

Interactions et assemblages

**Modélisation et simulation
par éléments finis**

Edouard Boujo
Printemps 2022

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).

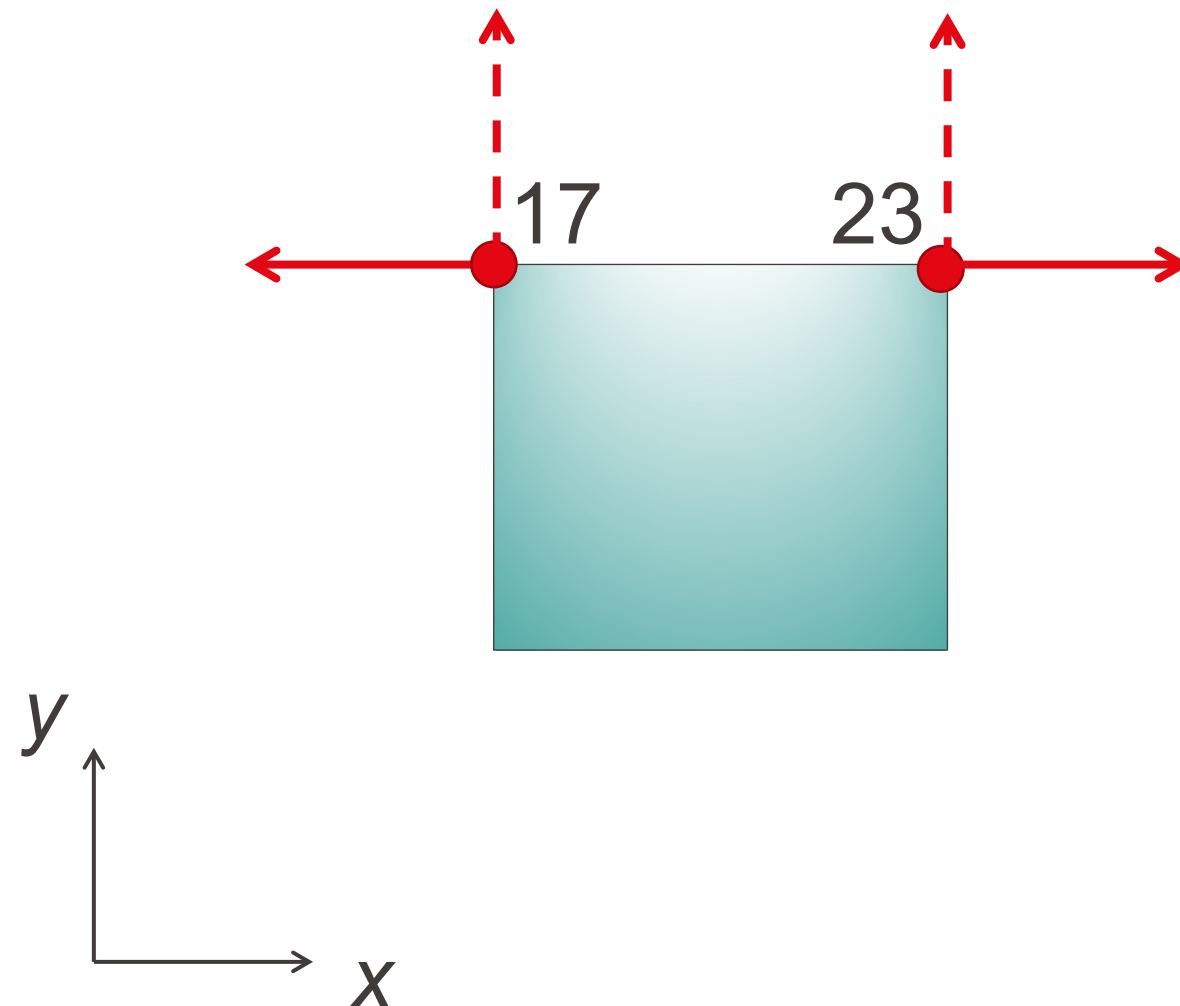
Contrainte noeud / noeud (“Equation”)

- Interaction → Constraints → Equation
- Une équation linéaire entre plusieurs degrés de libertés :
$$a1*Node1.DOF1 + a2*Node2.DOF2 + ... = 0$$

- Exemples :

