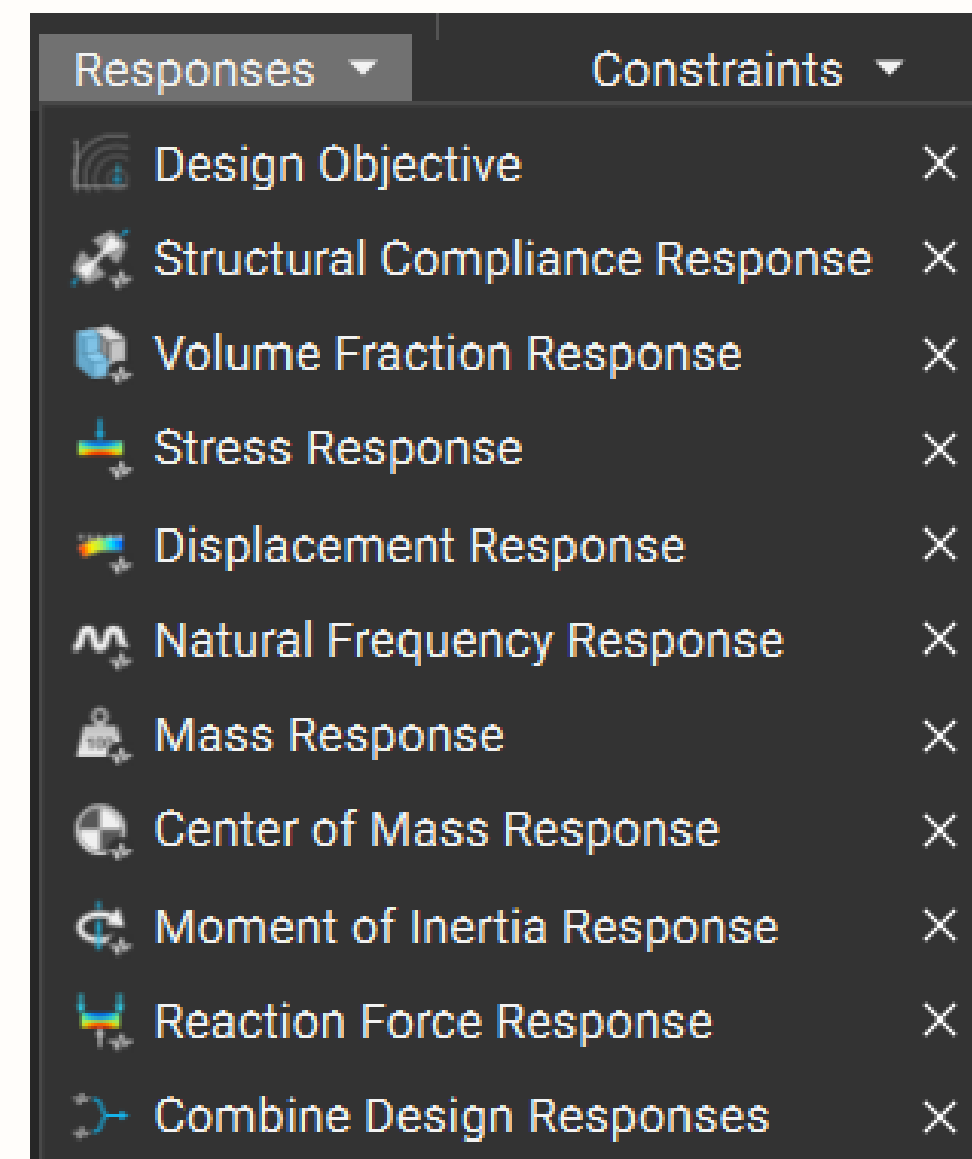
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## ❑ Objectifs et contraintes

### ➤ Objectifs et réponses principales

- L'objectif définit ce que l'on cherche à optimiser
- Exemple principal : minimiser la compliance → maximiser la rigidité
- D'autres objectifs existent mais sont moins courants

Bloc	Description	Utilisation
<b>Design Objective</b>	Définit l'objectif de l'optimisation	Choisir ce qu'on veut optimiser
<b>Structural Compliance Response</b>	Mesure la souplesse (inverse de rigidité)	Minimiser → structure rigide
<b>Volume Fraction Response</b>	Fraction de volume conservée	Limiter la quantité de matière
<b>Stress Response</b>	Contraintes mécaniques	Éviter dépassement de contrainte
<b>Displacement Response</b>	Déplacements	Limiter la déformation



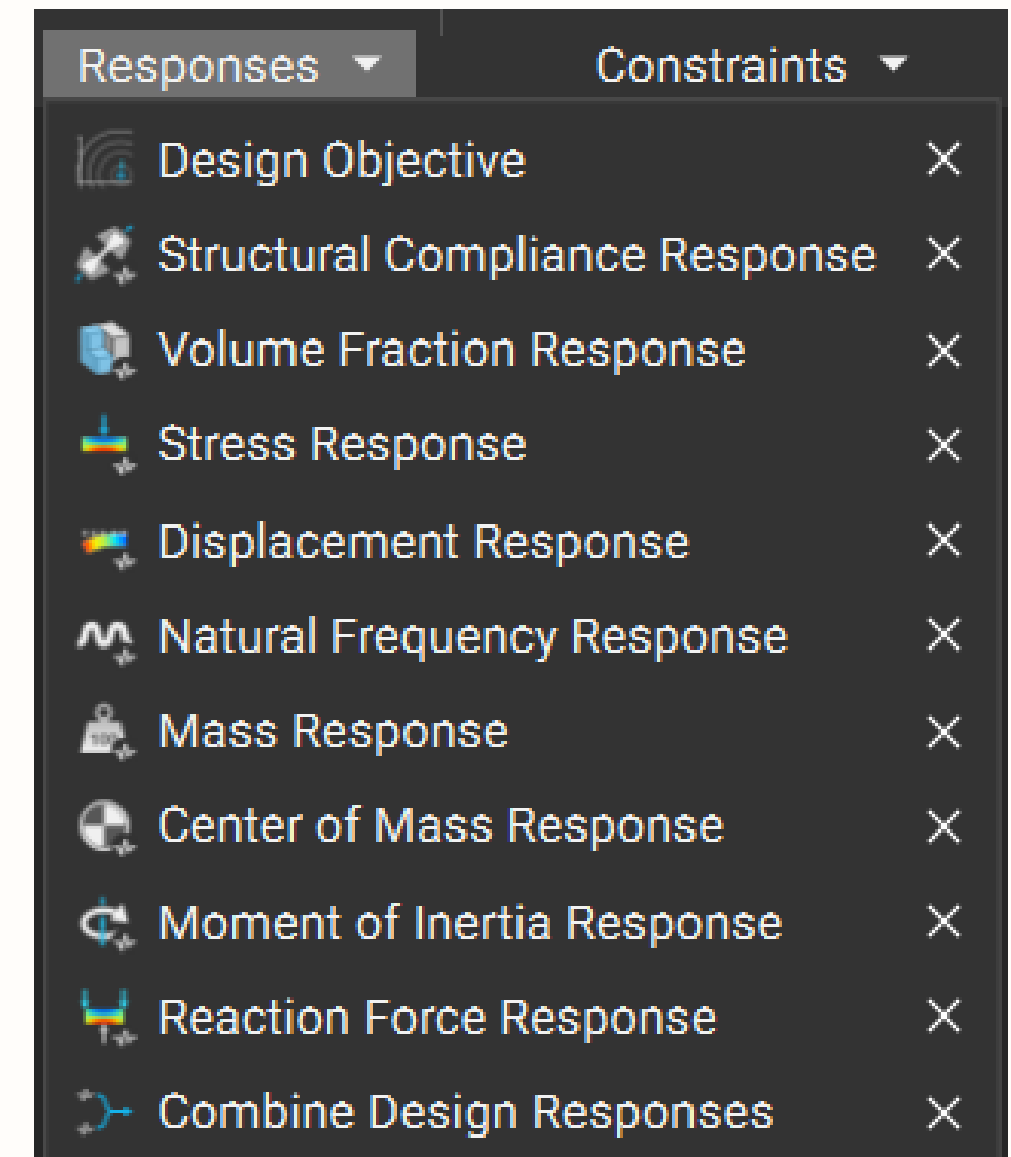
# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## ❑ Objectifs et contraintes

### ➤ Objectifs avancés et outils

- L'objectif définit ce que l'on cherche à optimiser
- Exemple principal : minimiser la compliance → maximiser la rigidité
- D'autres objectifs existent mais sont moins courants

Bloc	Description	Utilisation
Natural Frequency Response	Fréquences propres	Éviter résonance
Mass Response	Masse totale	Allègement
Center of Mass Response	Position du centre de masse	Équilibrage
Moment of Inertia Response	Inertie	Dynamique / rotation
Reaction Force Response	Forces de réaction	Analyse des appuis
Combine Design Responses	Combine plusieurs objectifs	



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

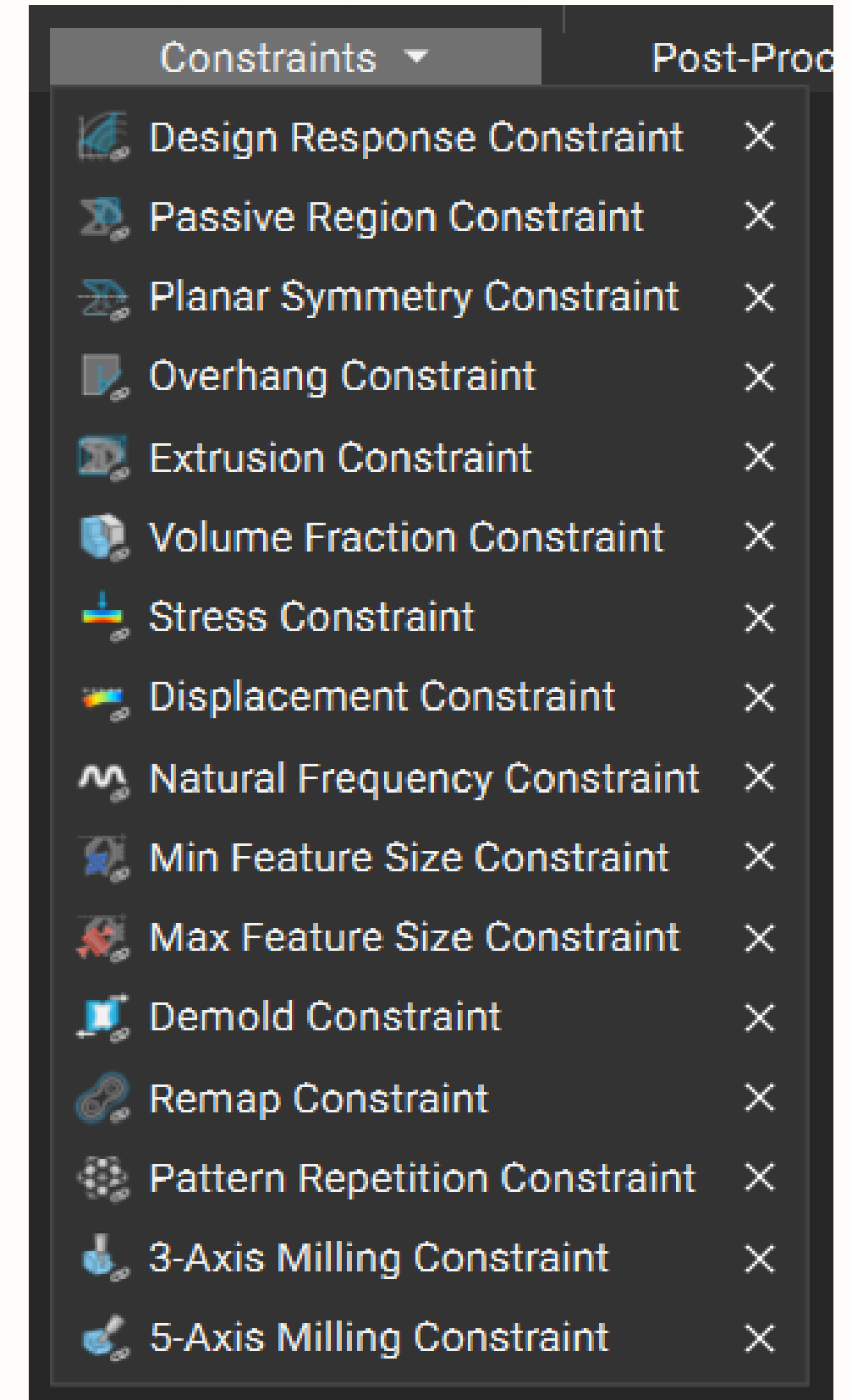
## ❑ Objectifs et contraintes

### ➤ Contraintes de performance et de conception

Les contraintes limitent les solutions possibles. Elles permettent :

- d'assurer la résistance
- de contrôler la masse
- de garantir la fabricabilité

Bloc	Description	Utilisation
<b>Volume Fraction Constraint</b>	Limite la quantité de matière	Allègement
<b>Stress Constraint</b>	Limite les contraintes mécaniques	Éviter la rupture
<b>Displacement Constraint</b>	Limite les déplacements	Rigidité
<b>Natural Frequency Constraint</b>	Impose une fréquence minimale	Éviter résonance
<b>Passive Region Constraint</b>	Zone où la matière est imposée	Interfaces, fixations
<b>Planar Symmetry Constraint</b>	Symétrie du design	Pièces symétriques
<b>Extrusion Constraint</b>	Géométrie extrudée	Fabrication simple
<b>Pattern Repetition Constraint</b>	Motif répétitif	Structures régulières



