

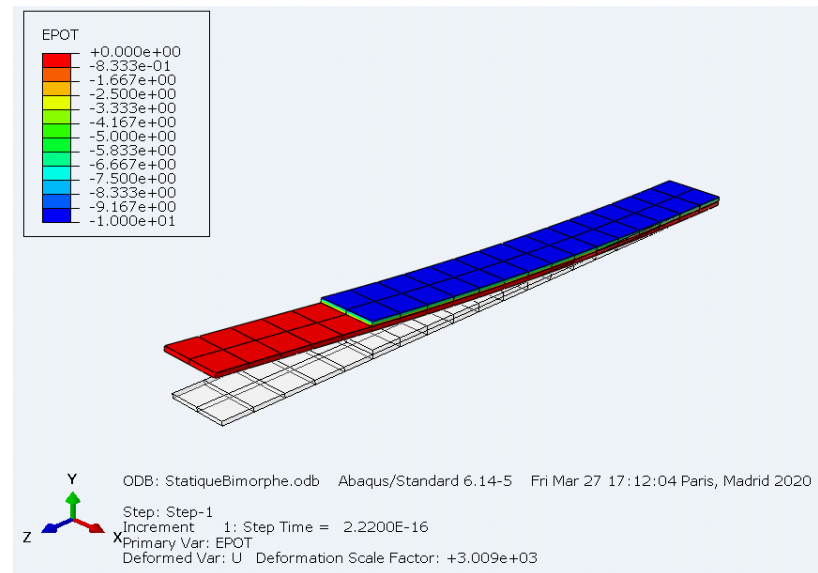
Tutoriel Abaqus: Analyse d'un bimorphe piézoélectrique

Éléments finis volumiques

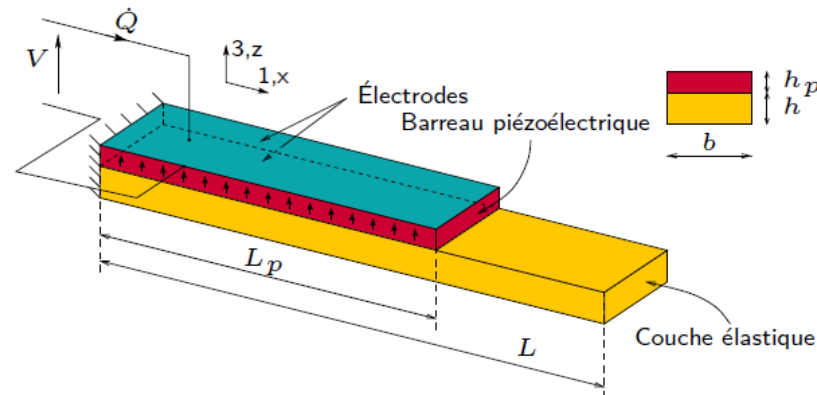
olivier.thomas@ensam.eu

SIMULIA
ABAQUS

Arts Sciences et
Technologies
et Métiers



Problème à l'étude

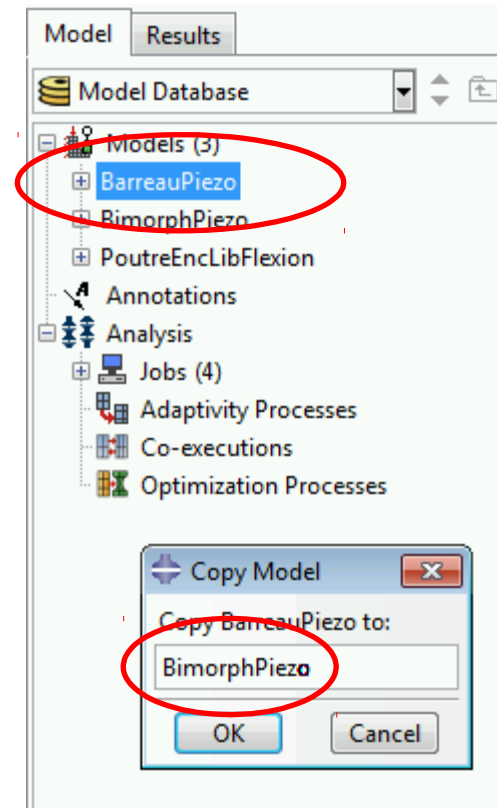


Dimensions	Longueurs	$L_p = 200 \text{ mm}, L = 260 \text{ mm}$
	Largeur de section	$b = 20 \text{ cm}$
	Épaisseurs de section	$h_p = 2 \text{ mm}, h = 4 \text{ mm}$
Matériau élastique (acier)	Masse volumique	$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$
	Module d'Young	$Y = 210 \text{ GPa}$
Matériau piezo (PIC151)	Masse volumique	$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$
	Module d'Young	$Y = 1/s_{11}^E = 66.7 \text{ GPa}$
	Coefficient de Poisson	$\nu = 0.3$
	Coefficients piézoélectriques	$d_{31} = -210 \text{ pC/N}$
		$d_{33} = 500 \text{ pC/N}$
		$d_{15} = 600 \text{ pC/N}$
	Permittivité	$\epsilon_{33}^\sigma = 2400\epsilon_0 = 21.25 \text{ nF/m}$

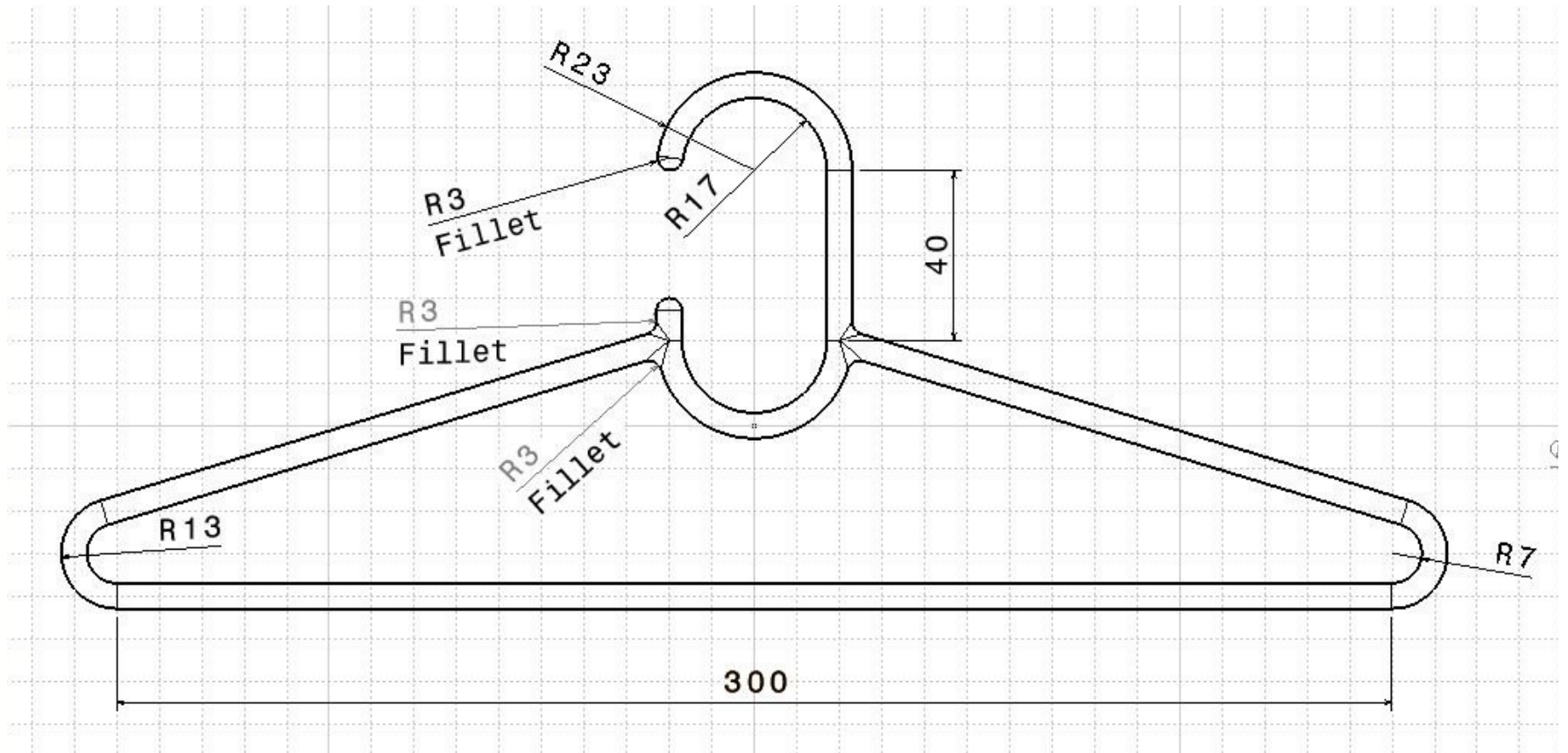
On se propose de calculer la réponse statique d'un bimorphe (poutre à deux couches élastique + piézoélectrique) soumise à une différence de potentiel entre ses électrodes.

Modélisation dans Abaqus

- Récupérer le modèle de poutre élastique + barreau piézoélectrique du tutoriel 02
- Copier / coller le modèle « BarreauPiezo » (avec un clic droit de souris et « copy model ») et le nommer « BimorphPiezo »
- Cliquer deux fois sur « BimorphPiezo » dans l'arbre pour être sûr d'activer ce nouveau modèle.

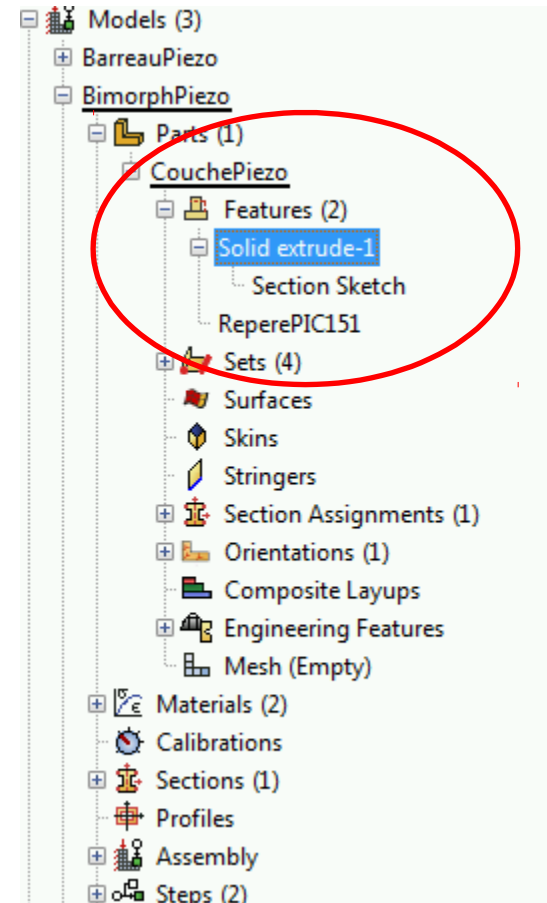


Géométrie (module Part)