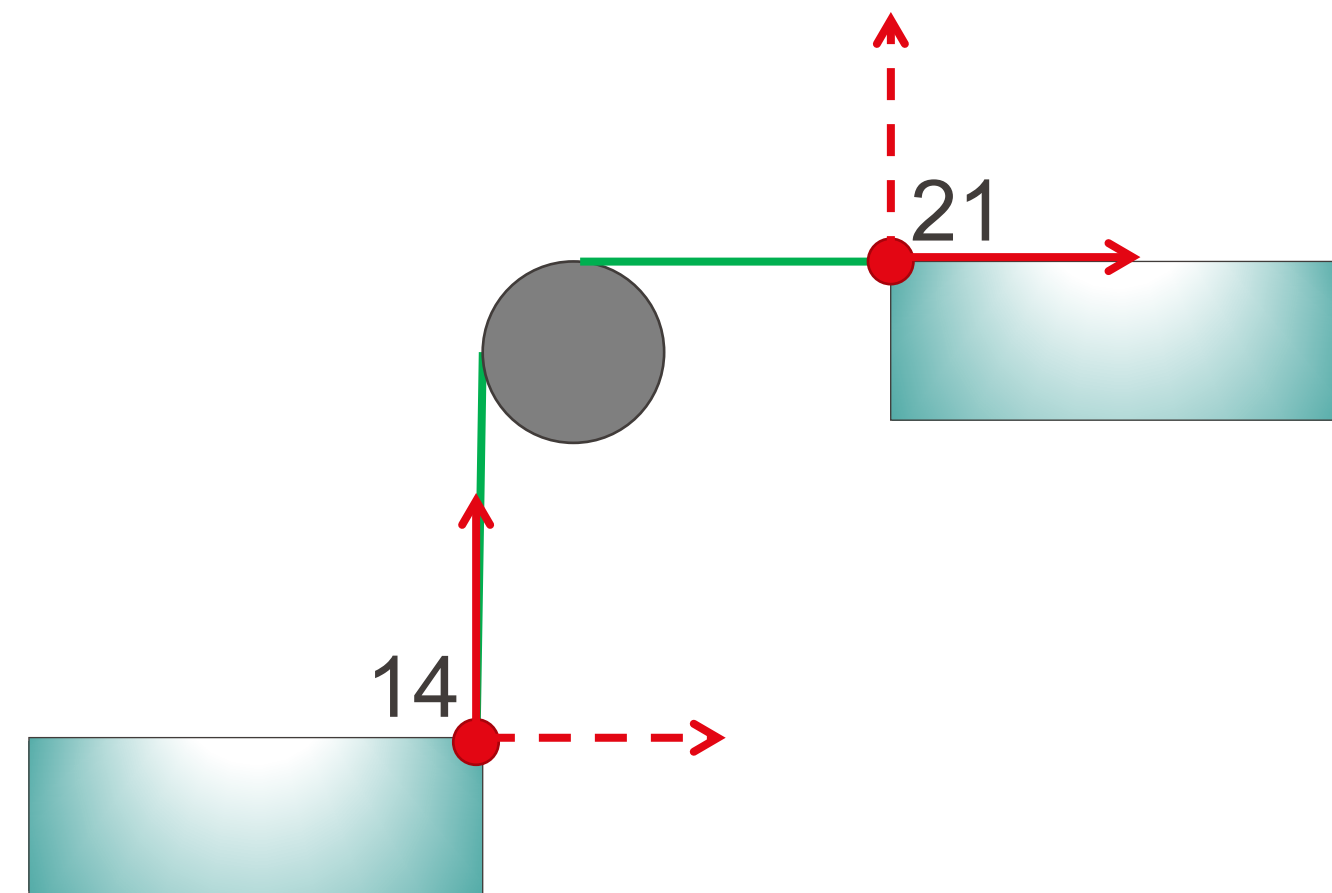
Symétrie

$$1 * Node17.U1 + 1 * Node23.U1 = 0$$



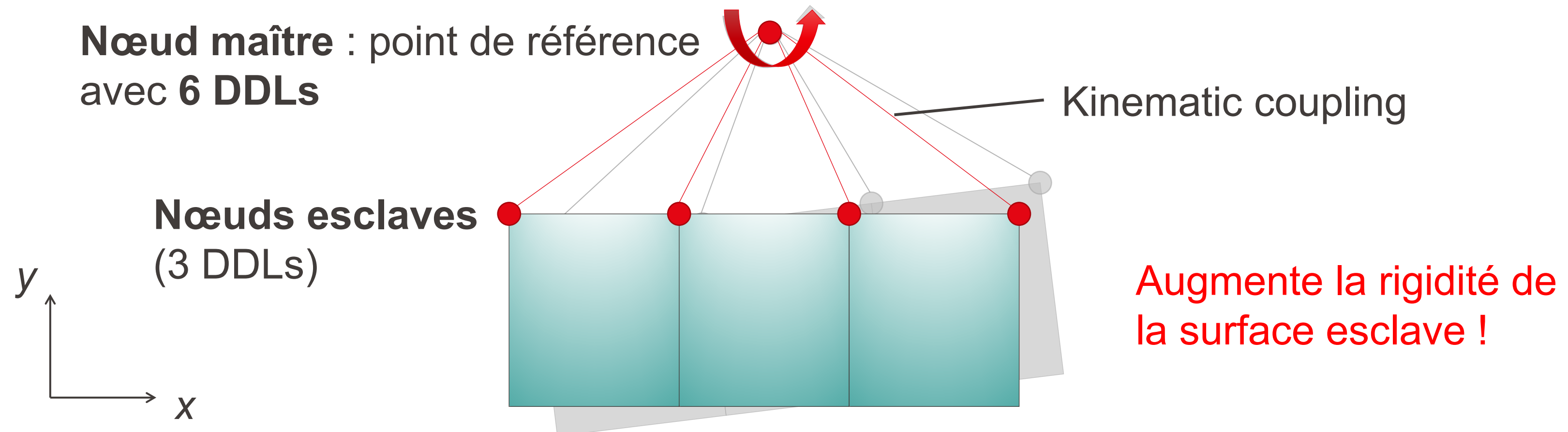
Poulie

$$1 * Node14.U2 - 1 * Node21.U1 = 0$$



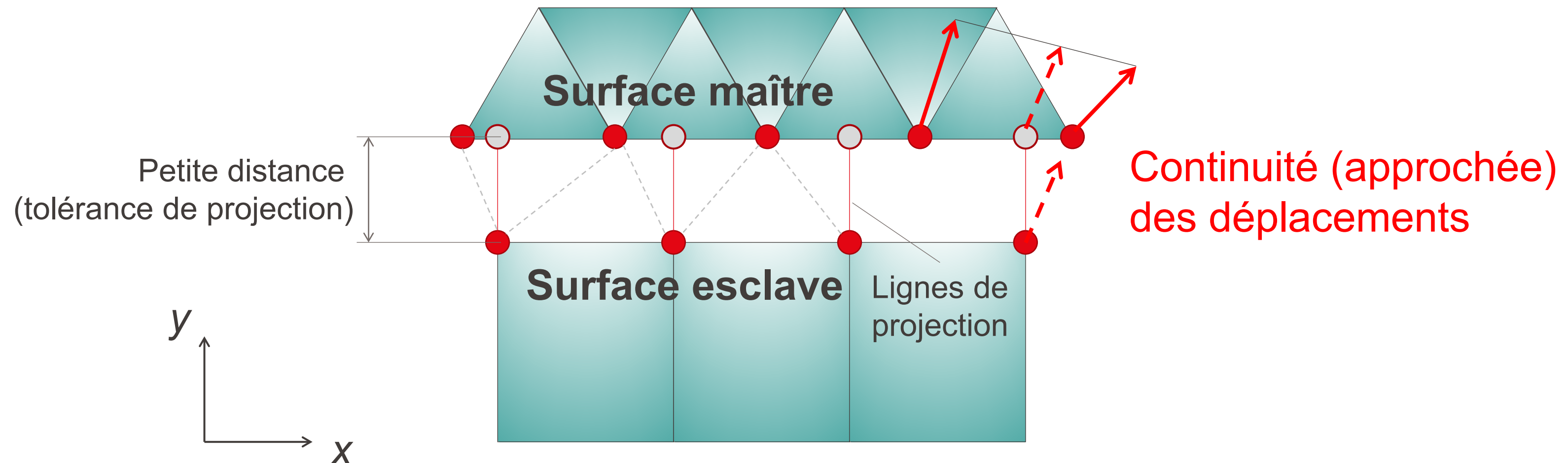
Contrainte noeud / surface (“Kinematic coupling”)

- 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).



Assemblages : trois méthodes

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).

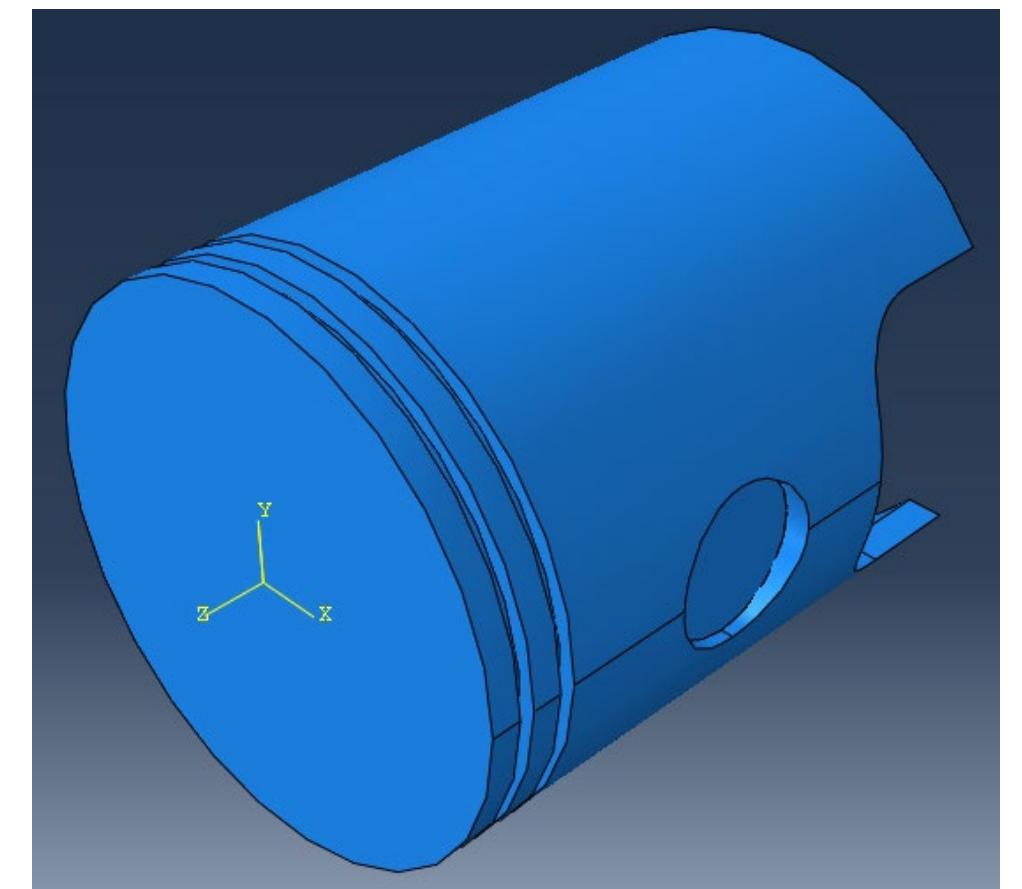
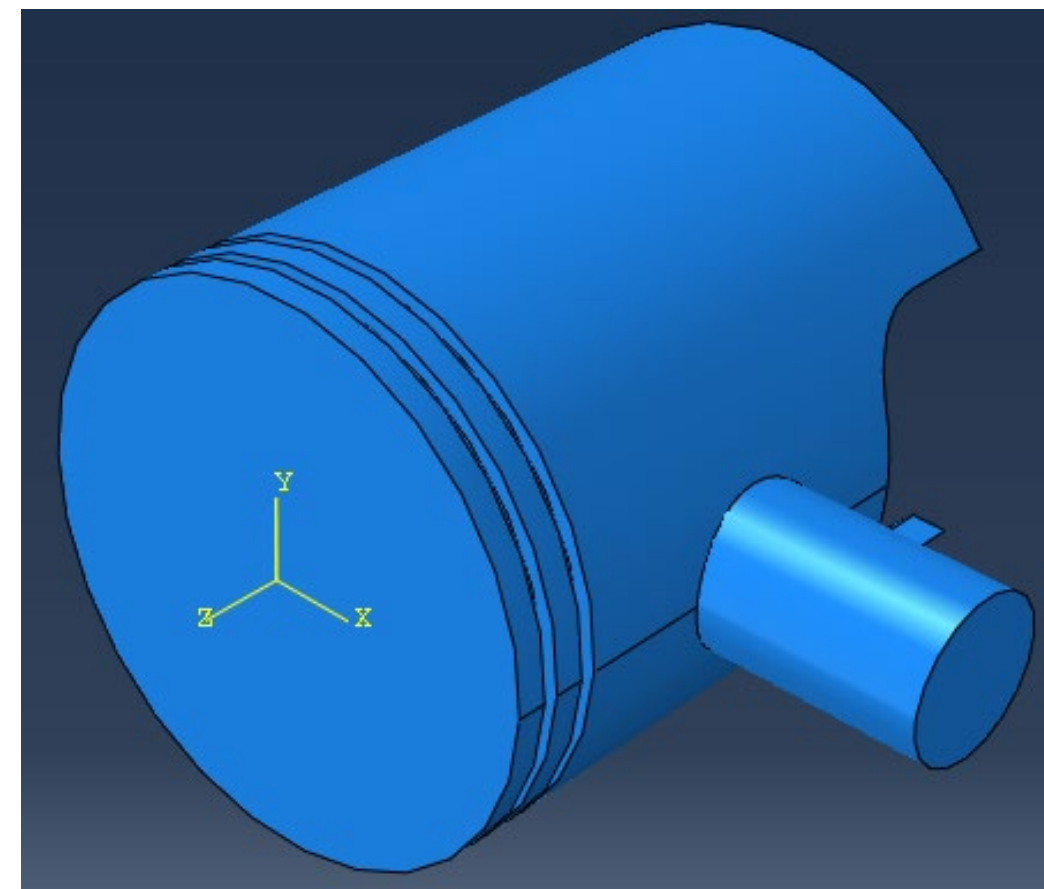
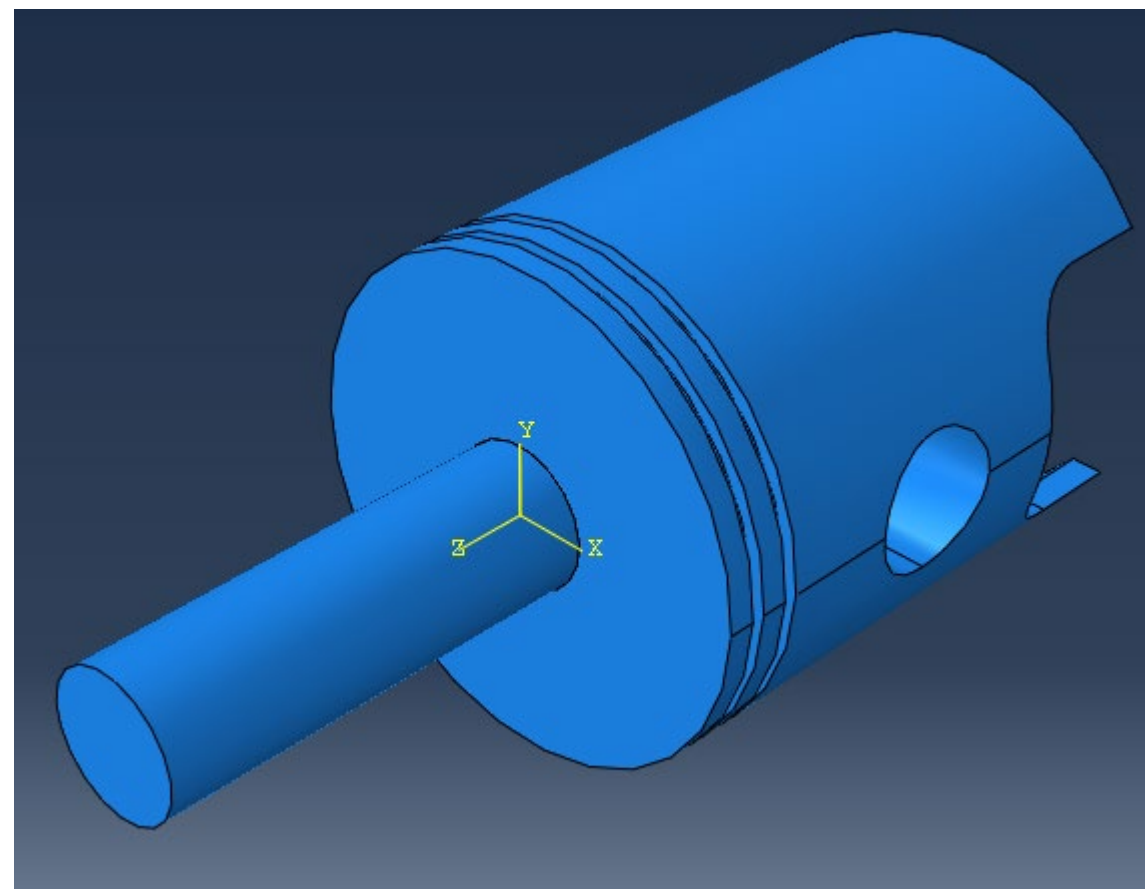
Continuité
exacte des
déplacements

