

Interactions et assemblages

Modélisation et simulation
par éléments finis

Interactions et assemblages

- Comment modéliser des conditions limites plus complexes ?
 - Il est possible de définir des interactions entre différentes régions d'un modèle → équations supplémentaires qui relient les degrés de liberté de plusieurs nœuds.
- Contraintes **bilatérales** pour “coller” des pièces séparées :
 - Entre 2 nœuds : “Equation”
 - Entre un nœud et une surface: “Kinematic coupling”
 - Entre 2 surfaces : “Tie” (collage)
- Contraintes **unilatérales** :
 - Contact : non-pénétration entre 2 faces, friction, glissement, etc.
→ comportement non-linéaire (pas dans ce cours).

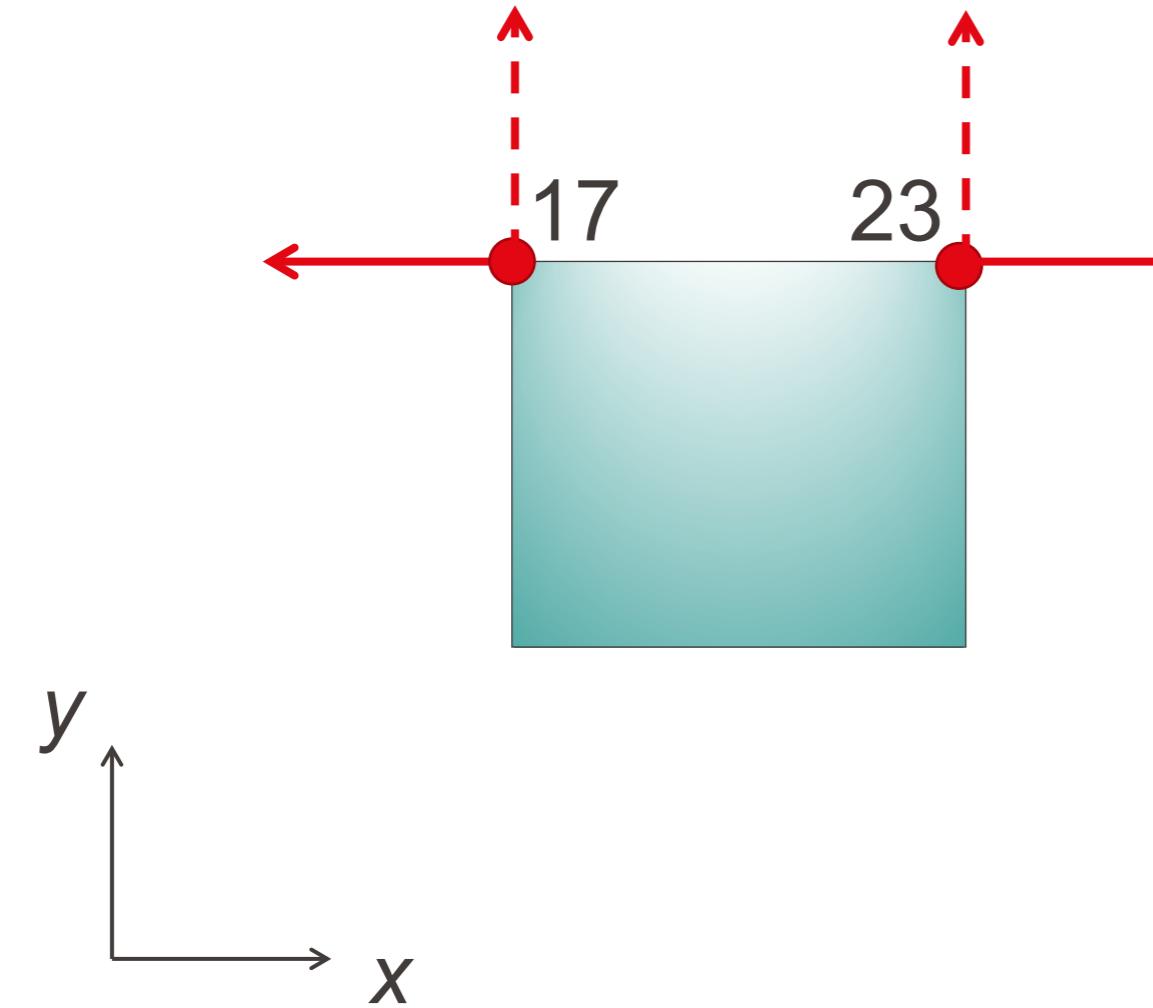
Contrainte noeud / noeud (“Equation”)

- Interaction → Constraints → Equation
- Une équation linéaire entre plusieurs degrés de libertés :
$$a_1 * \text{Node1.DOF1} + a_2 * \text{Node2.DOF2} + \dots = 0$$
- Exemples :

Modélisation et simulation par éléments finis

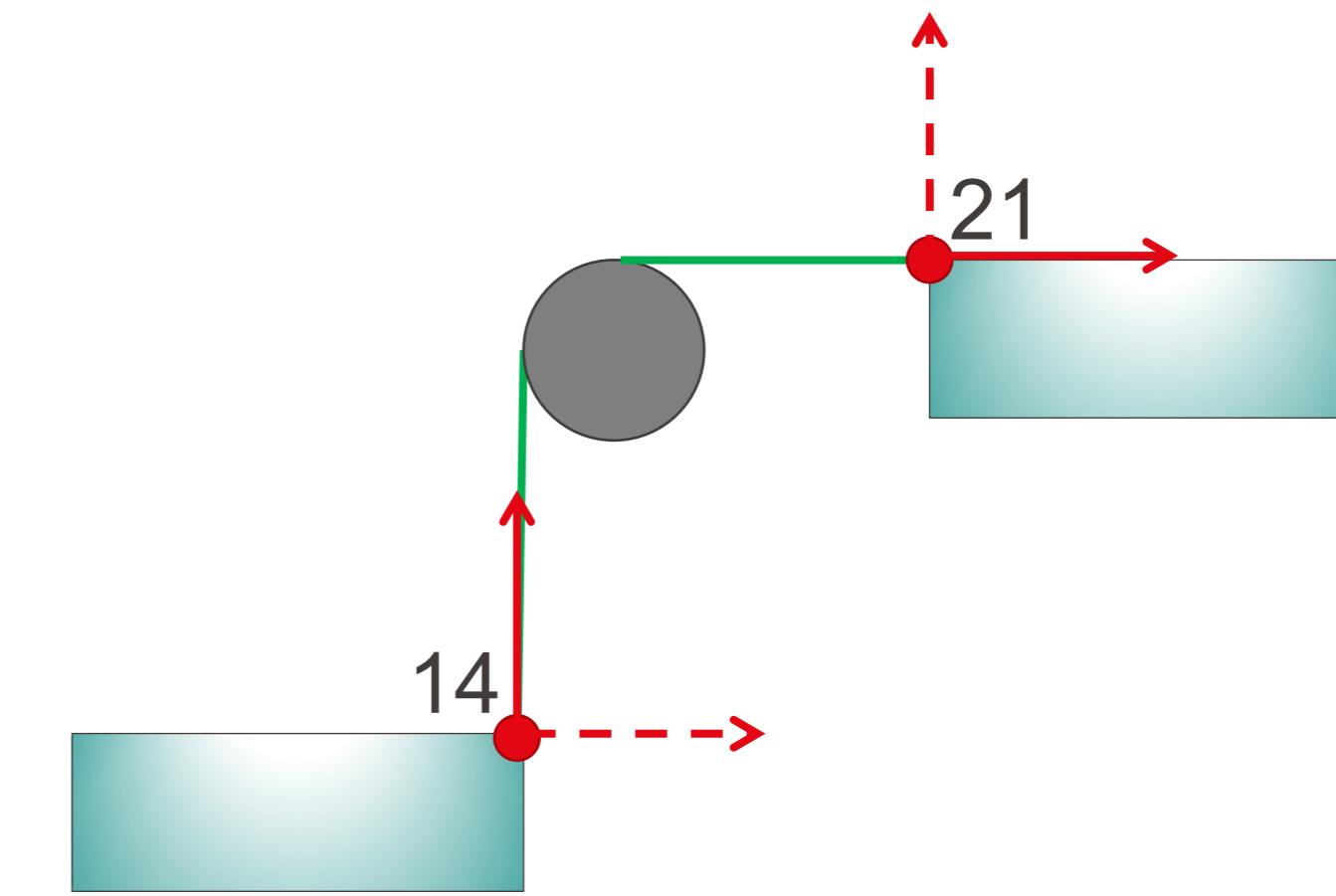
Symétrie

$$1 * \text{Node17.U1} + 1 * \text{Node23.U1} = 0$$



Poulie

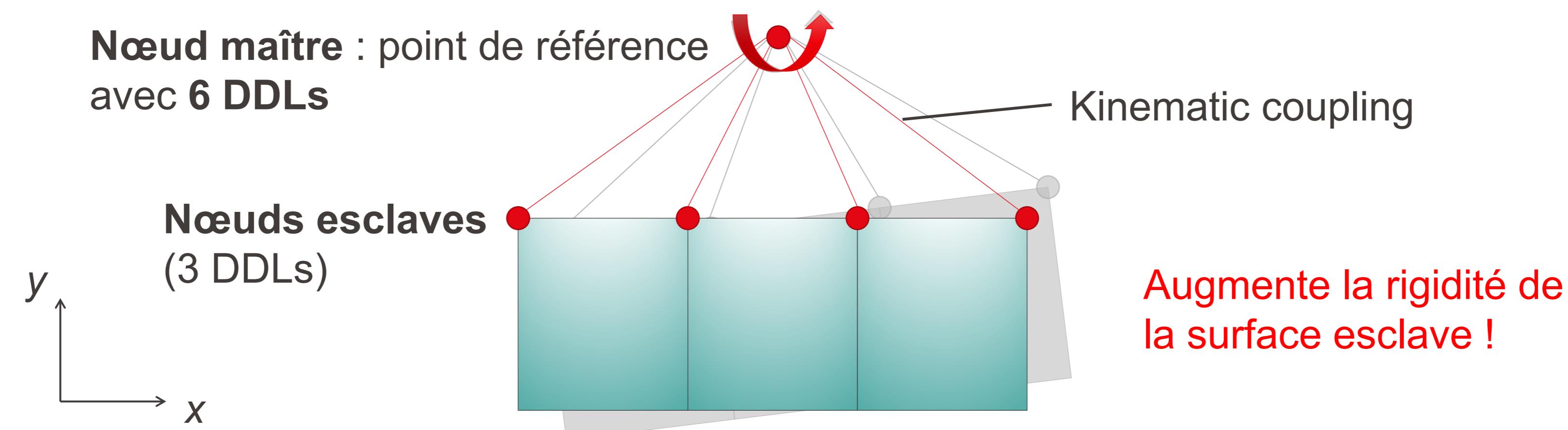
$$1 * \text{Node14.U2} - 1 * \text{Node21.U1} = 0$$



Contrainte noeud / surface (“Kinematic coupling”)

Modélisation et simulation par éléments finis

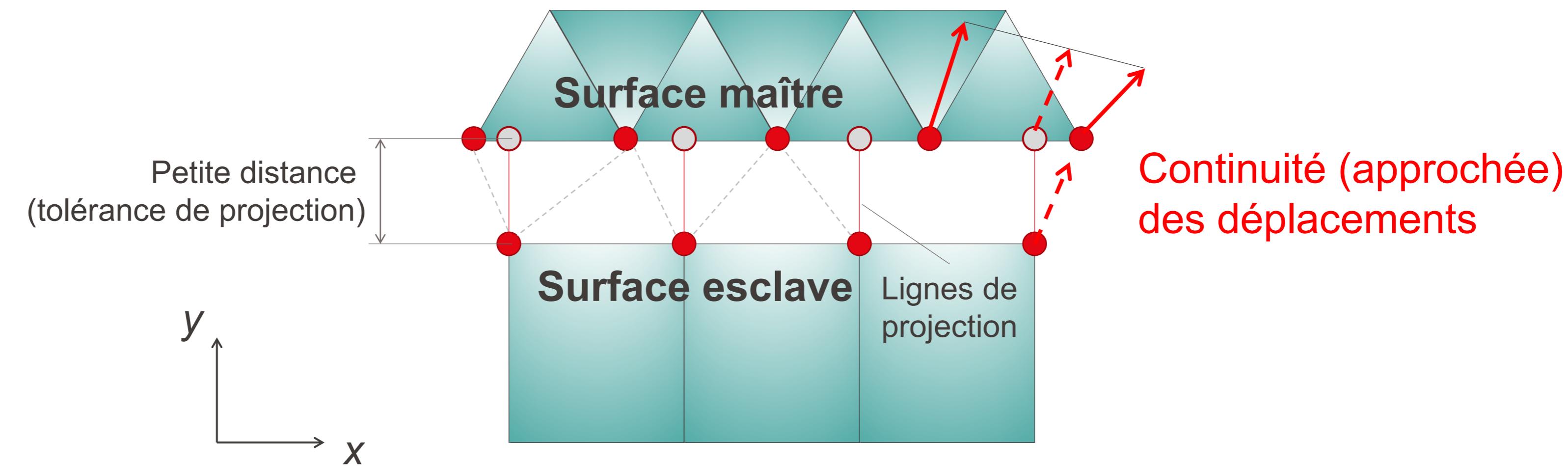
- Interaction → Constraints → Coupling → Kinematic coupling
- Plusieurs équations pour maintenir constante la position relative (déplacements + rotations).
- Transfert des déplacements / rotations du nœud (“master”) vers la surface (“slave”).
- Souvent utilisée avec un point de référence pour lier des pièces ou appliquer un moment / une rotation à une surface.