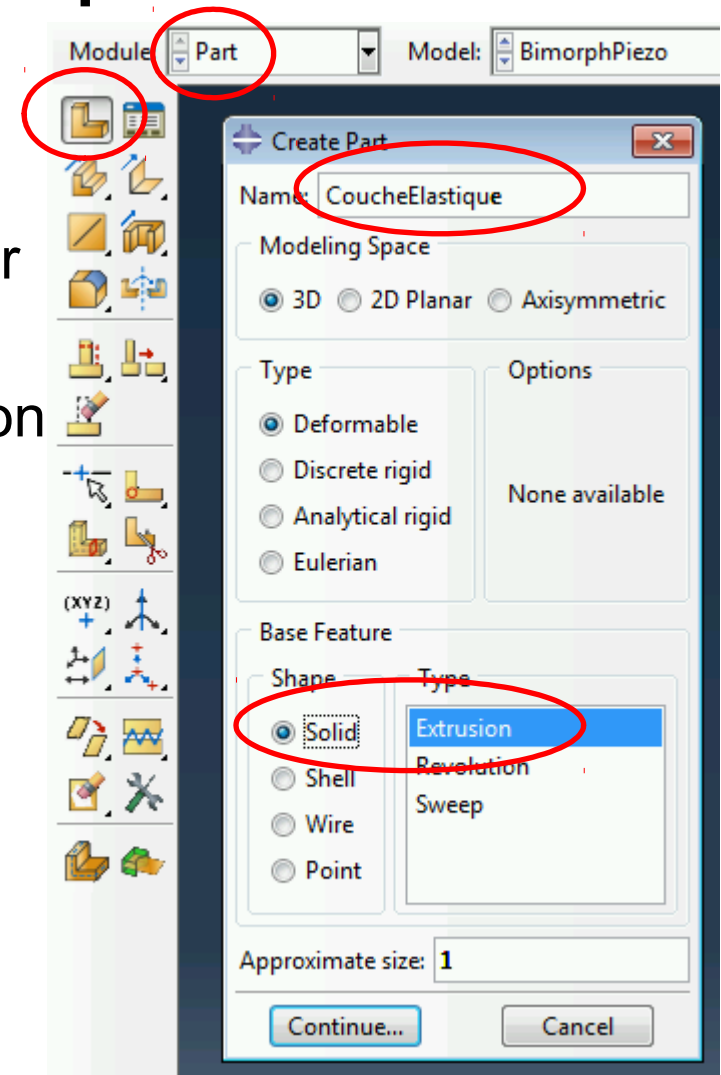
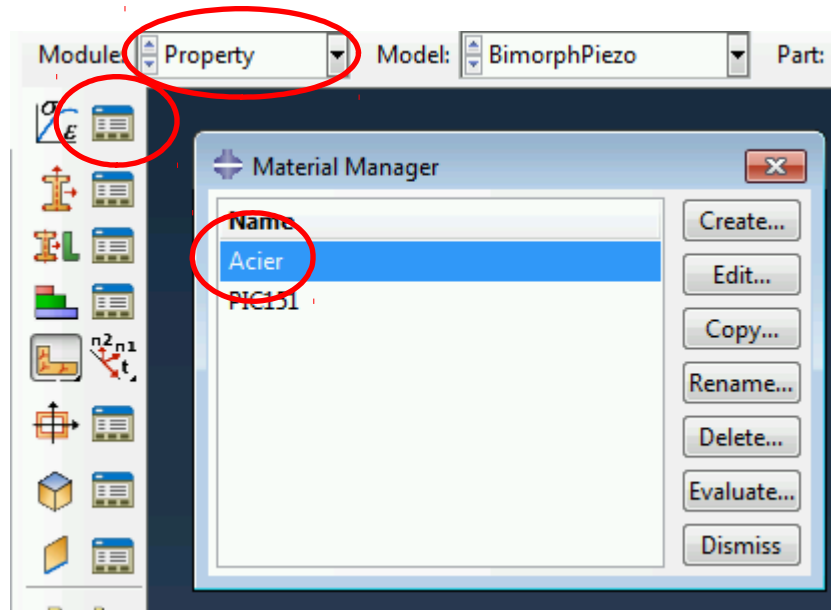
Couche piézoélectrique

- Renommer si nécessaire la « Part » correspondant au barreau piézoélectrique en « CouchePiezo »
- Vérifier ses dimensions:
 - - déplier l'arbre pour faire apparaître « Features », « Solid extrude » et « Section sketch »
 - - vérifier les dimensions de de la section droite : cliquer deux fois sur « Section sketch »...
 - - vérifier la longueur de la poutre : cliquer 2 fois sur « Solid extrude »...



Couche élastique

- Créer une nouvelle Part pour la couche élastique (section rectangulaire de 4x20 mm et longueur 260 mm, cf. plus haut)
- Vérifier que l'Acier est toujours là sinon le créer

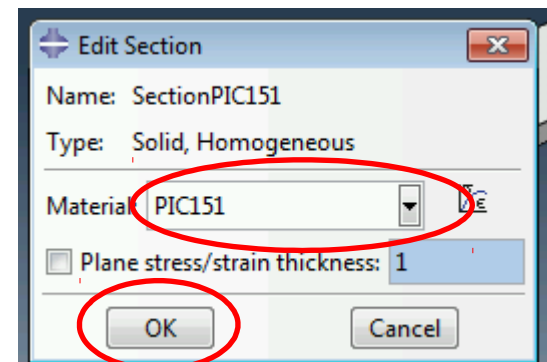
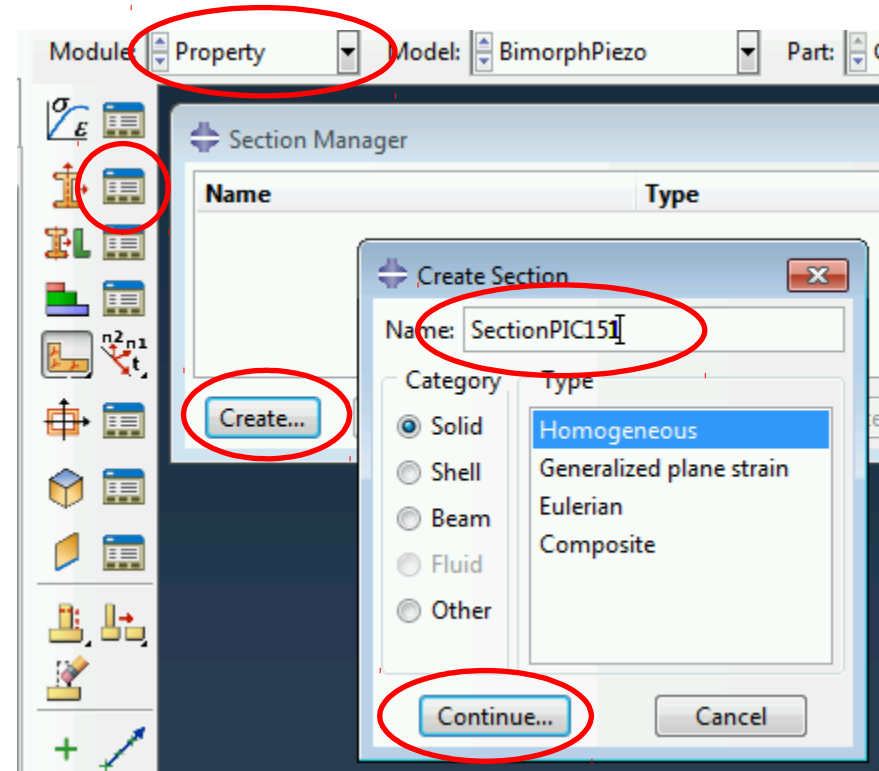
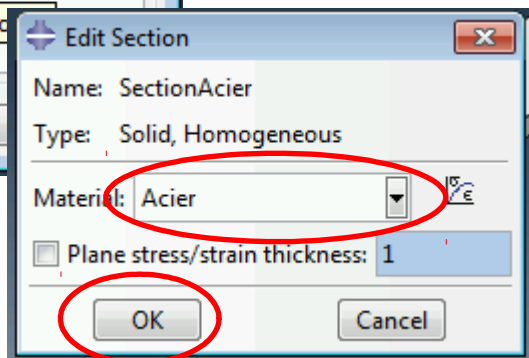
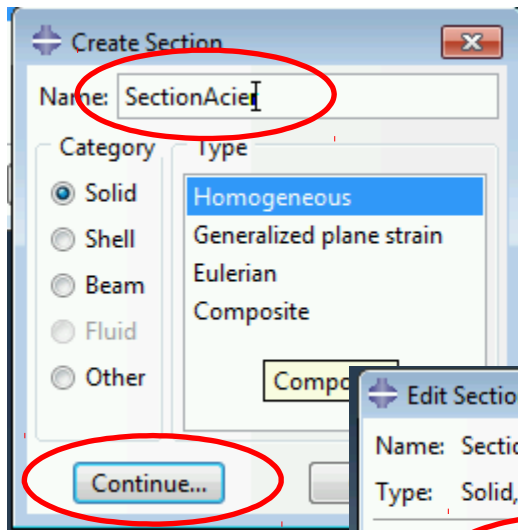


Propriétés matériaux et sections



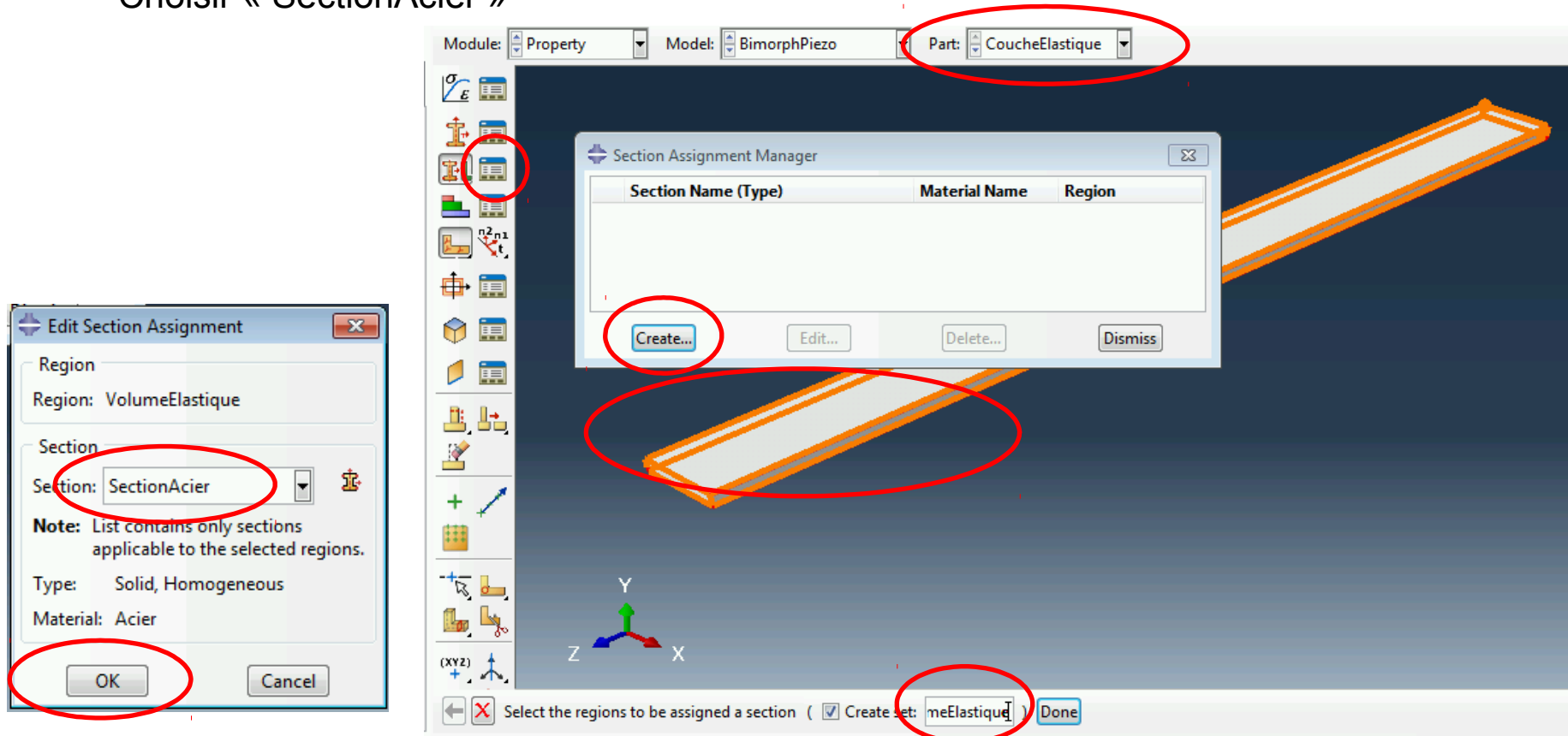
Création des sections

- Créer une section « SectionPIC151 » avec le matériau « PIC151 »
- Faire de même pour l'acier



