

ANSYS Mechanical

Présentation

ANSYS Mechanical est un logiciel de calcul de structures très utilisé dans les entreprises. Il comprend des modules de modélisation, des solveurs et des post-processeurs. Il permet différents types d'analyses telles que des analyses statiques (déplacements, déformations et contraintes), linéaires ou non linéaires (plasticité, contact, grandes transformations...), modales (fréquences propres et déformées modales), thermiques (températures, gradients de température et flux de chaleur), du flambage (charges critiques de flambage), de la fatigue, ou de l'optimisation.

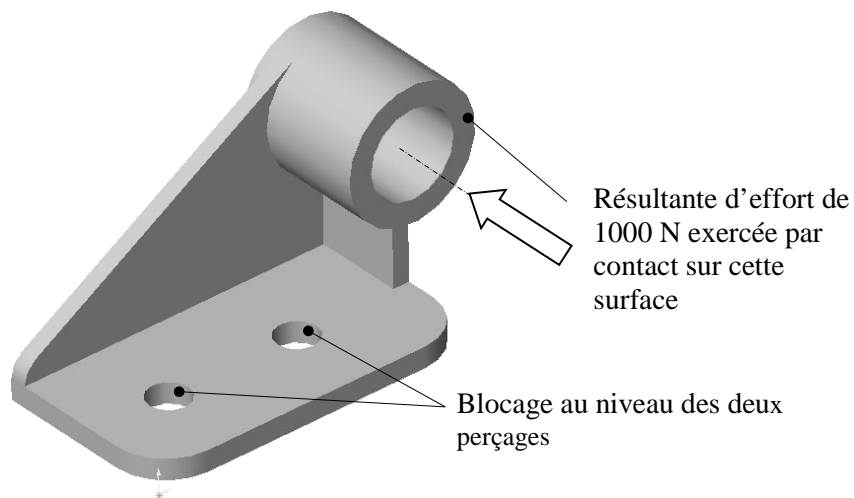
Workbench est une interface graphique pour PC qui permet une utilisation plus simple et conviviale de ANSYS, notamment pour le calcul des modèles volumiques. ANSYS Workbench offre des fonctionnalités de modélisation géométrique, mais il dispose également d'interfaces avec les principaux logiciels de CAO du marché (PTC Creo, SolidWorks, Catia, etc.).

Workbench est généralement utilisée pour gérer les études de simulation des produits ANSYS et lancer notamment ANSYS Mechanical.

Ce document est illustré par des captures d'écran de la version 2022. L'interface peut différer légèrement en cas d'utilisation d'une version différente.

Résolution d'un problème statique linéaire avec ANSYS Mechanical

Le document explique la résolution pas à pas la détermination des contraintes équivalentes de Von Mises dans une bride de fixation. La pièce est usinée dans de l'aluminium. Elle est bloquée au niveau des deux trous de perçage et soumise à un effort de 1000 N appliqué sur le bord de la partie cylindrique, dans la direction de l'axe du cylindre (voir schéma).

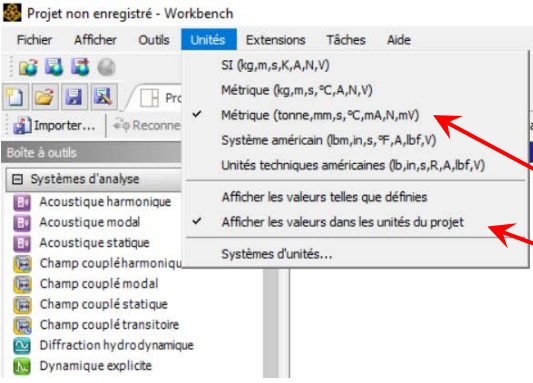


Sous Chamilo, récupérer le modèle géométrique de la bride : fichier *bride.prt* (modèle Creo) ou fichier *bride.SLDPRT* (modèle SolidWorks) ou CATIA (*bride.CATpart*).

Lancement de Workbench

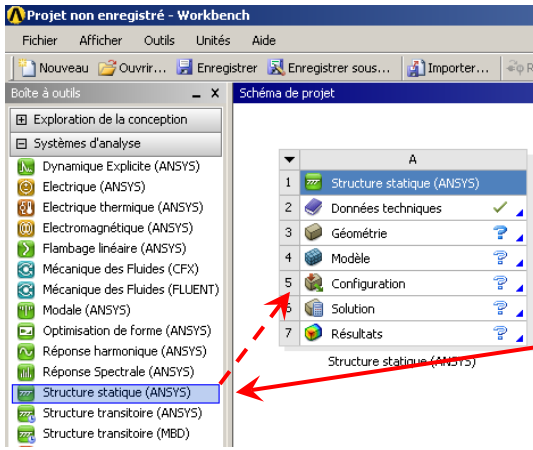
Selon le poste utilisé, vous pourrez lancer ANSYS Workbench depuis une installation locale et/ou depuis l'environnement virtualisé Citrix/Tricholome.