3. Modèle CAD continu :

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

Démonstration

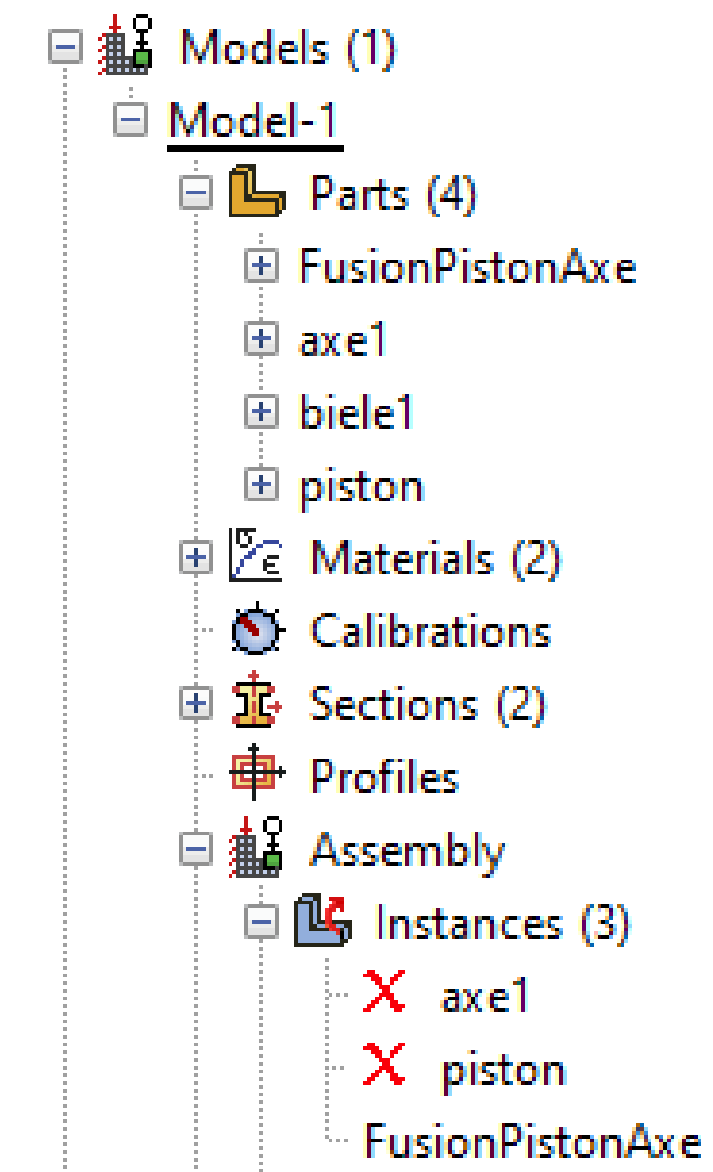
- Vidéo AssemblyDemo.zip (+ modèle final assembly1.cae).
- Ouvrir assembly1-input.cae.
- Créer des instances pour les pièces “piston” et “axe1”.
- Module “Interaction” : positionner l’axe avec contraintes de position : coaxial + face to face (offset -13mm).



Démonstration

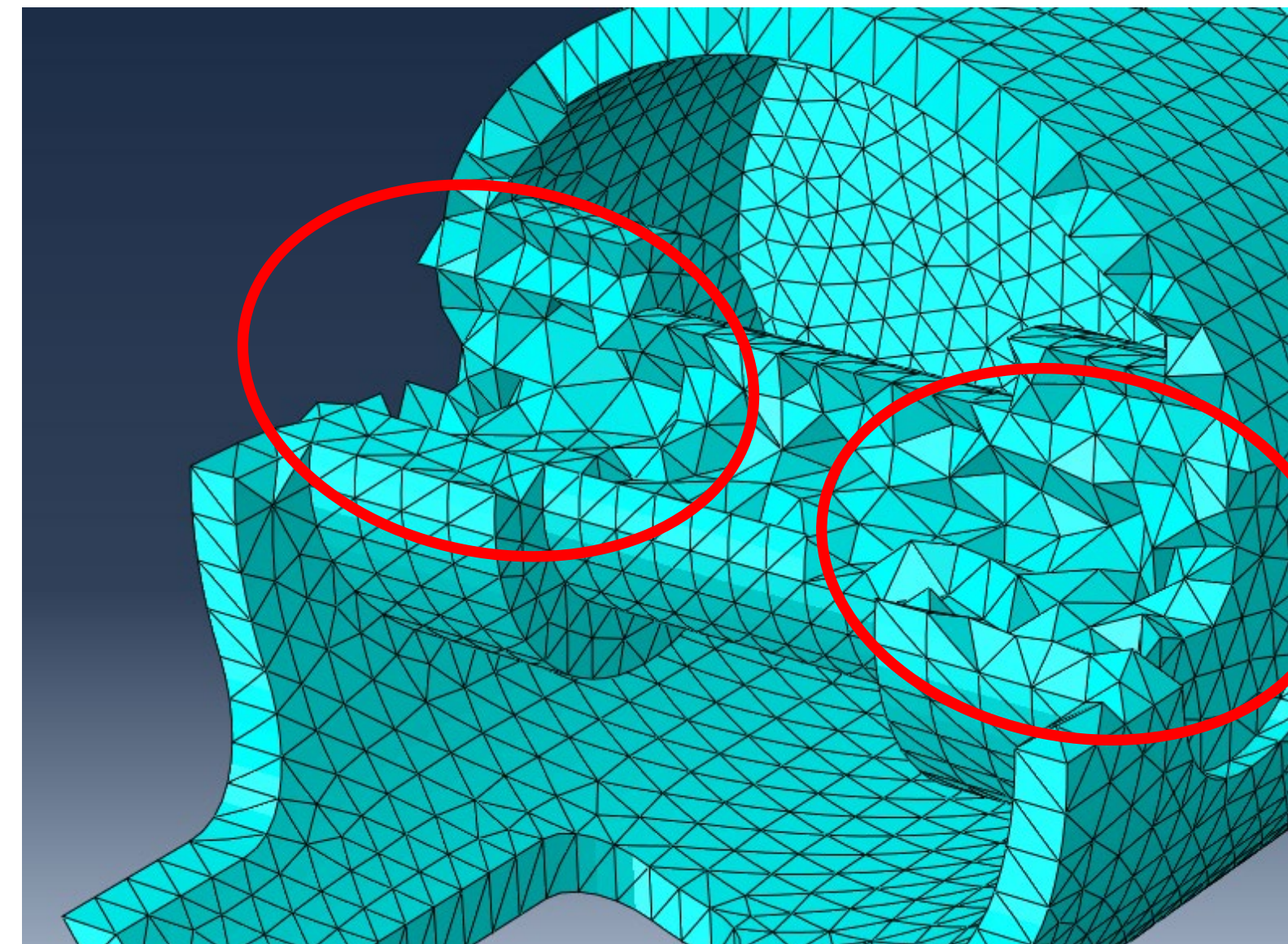
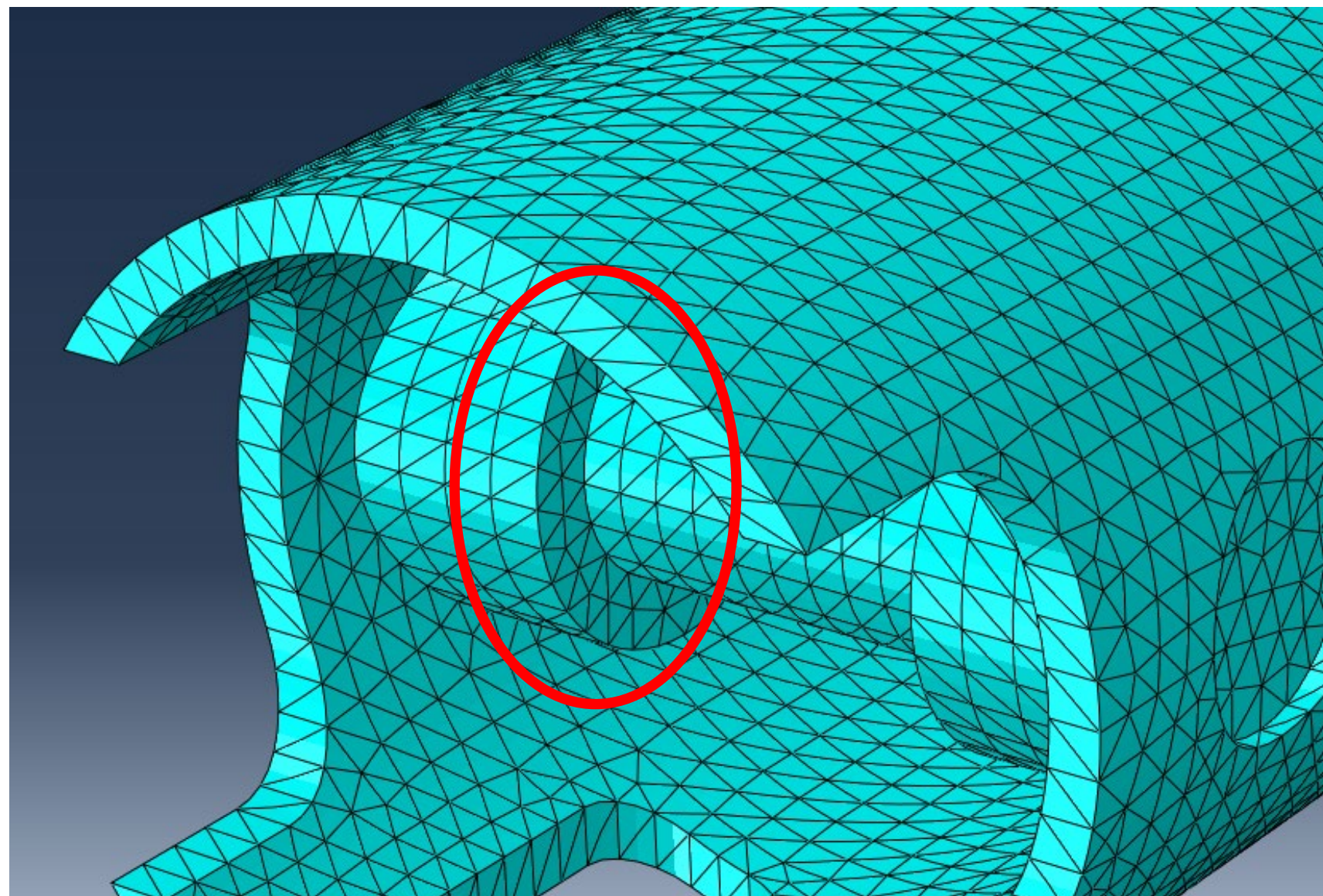
- Fusionner, en gardant surfaces internes.

(On peut mailler pour vérifier la continuité.)