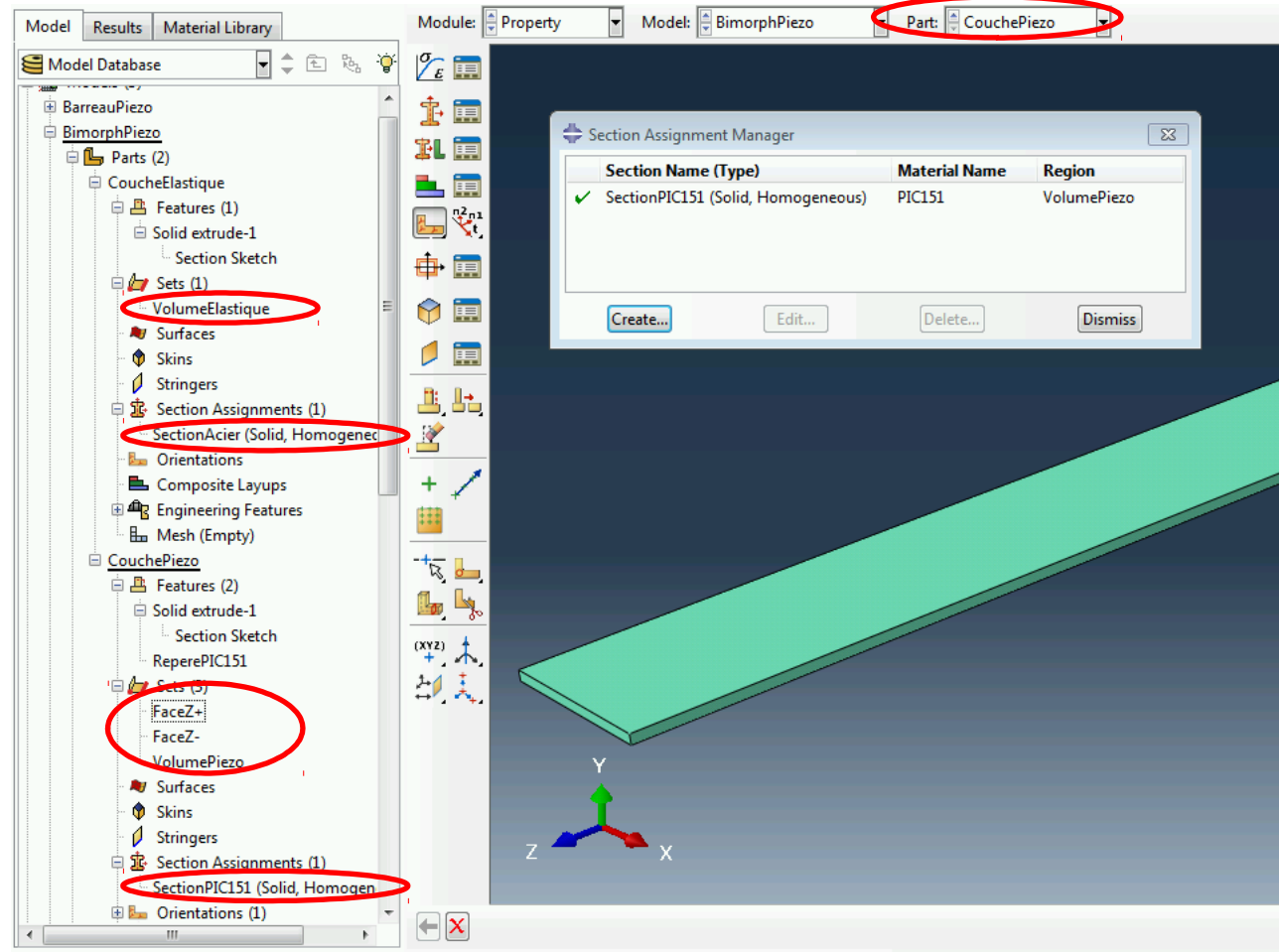
Affectation des sections

- Sélectionner la part « CoucheElastique » dans le menu du haut
- Cliquer sur section assignment
- Créer un set « VolumeElastique » correspondant au volume de la couche
- Choisir « SectionAcier »

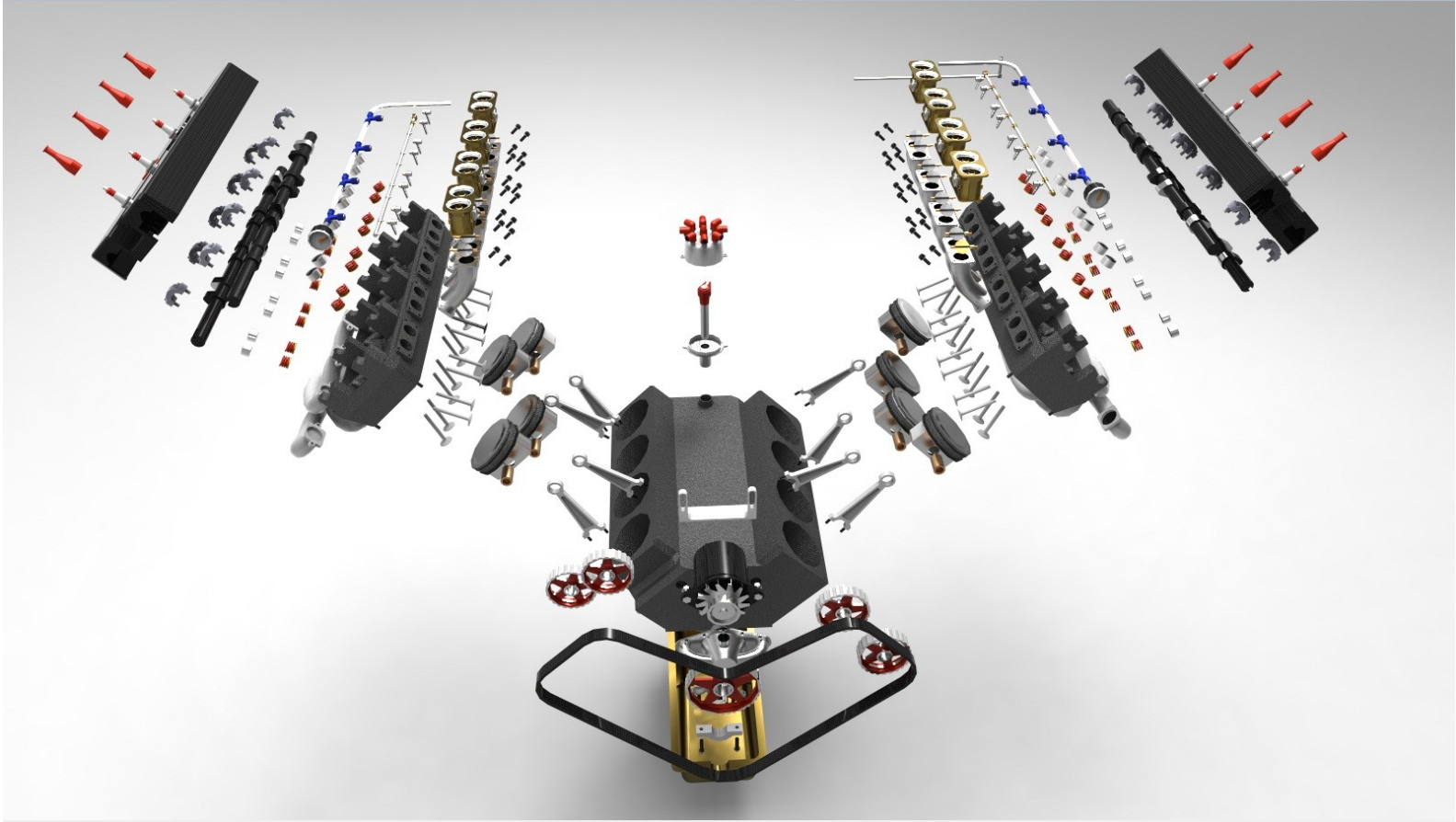


Affectation des sections (2)

- Procéder de manière identique pour la Part « CouchePiezo ». On créera le set « VolumePiezo»
- On peut vérifier dans l'arbre que tout est ordonné et créé. Si la section est affectée, la pièce devient verte
- Créer aussi les faces supérieur et inférieur de la couche piézoélectrique (FaceZ+ et FaceZ-) qui serviront à imposer les potentiels pour le calcul.
- Il est inutile de créer le repère matériau maintenant. Ce sera fait dans l'assemblage.



Instance et Assemblage

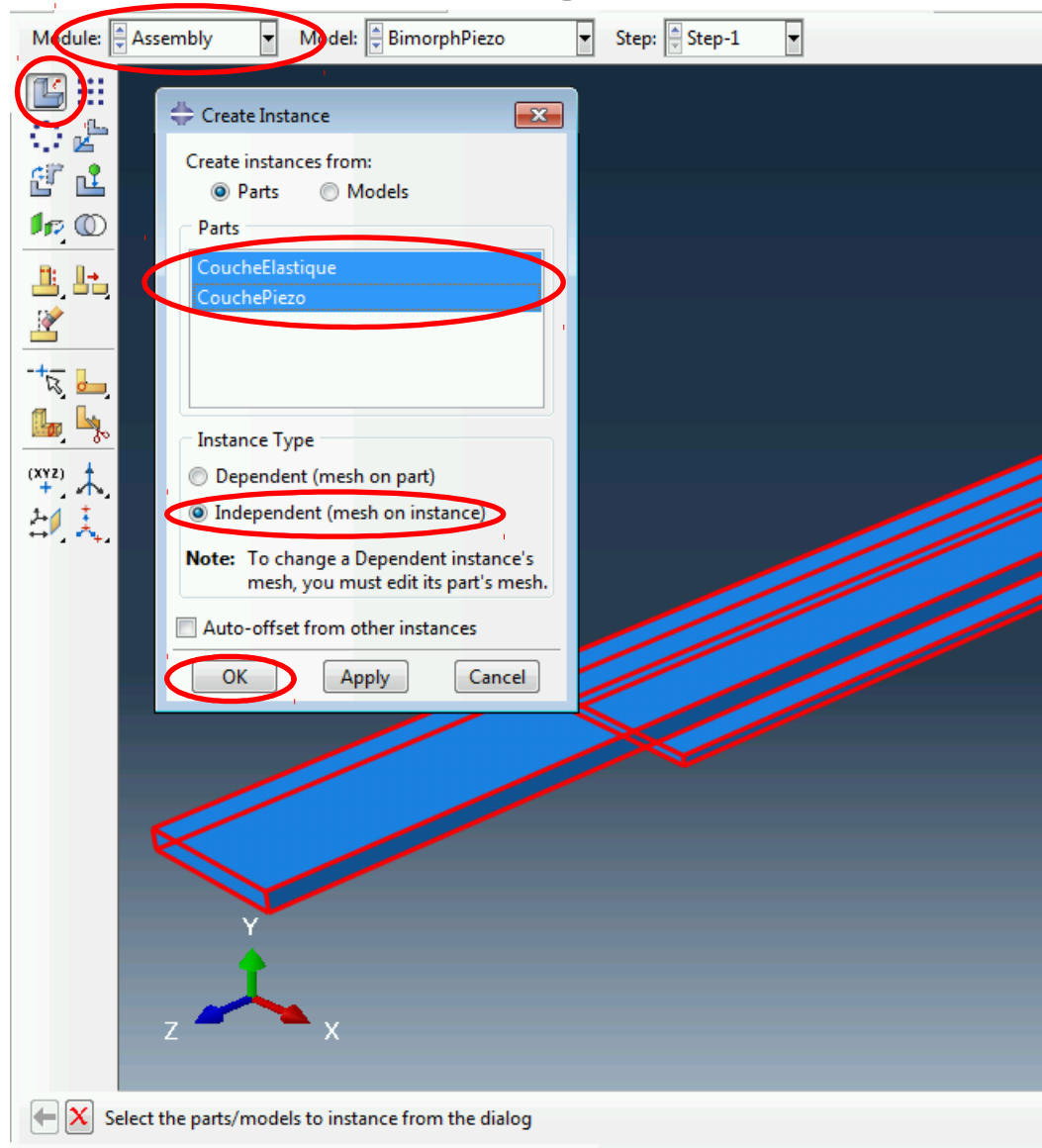


Créer l'assemblage

- Nous allons créer l'assemblage, composé de la couche élastique et la couche piézoélectrique
- Il faut pour cela, dans le module « Assembly », importer une instance de chacune des deux Parts.
- Ensuite, il faut fusionner les géométries. Cela se fait par la commande « Instance → Merge / cut », qui crée une nouvelle Part, fusion des deux Parts, et son instance dans l'assemblage.