1 - Définition des unités du projet et du type de calcul à réaliser



(1) Cocher le système d'unités souhaité (ici mm, N)

(2) Cocher « Afficher les valeurs dans les unités du projet » pour visualiser dans le système d'unités choisi



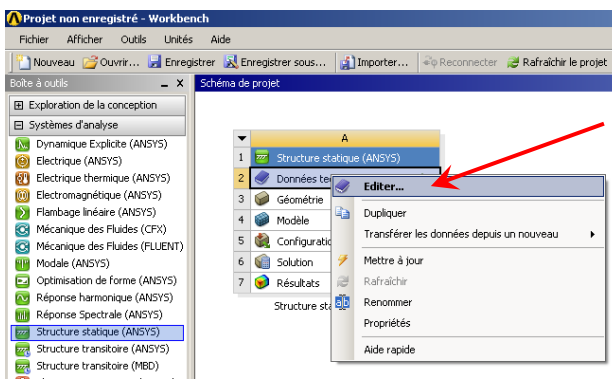
(3) Prendre le module correspondant au type de calcul à réaliser (ici « Structure statique ») et le faire glisser dans la fenêtre « Schéma du projet »

La boîte ainsi créée fait apparaître les différentes étapes de la réalisation du projet de calcul. Ici pour un calcul de structure statique, les étapes sont :

Étape	Description
1	Définition des matériaux
2	Définition de la géométrie
3	Définition du maillage
4	Définition des conditions d'appui et chargements
5	Résolution du problème
6	Analyse des résultats

Remarque :
La coche verte sur la ligne « Données techniques » indique que les données matériaux sont correctement renseignées. Un acier est en effet défini par défaut comme matériau du projet. Le point d'interrogation bleu sur les autres lignes indique des étapes non réalisées

2 - Définition des matériaux utilisés dans le projet de calcul



(1) Clic droit sur « Données techniques », puis choisir « Editer... » dans la fenêtre contextuelle.

La fenêtre de définition des matériaux apparaît

Liste des matériaux utilisés dans le projet courant (par défaut « Acier standard »)

The screenshot shows the ANSYS Workbench interface. On the left, a tree view lists material properties such as 'Propriétés physiques', 'Linéaire élastique', 'Données d'essais hyperélastiques', etc. The main window displays a table of material properties for 'Acier standard'. A red arrow points to the 'Acier standard' entry in the material list, and another red arrow points to the 'Supprimer' (Delete) icon next to it. A third red arrow points to the 'Ajouter un nouveau matériau' (Add new material) button at the bottom of the material list.

Propriété	Valeur	Unité
Variables des champs matériaux	Table	
Masse volumique	7,85E-09	tonne mm ⁻³
Coefficient isotrope sécant de dilatation thermique		
Elasticité isotrope		
Paramètres de fatigue basés sur les déformations		
Courbe S-N	Tabulaire	
Limite élastique en traction	250	MPa
Limite élastique en compression	250	MPa
Limite à la rupture en traction	460	MPa
Limite à la rupture en compression	0	MPa

(2) Clic droit sur « Acier standard », puis « Supprimer » pour l'enlever de la liste des matériaux du projet

(3) Cliquer ici pour ajouter un nouveau matériau au projet de calcul

Propriétés du matériau sélectionné

This screenshot shows the 'Arborescence de Schéma A2: Données techniques' window. A new material entry 'Mon matériau' has been added to the list. A red arrow points to the blue question mark icon next to the name, indicating it is not yet defined. Below this, the 'Propriétés de Ligne d'arborescence 4: Mon matériau' window is open, showing a table with columns for 'Propriété', 'Valeur', and 'Unité'. A green arrow points to the 'Propriété' column header.

Propriété	Valeur	Unité

(4) Saisir le nom de votre nouveau matériau. Le point d'interrogation bleu indique qu'il n'est pas encore défini.

Les propriétés du matériau sélectionné apparaissent ici. Aucune n'est définie pour le moment

This screenshot shows the 'Boîte à outils' (Tools) menu. The 'Linéaire élastique' (Linear elastic) option is selected, and its context menu is open, showing the 'Inclure la propriété' (Include property) option. A red arrow points to this option.