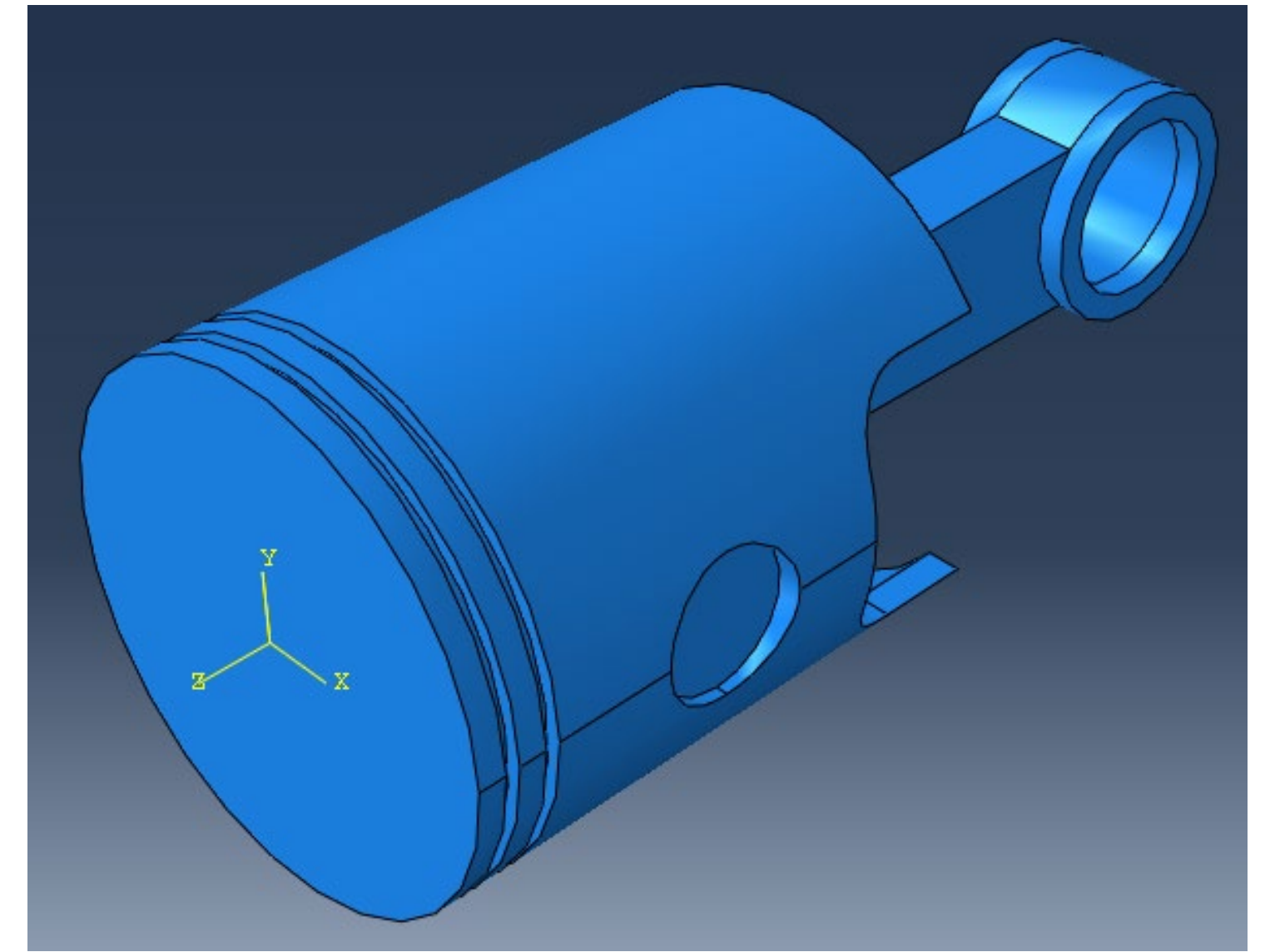
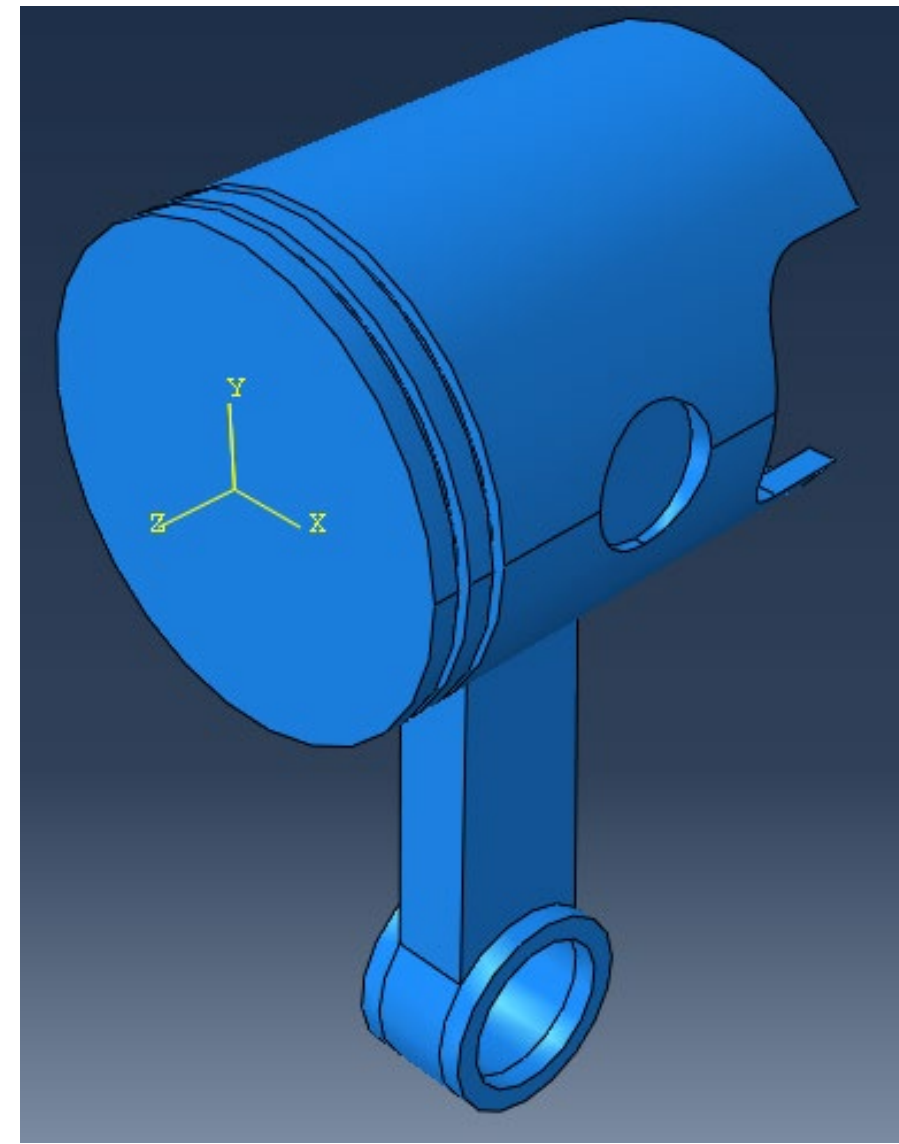
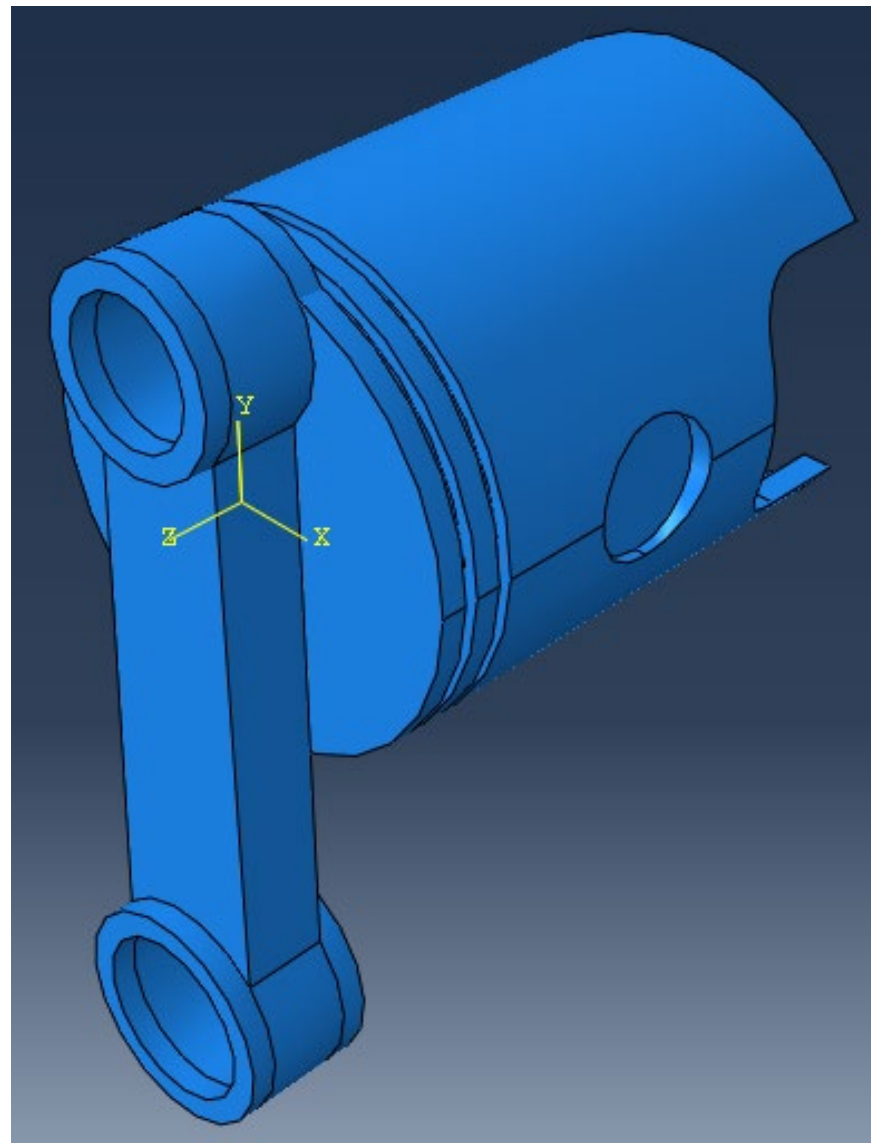
→ Nouvelle pièce fusionnée.

→ Nouvelle instance remplace axe et piston.