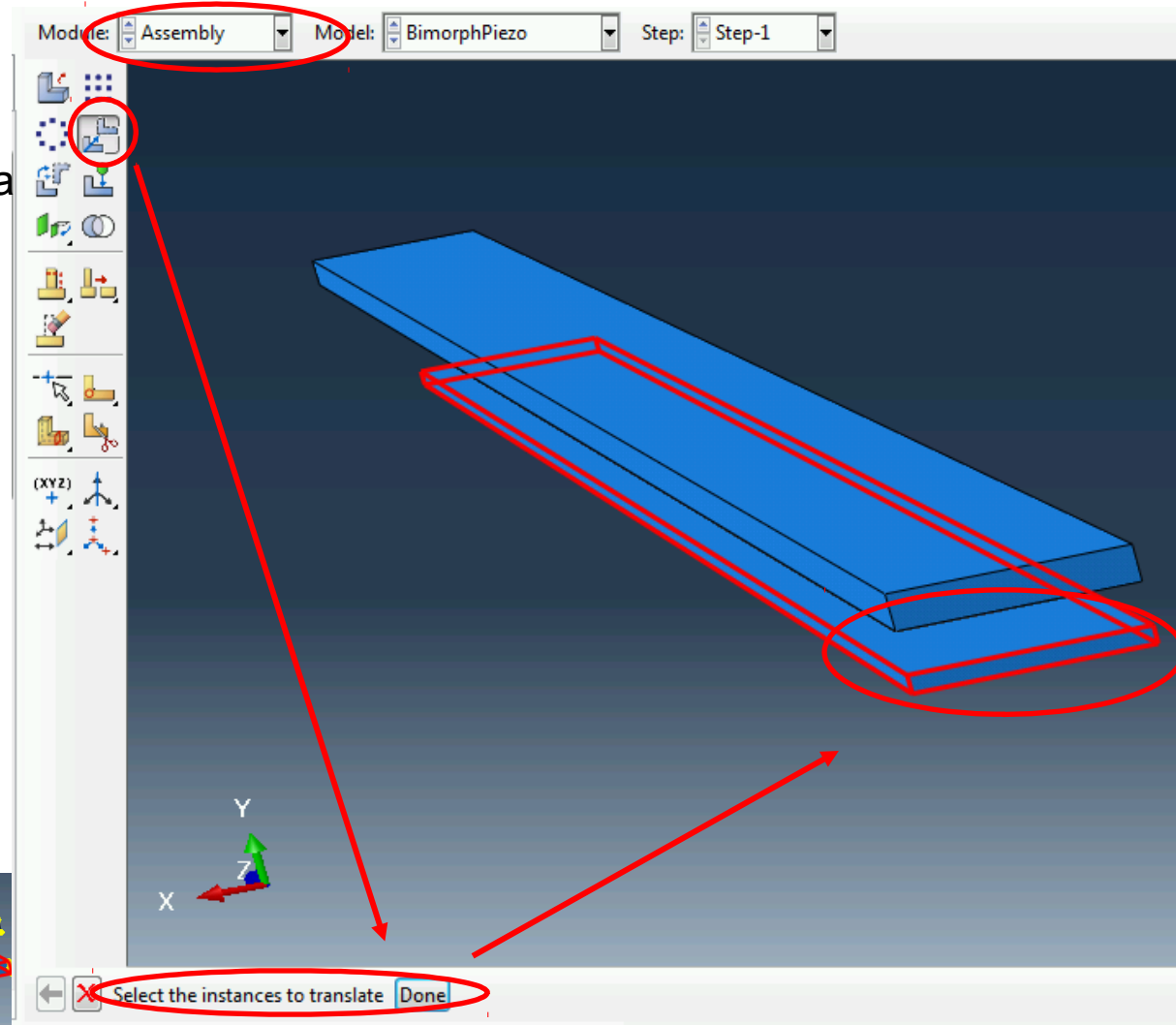
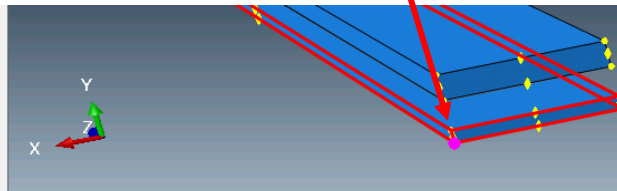
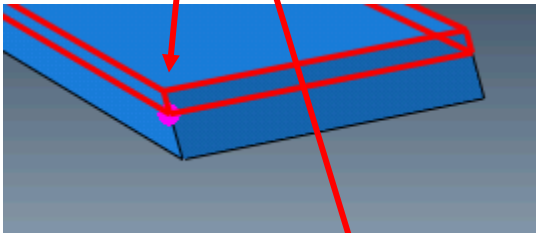
Créer l'assemblage

- Créer une instance de chacune des Parts
« CoucheElastique »
et « CouchePiezo »
- Cocher si nécessaire la case
« Independent
(mesh on instance) »



Positionner les instances

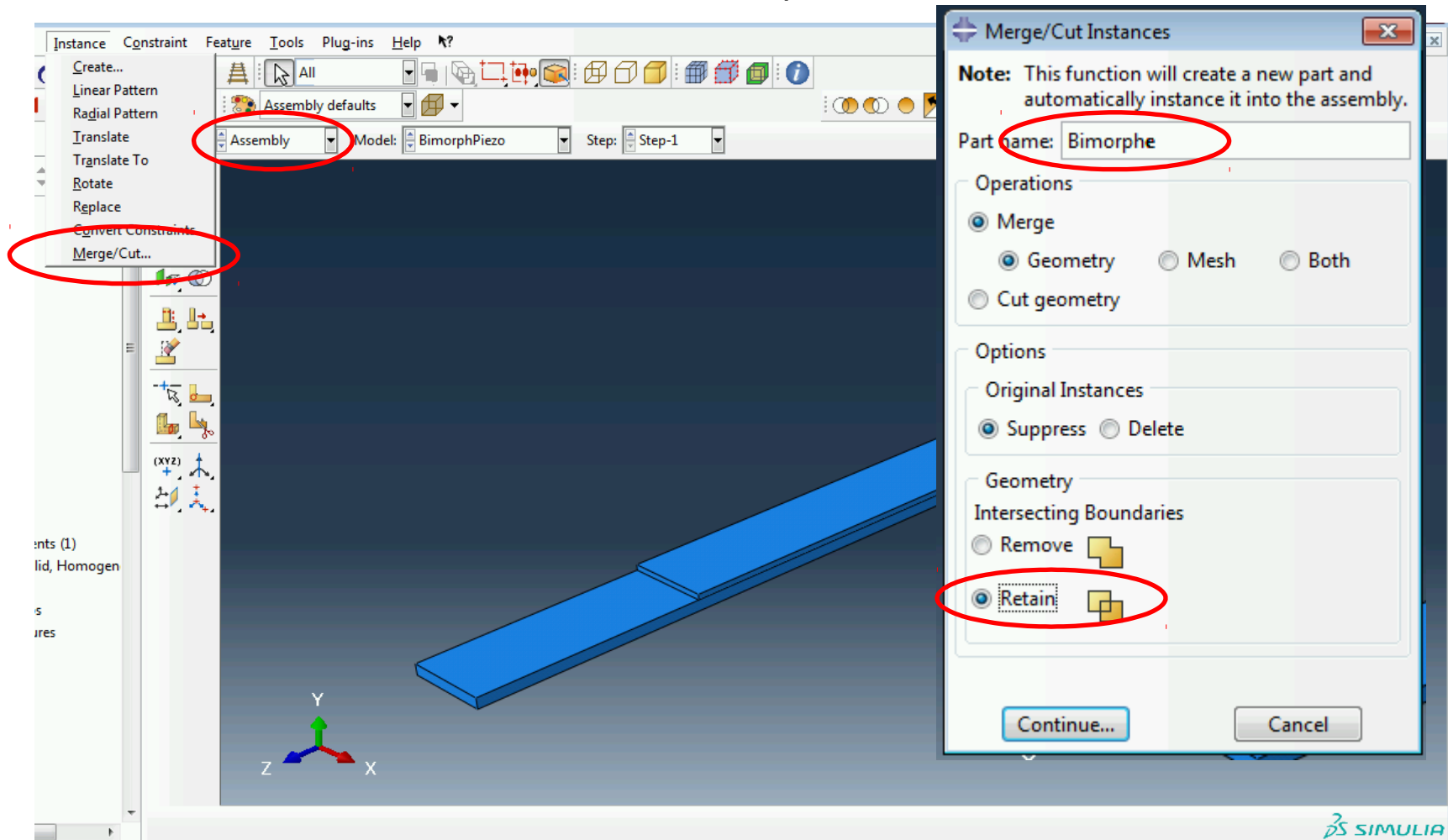
- Translater l'instance « CouchePiezo-1 » pour la placer au bon endroit sur l'instance « CoucheElastique-1 »
- Donner :
 - - l'origine et
 - - l'extrémité du vecteur de la translation



Select an end point for the translation vector--or enter X,Y,Z: 0,0,0,0,0

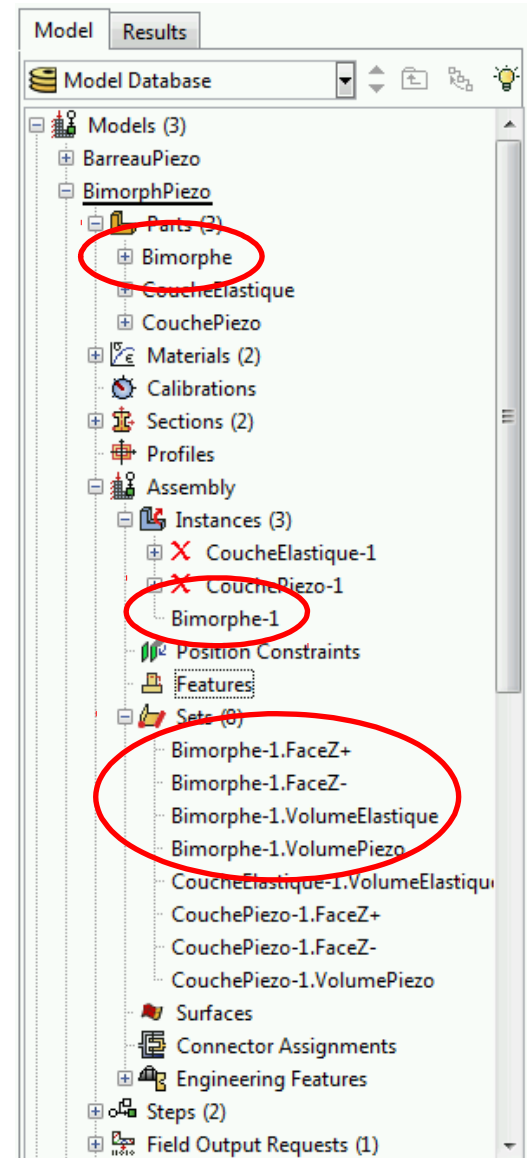
Fusionner les instances

- Instance → Merge/cut. Sélectionner les deux instances
- Création d'une nouvelle Part à nommer « Bimorphe »



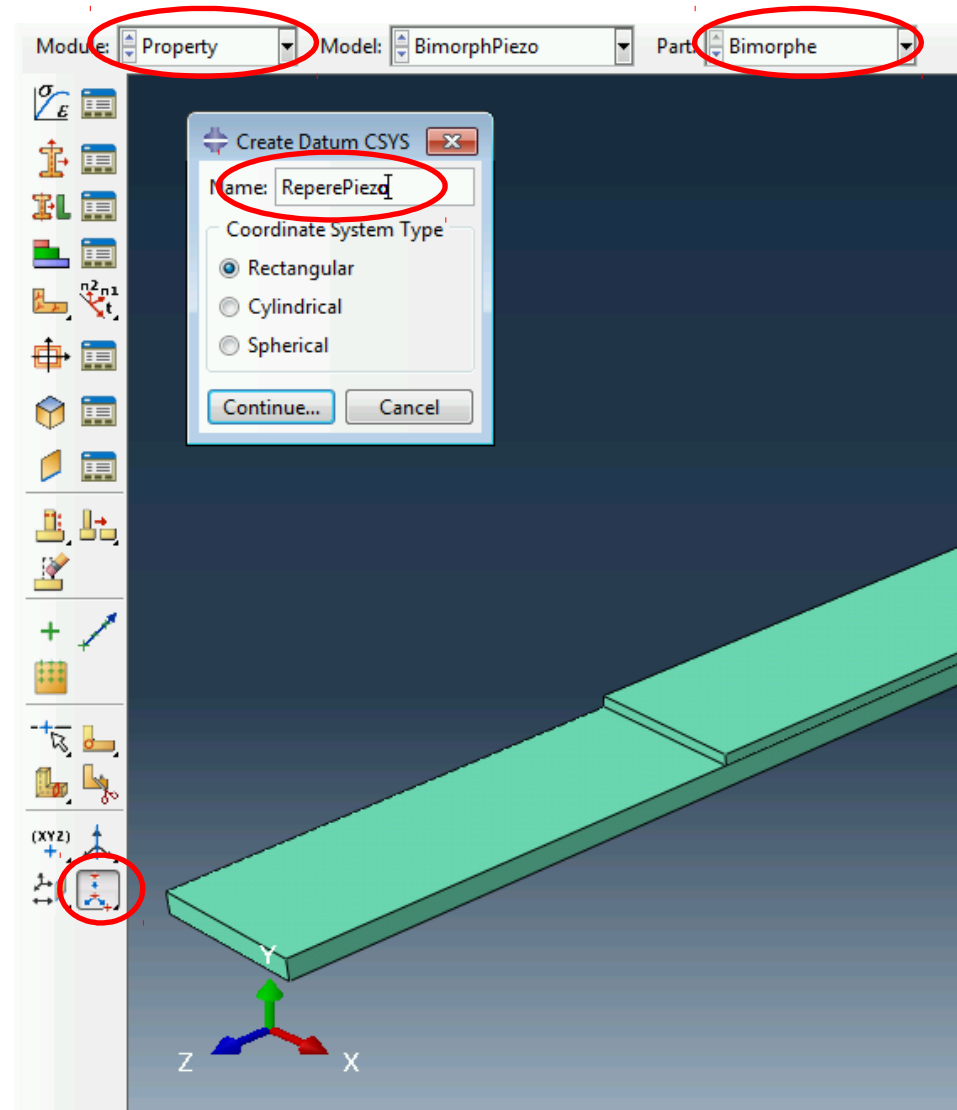
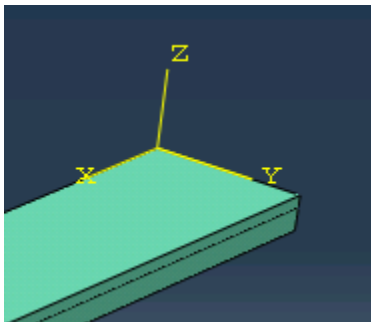
Fusionner les instances

- Vérifier dans l'arbre la création :
- - de la nouvelle Part « Bimorphe »
- - de l'instance « Bimorphe-1 » de cette Part dans l'assemblage
- - de la suppression des instances précédentes CoucheElastique-1 et CouchePiezo-1
- - de l'héritage des sets géométriques de CouchePiezo-1 dans Bimorphe-1.