Contrainte surface / surface (“Tie”)

- Interaction → Constraints → Tie
- Plusieurs équations pour maintenir constante la position relative entre chaque point de la surface "esclave" et sa projection sur la surface "maître".
- Souvent utilisée pour lier 2 parties d'un assemblage en assurant la continuité des déplacements (de manière approchée).

Modélisation et simulation par éléments finis



Assemblages : trois méthodes

Modélisation et simulation par éléments finis

1. Contraintes (cf. slides précédents) :

- CAD : modéliser comme un assemblage → exporter (par ex. STP) ;
- Abaqus : importer → créer assemblage, positionner les pièces
→ **créer des contraintes** pour modéliser interactions entre pièces.

Continuité approchée des déplacements

2. Géométrie fusionnée :

- CAD : modéliser comme un assemblage → exporter (STP) ;
- Abaqus : importer → créer assemblage, positionner les pièces
→ **fusionner la géométrie** (conserve surfaces internes).

Continuité exacte des déplacements

3. Modèle CAD continu :

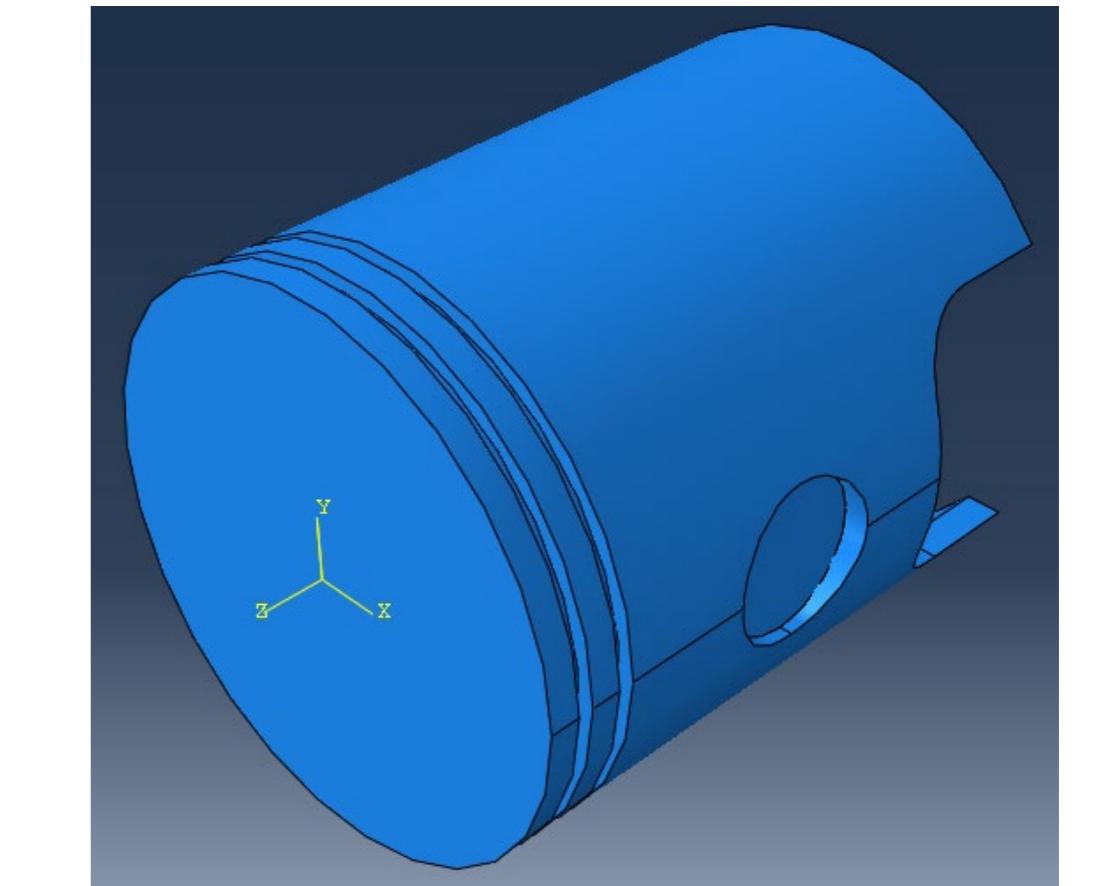
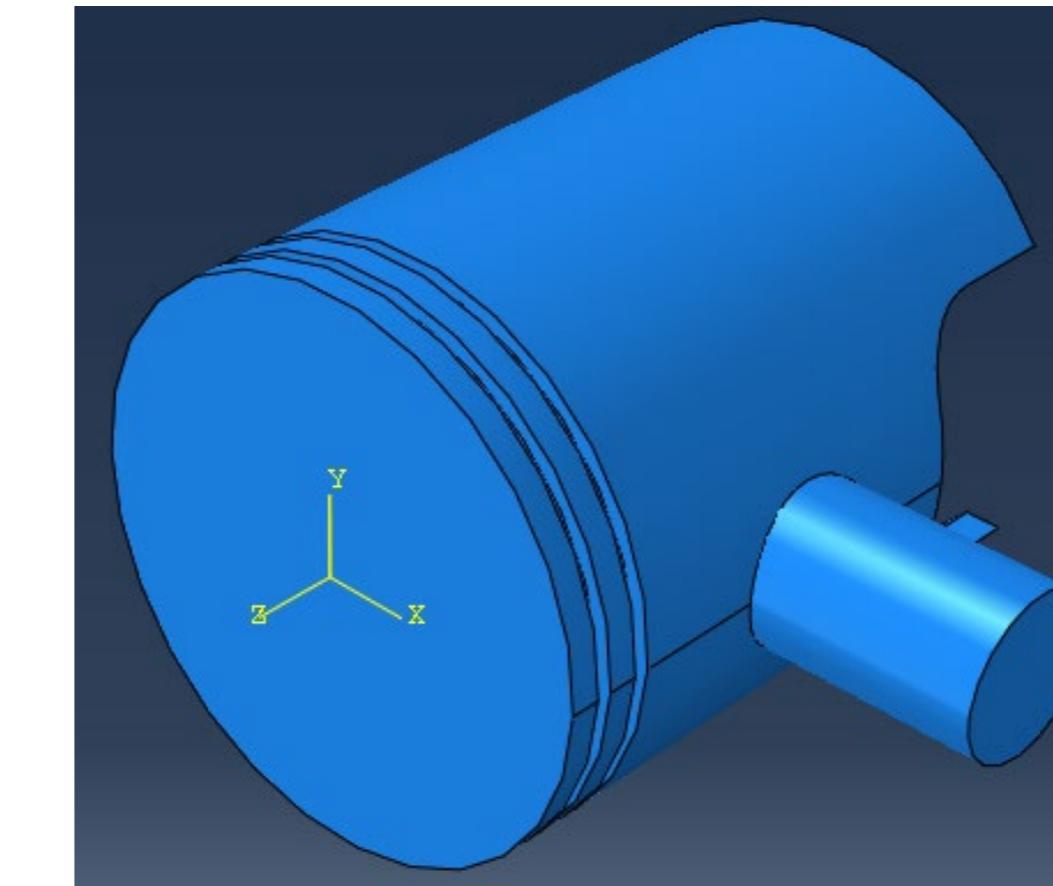
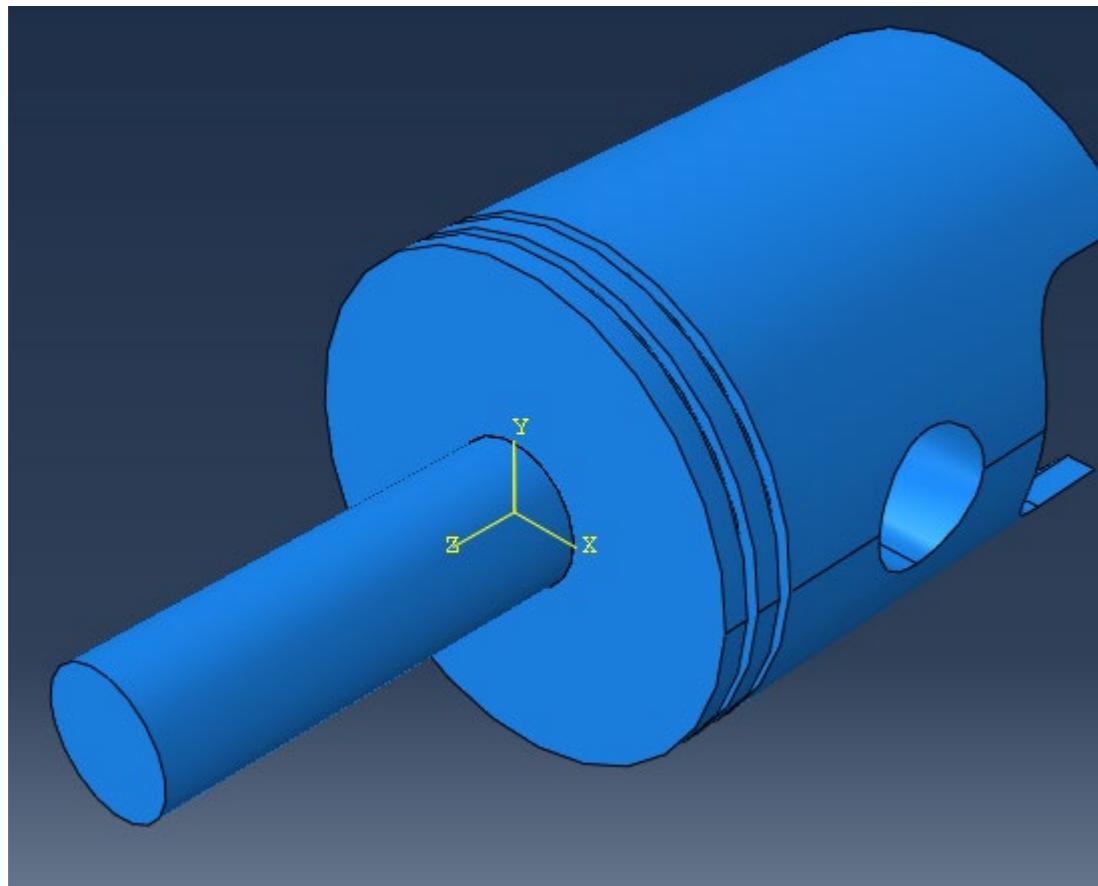
- CAD : fusionner toutes les pièces → exporter (STP) ;
- Abaqus : importer (et partitionner pour appliquer différents matériaux).