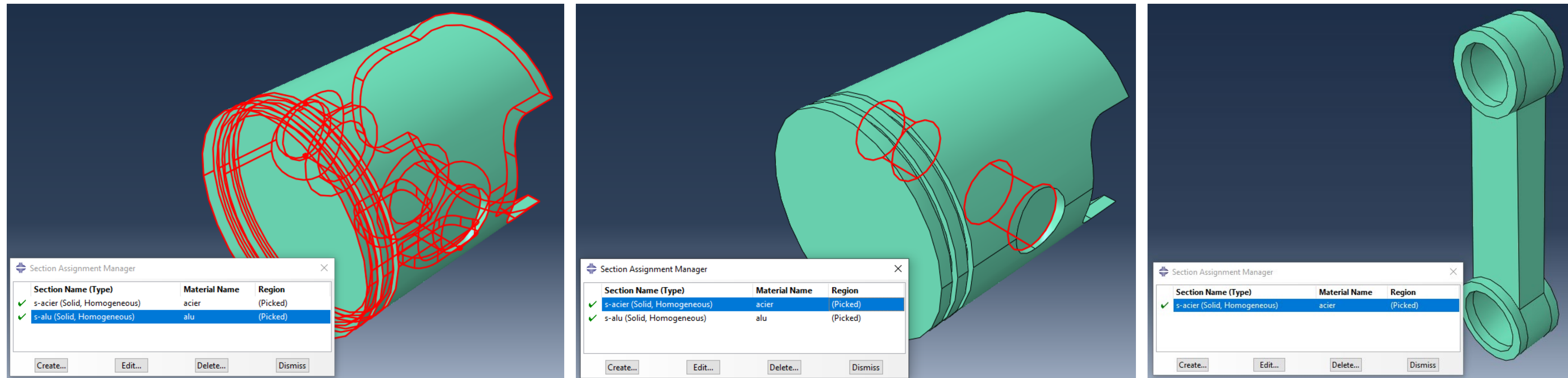
Démonstration

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



Démonstration

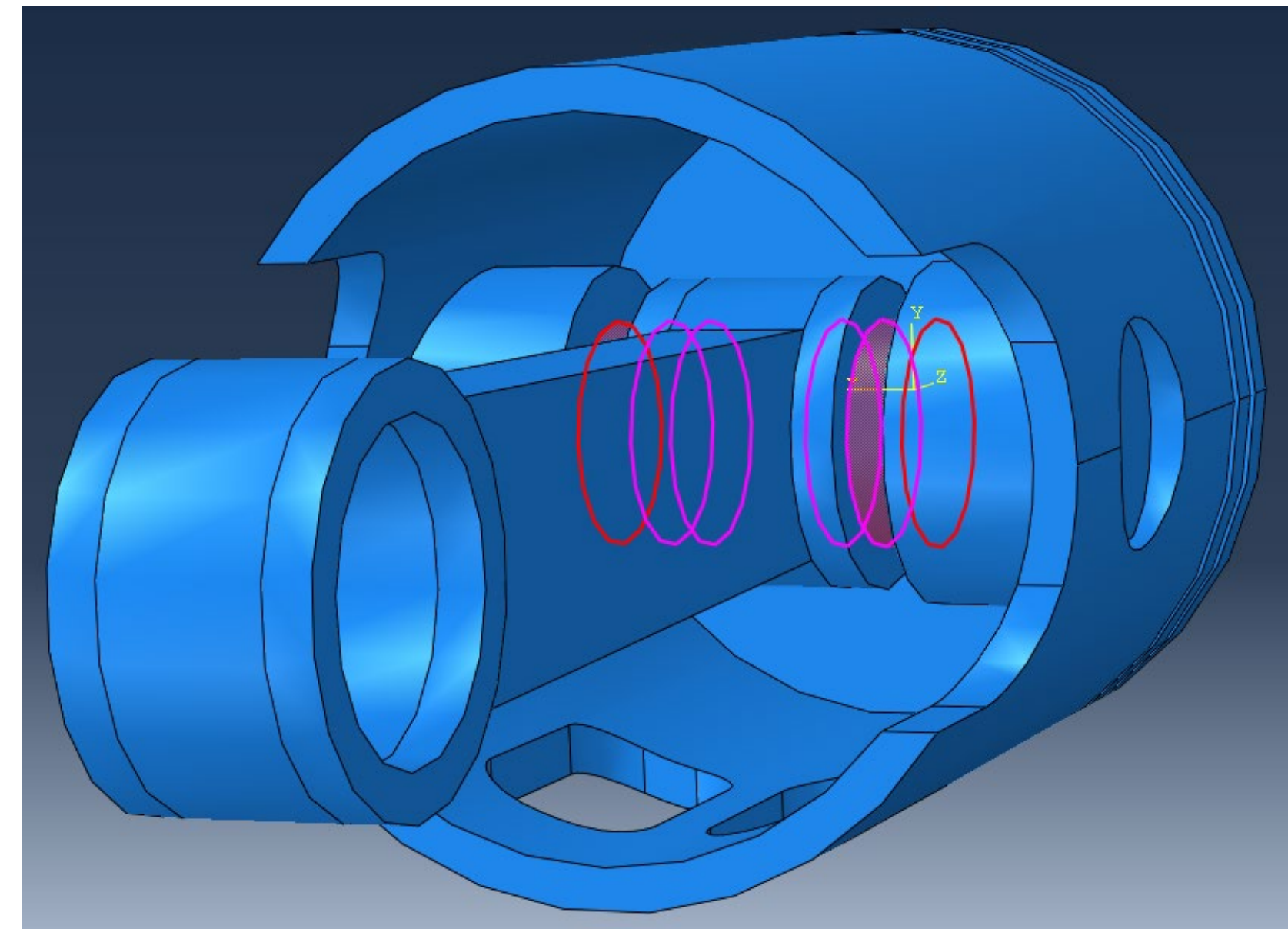
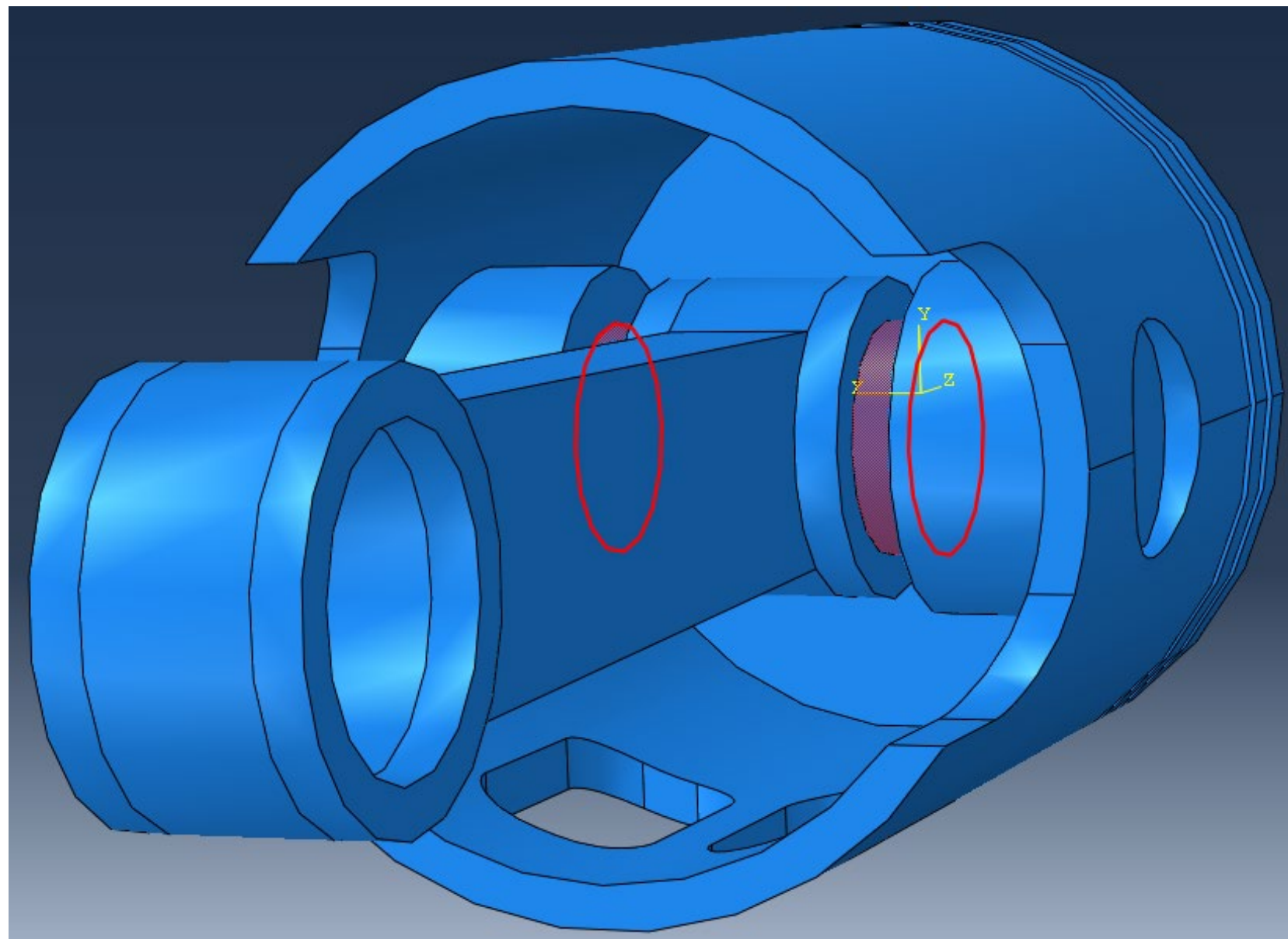
- Assigner les propriétés (matériaux) à toutes les pièces / régions (piston en aluminium, axe & bielle en acier).



- Créer un step.