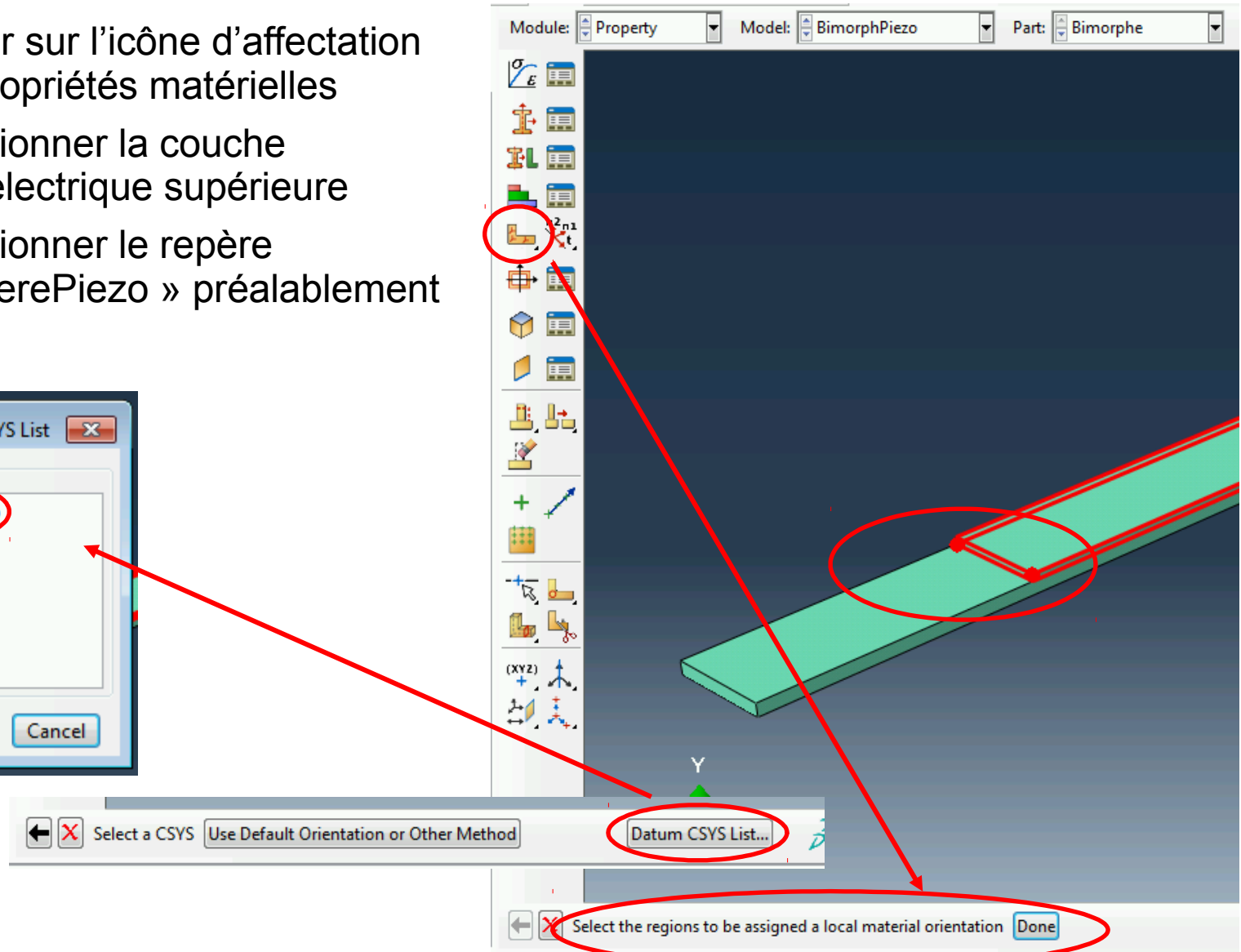
Repère matériau

- Retourner dans le module « Property ». Choisir la Part « Bimorphe »
- Créer un repère « Datum CSYS »
- - l'axe X est celui de la poutre
- - l'axe Z est orthogonal au plan des électrodes
- **Inutile de le faire AVANT la fusion des instances pour créer la Part Bimorphe**



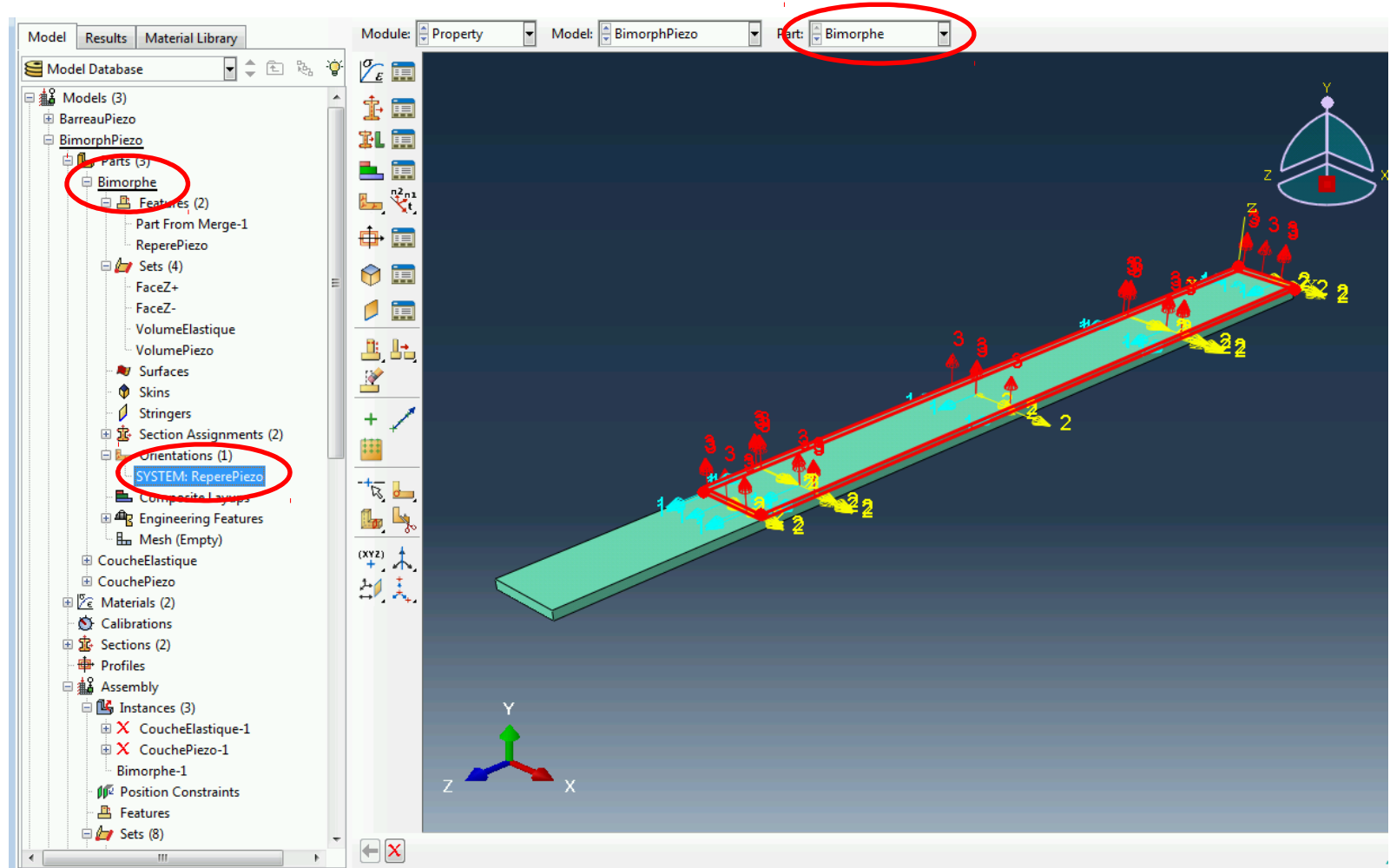
Affecter l'orientation matérielle

- Cliquer sur l'icône d'affectation des propriétés matérielles
- Sélectionner la couche piézoélectrique supérieure
- Sélectionner le repère « ReperePiezo » préalablement défini

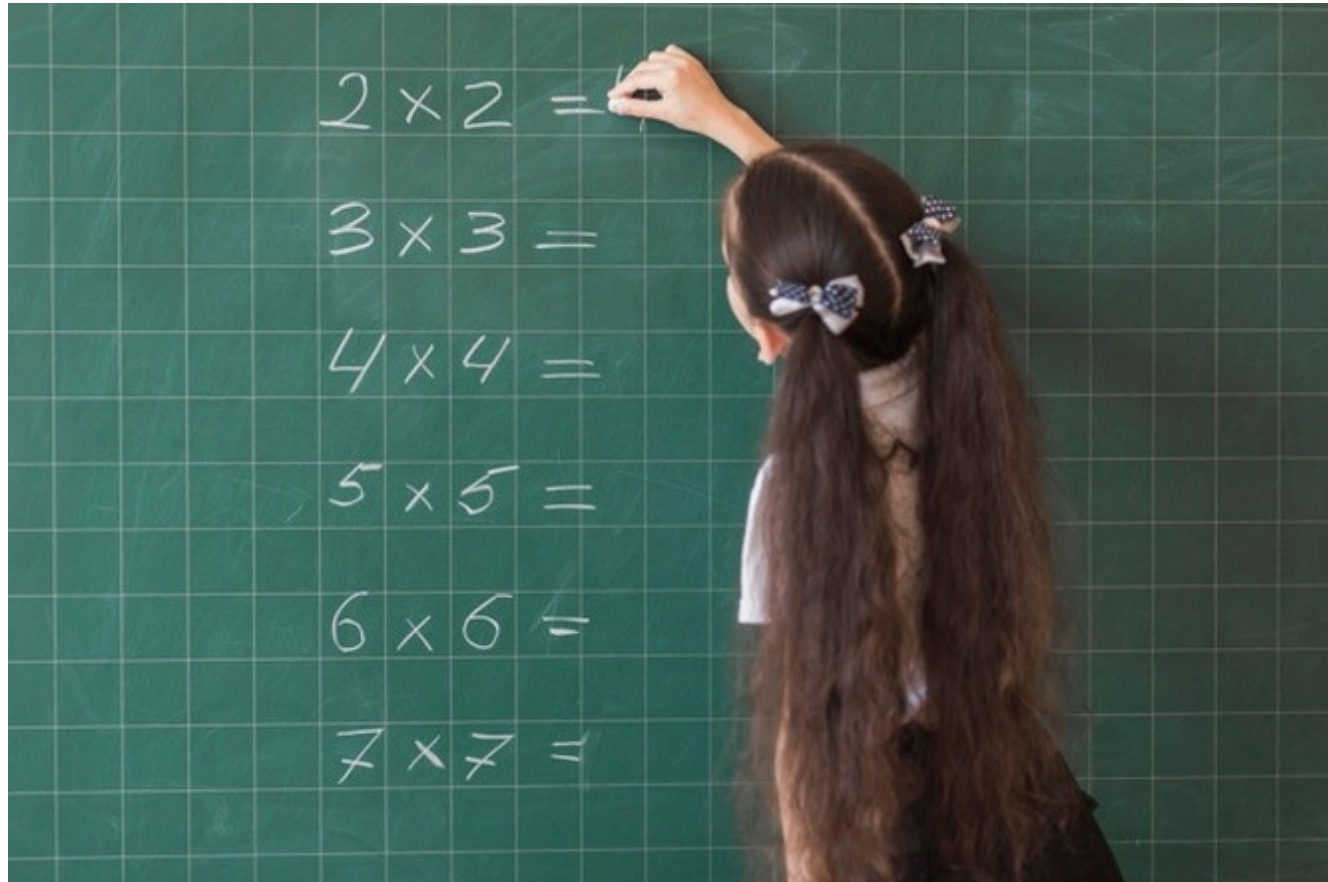


Affecter l'orientation matérielle

- Bien vérifier dans l'arbre que dans la Part « Bimorphe » l'orientation du repère matériau est bien avec la direction 3 verticale vers le haut pour la couche piézoélectrique.