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

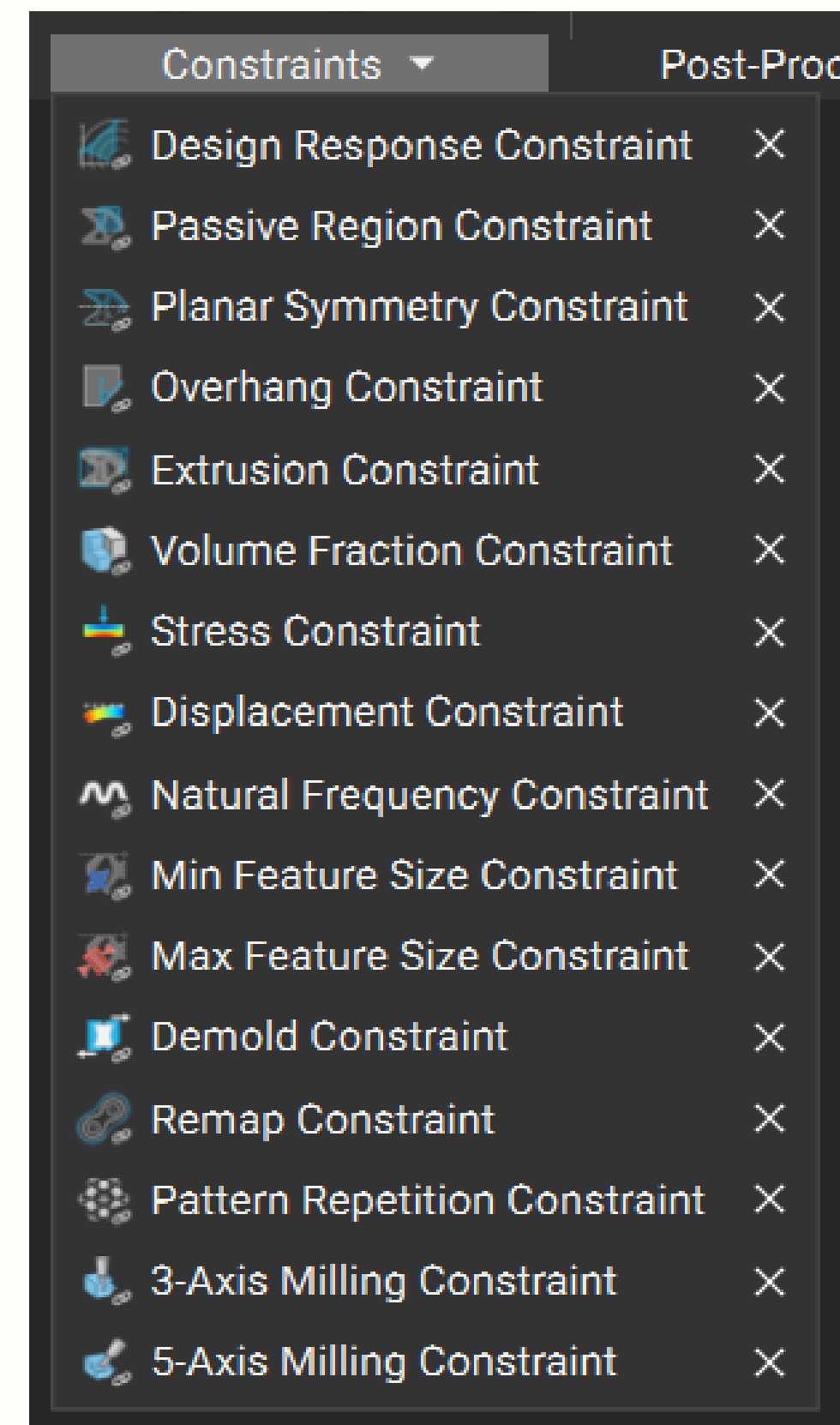
## ❑ Objectifs et contraintes

### ➤ Contraintes de fabrication et contraintes avancées

Les contraintes limitent les solutions possibles. Elles permettent :

- d'assurer la résistance
- de contrôler la masse
- de garantir la fabricabilité

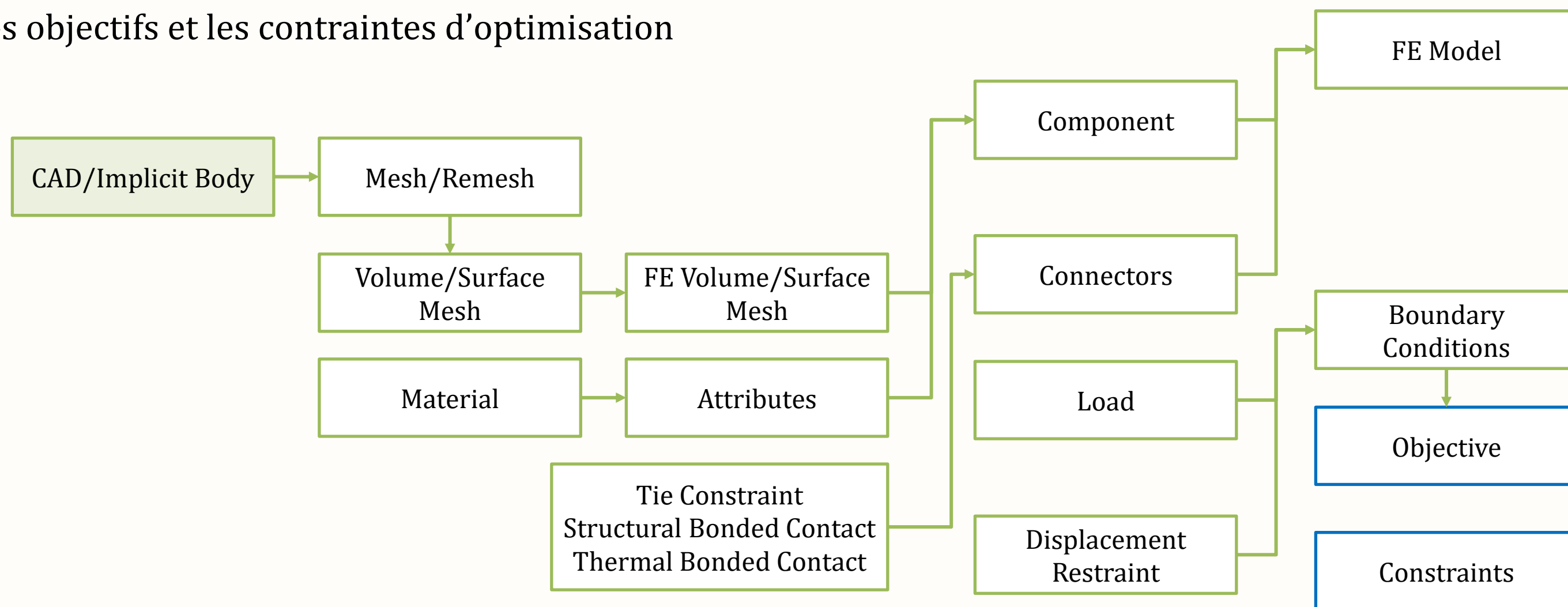
Bloc	Description	Utilisation
<b>Overhang Constraint</b>	Limite les surplombs (impression 3D)	Fabrication additive
<b>Min Feature Size Constraint</b>	Taille minimale	Éviter détails trop fins
<b>Max Feature Size Constraint</b>	Taille maximale	Contrôle géométrique
<b>Demold Constraint</b>	Démoulage possible	Fonderie, moulage
<b>3-Axis Milling Constraint</b>	Usinable en 3 axes	Fabrication classique
<b>5-Axis Milling Constraint</b>	Usinable en 5 axes	Géométries complexes
<b>Design Response Constraint</b>	Contrainte basée sur une réponse (stress, déplacement...)	
<b>Remap Constraint</b>	Projection / adaptation d'un design	



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## ❑ Objectifs et contraintes

- Créer le modèle EF
- Déterminer les conditions aux limites et cas de chargement
- Fixer les objectifs et les contraintes d'optimisation



# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Démo

**Objectif :** montrer la mise en place complète d'un problème d'optimisation topologique à partir d'un cas réel (pont chargé en pression).

### Étapes :

1. Créer une section "Géométrie".
2. Importer la pièce "Pont".
3. Convertir les corps en implicites.
4. Créer une section "Maillage".
5. Mailler les corps
6. Créer une section "Modèle EF".
7. Créer le matériau béton ( $\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$ ,  $E = 50 \text{ Gpa}$  et  $\nu = 0.33$ )
8. Ajouter un bloc Simulation Model.
9. Ajouter le bloc Solid Domain ou FE Solid Domaine,
10. Associer le maillage.
11. Ajouter le matériau.
12. Créer une section "Cas de chargements".
13. Ajouter un bloc Pressure.
14. Appliquer sur la surface supérieure.
15. Définir : 1 MPa.

16. Ajouter un bloc Displacement Restraint pour chaque point :

- $U1 = (0,1,0,1,1,1)$
- $U2 = (0,0,0,0,0,0)$
- $U3 = (1,1,0,1,1,1)$
- $U4 = (1,1,0,1,1,1)$

### 💡 Astuces !

- 1) Le pont est symétrique selon les plans normaux à X et Y.  
→ il est possible de ne modéliser qu'un quart de la pièce, puis d'appliquer des symétries pour reconstruire la géométrie complète  
→ **maillage symétrique = résultats plus fiables**
- 1) Le bloc Point Restraint ne donne pas toujours des résultats satisfaisants → créer de petites sphères (centre : (150, 50, 0) mm, rayon : 1 mm) → appliquer les Displacement Restraints sur ces surfaces

# II - Workflow d'optimisation topologique nTop

## □ Démo

**Objectif :** montrer la mise en place complète d'un problème d'optimisation topologique à partir d'un cas réel (pont chargé en pression).

### Étapes :

1. Créer une section "**Objectif**".
2. Ajouter un bloc Design Objective/ Structural Compliance Response.
3. Associer le load case.
4. Ajouter le bloc Structural Compliance Response au bloc Design Objective.
5. Définir : Minimize.
6. Créer une section "**Contraintes**".
7. Ajouter un bloc Volume Fraction Constraint (ex : 30%).
8. Ajouter un bloc Passive Region Constraint.
9. Sélectionner le corps ENC (support) pour conserver la matière.
10. Ajouter un bloc Planar Symmetry Constraint.
11. Sélectionner les plan de symétrie (normaux à X et Y)

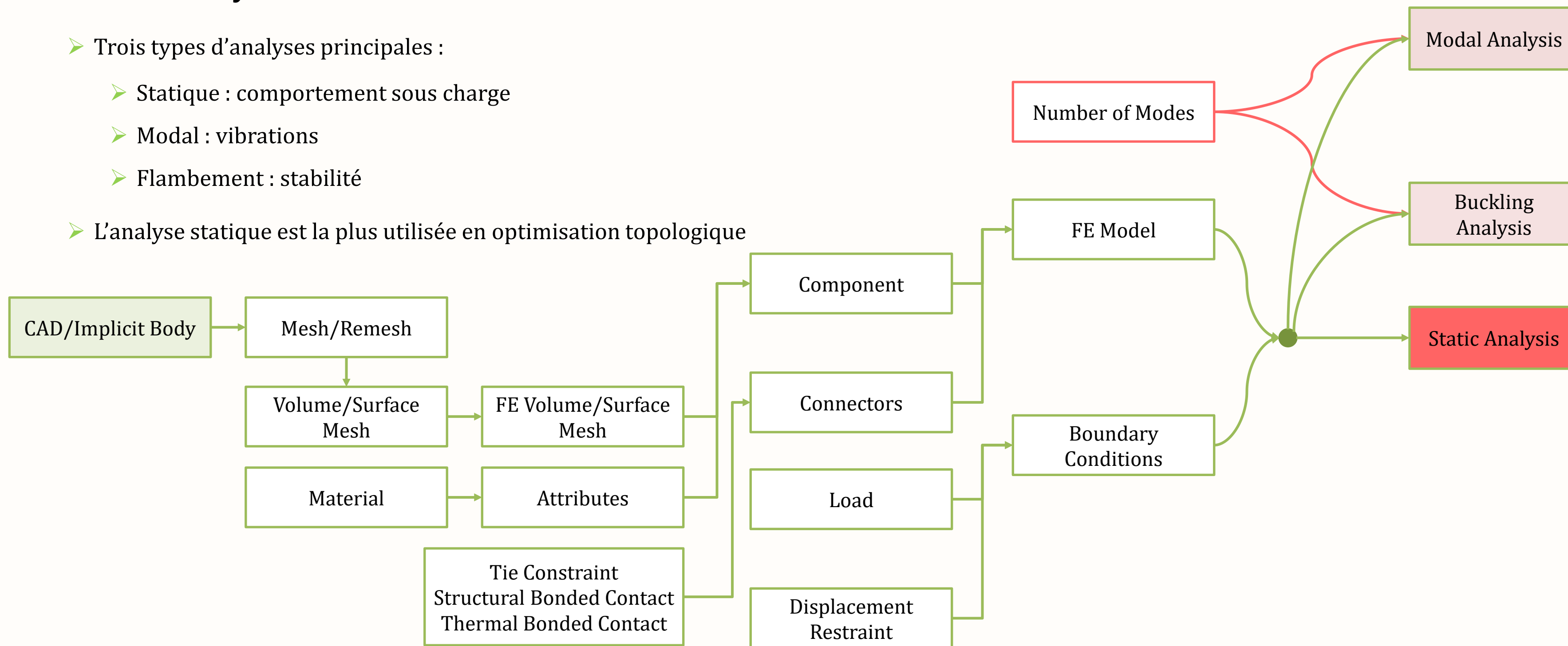
# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# III - Analyses, résultats et optimisation

## Les analyses

- Trois types d'analyses principales :
  - Statique : comportement sous charge
  - Modal : vibrations
  - Flambement : stabilité
- L'analyse statique est la plus utilisée en optimisation topologique