Démonstration

Modélisation et simulation par éléments finis

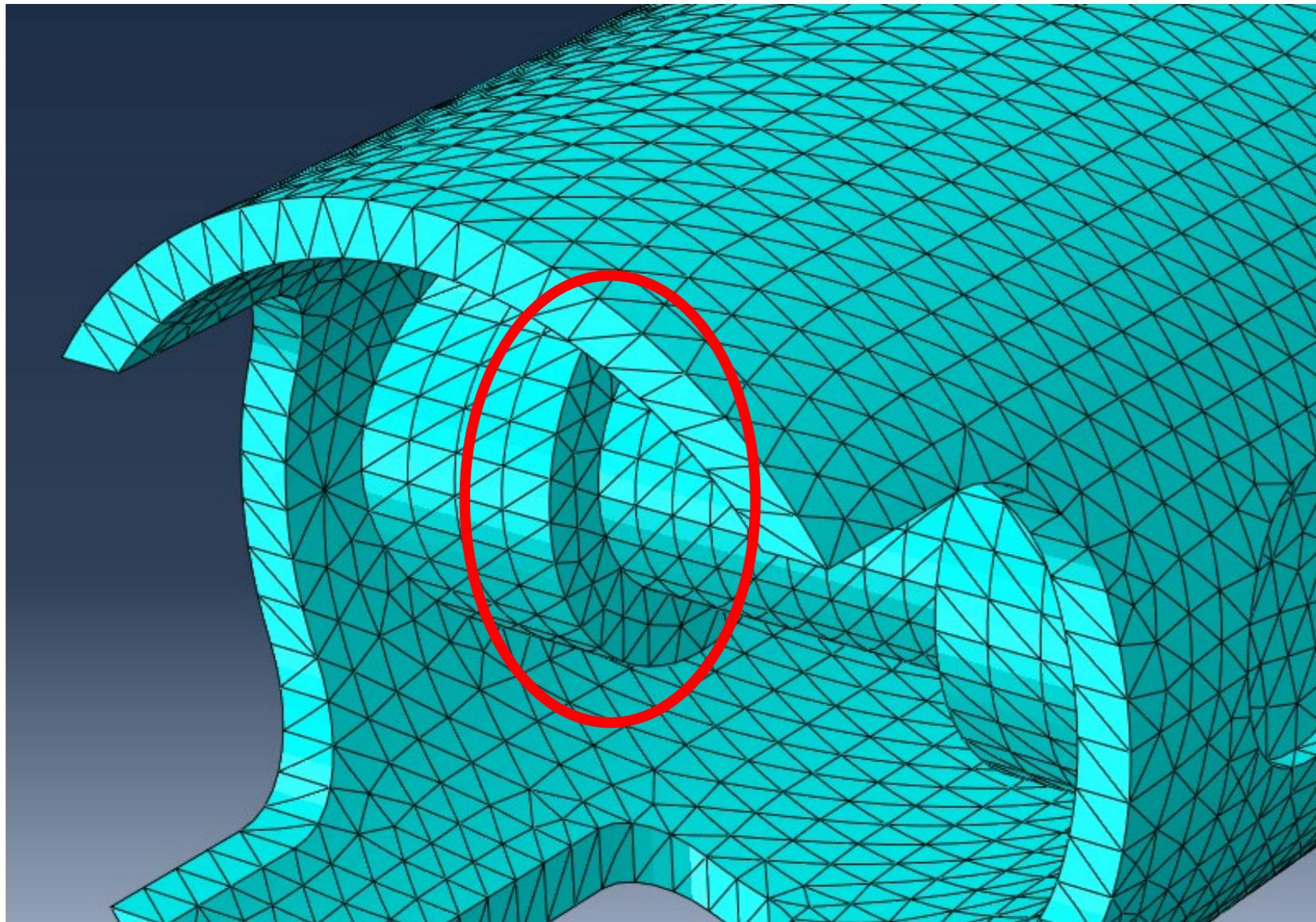
- Vidéo AssemblyDemo.zip (+ modèle final assembly1.cae).

- Ouvrir assembly1-input.cae.
- Créer des instances pour les pièces “piston” et “axe1”.
- Module “Interaction” : positionner l’axe avec contraintes de position : coaxial + face to face (offset -13mm).



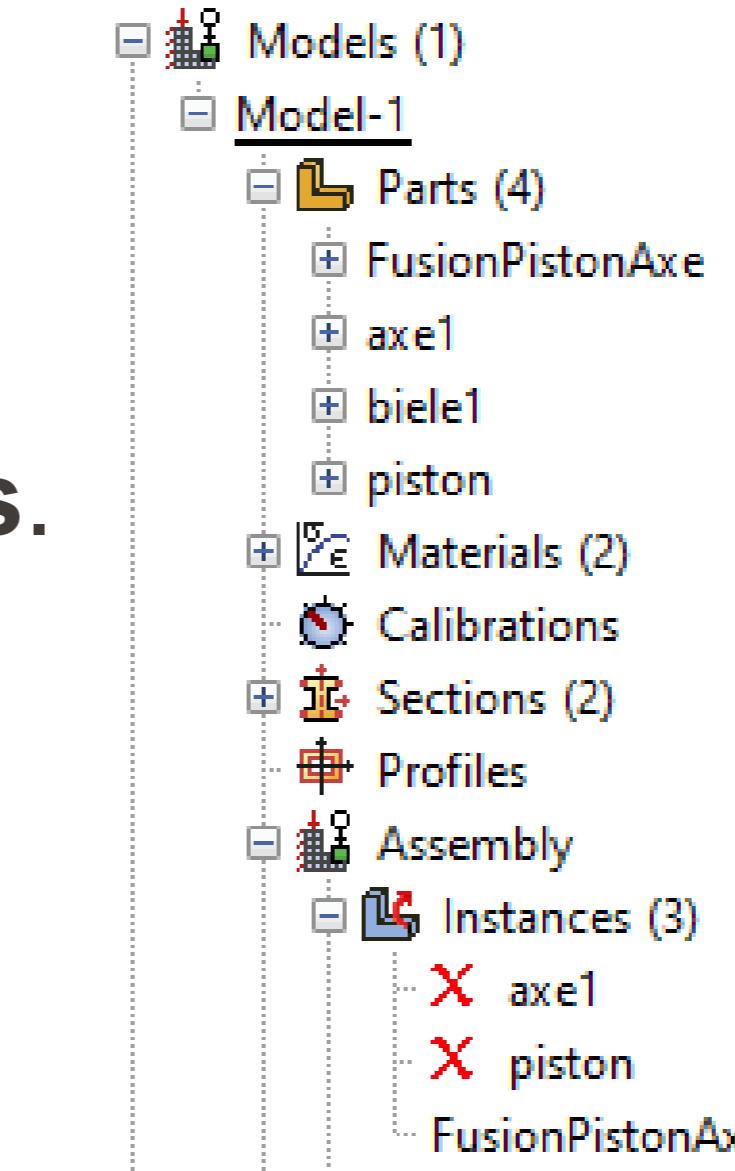
Démonstration

Modélisation et simulation par éléments finis

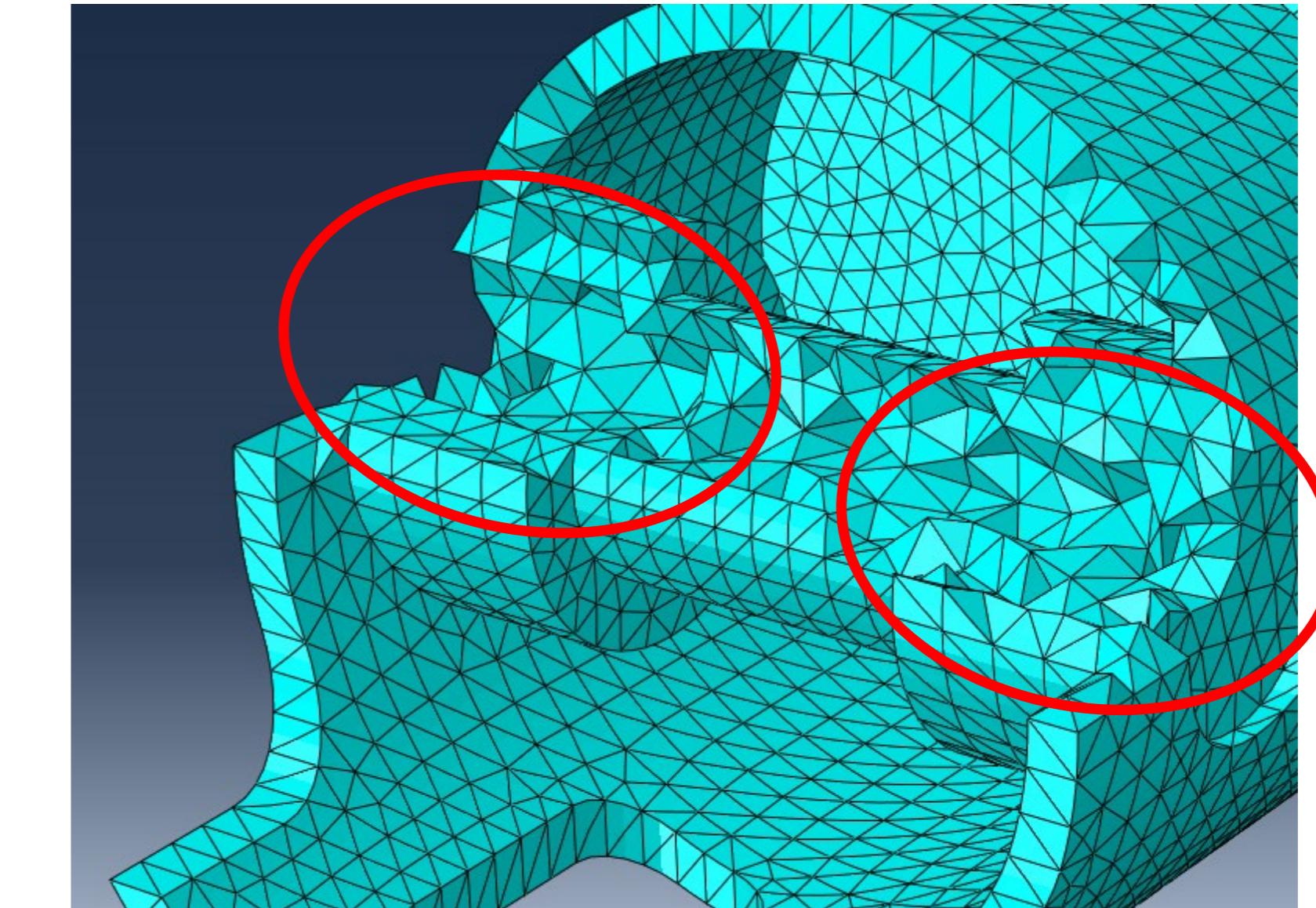


- Fusionner, en gardant surfaces internes.

(On peut mailler pour vérifier la continuité.)



→ Nouvelle pièce fusionnée.