(5) Dans la « Boîte à outils », dérouler le menu « Linéaire élastique » et clic droit sur « élasticité isotrope ». Choisir « Inclure la propriété » dans le menu contextuel.

Les propriétés physiques associées à l'élasticité isotrope apparaissent alors dans la fenêtre des propriétés du nouveau matériau.

Propriétés de Ligne d'arborescence 4: Mon matériau			
	A	B	C D
1	Propriété	Valeur	Unité
2	Isotrope Elasticité		
3	Dériver de	Module de Young et coefficient de Poisson	
4	Module de Young		MPa
5	Coefficient de Poisson		
6	Module de compressibilité		MPa
7	Module de cisaillement		MPa

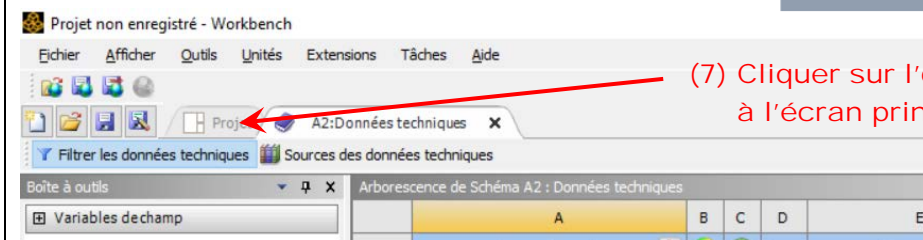
(6) Renseigner les propriétés d'élasticité isotrope requises dans les cases jaunes :

- module de Young = 75000MPa
- coefficient de Poisson = 0,3

Propriété	Valeur	Unité
Isotrope Elasticité		
Dériver de	Module de Young et coefficient de Poisson	
Module de Young	75000	MPa
Coefficient de Poisson	0,3	
Module de compressibilité	62500	MPa
Module de cisaillement	28846	MPa

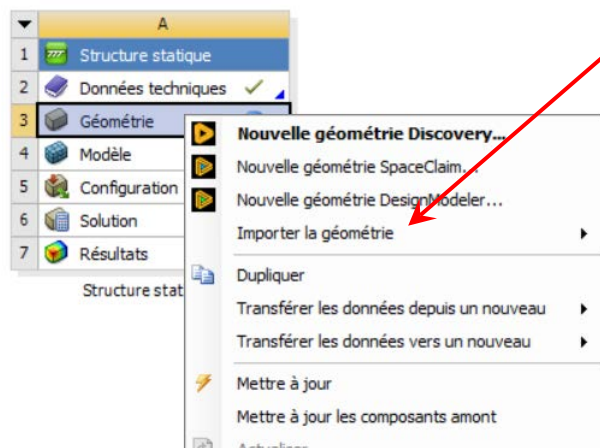
Les autres valeurs (cases grises) sont déduites des précédentes

Remarque :
Rentrer 0,3 (virgule) et non 0.3 (point) pour le coefficient de Poisson.



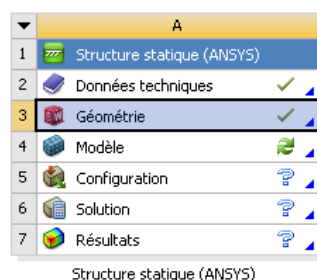
(7) Cliquer sur l'onglet Projet pour revenir à l'écran principal Workbench

3 – Définition de la géométrie du problème



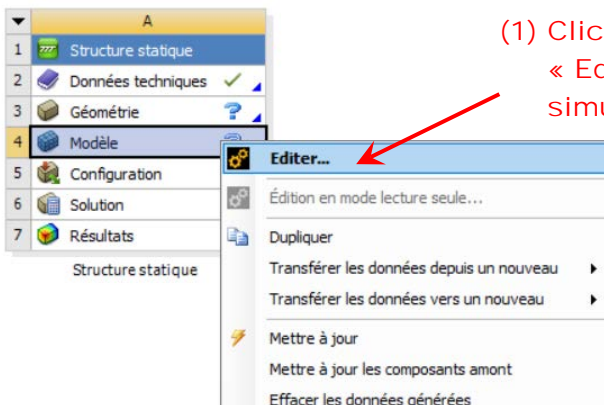
(1) Clic droit sur « Géométrie », puis choisir « Importer la géométrie » et « parcourir » dans la fenêtre contextuelle, puis sélectionner le fichier bride.prt (ou SLDPRT)

Remarque :
Si le modèle géométrique n'est pas encore réalisé, on peut ici le faire avec l'un des modéleur fournis avec Ansys : Discovery, SpaceClaim ou DesignModeler



Une coche verte apparaît sur l'étape « Géométrie » une fois le fichier CAO sélectionné, indiquant que celle-ci est maintenant définie. L'icône montre qu'il s'agit d'un modèle SolidWorks.