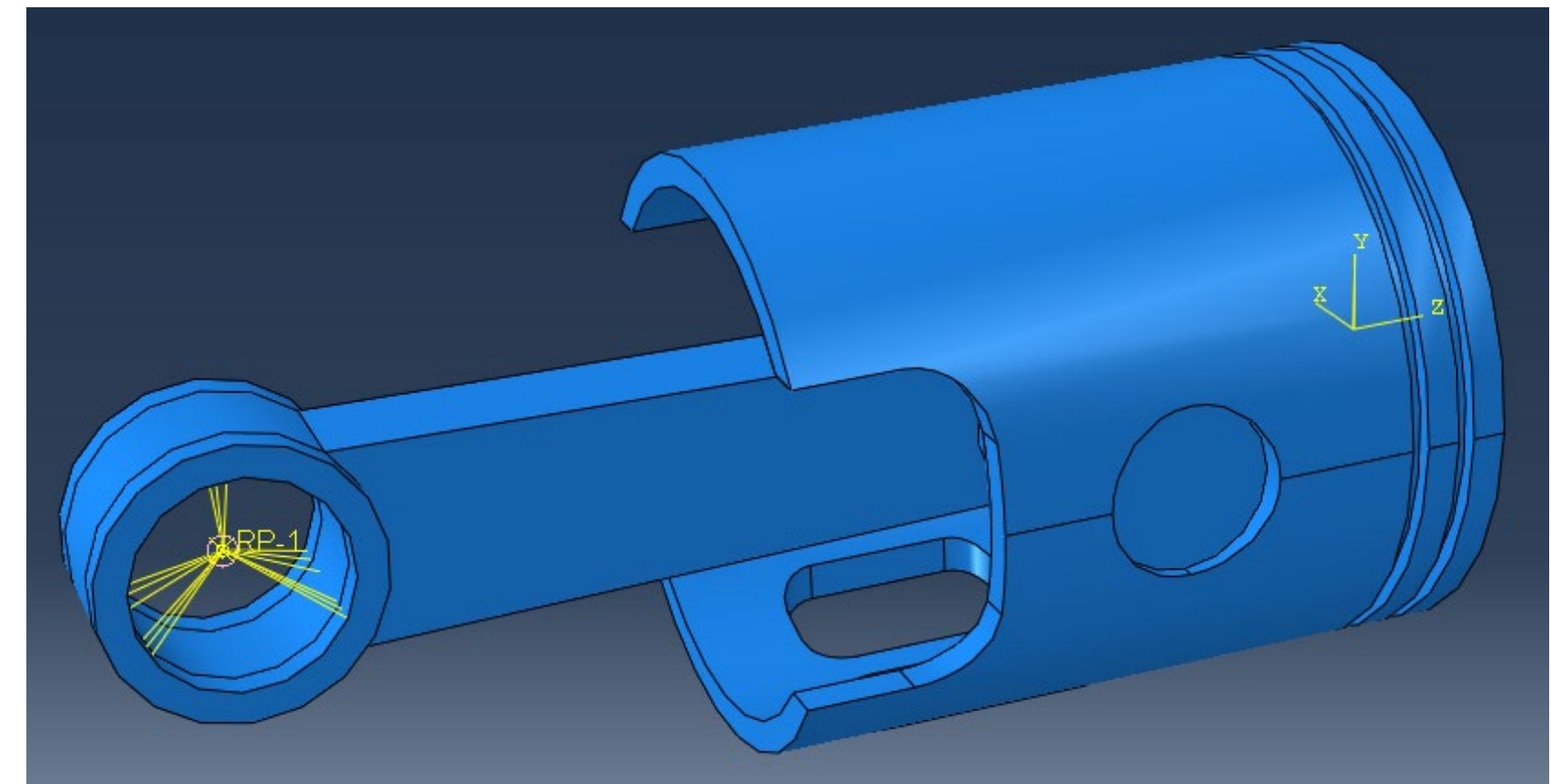
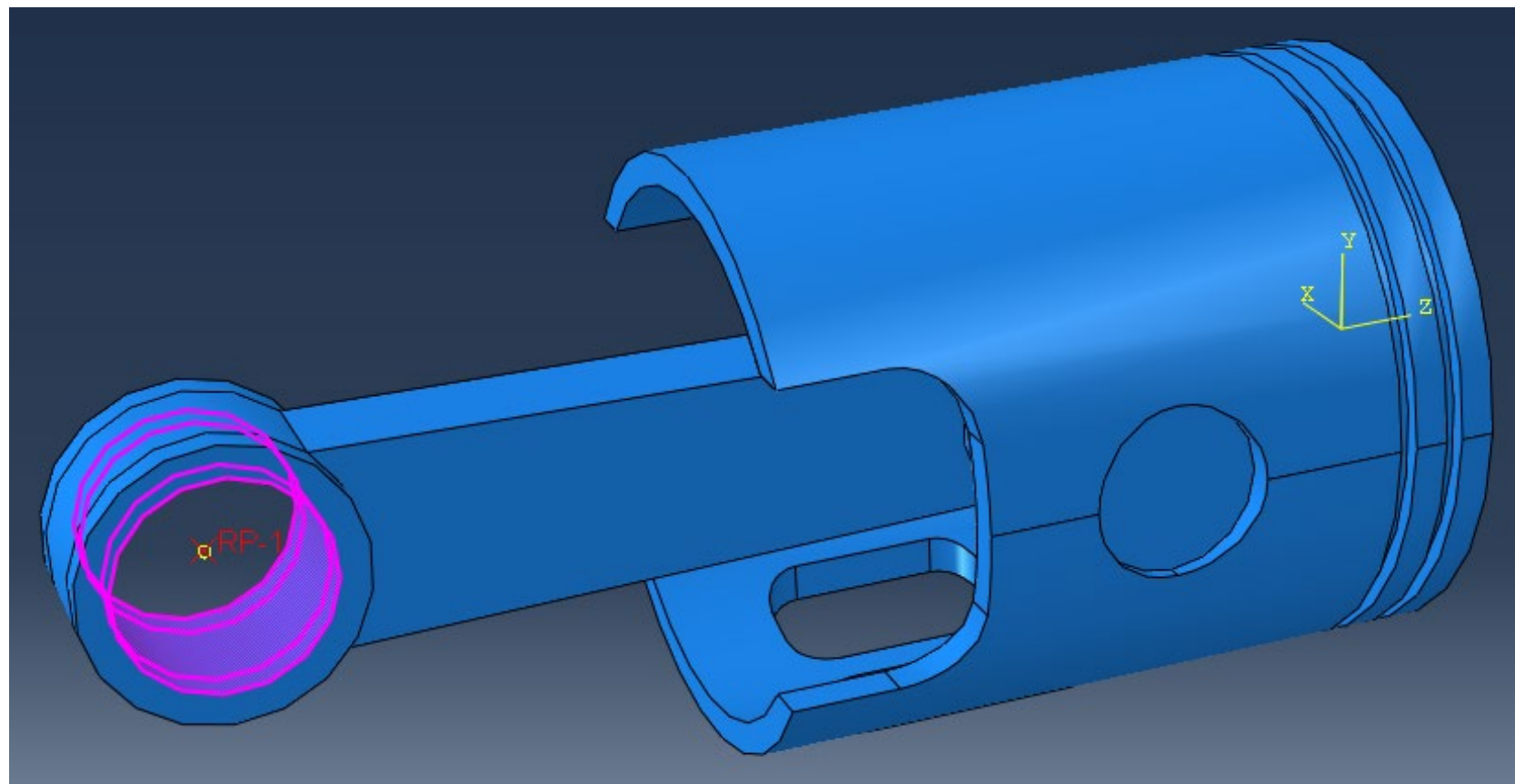
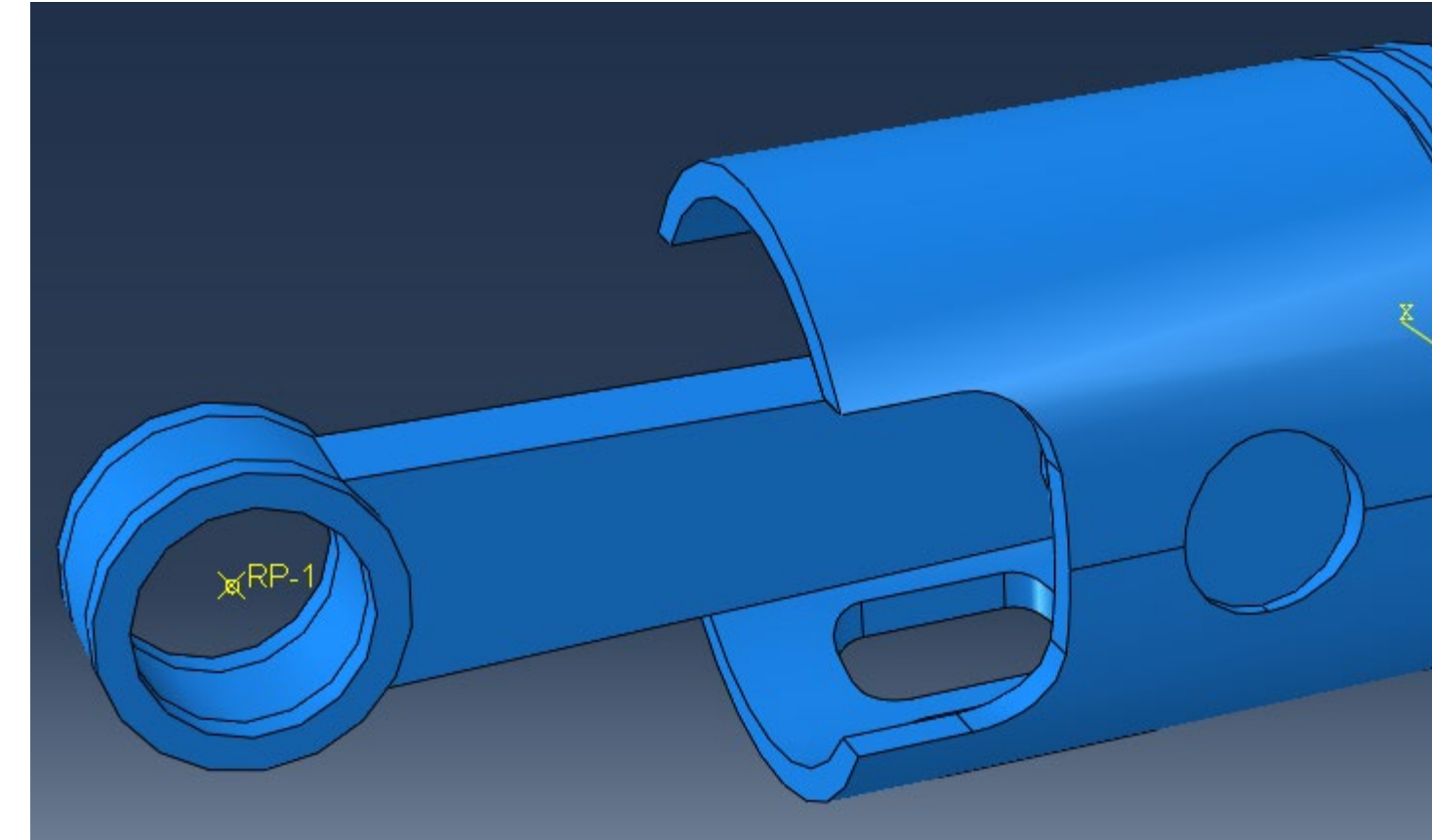
Démonstration