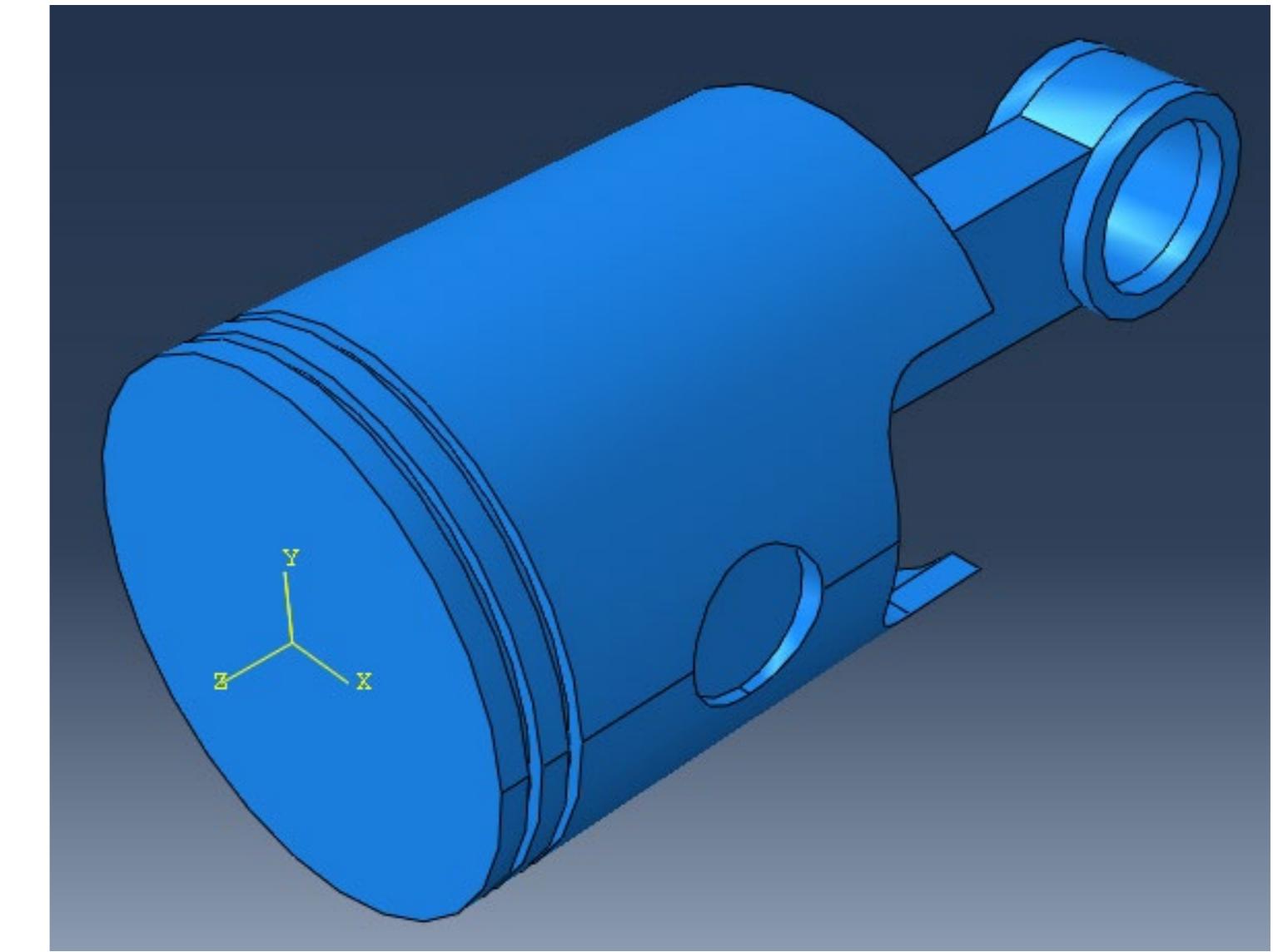
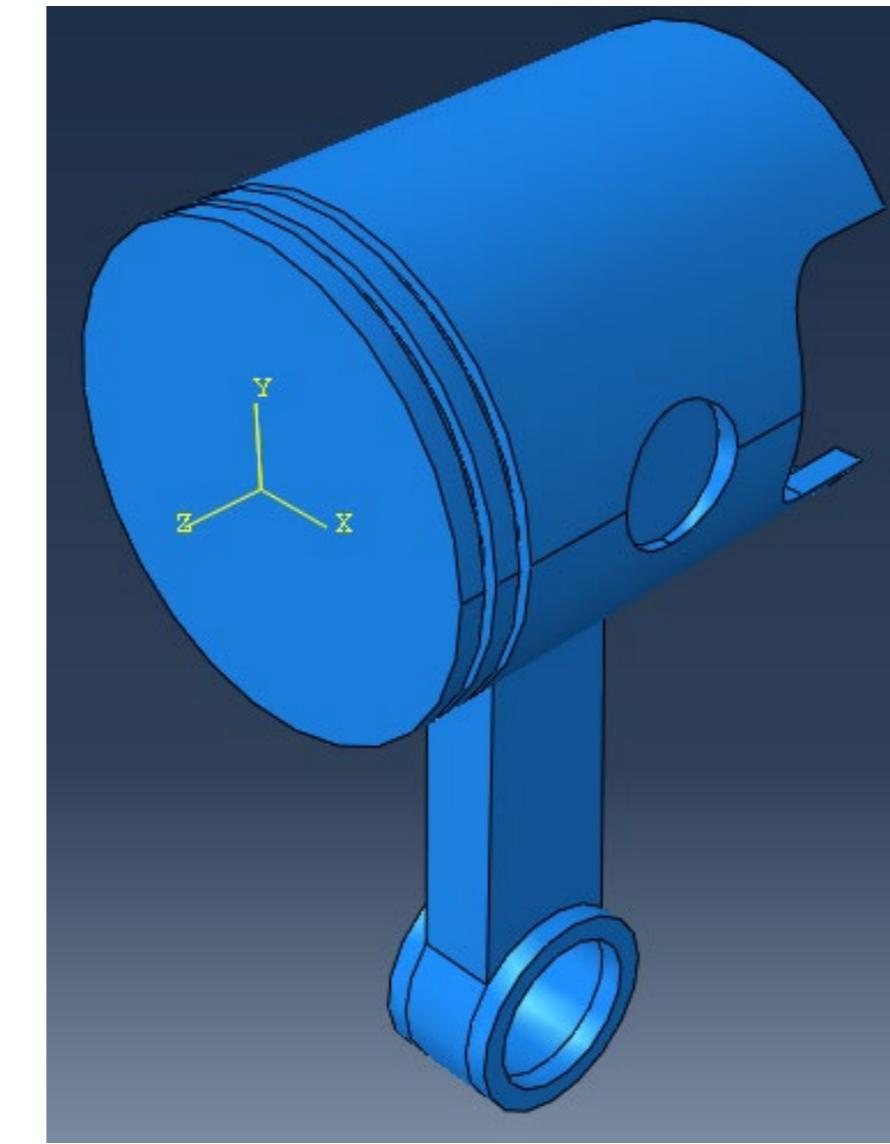
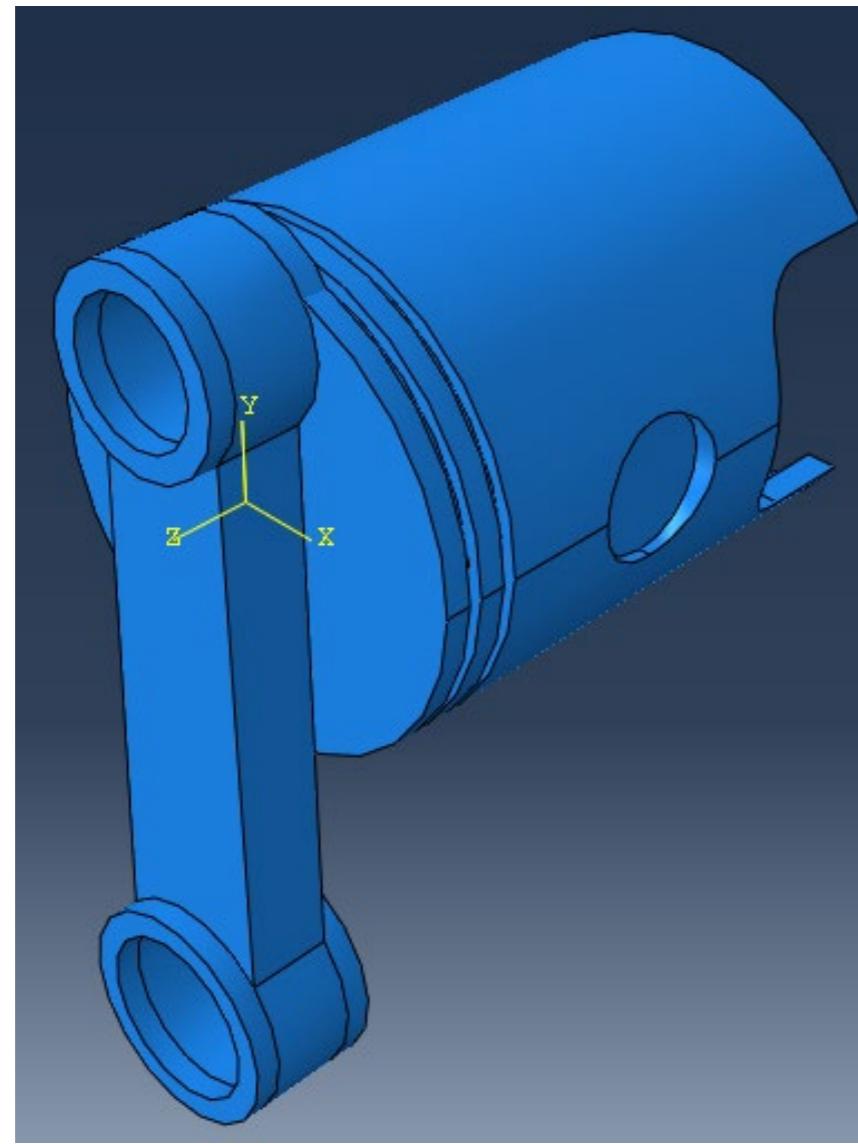


→ Nouvelle instance
remplace axe et piston.

Démonstration

- Créer une instance pour la pièce “biele1”.
- Module “Interaction” : positionner la bielle avec contraintes de position : coaxial + face to face (offset +4mm) + rotate.