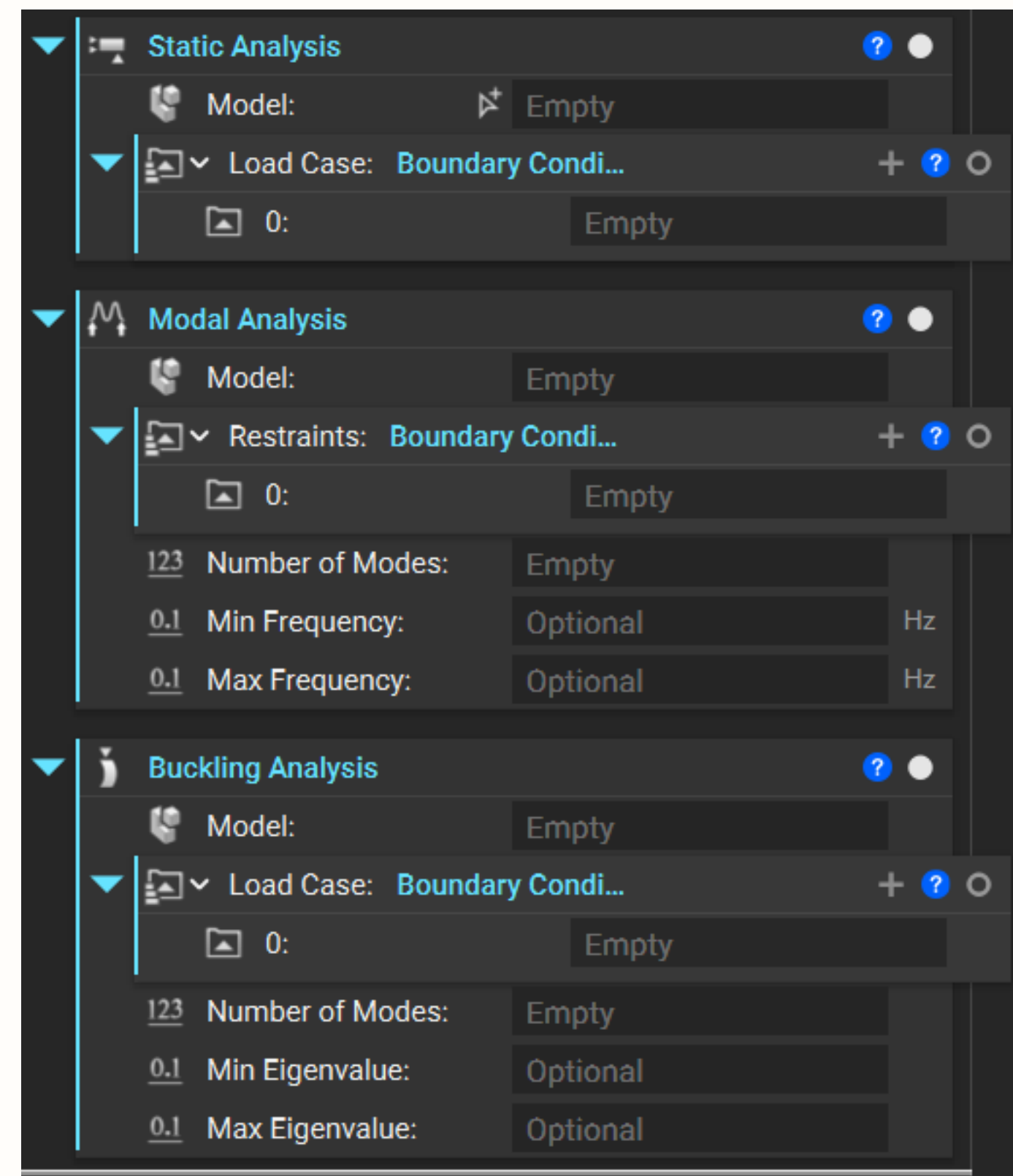


# III - Analyses, résultats et optimisation

## Les analyses

- Trois types d'analyses principales :
  - Statique : comportement sous charge
  - Modal : vibrations
  - Flambement : stabilité
- L'analyse statique est la plus utilisée en optimisation topologique

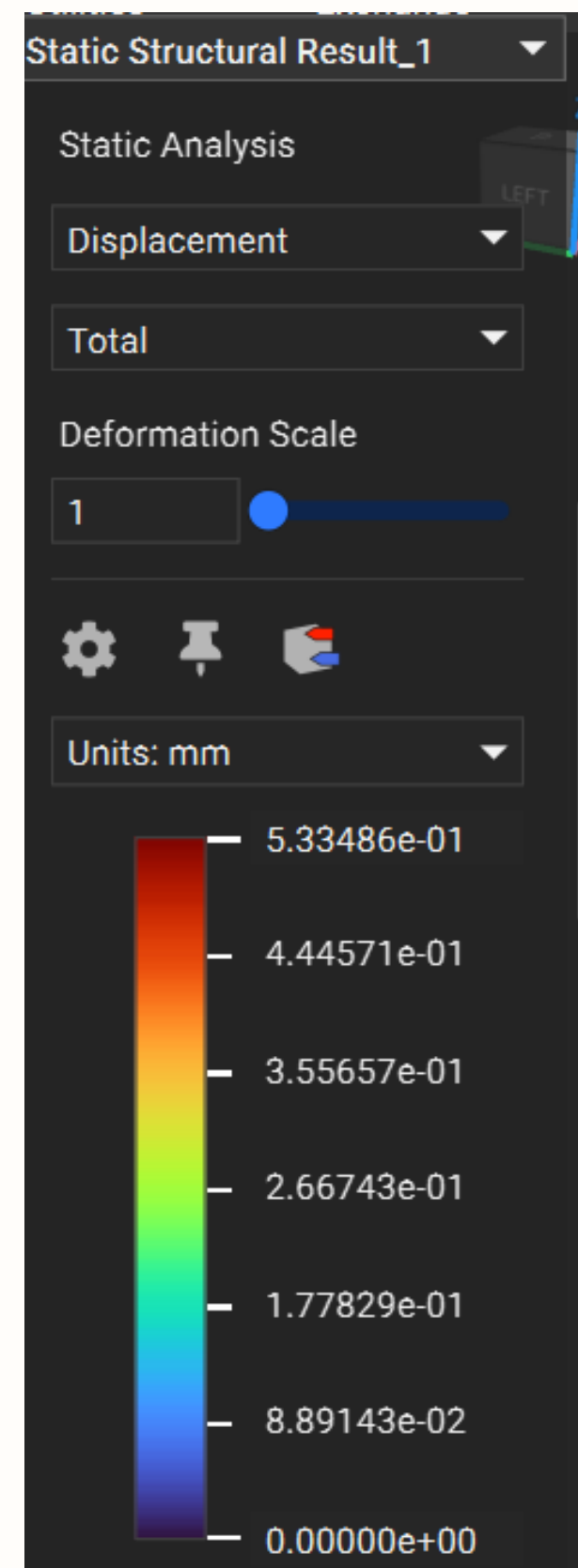
Analyse	Description	Ce que ça calcule	Utilisation
<b>Static Analysis</b>	Analyse sous charges statiques	Déplacements, contraintes, déformations	Vérifier la résistance d'une pièce
<b>Modal Analysis</b>	Analyse vibratoire	Fréquences propres et modes de vibration	Éviter les résonances
<b>Buckling Analysis</b>	Analyse de flambement	Charge critique de flambement	Vérifier la stabilité



# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ Les résultats d'analyse statique

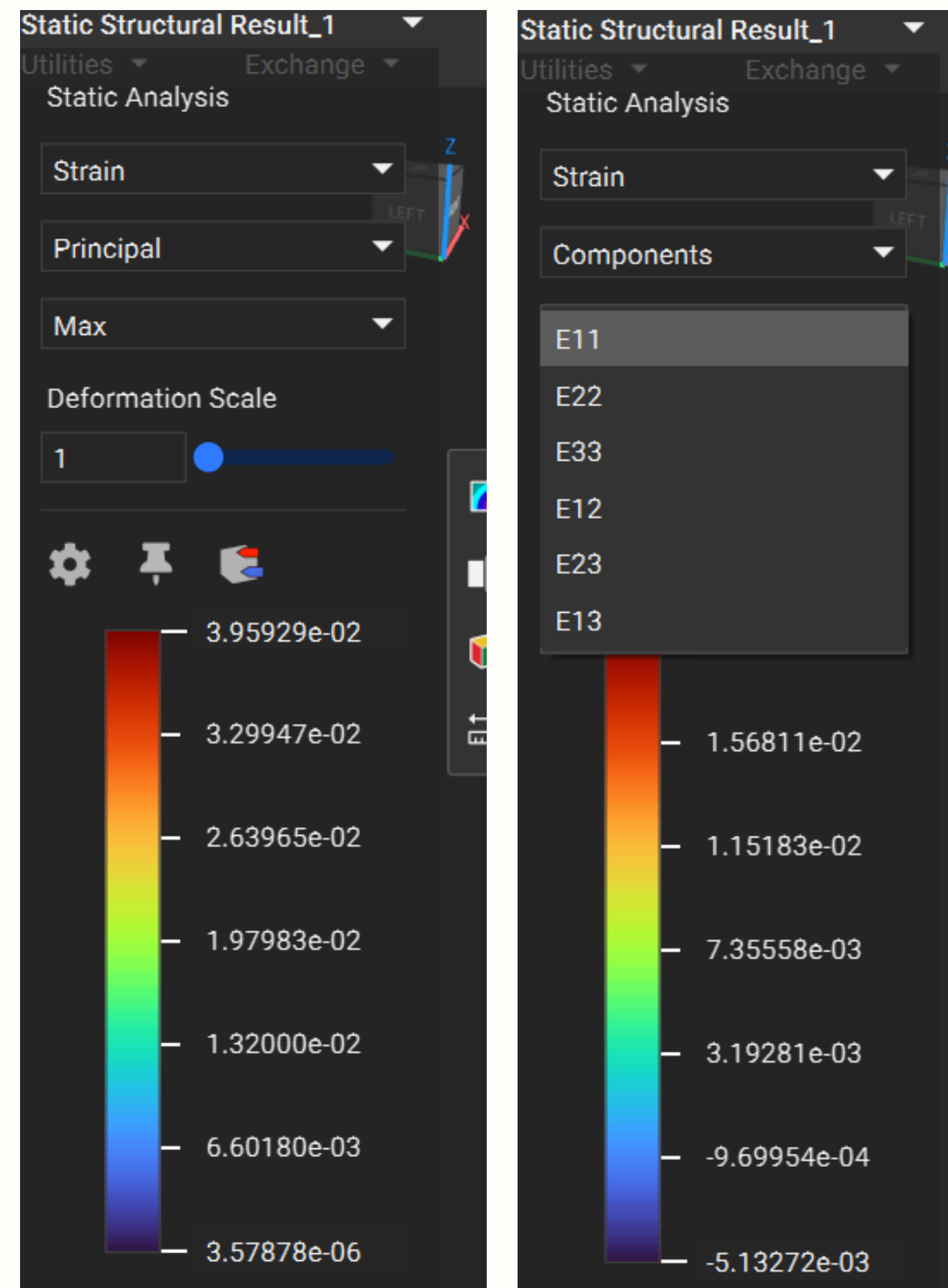
- Déplacement
- Le déplacement représente le mouvement de la structure sous charge
- Permet d'identifier :
  - les zones les plus sollicitées
  - les déformations importantes
- Visualisation :
  - Totale
  - Directionnelle (selon X, Y ou Z)



# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ Les résultats d'analyse statique

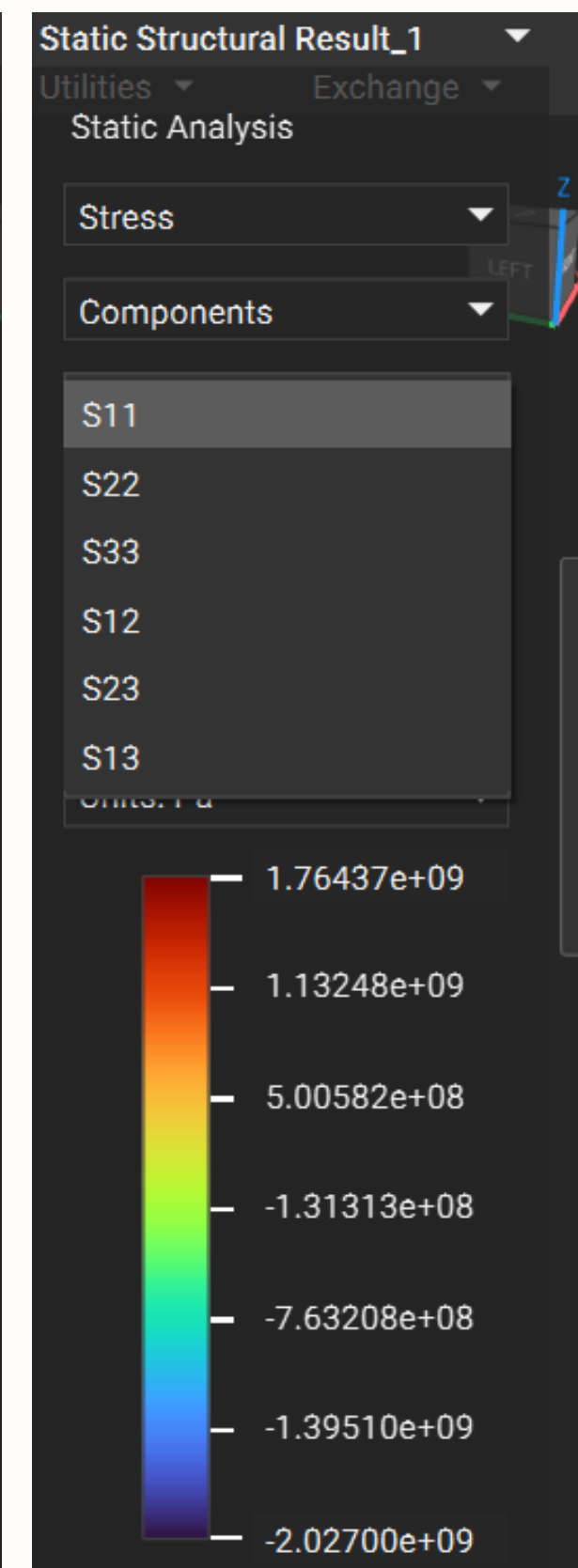
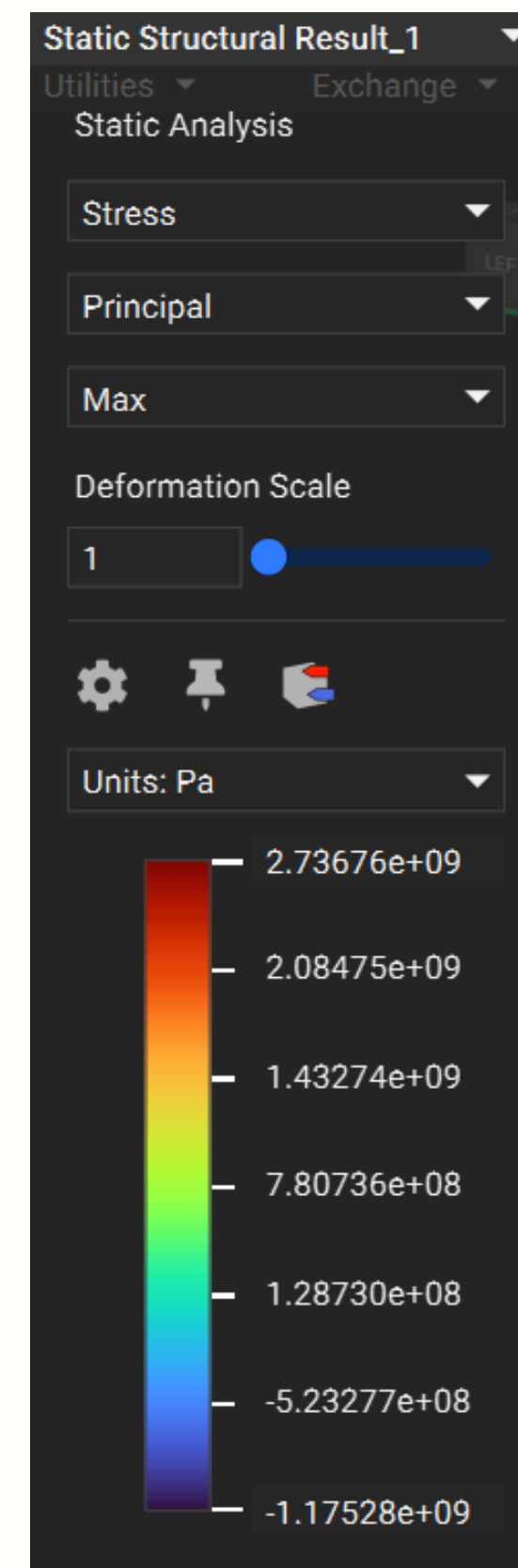
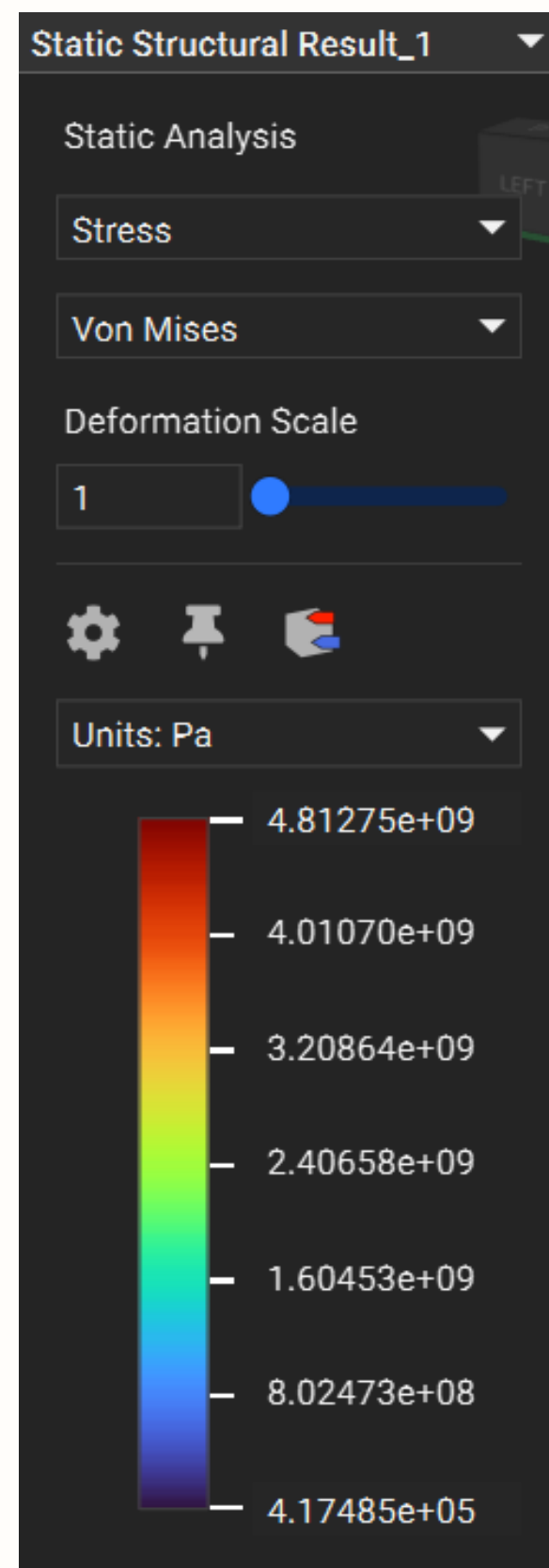
- Déformation
- La déformation mesure la variation locale de forme
- Permet d'analyser le comportement mécanique interne
- Indique les zones de concentration d'efforts
  