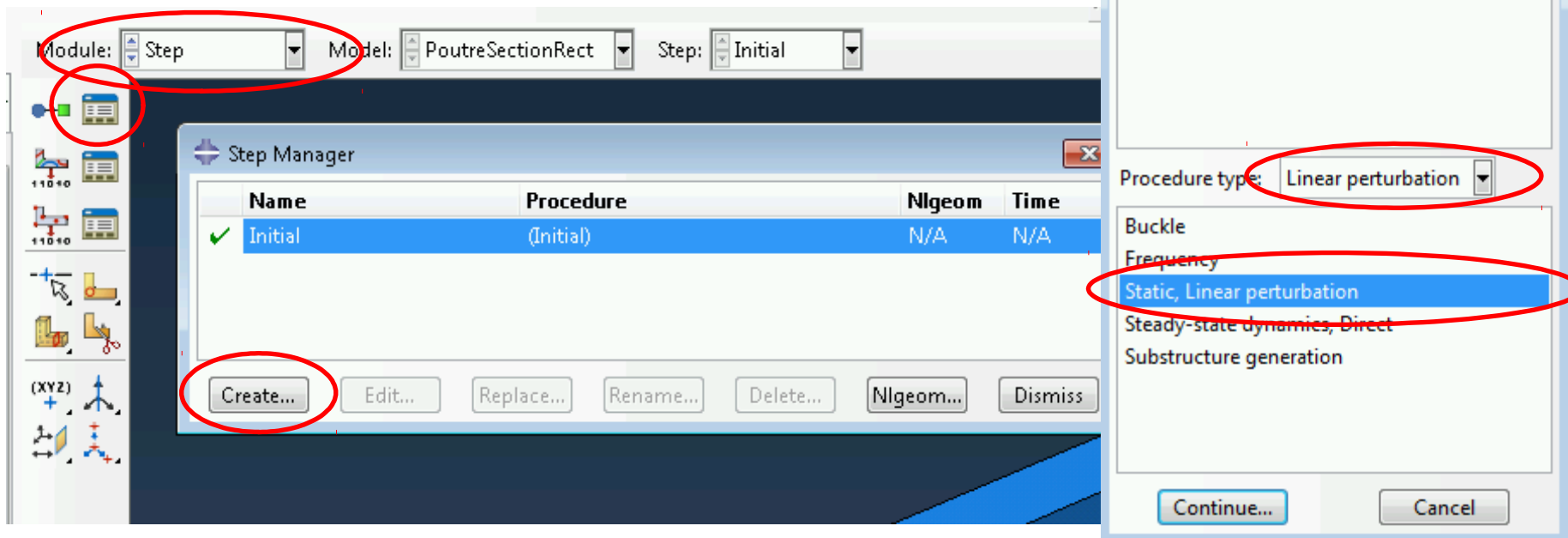


Type et étapes de calcul



Définition du type de calcul

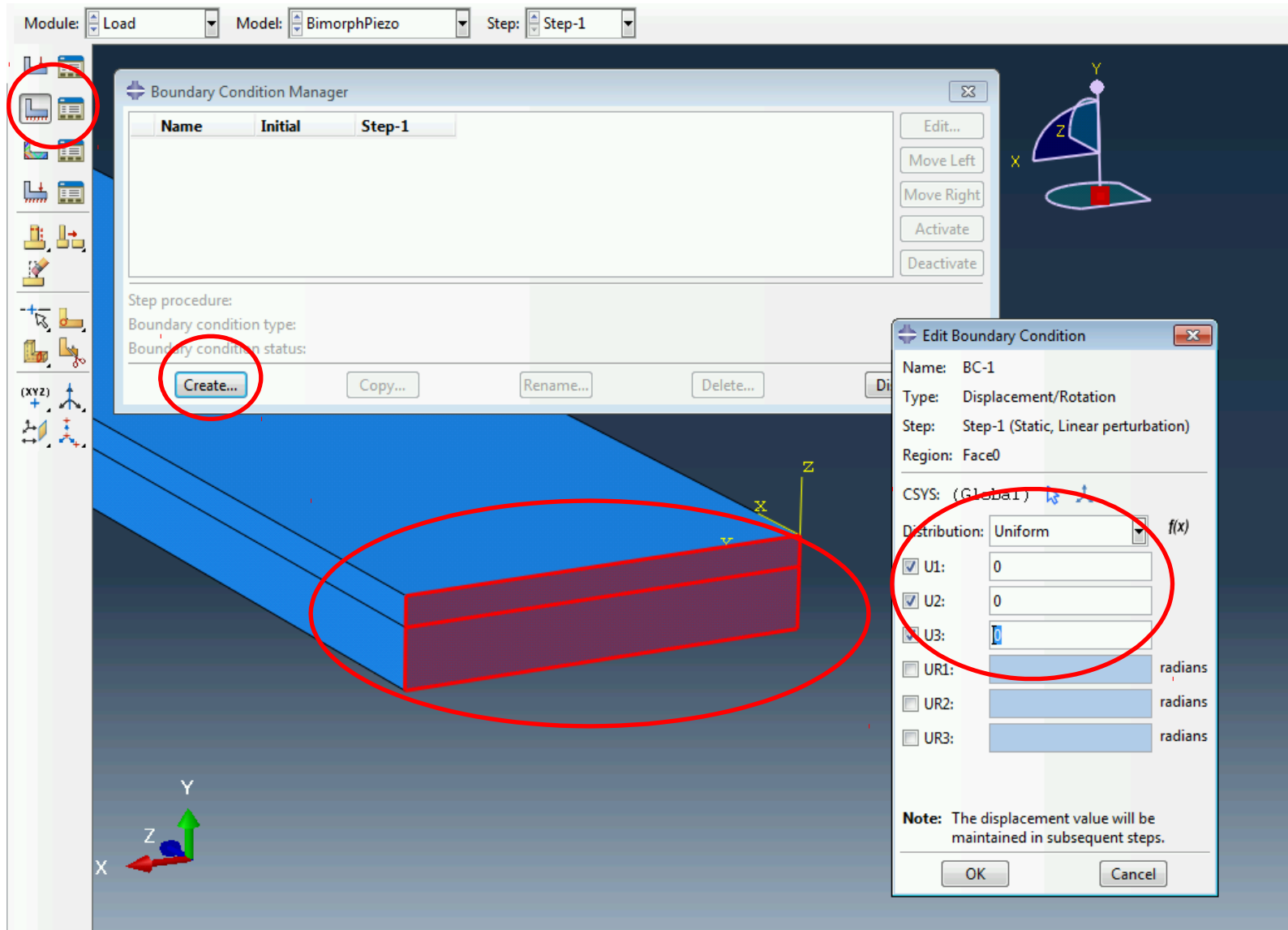
- Activer le module **Step**
- Créer un nouveau « step » :
 - - Linear perturbation (= analyse linéaire)
 - - Static (= analyse statique)