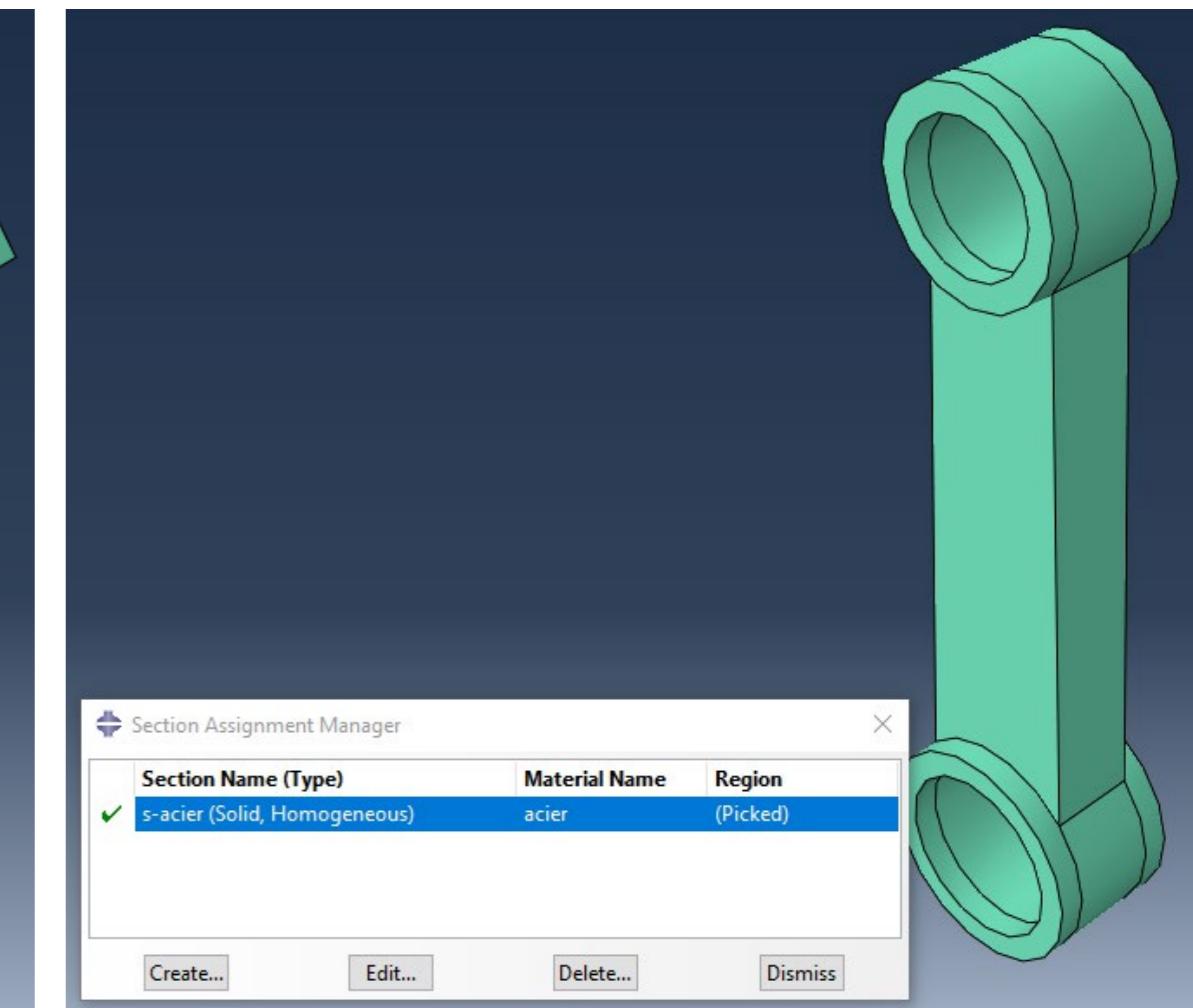
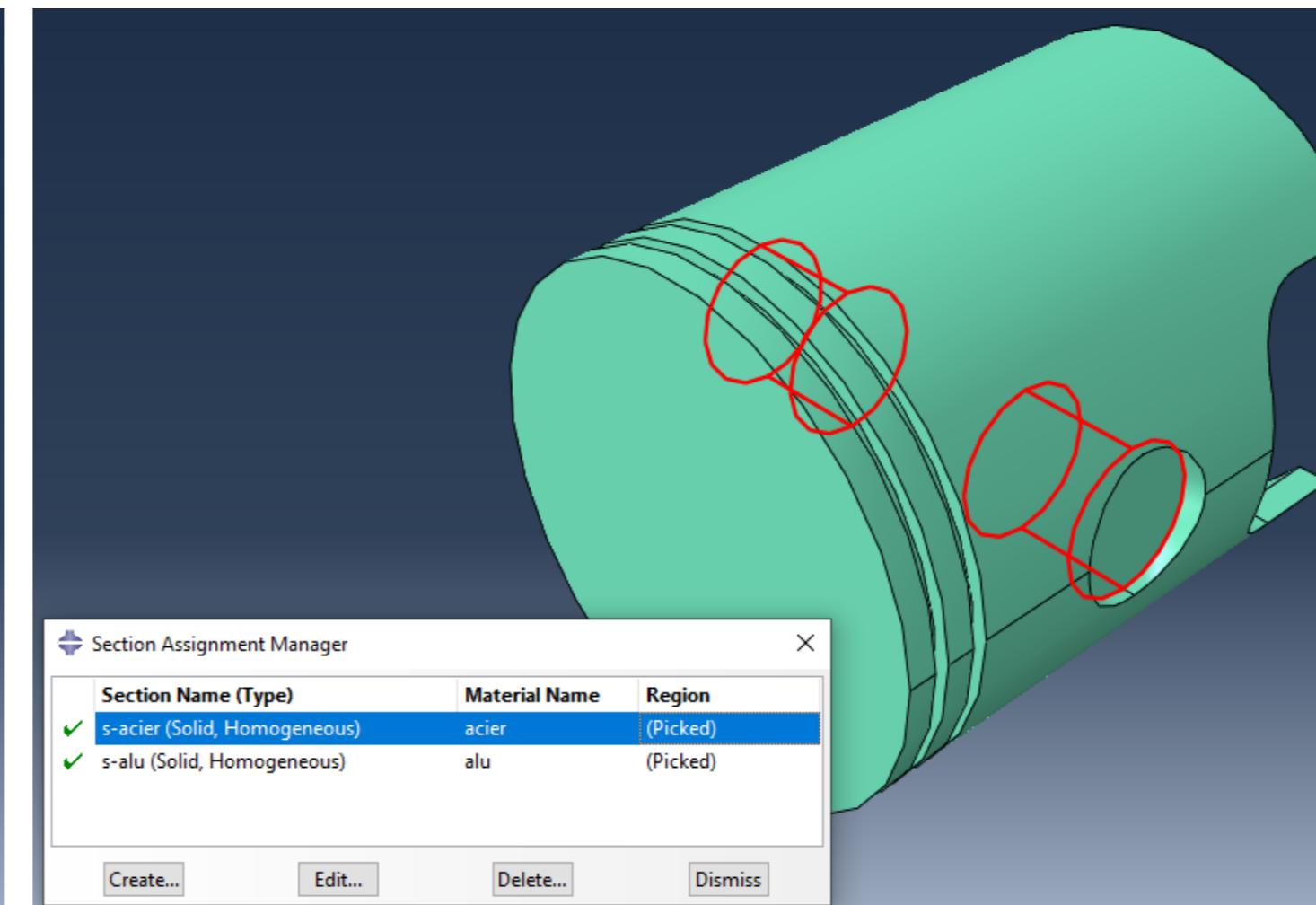
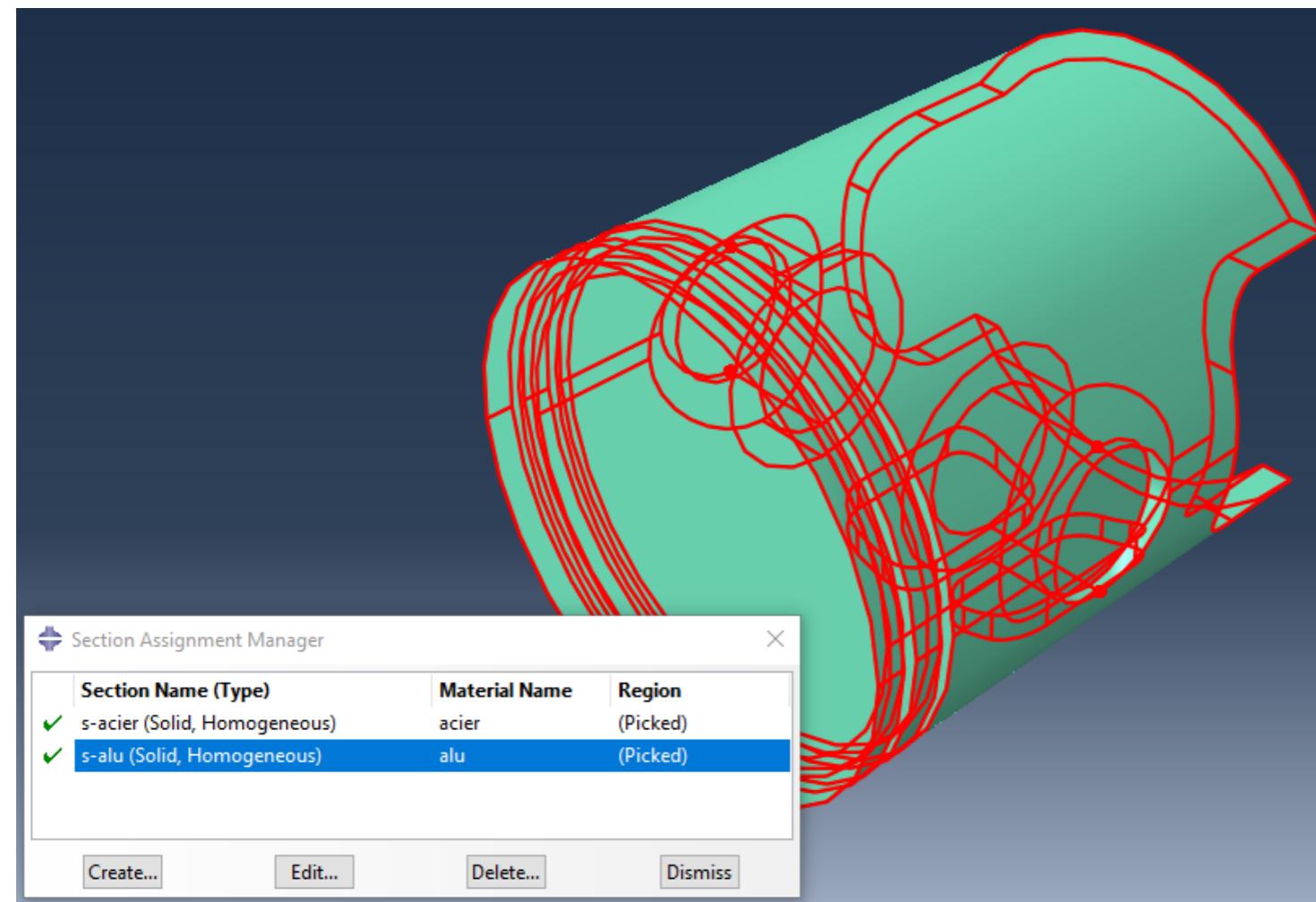
Modélisation et simulation par éléments finis



Démonstration

- Assigner les propriétés (matériaux) à toutes les pièces / régions (piston en aluminium, axe & bielle en acier).

Modélisation et simulation par éléments finis

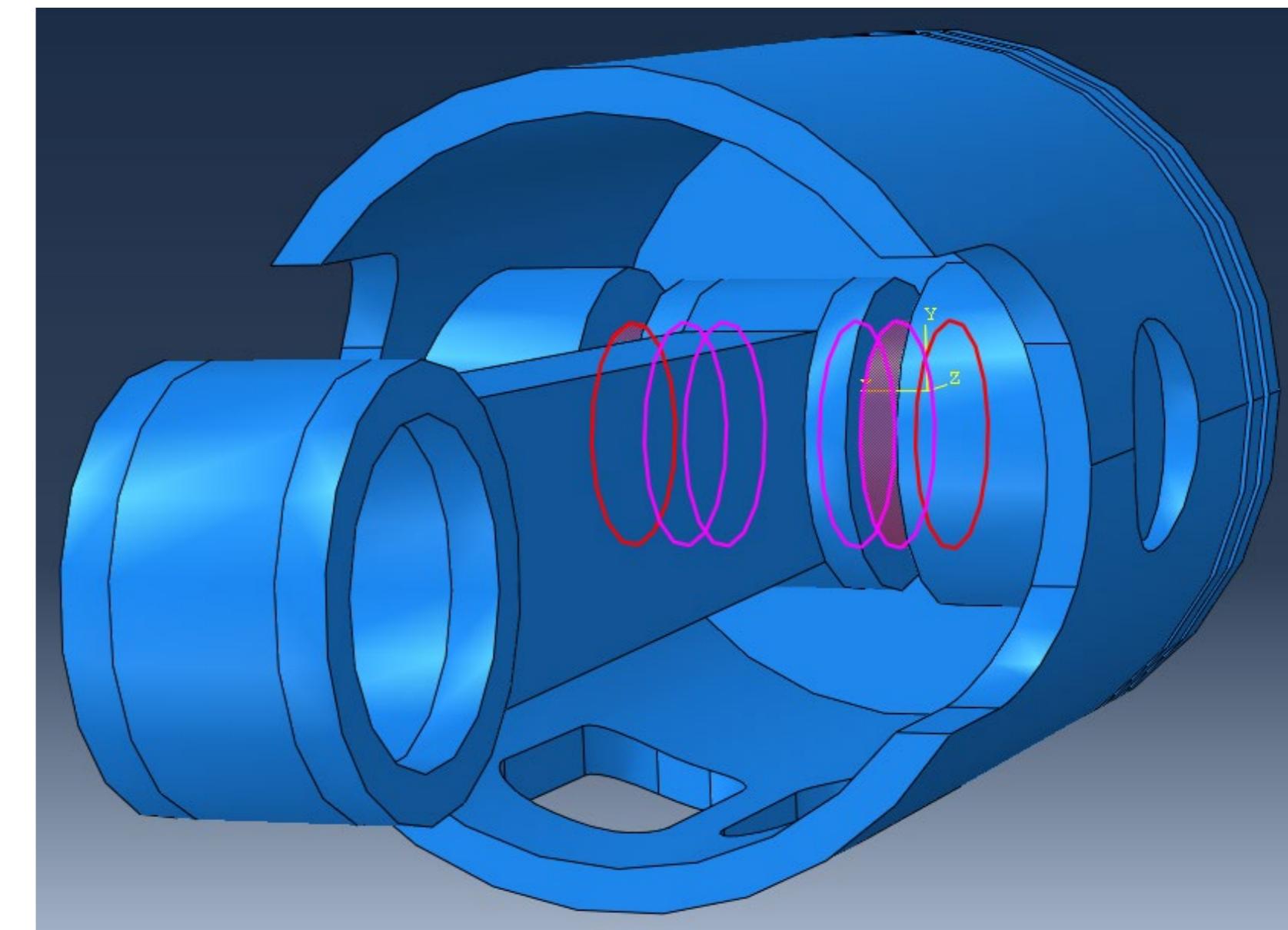
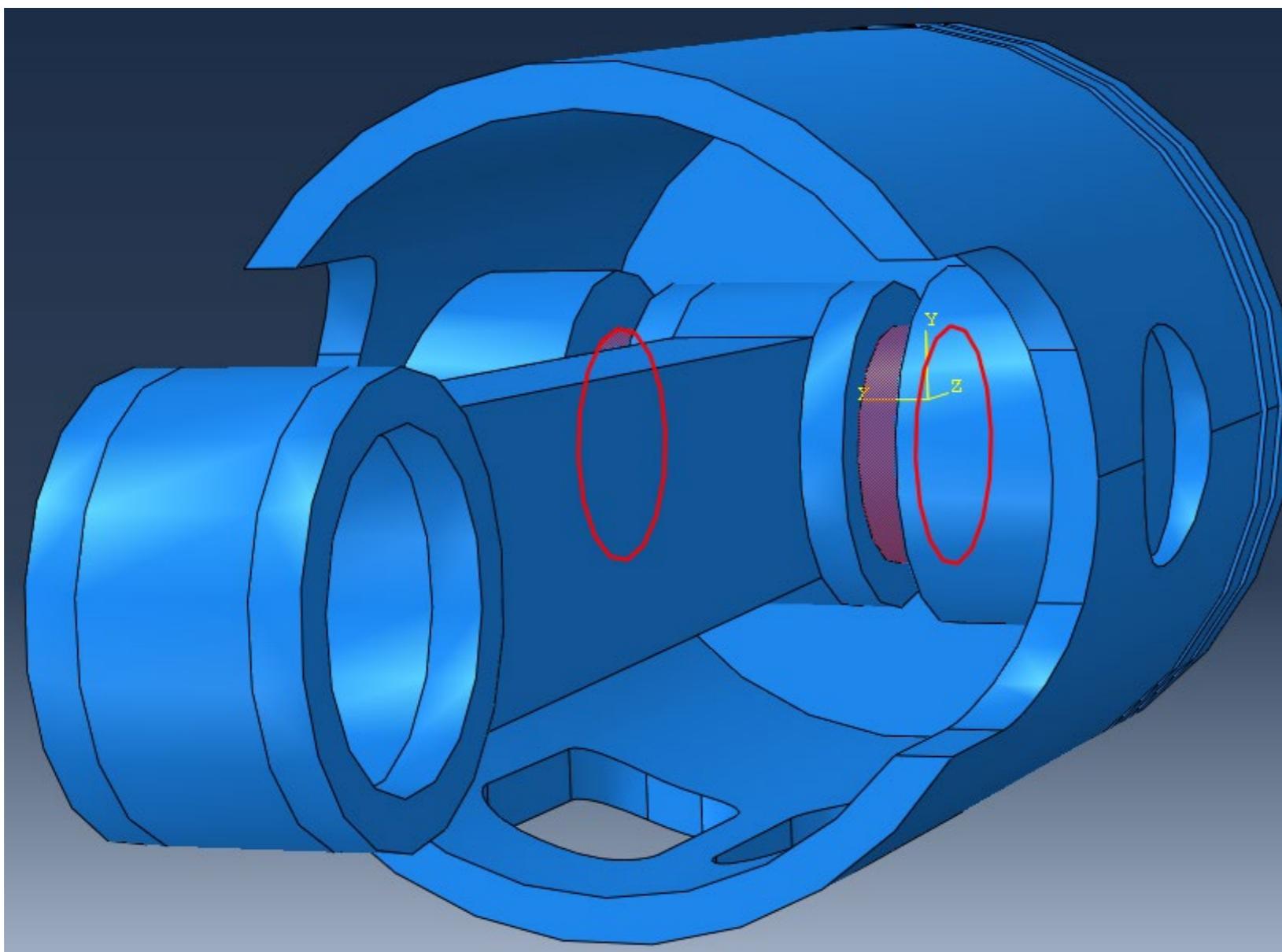


- Créer un step.