- Visualisation :
  - Max, Moyen ou Min
  - Par composant (E11, E22, etc...)



# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Les résultats d'analyse statique

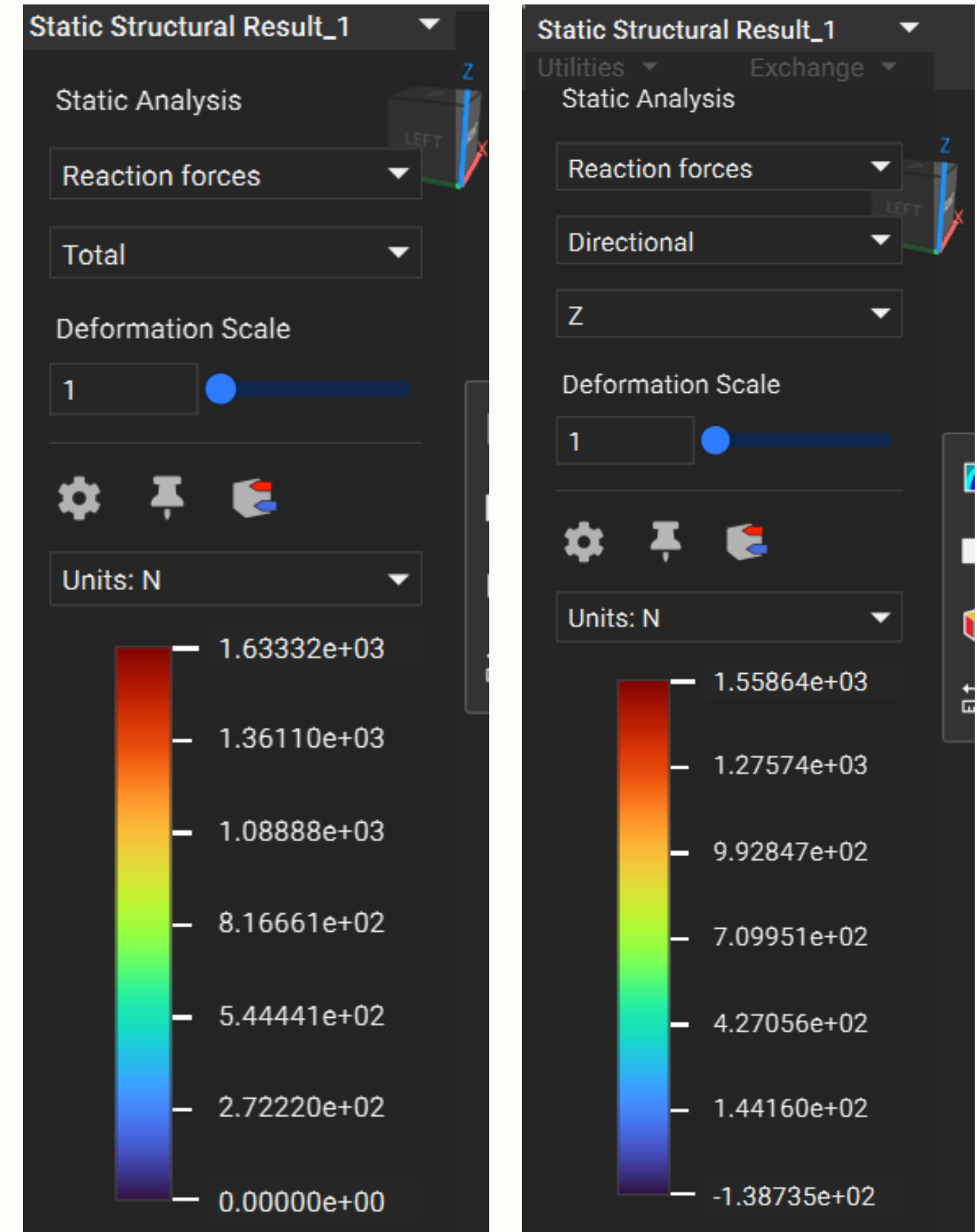
- Contrainte mécanique
- La contrainte représente les efforts internes dans le matériau
- Permet de vérifier :
  - la résistance
  - le risque de rupture
- Visualisation :
  - Von Mises
  - Max, Moyen ou Min
  - Par composant (S11, S22, etc...)



# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Les résultats d'analyse statique

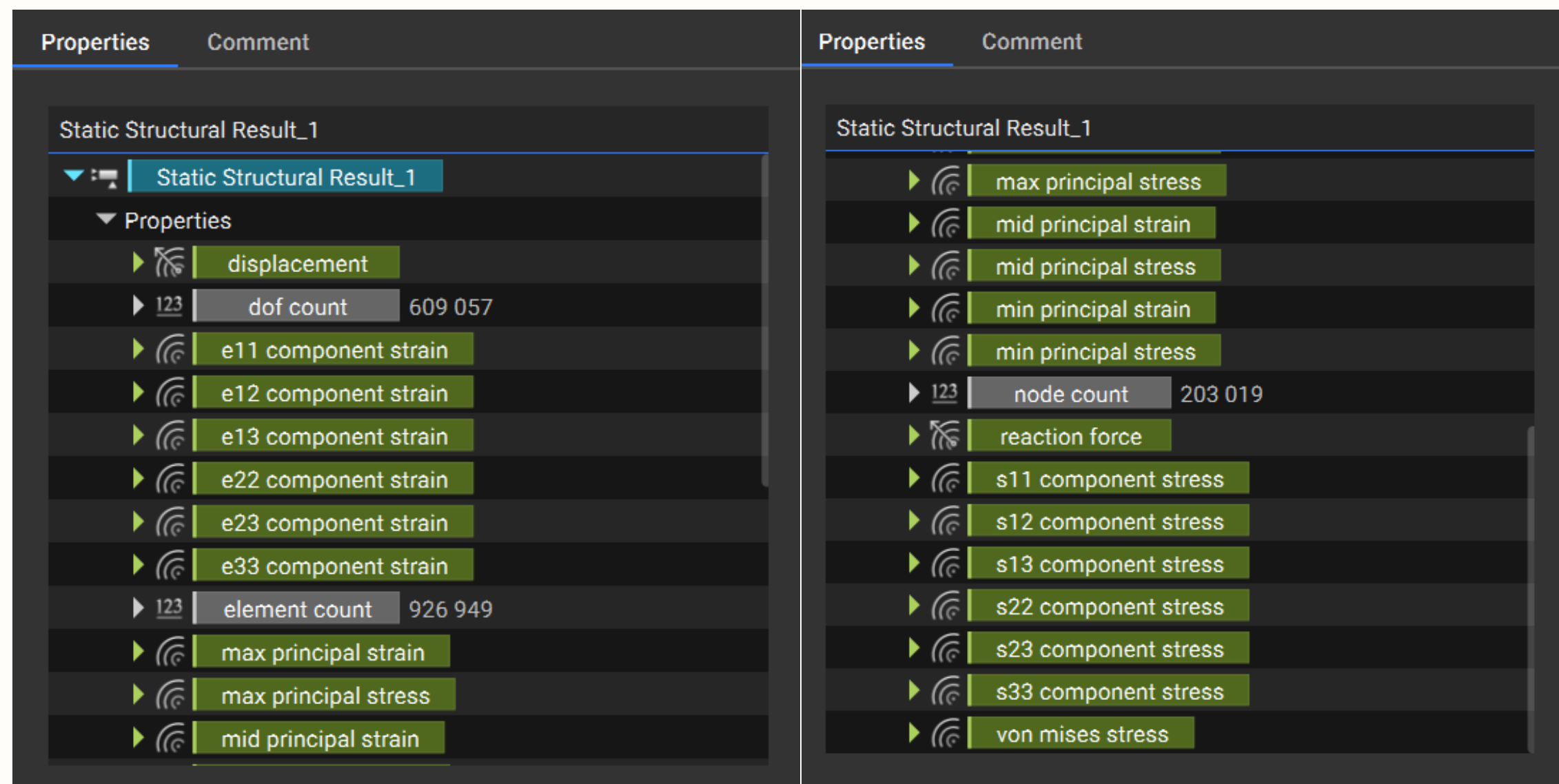
- Réactions aux forces
- Les réactions correspondent aux forces aux appuis
- Permettent de vérifier :
  - l'équilibre global
  - la cohérence du modèle
- Visualisation :
  - Totale
  - Directionnelle (selon X, Y ou Z)



# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Les propriétés d'analyse statique

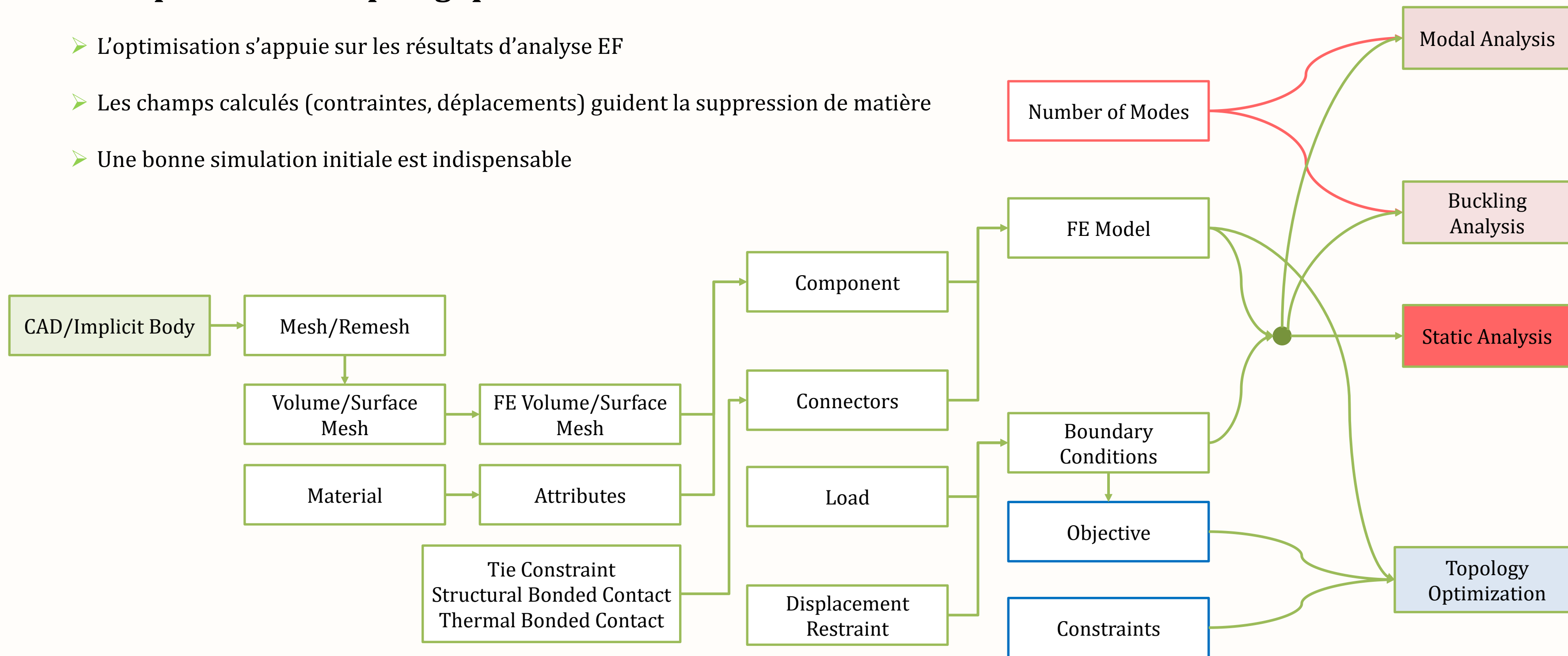
Les résultats peuvent être directement récupérés à partir des propriétés des analyses



# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ L'optimisation topologique

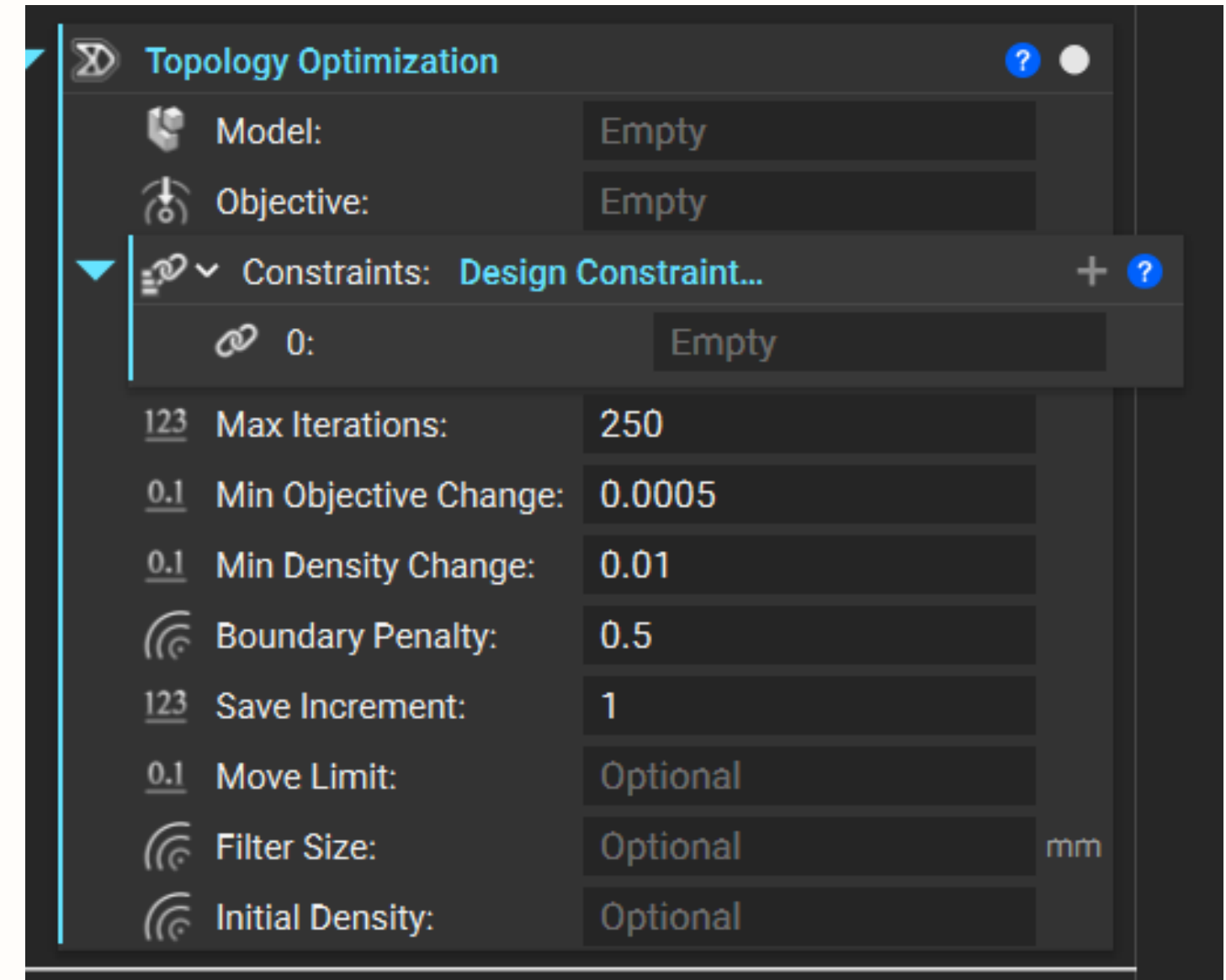
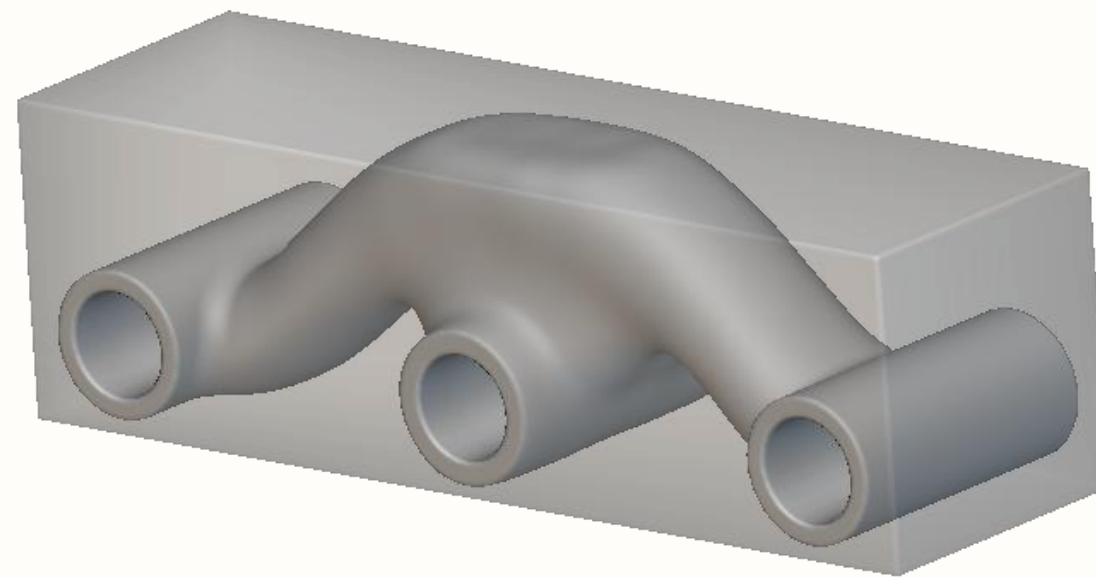
- L'optimisation s'appuie sur les résultats d'analyse EF
- Les champs calculés (contraintes, déplacements) guident la suppression de matière
- Une bonne simulation initiale est indispensable



# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ L'optimisation topologique

- On enlève progressivement la matière inutile
- On conserve les chemins de transmission des efforts
- Le résultat dépend :
  - des charges
  - des appuis
  - des contraintes



# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ L'optimisation topologique

### ➤ Entrées principales

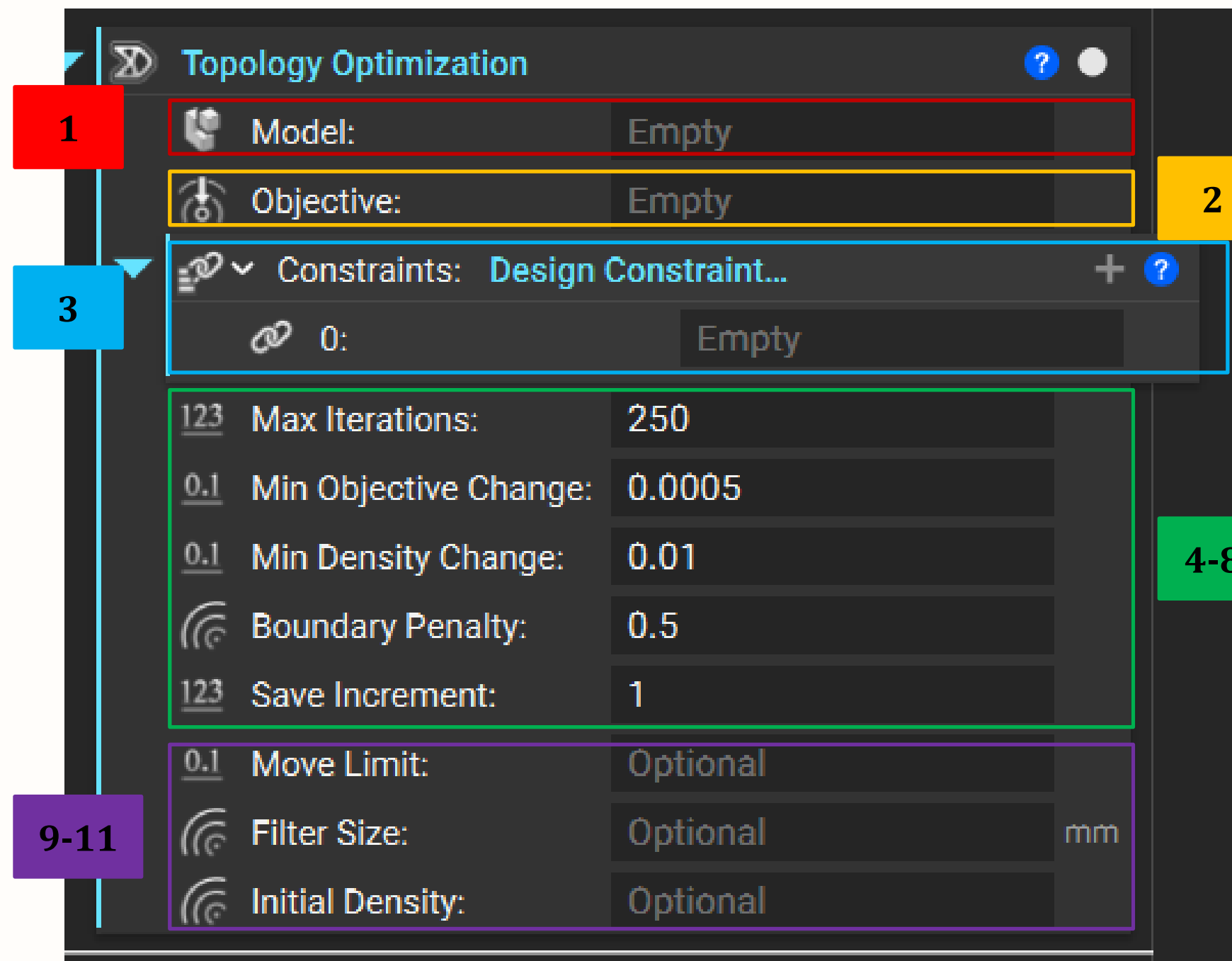
1. Model → modèle EF (géométrie, matériau, charges, appuis)
2. Objective → ce qu'on optimise
3. Constraints → ce que la solution doit respecter

### ➤ Paramètres de calcul

4. Max Iterations → nombre maximal d'itérations
5. Min Objective Change → critère d'arrêt sur l'objectif
6. Min Density Change → critère d'arrêt sur la densité
7. Boundary Penalty → gestion de la matière aux bords
8. Save Increment → fréquence d'enregistrement des itérations

### ➤ Paramètres avancés

9. Move Limit → limite l'évolution entre deux itérations
10. Filter Size → contrôle le lissage / la taille minimale des détails
11. Initial Density → densité initiale du design

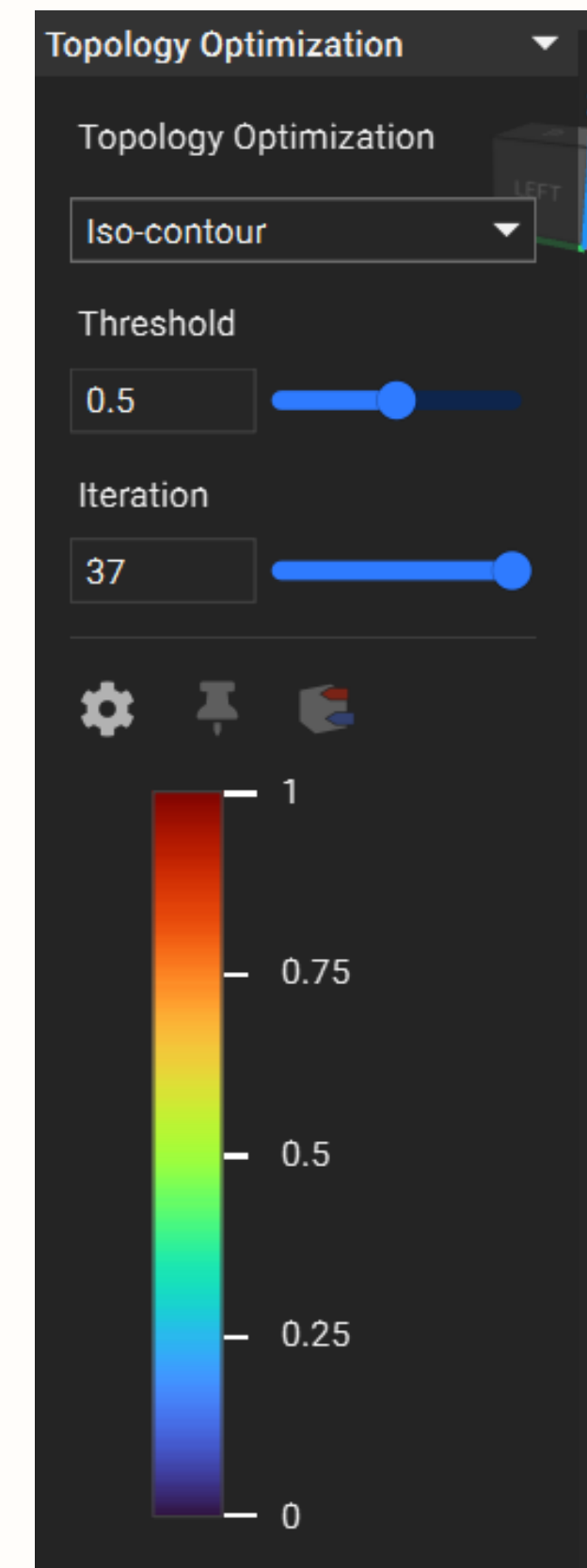
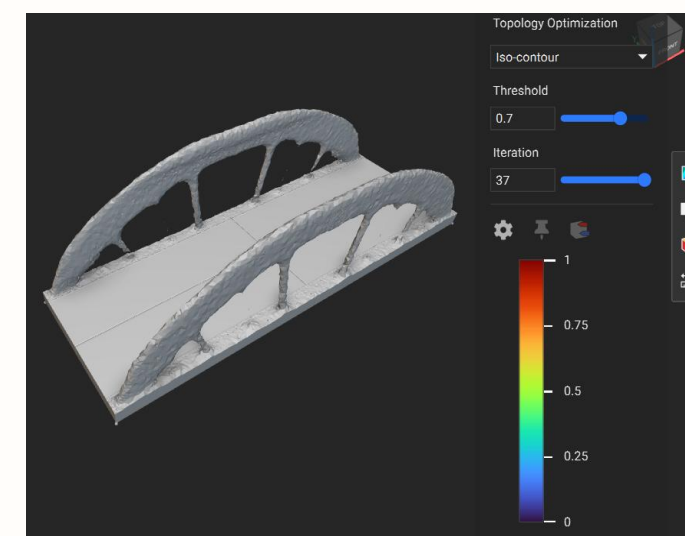
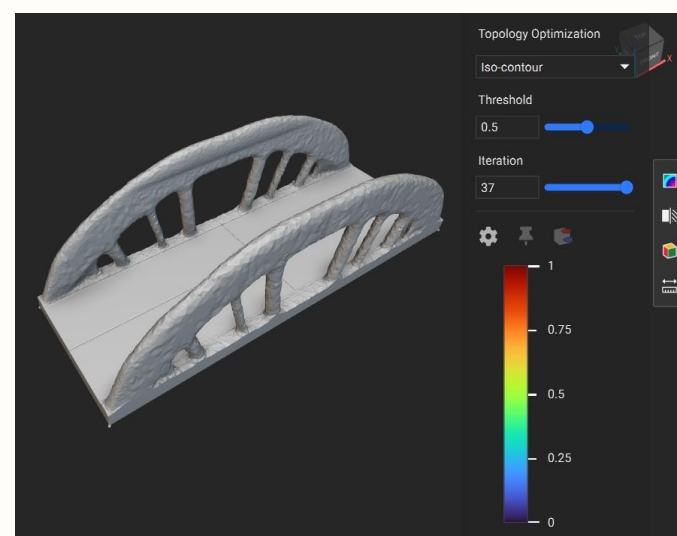
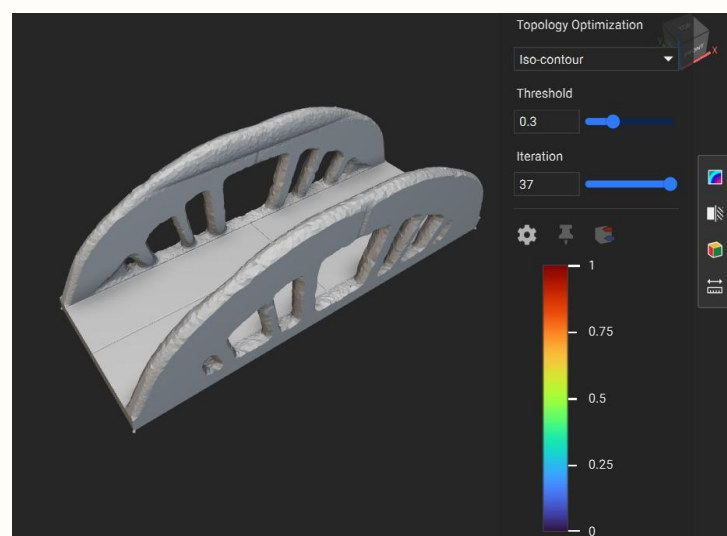