Chargement et conditions aux limites

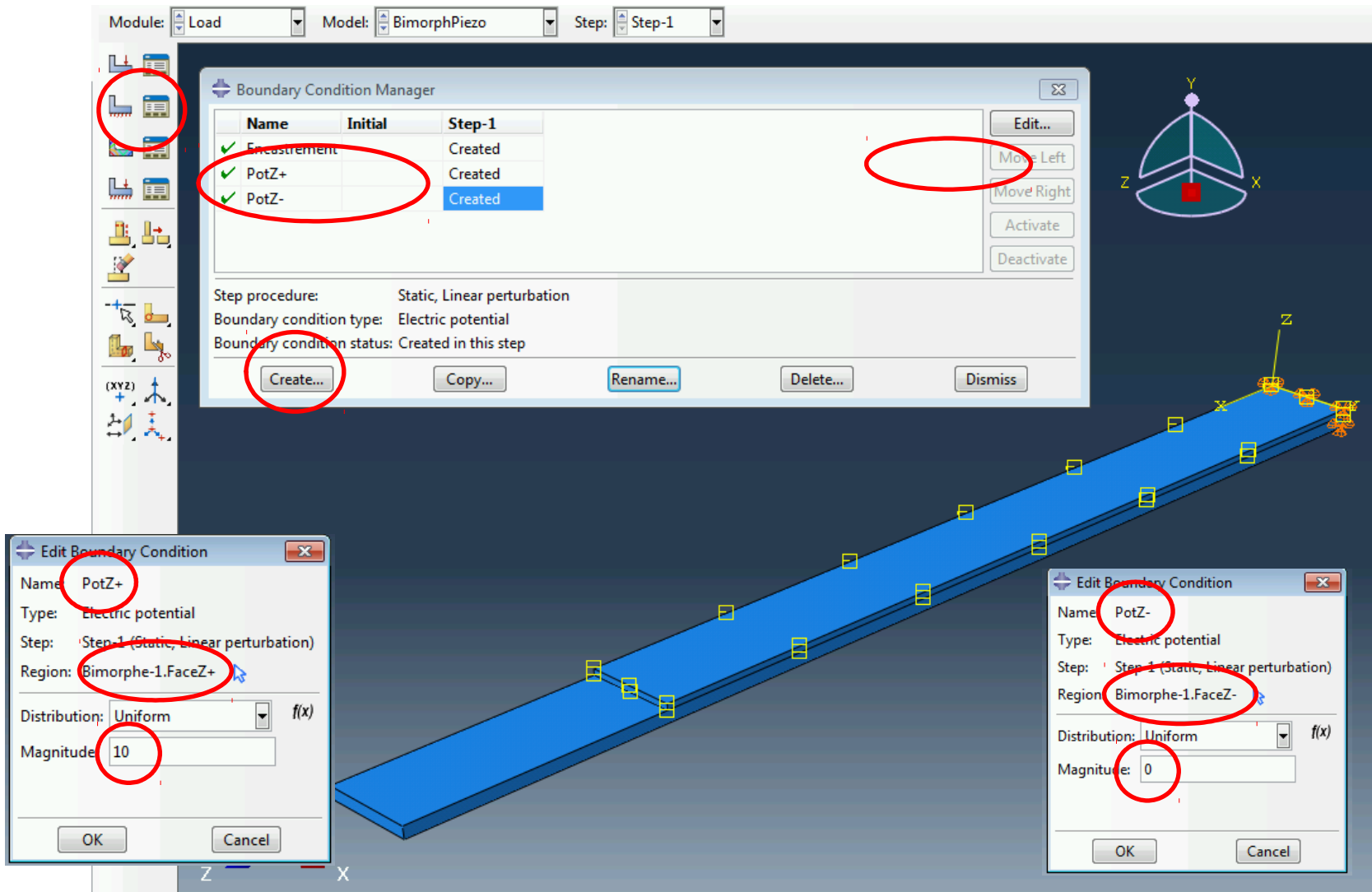


Définir l'encastrement

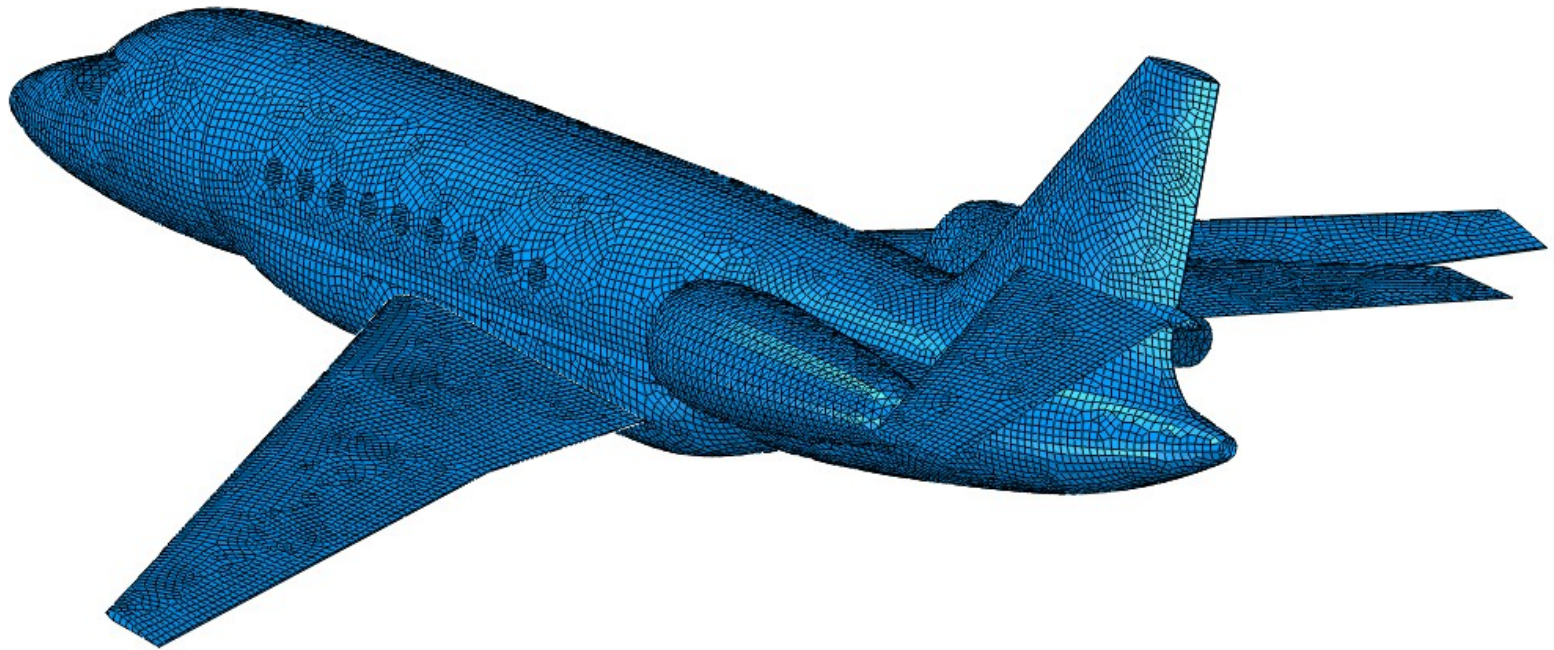


Définir les potentiels

- Utiliser les sets FaceZ+ et FaceZ- préalablement définis

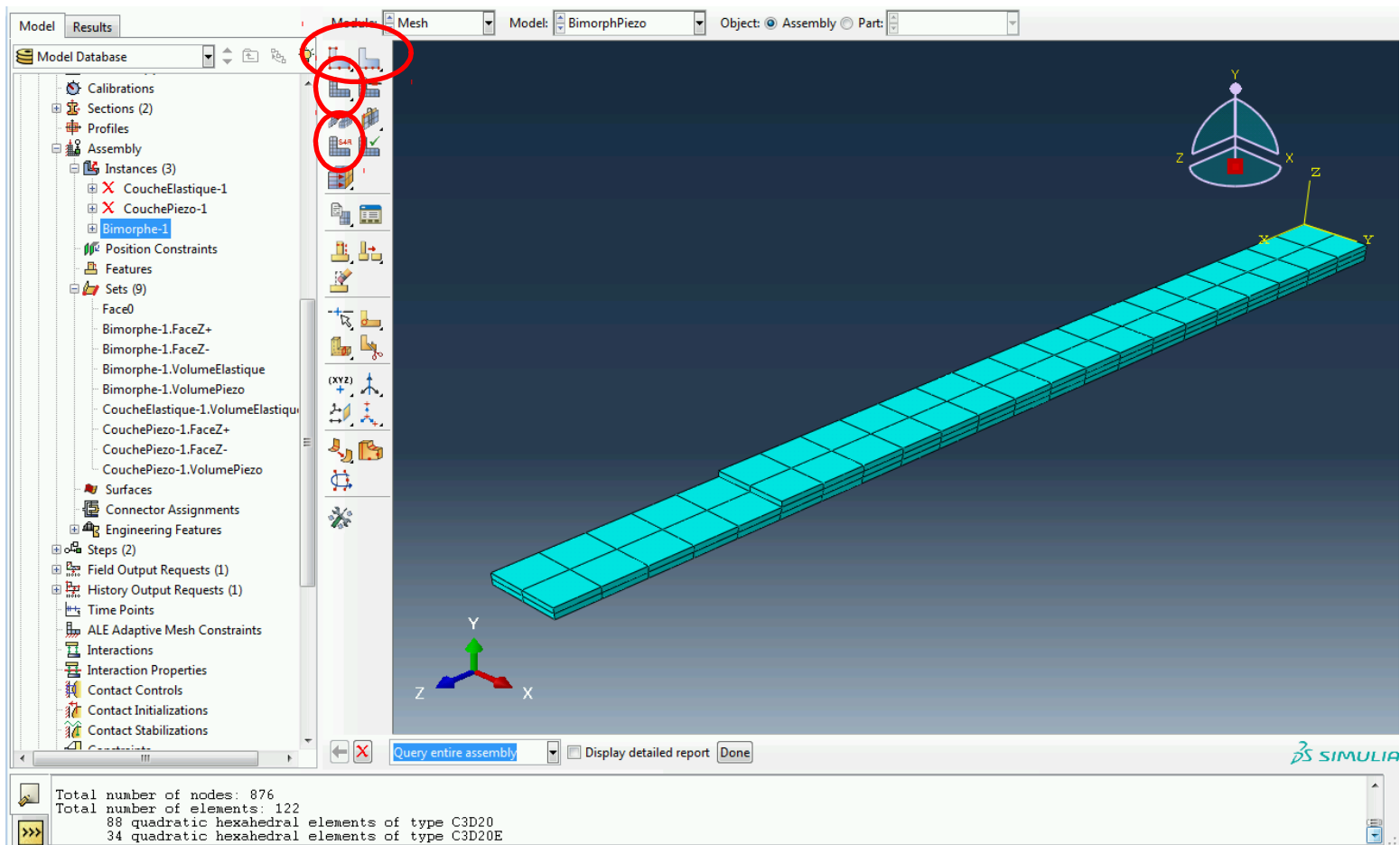


Maillage



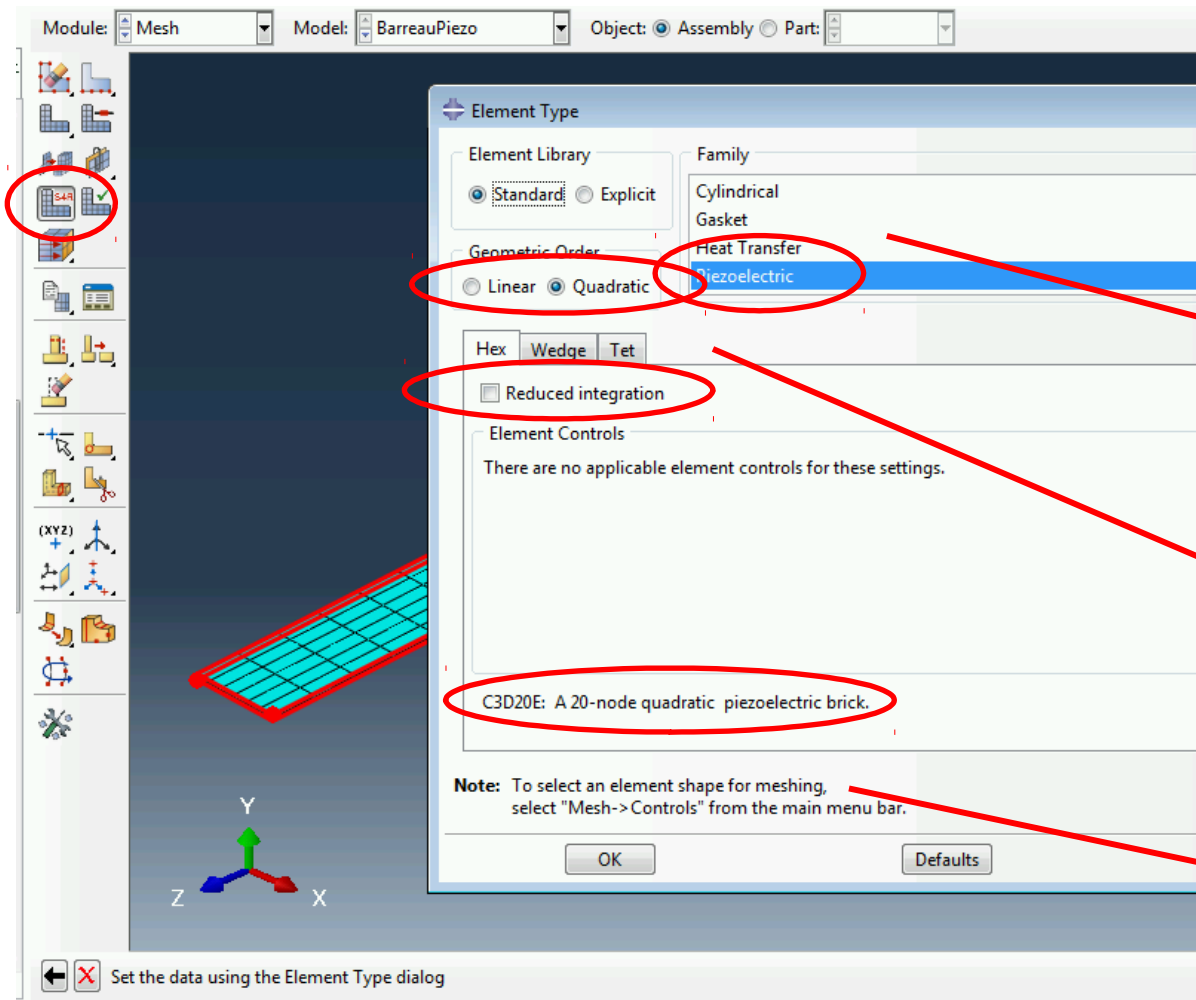
Définir le maillage

- Faire le maillage. Affecter des éléments « 3D stress » (C3D20) à la partie élastique et des éléments « Piezoelectric» (C3D20E) à la partie piezo quadratiques.
- Vérifier le nombre de nœuds : tools → query → mesh