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



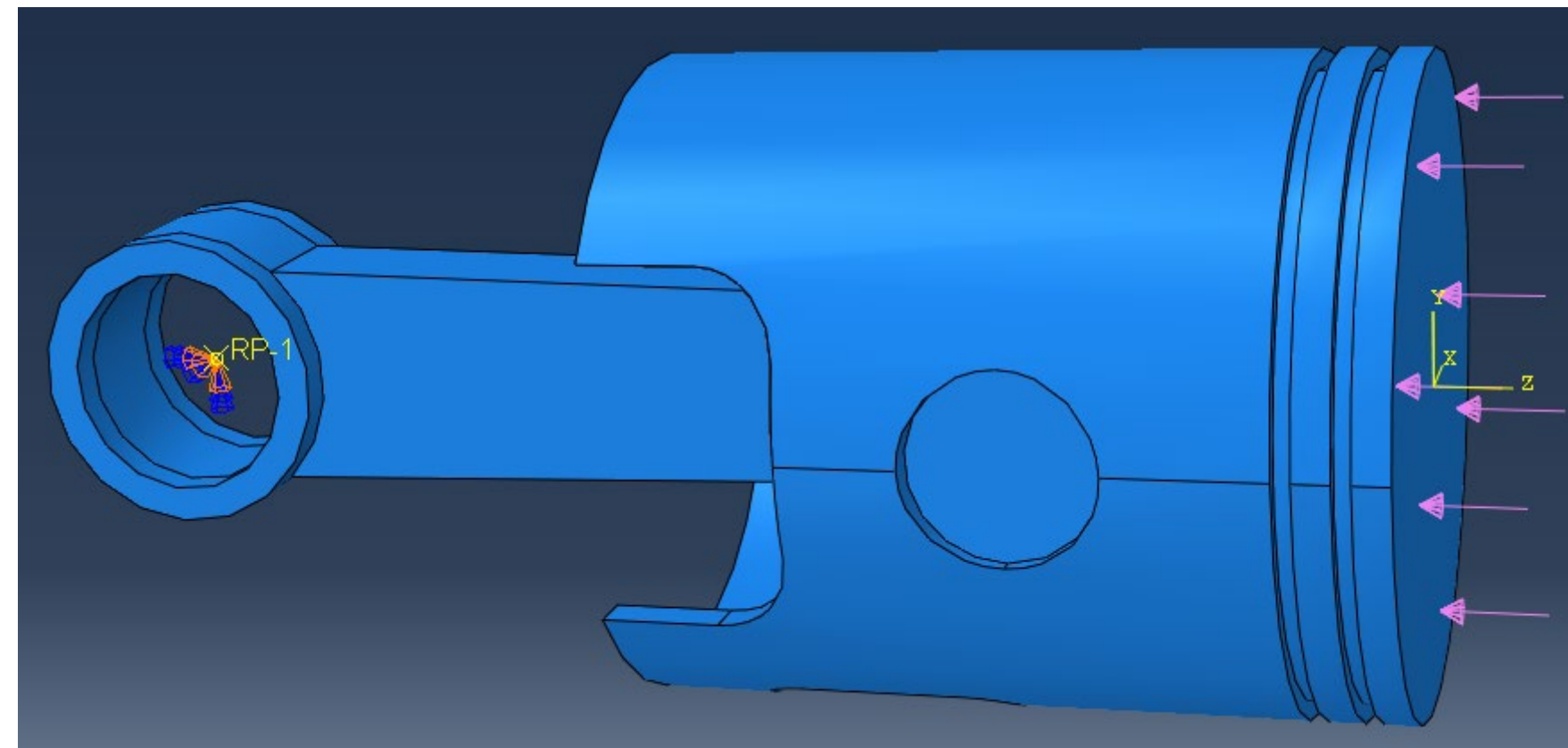
Démonstration

- 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.

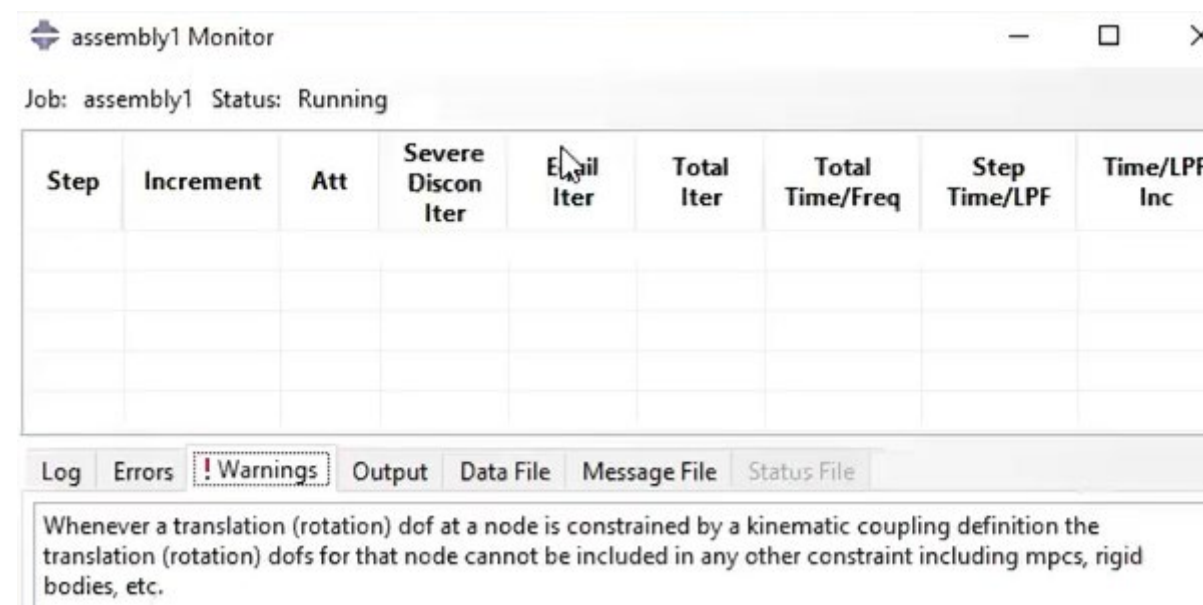


Démonstration

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



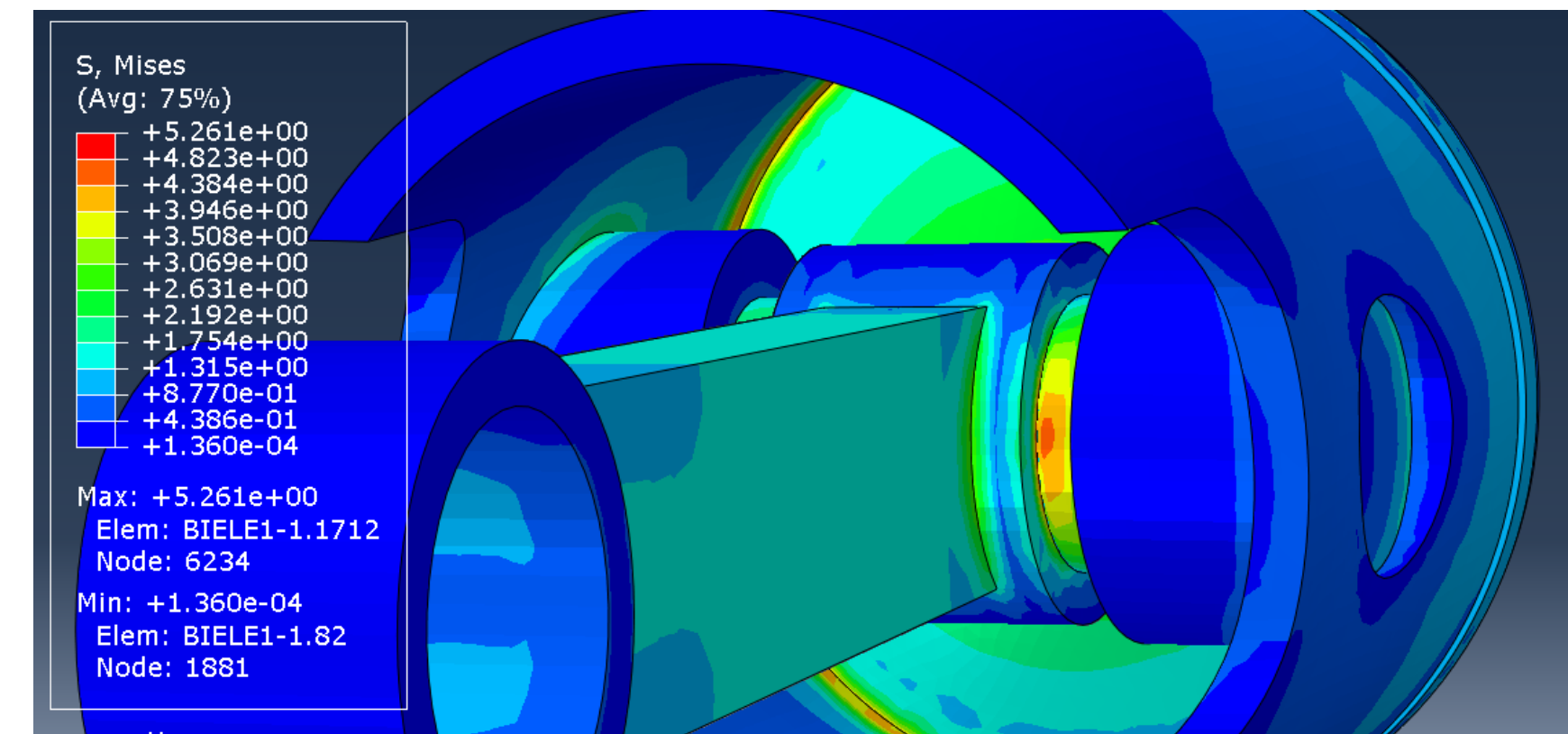
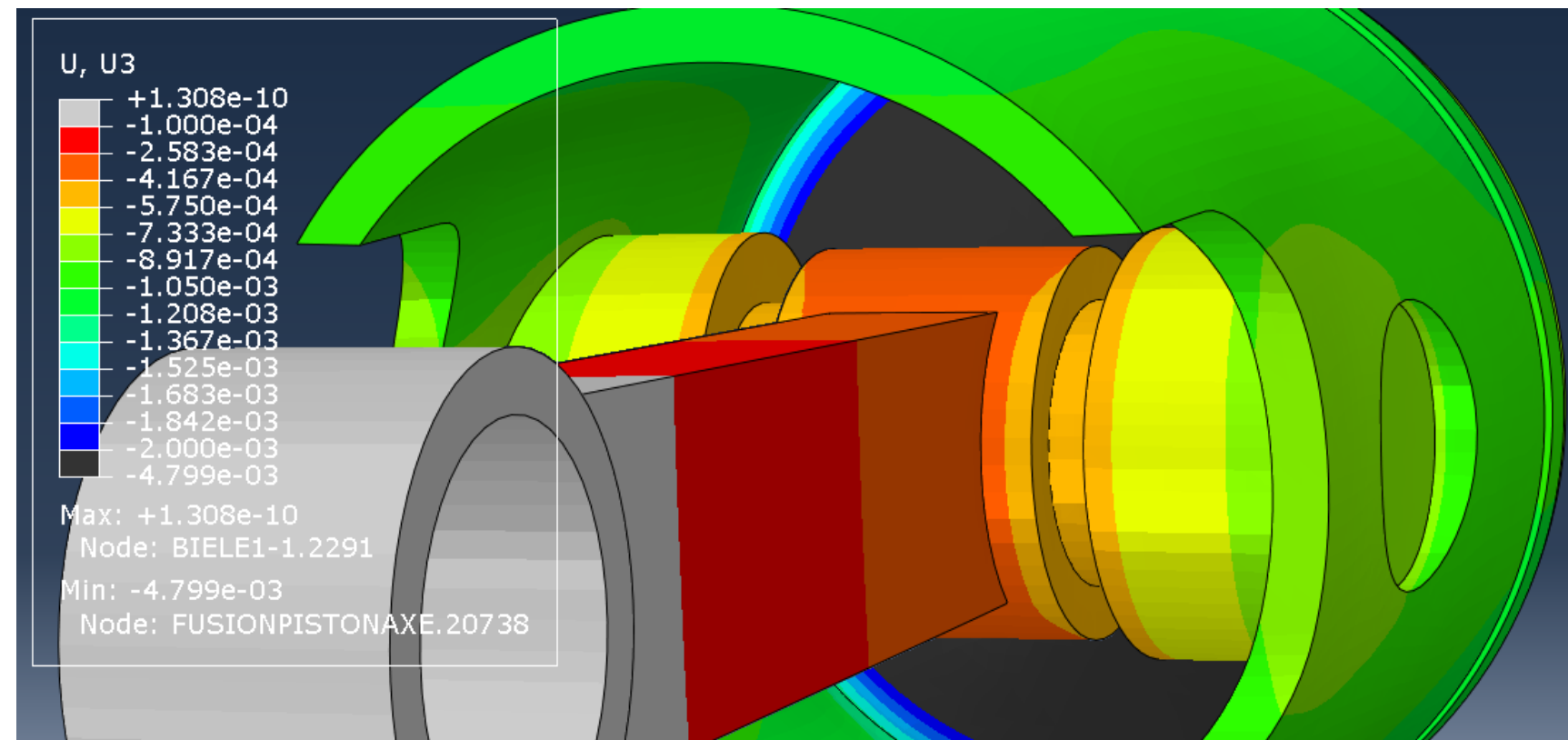
- Créer le maillage.
- Lancer le calcul.