Ces paramètres influencent la précision et le temps de calcul

# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ Les résultats d'optimisation topologique



- La densité représente la présence de matière dans chaque élément
  - 1 = matière pleine
  - 0 = vide
  - Entre 0 et 1 = zone intermédiaire (transition)
- Le solveur calcule les contraintes et déplacements et identifie les zones peu sollicitées
- L'optimisation ajuste ces densités pour :
  - Garder les zones utiles
  - Supprimer la matière inutile
  - Le résultat brut est un champ de densité, pas une géométrie finale



# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ Les propriétés d'optimisation topologique

- Iterations → nombre d'itérations nécessaires pour converger
- Design variables / density → variables utilisées pour répartir la matière
- Mesh (nodes, elements, DOF) → taille et complexité du modèle
- Density field → résultat principal : répartition de matière (0 = vide, 1 = plein)

Properties	Comment
Topology Optimization Result_1	
▼  Topology Optimization Result_1	
▼ Properties	
▶ 123	design variable count 323 254
▶ 123	dof count 699 915
▶ 123	element count 1 340 540
▶ 123	iterations 43
▶ 123	load case count 4
▶ 123	node count 233 305
▶ 123	saved iterations (43)
▼ Conversions	
▶ 	density

# III - Analyses, résultats et optimisation

## □ Démo

**Objectif :** montrer comment analyser la pièce et lancer l'optimisation topologique.

### Étapes :

1. Créer une section "**Analyse statique**".
  2. Ajouter un bloc Static Analysis.
  3. Connecter le modèle et les conditions limites.
  4. Lancer le calcul.
  5. Afficher les résultats.
  6. Créer une section "**Analyse modale**".
  7. Ajouter un bloc Modal Analysis.
  8. Connecter le modèle et les conditions limites (optionnel).
  9. Définir le nombre de modes.
  10. Lancer le calcul.
  11. Créer une section "**Analyse de flambement**".
  12. Ajouter un bloc Buckling Analysis.
  13. Connecter le modèle et les conditions limites.
  14. Définir le nombre de modes.
  15. Lancer le calcul.
1. Créer une section "**Optimisation topologique**".
  2. Ajouter le bloc Topology Optimization.
  3. Connecter : le Modèle EF, l'objectif et les contraintes.
  4. Lancer l'optimisation.
  5. Afficher le résultat :
    - Afficher le champ Density.
    - Observer l'évolution de la matière.

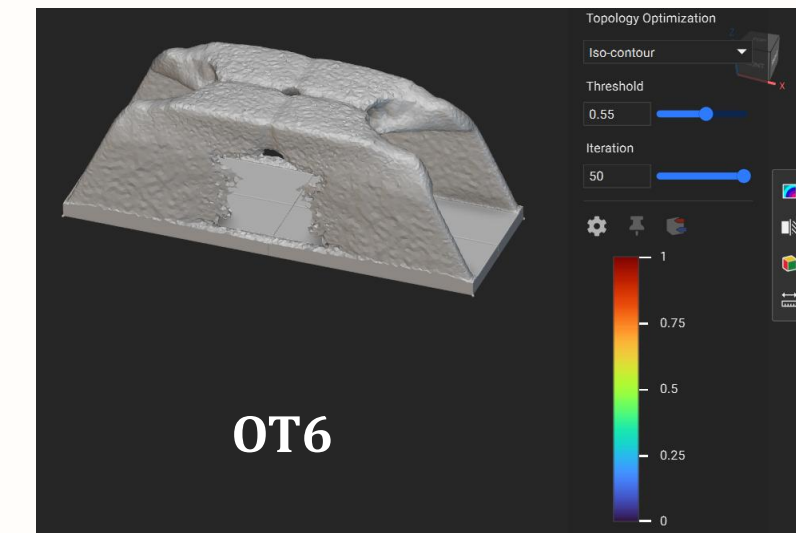
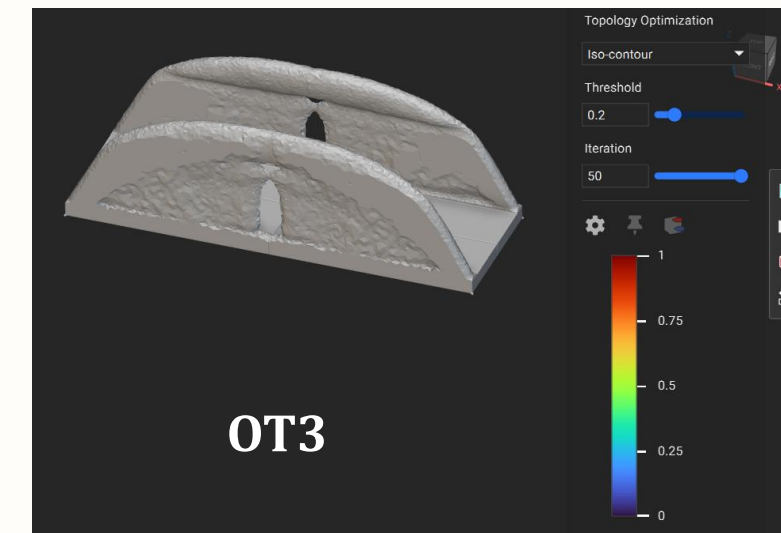
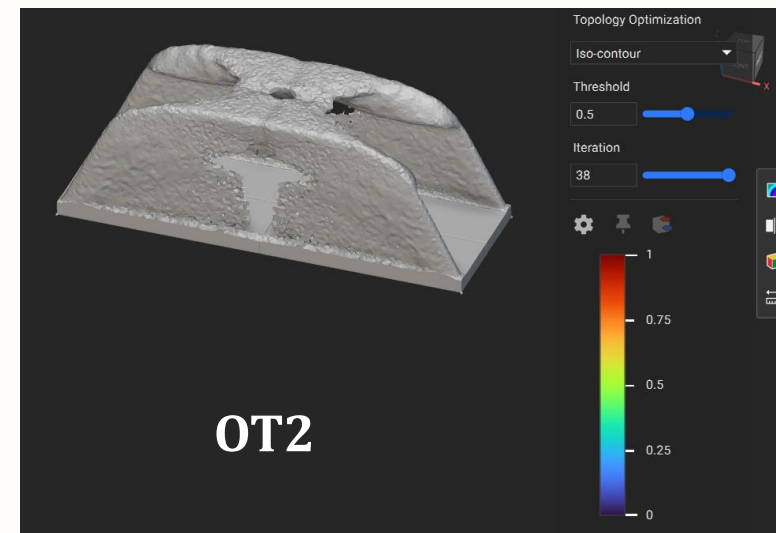
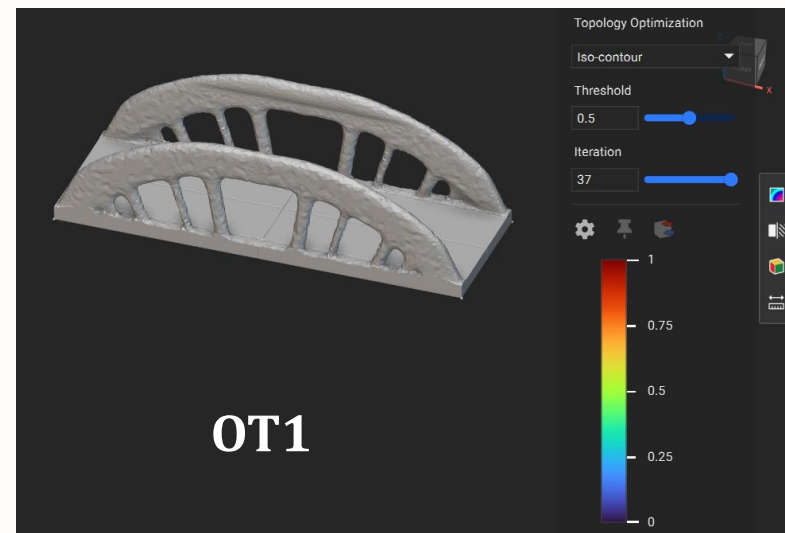
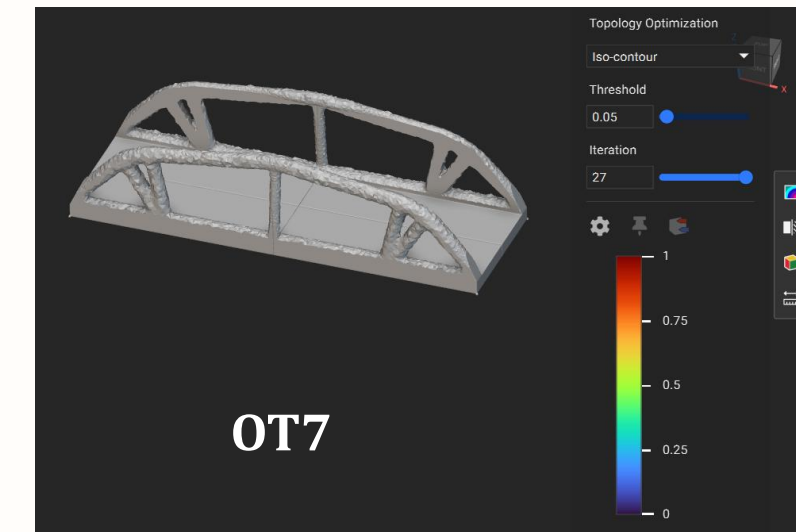
# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Scénarios d'optimisation

Cas	Objectifs (minimisation)	Contraintes					
		Planar symmetry	Passive region	Volume fraction	Center of mass	Stress	Structural compliance
1	Structural compliance	✓	✓	✓	-	✗	✗
2	Structural compliance	✓	✓	-	✓	✗	✗
3	Structural compliance	✓	✓	✓	✓	✗	✗
4	Mass	✓	✓	✗	-	-	-
5	Mass	✓	✓	✗	✓	-	-
6	Mass	✓	✓	✗	-	✓	-
7	Mass	✓	✓	-	-	-	✓

OT4 : vide !

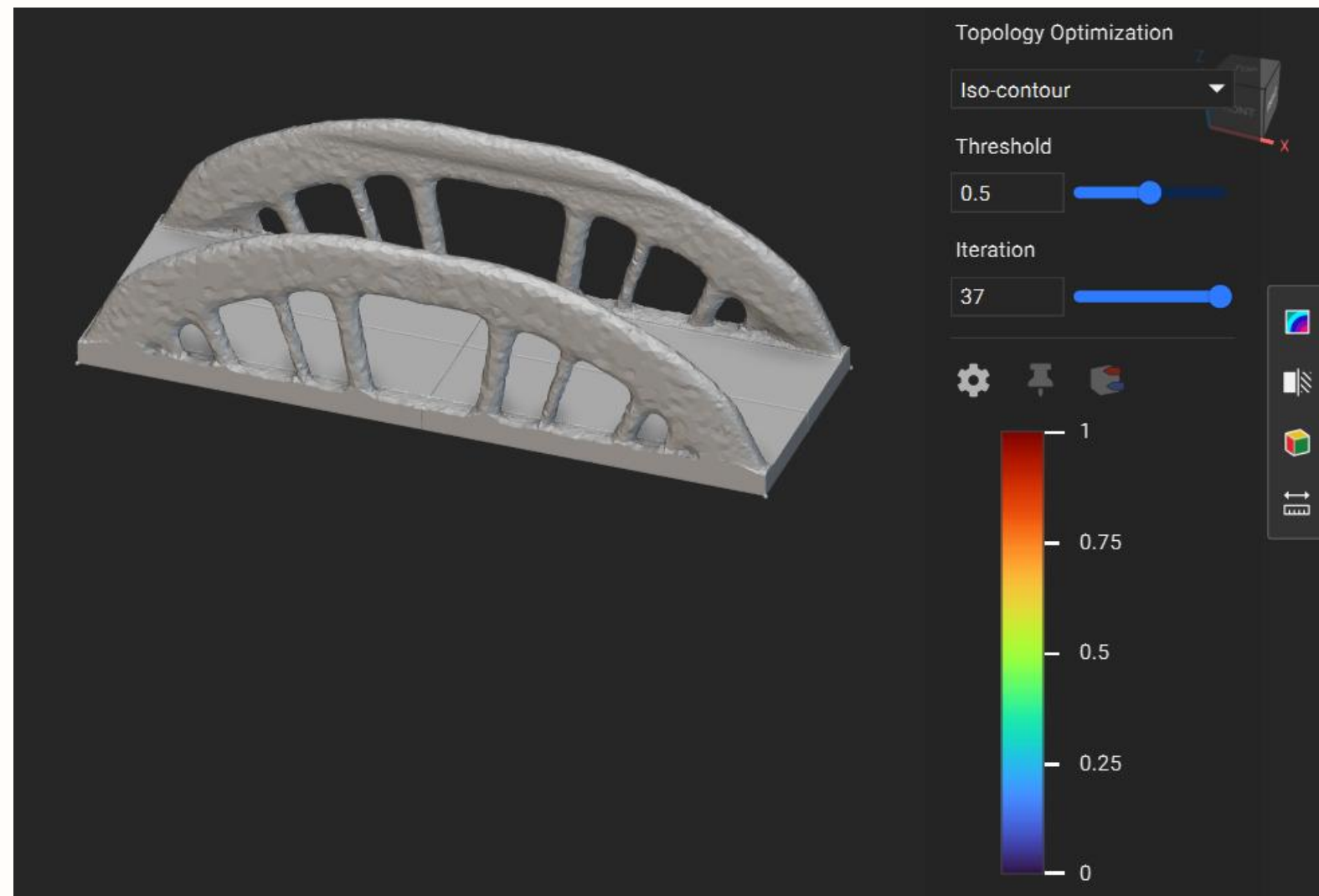
OT5 : 2 itérations !