Démonstration

- Créer la 1^{ère} contrainte : **collage (tie)** entre l'axe (master) et la bielle (slave).

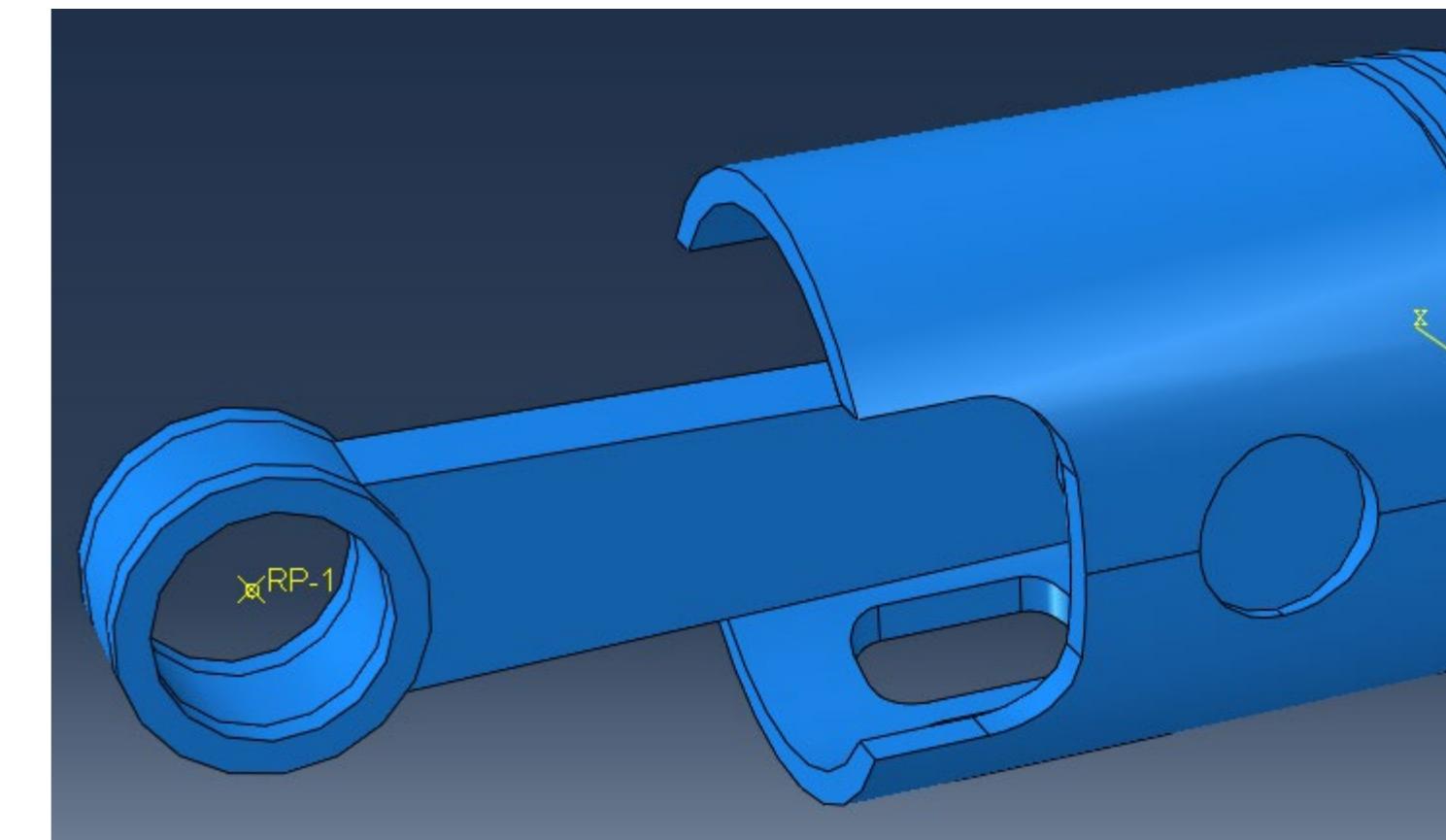
Modélisation et simulation par éléments finis



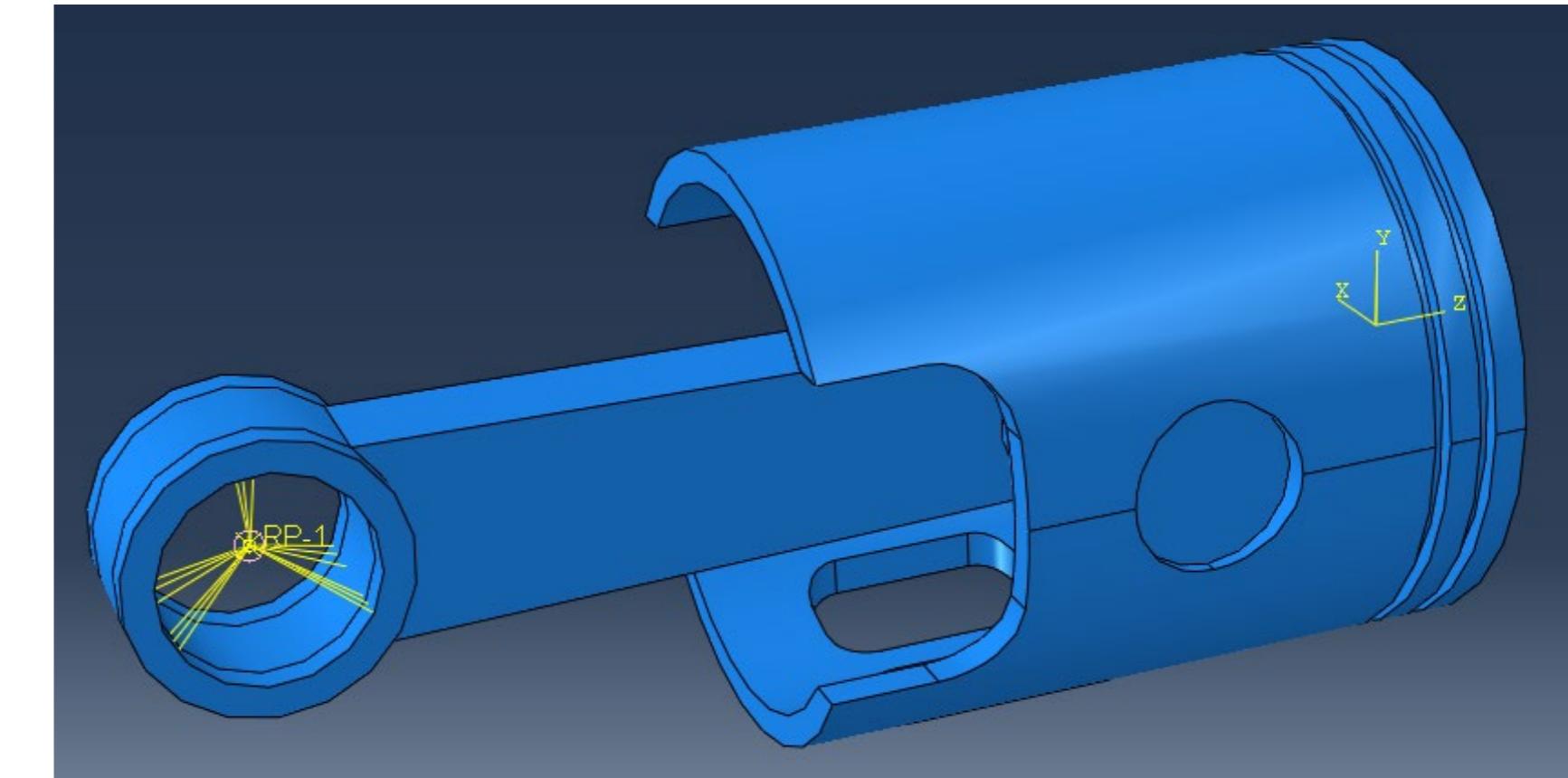
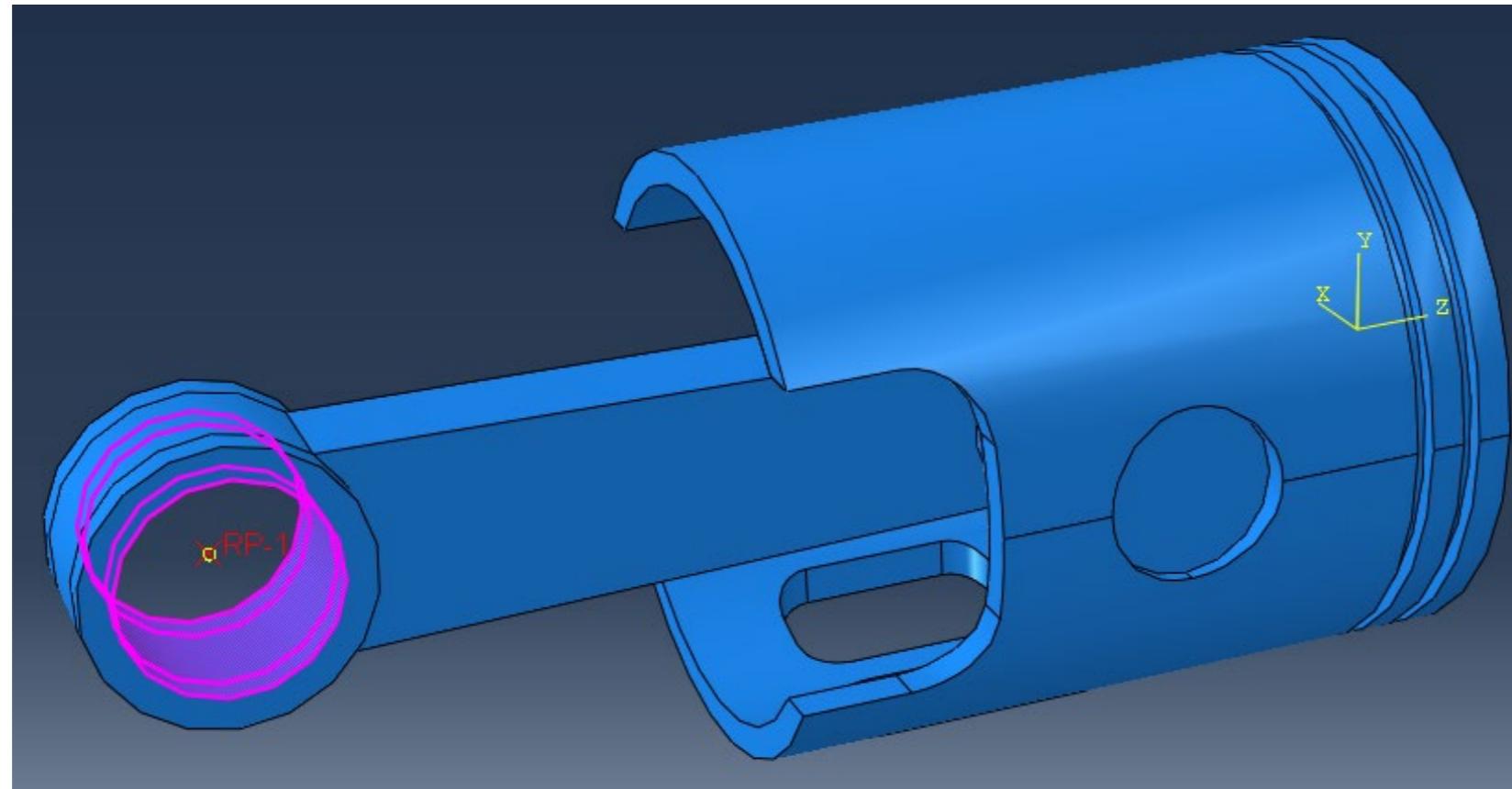
Démonstration

Modélisation et simulation par éléments finis

- Créer un datum point sur l'axe inférieur de la bielle.
- Créer un **point de référence** (RP).