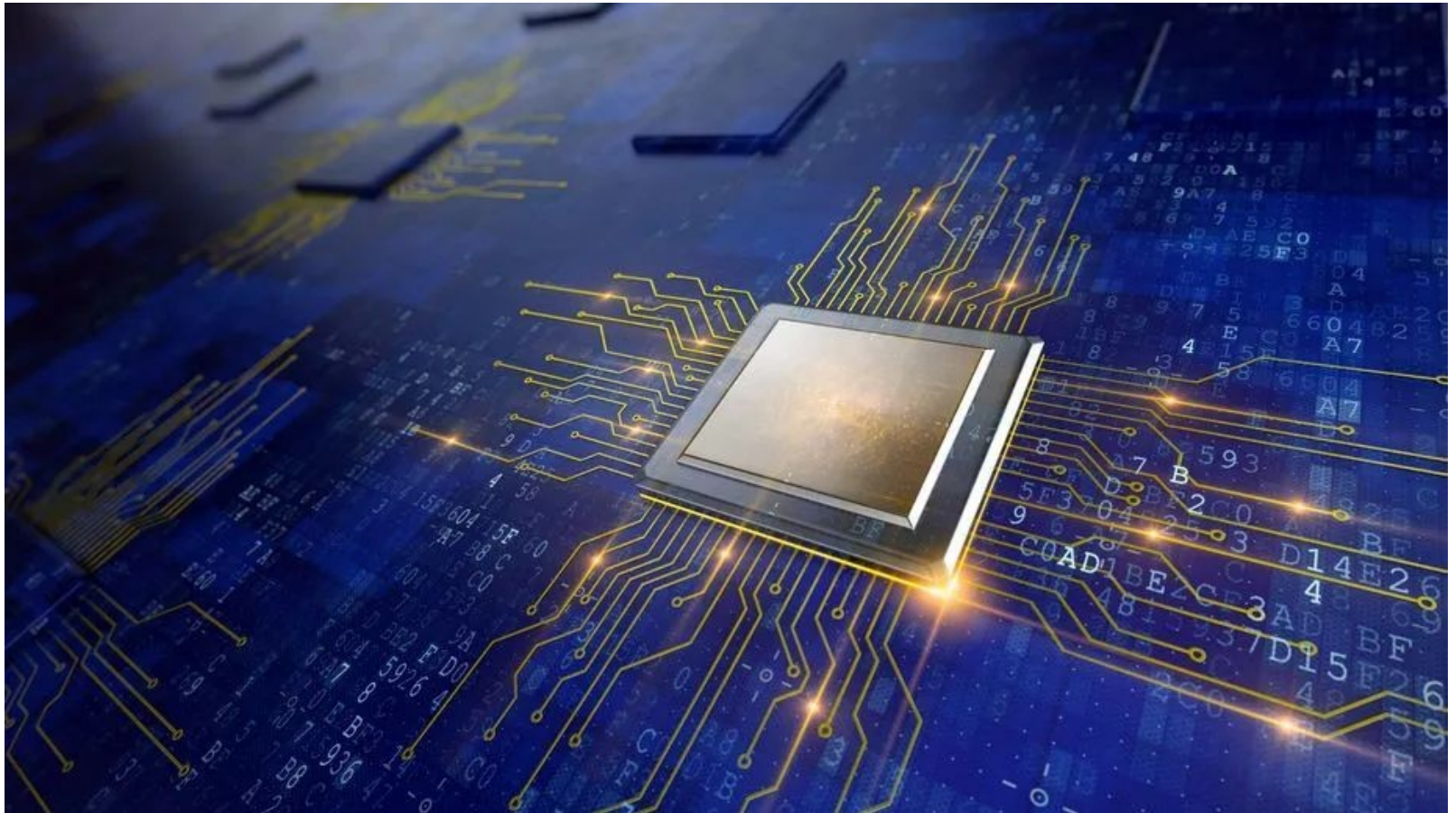


Définir le maillage

- Choix du type d'élément et du degré des fonctions d'interpolation

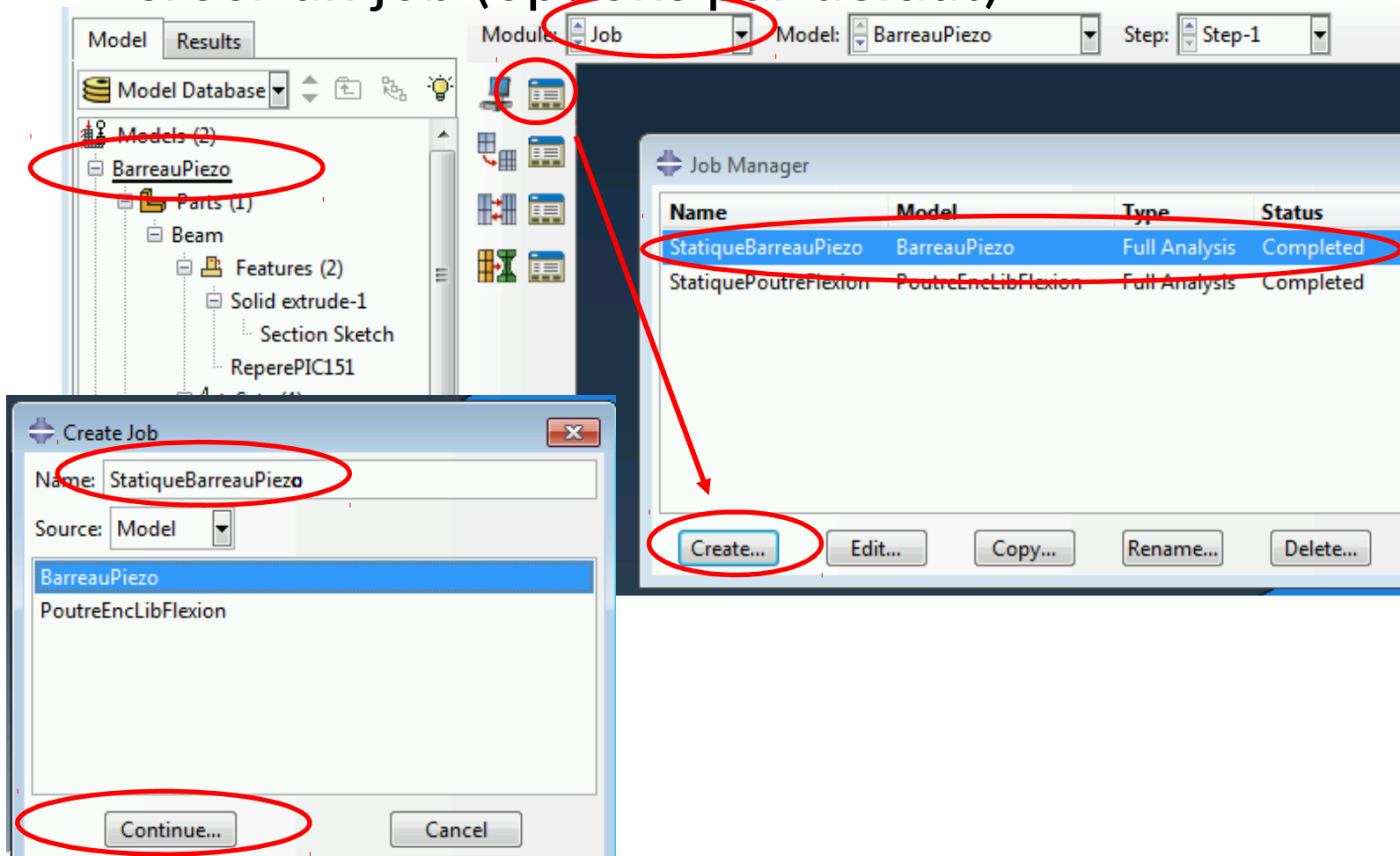


Définir et lancer un calcul



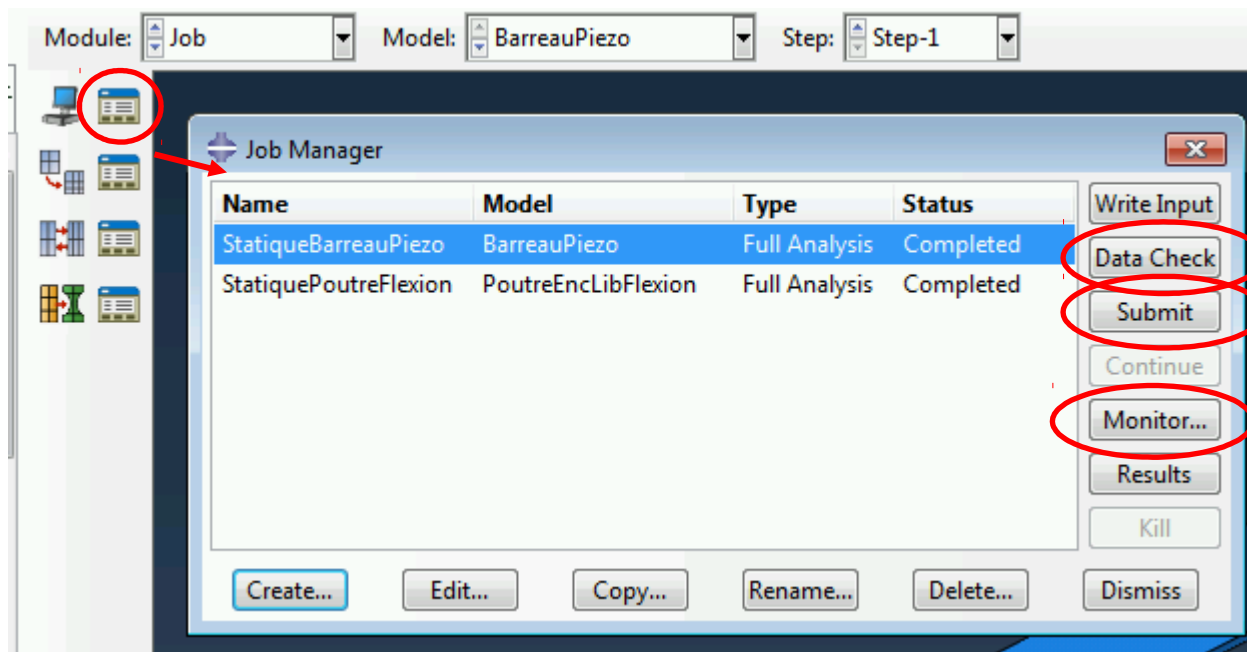
Définir le calcul

- Activer le module « **Job** »
- Créer un job (options par défaut)



Lancer le calcul

- Ouvrir le « job manager »
- Lancer le calcul
- Le calcul se fait en deux temps :
 - - une étape d'analyse (vérification)
 - - le calcul proprement dit

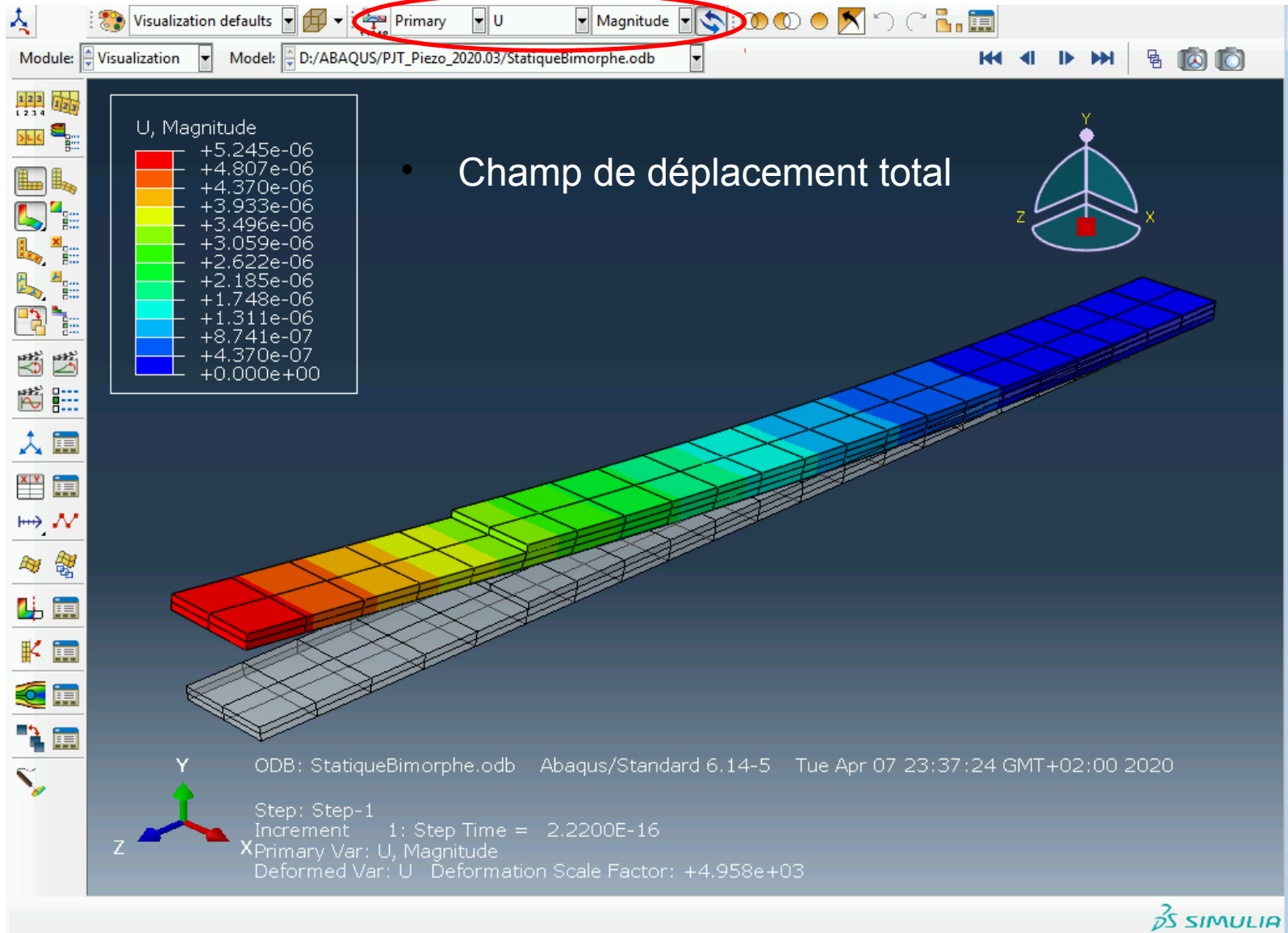


Vérifie si le jeu de données est OK

Lance le calcul

Utile pour surveiller le déroulement du calcul
Et pour trouver les différentes informations
(nombre de nœuds, temps de calcul, ...)

Résultat du calcul



Résultat du calcul