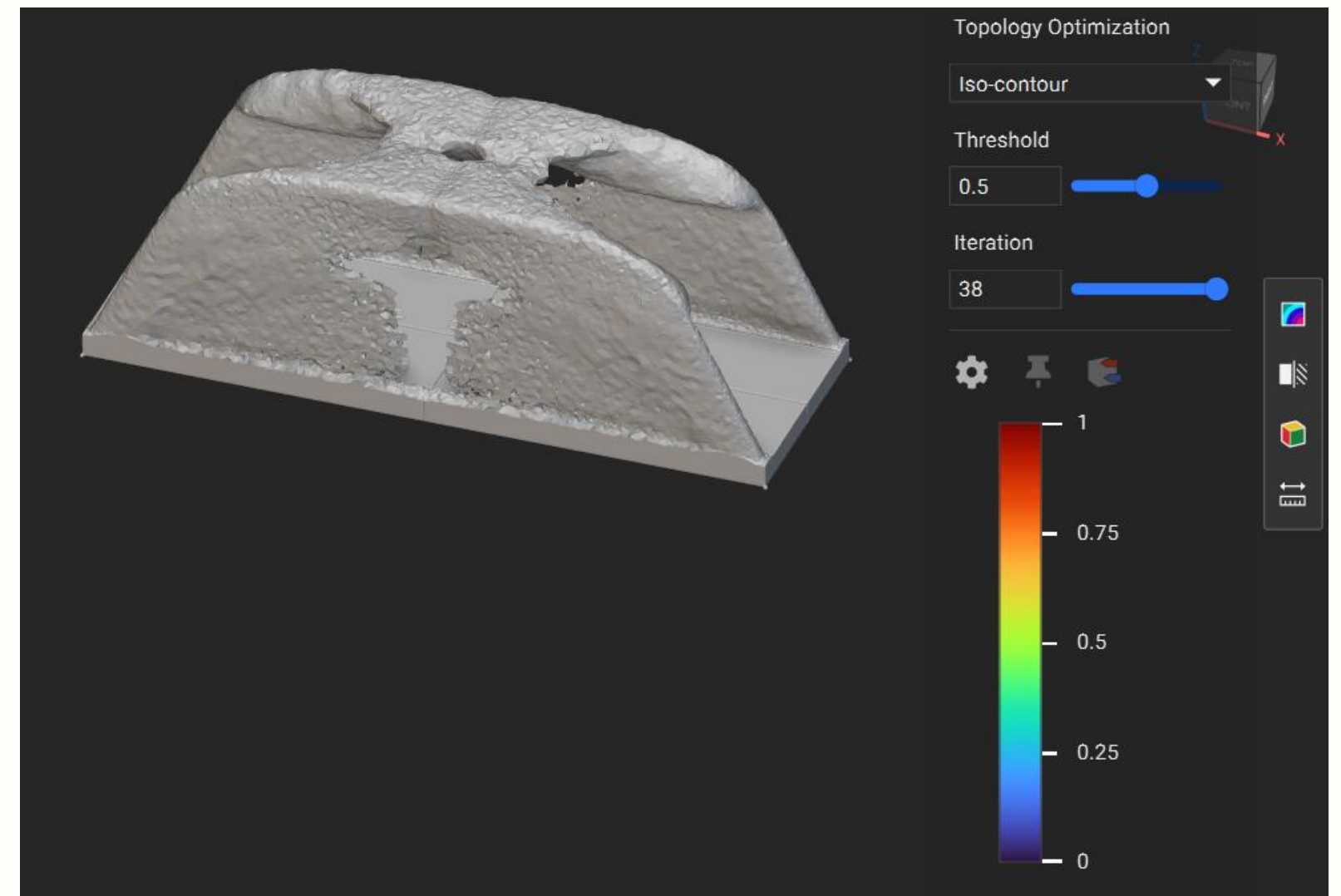
# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Scénarios d'optimisation

OT1



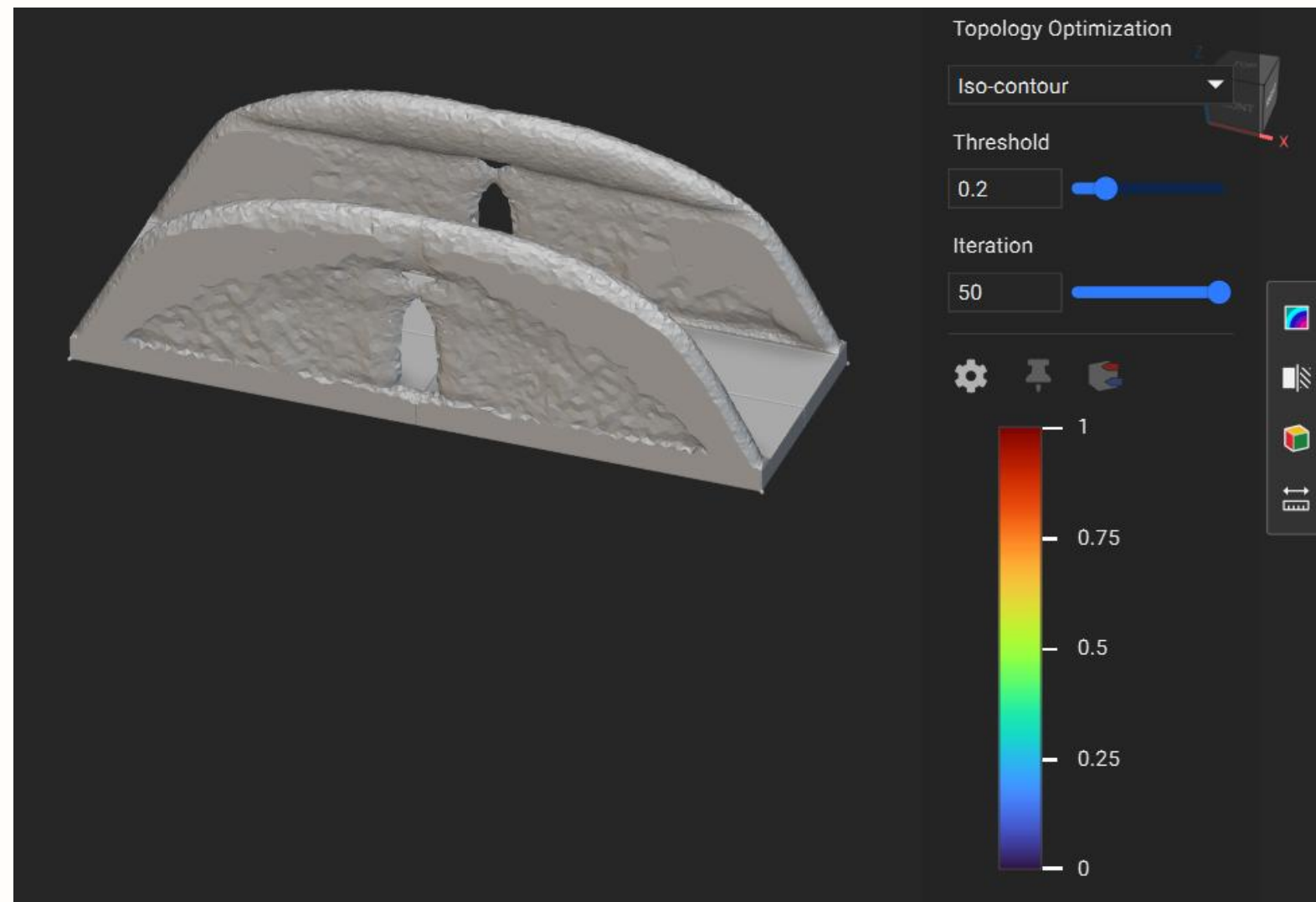
OT2



# III - Analyses, résultats et optimisation

## ❑ Scénarios d'optimisation

OT3



**OT4 : vide !**

**OT5 : 2 itérations !**

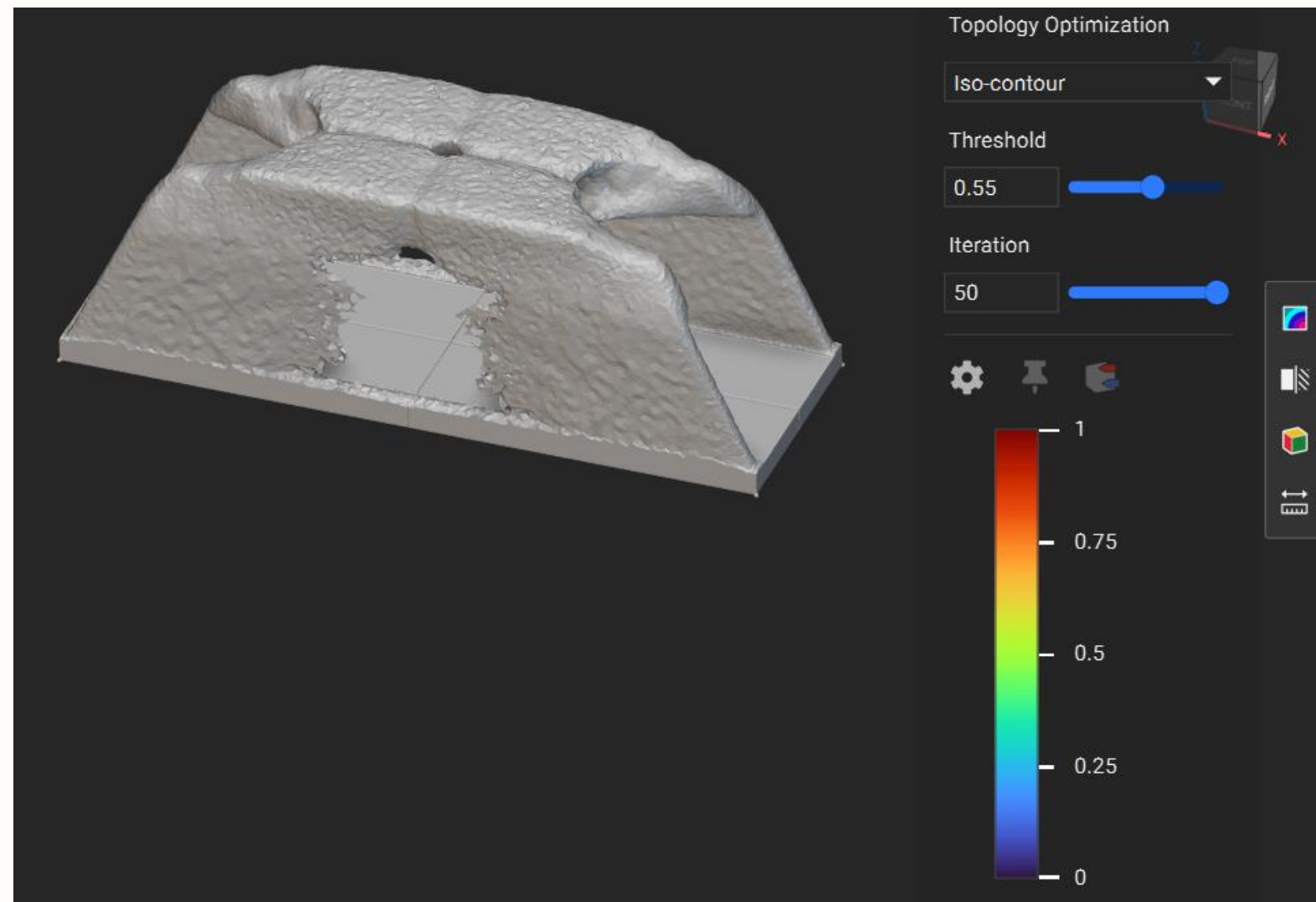
# III - Analyses, résultats et optimisation

OT4 : vide !