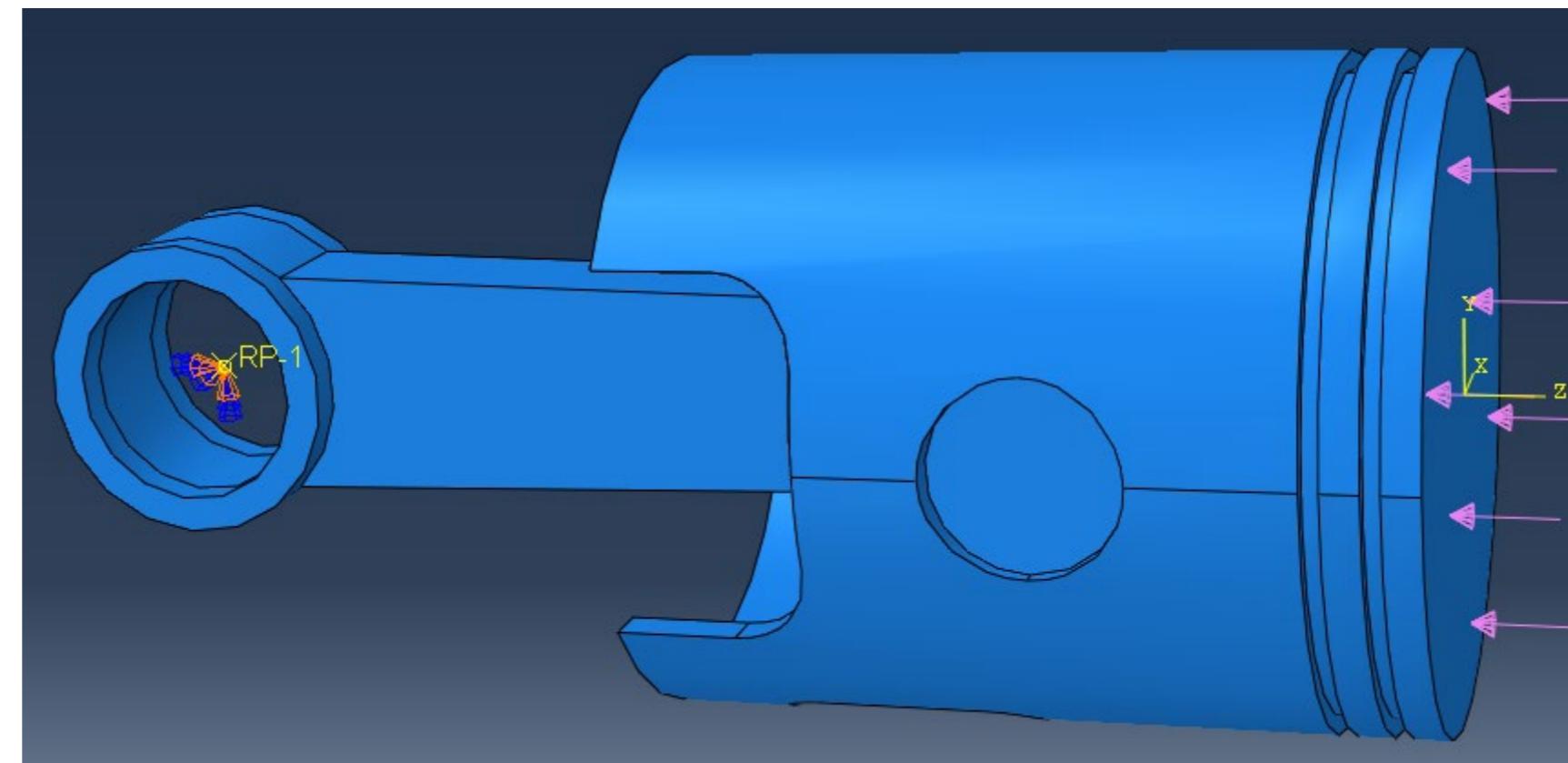
- Créer la 2^{ème} contrainte : **kinematic coupling** entre le RP et l'alésage de la bielle.



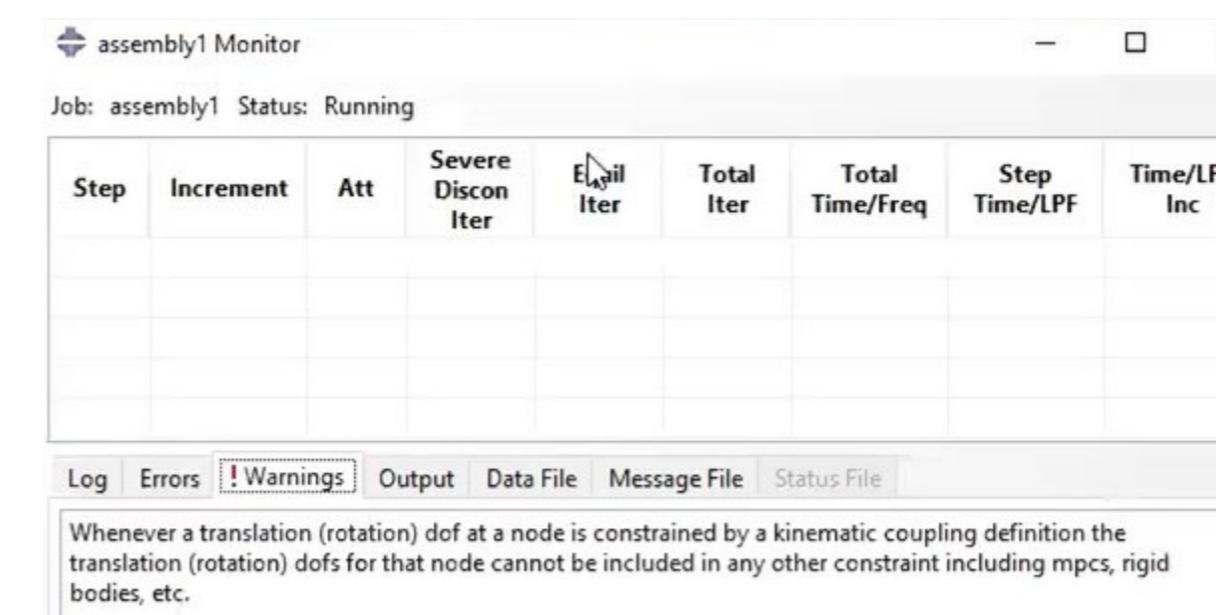
Démonstration

Modélisation et simulation par éléments finis

- Conditions limites :
 - Pression 0.1 MPa sur partie supérieure du piston ;
 - Tous déplacements & rotations = 0 au RP.



- Créer le maillage.
- Lancer le calcul.

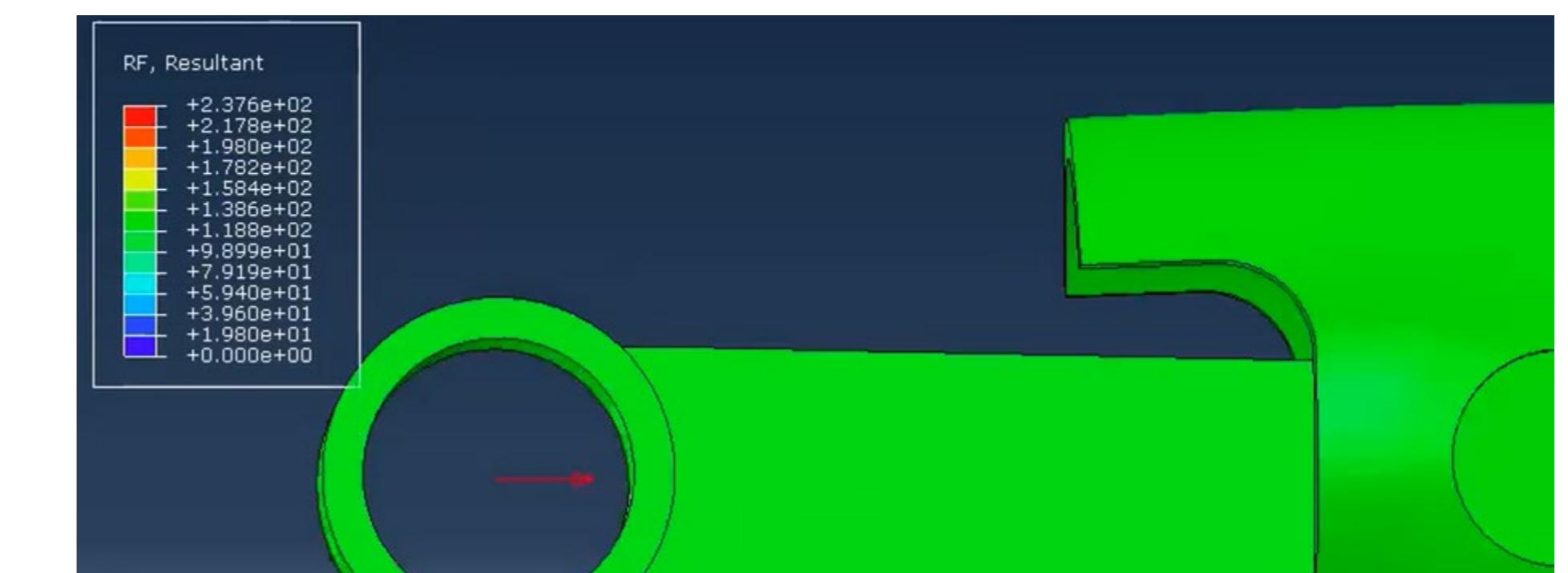
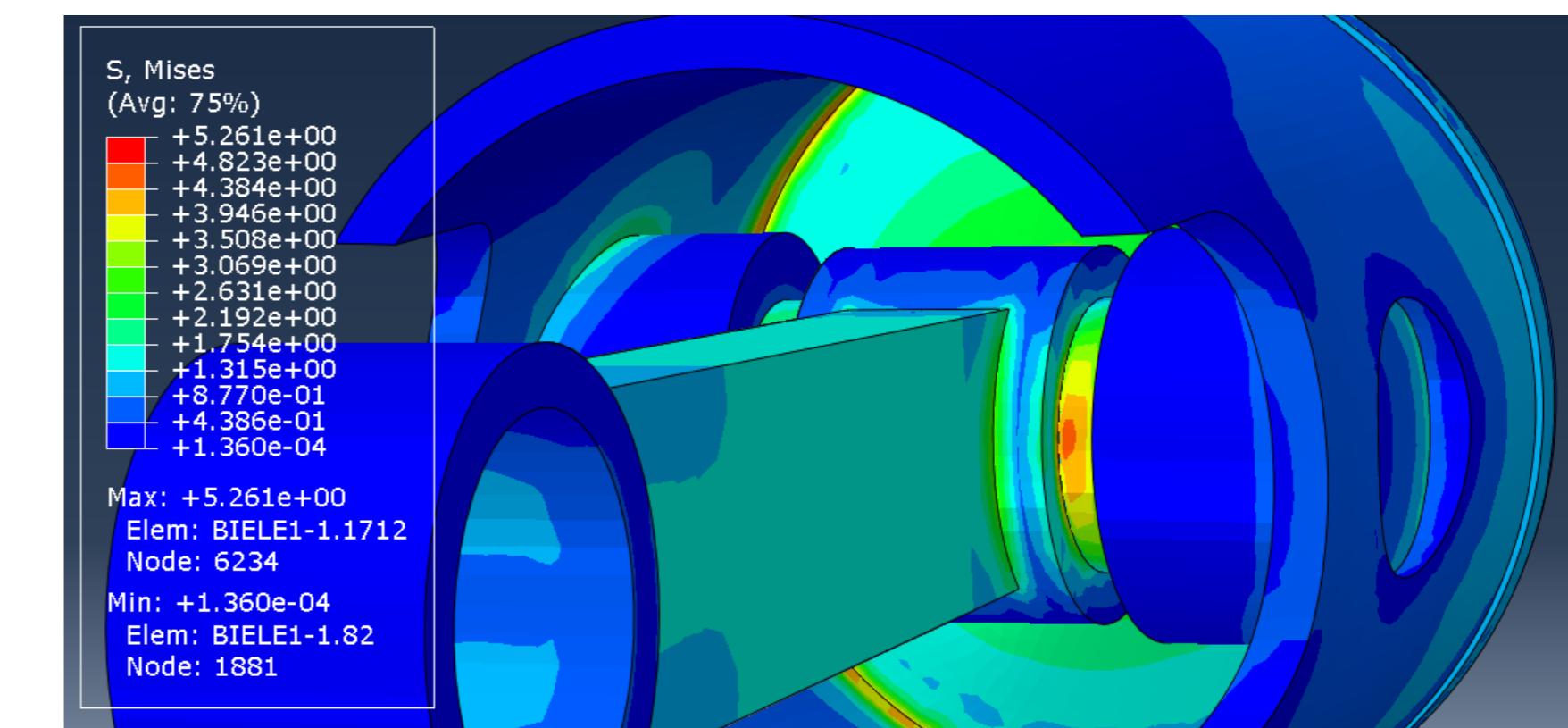
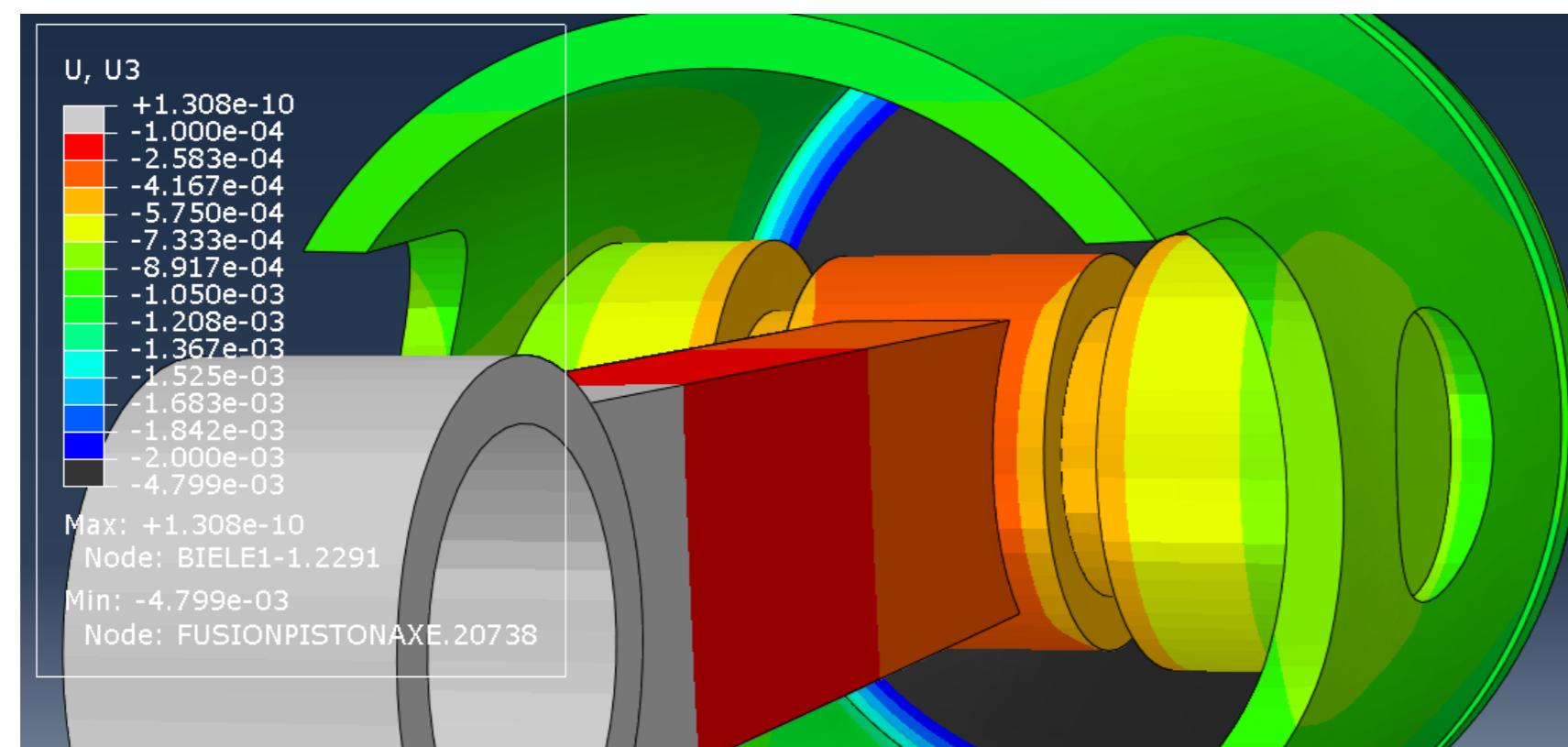