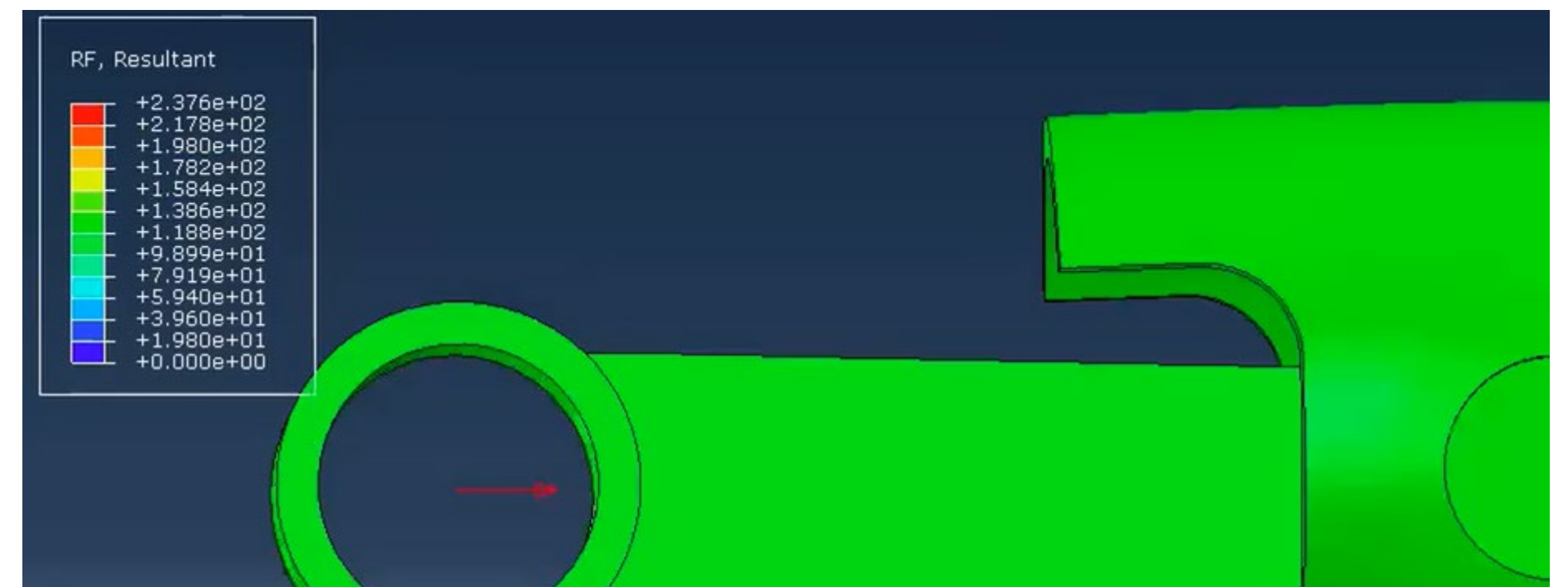
Obs. : un DDL esclave ne peut pas être impliqué dans plusieurs interactions (conflit).

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).



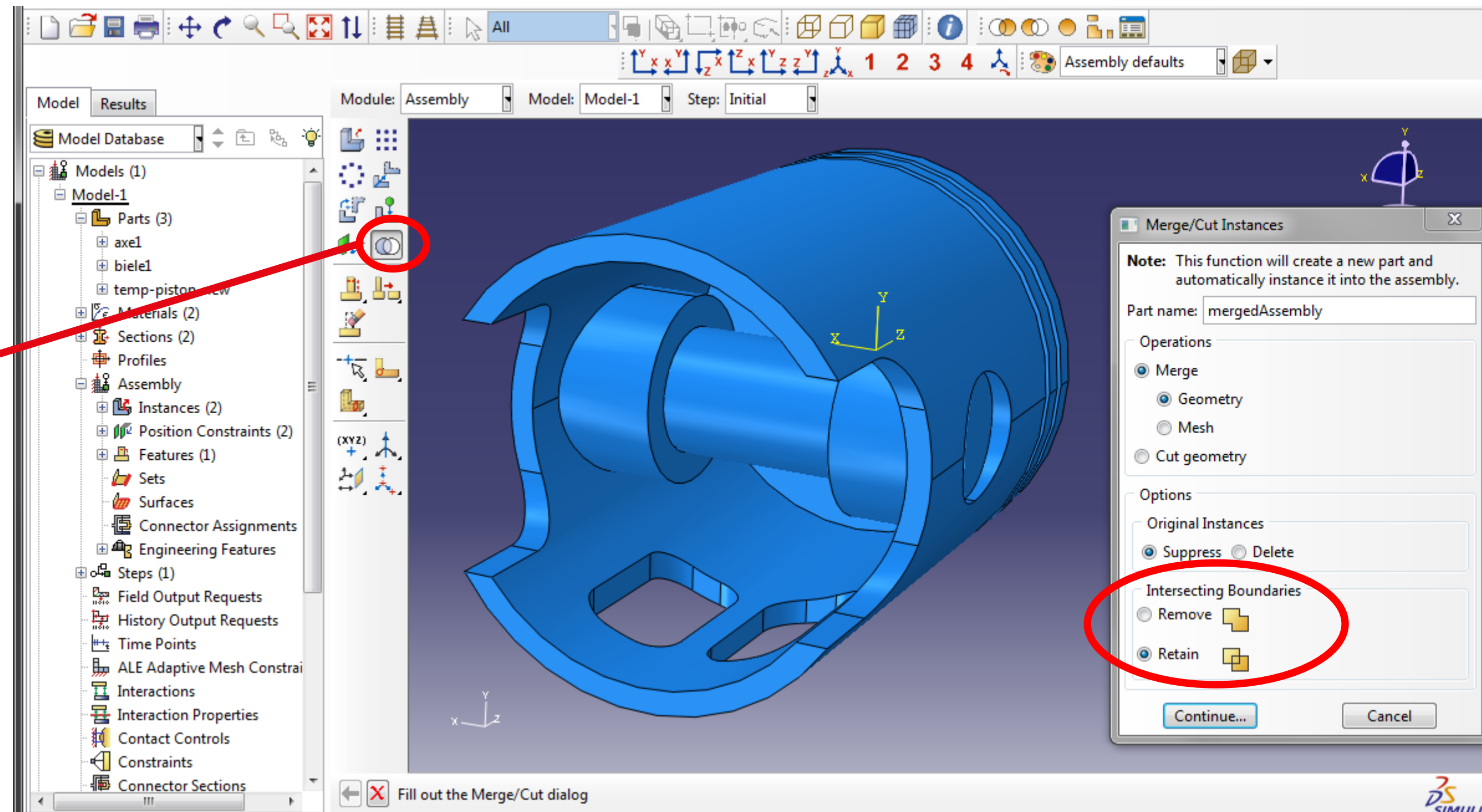
- Visualiser la force de réaction au RP.



Annexe : Assembler et fusionner

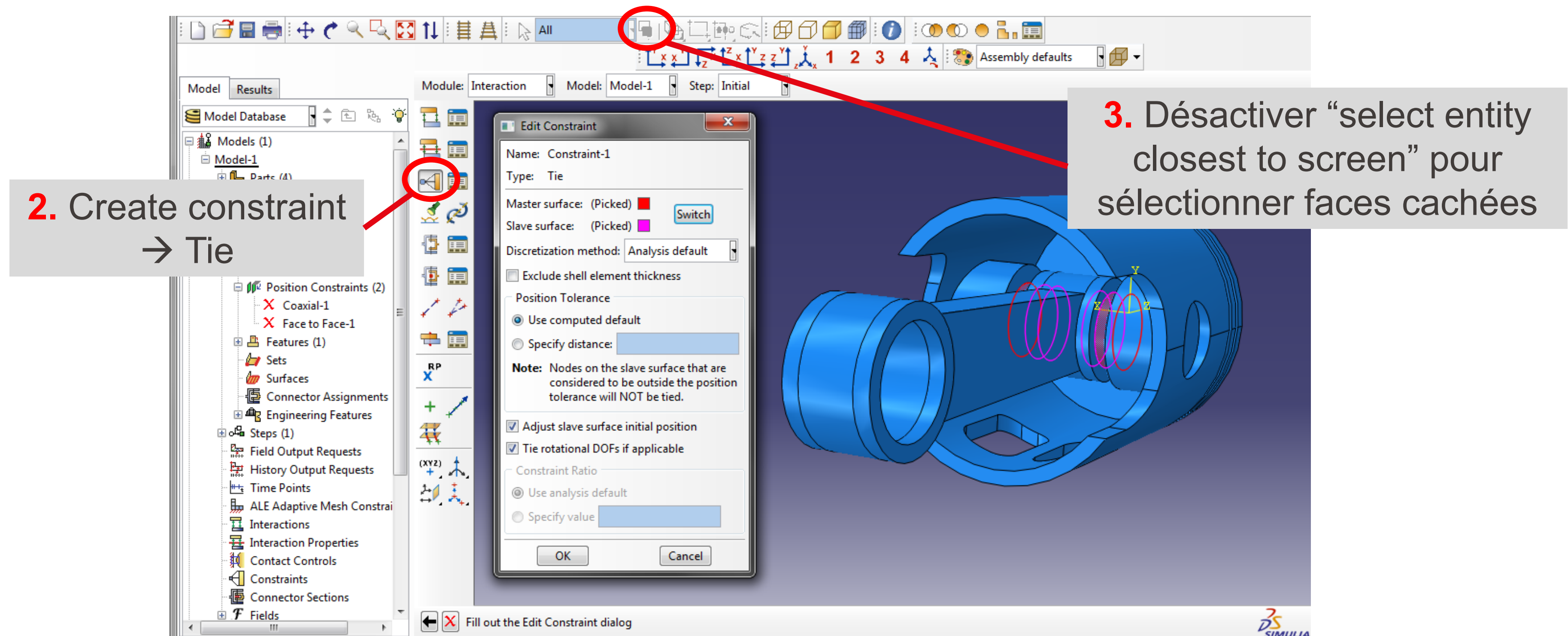
1. Module "Assembly" : positionner les pièces.
2. Fusionner (option "retain intersecting boundaries").

2. Merge



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").



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.

2. Create constraint
→ Coupling