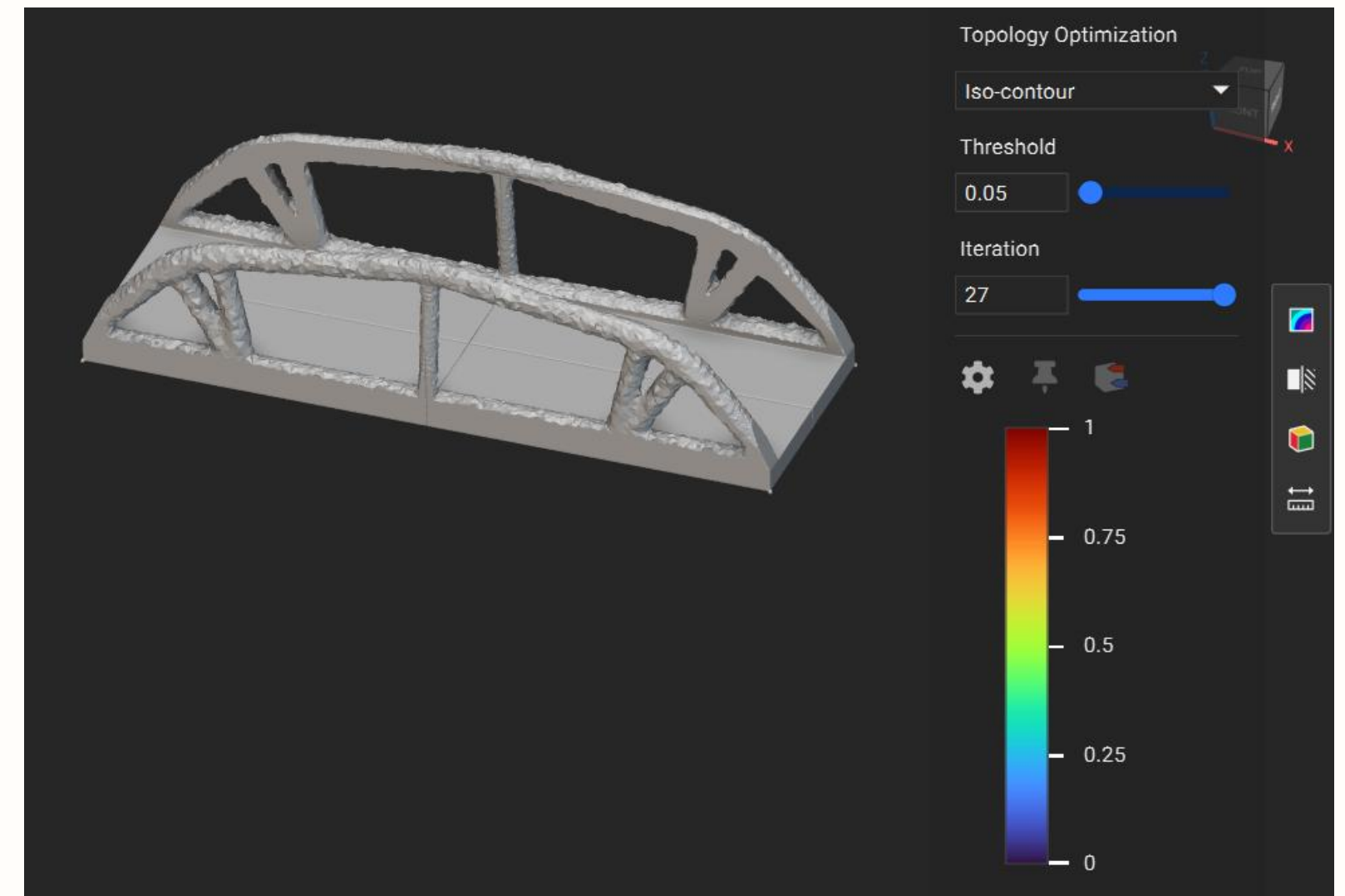
OT5 : 2 itérations !

## ❑ Scénarios d'optimisation

OT6



OT7



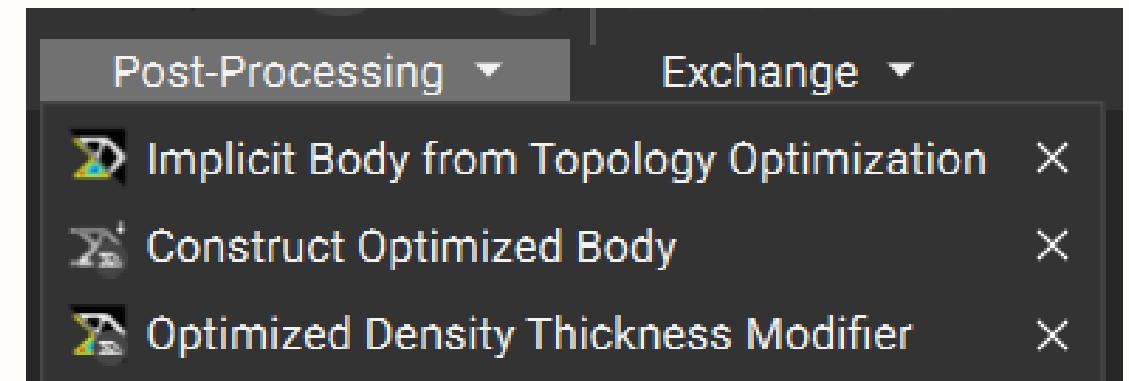
# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# IV - Post-traitement

## □ Pourquoi post-traiter

- Résultat brut ≠ pièce finale
- Besoin de :
  - Convertir en corps implicite sinon : ❌ Pas exploitable
  - Nettoyer : supprimer artefacts
  - Lisser : dépend du maillage
  - Reconstruire
    - Ajouter interfaces
    - Booléens
    - Rendre manufacturable



# IV - Post-traitement

## □ Démo

**Objectif :** transformer le résultat de topo en géométrie exploitable.

### Étapes :

1. Créer une section "**Post-traitement**".
  2. Ajouter un bloc Implicit Body from Topology Optimization.
  3. Appliquer un Smoothen Body.
  4. Appliquer le lissage sur le résultat converti en implicite
  5. Recréer un maillage à partir de la géométrie optimisée.
  6. Relancer une Static Analysis.
  7. Comparer avec la pièce initiale :
    - utiliser le bloc Weight Saving pour évaluer le gain de masse.
1. Ajouter deux blocs Mass Properties (initial et optimisé) :
    - comparer les propriétés de masse.

# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

# V – Problèmes et Tips

---

## ❑ Problèmes fréquents

- Mauvais appuis
- Design space mal défini
- Pas de contraintes

## ❑ Bonnes pratiques : Checklist

- ✓ Modèle EF correct
- ✓ Conditions limites validées
- ✓ Simulation initiale vérifiée
- ✓ Variables utilisées

## ❑ Résultats mauvais

- Trop fins
- Non imprimables
- Déconnectés

# Sommaire

<b>I</b>	Rappel & objectifs	
<b>II</b>	Workflow d'optimisation topologique nTop	
<b>III</b>	Analyses, résultats et optimisation	
<b>IV</b>	Post-traitement	
<b>V</b>	Problèmes et Tips	
<b>VI</b>	Ouvertures	

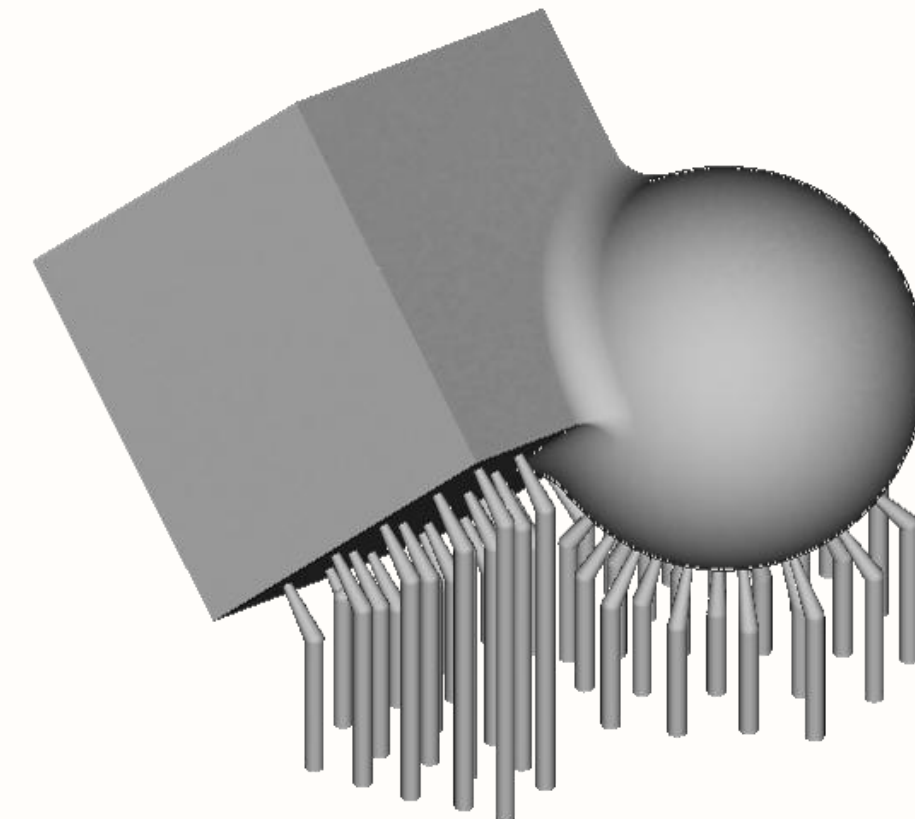
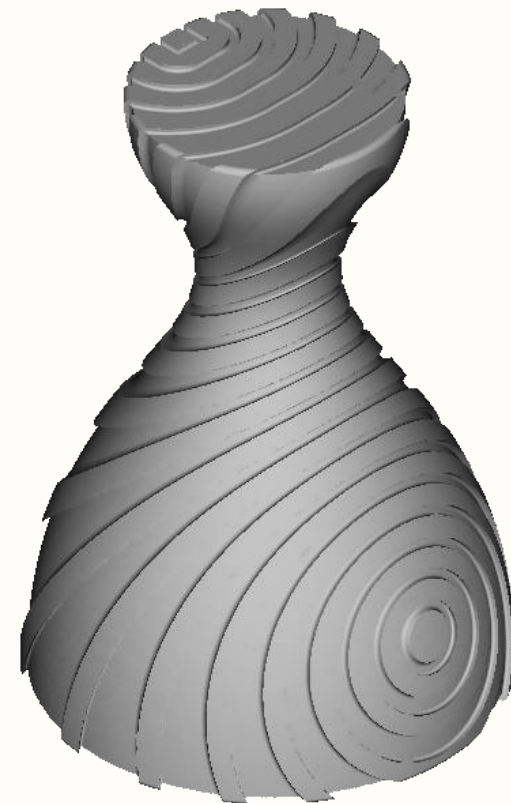
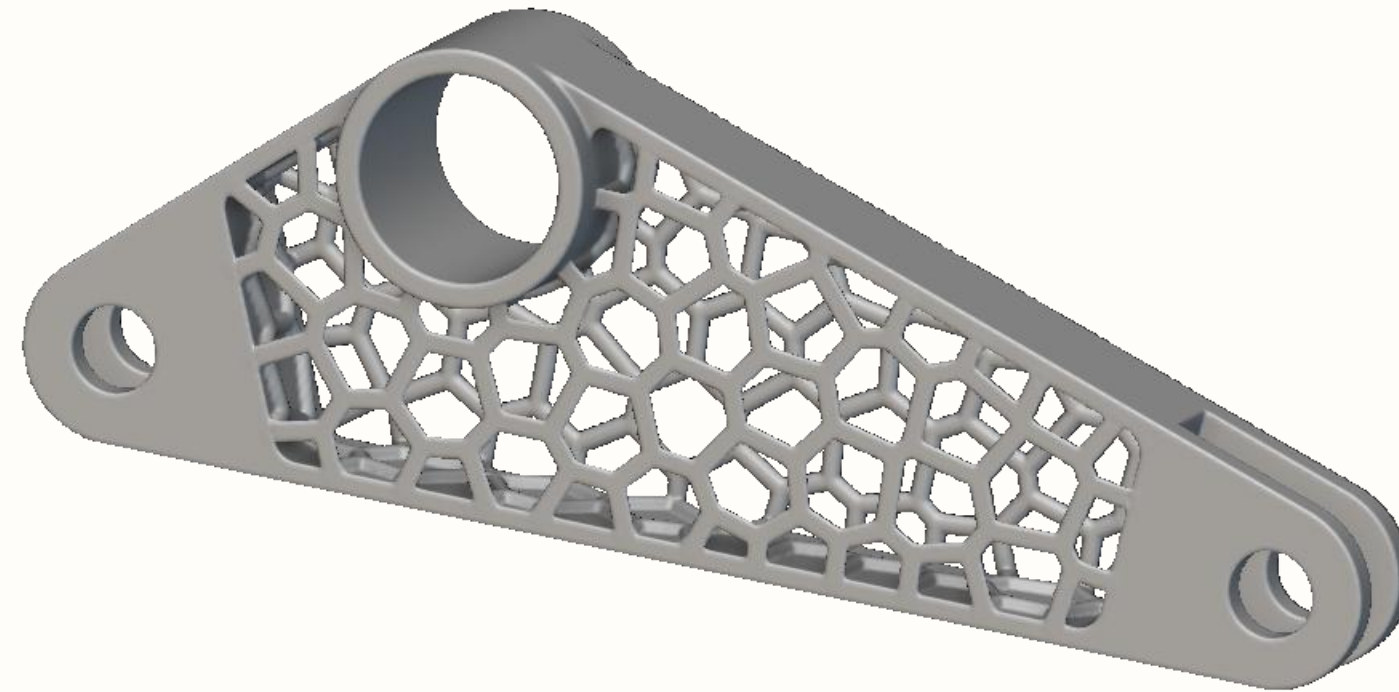
# VII - Ouvertures

□ Et après ? [\[1\]](#)

➤ Lattices

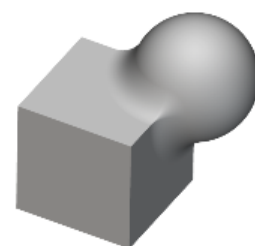
➤ Design avancé

➤ Fabrication additive



# VII - Ouvertures

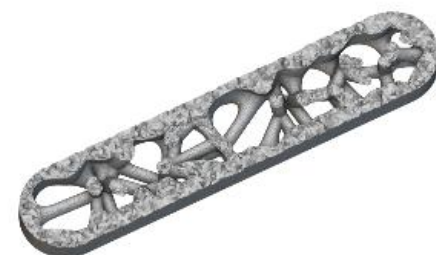
Pour en apprendre plus, accédez à



## nTop Essentials

Get started on the basics of nTop and test your knowledge

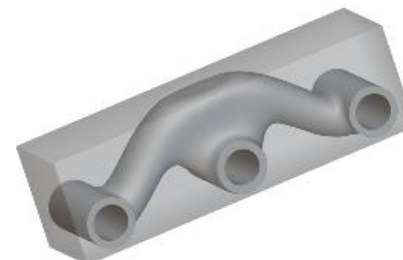
Launch



## Guide to Meshing

Meshing techniques for simulation, surface latticing and exporting

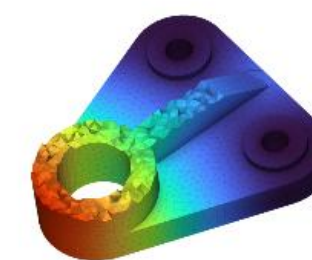
Launch



## Topology Optimization

Learn how to set up and run a topology optimization in nTop

Launch



## Intro to Simulation

Learn how to generate an FE model and boundary conditions to run FEA in nTop

Launch



## Intro to Lattices

Learn how to add lattices to lightweight and add texture to a part

Launch

# nTopLearn



**Merci**

***de votre écoute***