Obs. : un DDL esclave ne peut pas être impliqué dans plusieurs interactions (conflit).

Démonstration

- Visualiser les résultats. Vérifier (avec view cut et/ou replace/remove selected) :
 1. Pièces fusionnées : continuité du maillage et des champs ;
 2. Collage : discontinuité du maillage mais continuité (approchée) des déplacements (+ discontinuité contraintes).

Modélisation et simulation par éléments finis

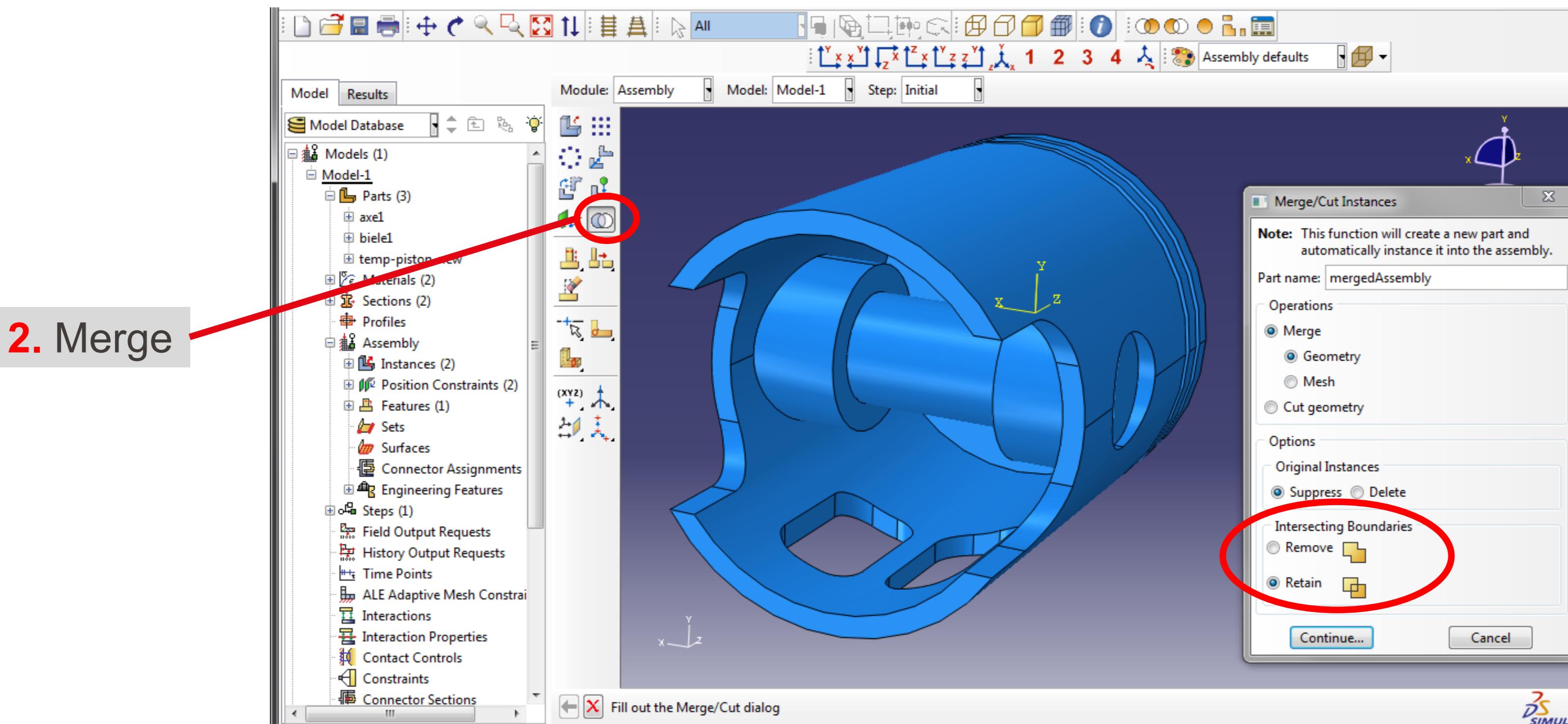


- Visualiser la force de réaction au RP.

Annexe : Assembler et fusionner

Modélisation et simulation par éléments finis

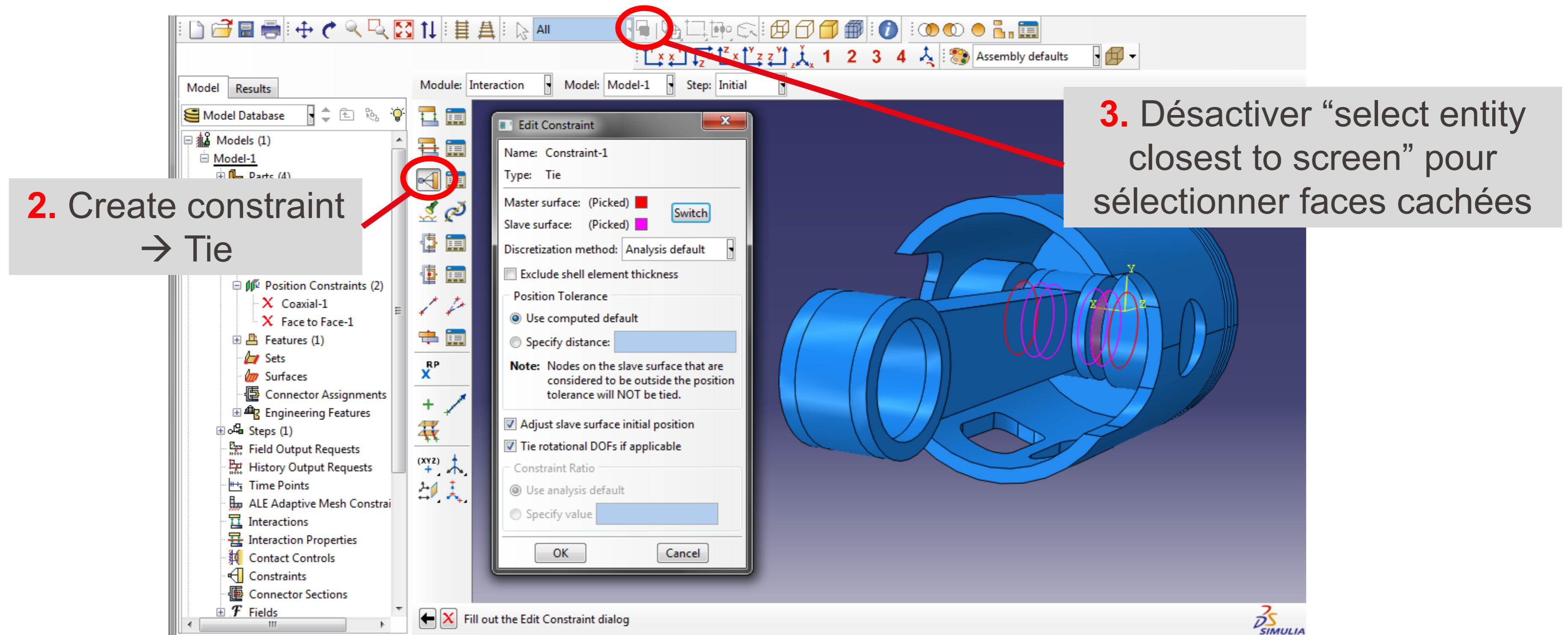
1. Module "Assembly" : positionner les pièces.
2. Fusionner (option "retain intersecting boundaries").



Annexe : Définir une contrainte “tie”

1. Module "Assembly" : positionner les pièces
2. Module "Interaction" : Create constraint → Tie
3. Sélectionner surface "maître" et surface "esclave" (ou ensemble de nœuds "esclave").

Modélisation et simulation par éléments finis



Annexe : Définir un “kinematic coupling”

1. Créer Datum point + Reference point (= nœud avec 6 DOFs)
2. Module "Interaction" : Create constraint → Coupling
3. Sélectionner point de contrôle et surface "esclave" (ou ensemble de nœuds "esclave").
4. Spécifier la distance de couplage et les degrés de liberté à coupler.

Modélisation et simulation par éléments finis