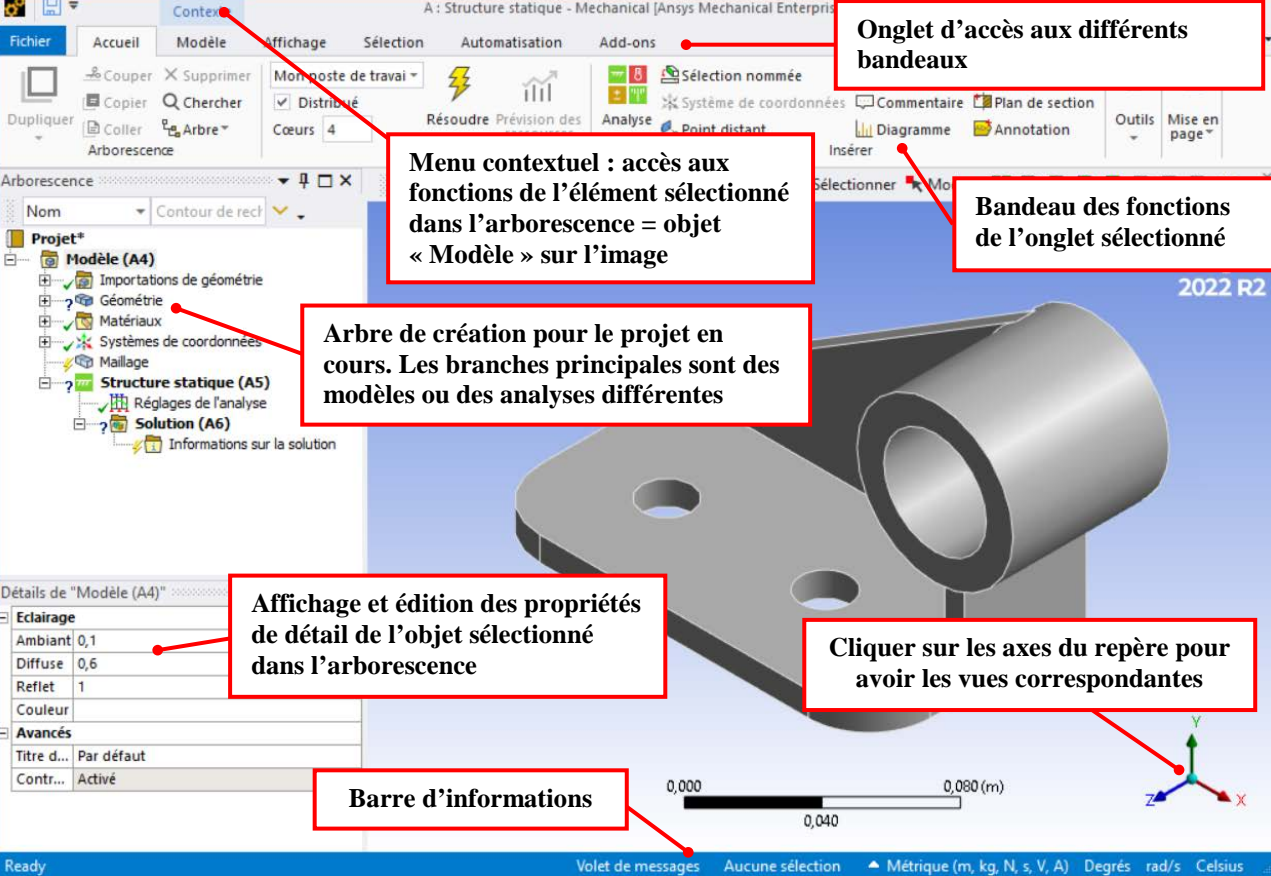
4 – Définition du modèle de calcul



(1) Clic droit sur « Modèle », puis choisir « Editer... » pour lancer l'environnement de simulation Mechanical

Remarque :
Lors de l'appel de Mechanical, Workbench doit importer la géométrie CAO précédemment sélectionnée, ce qui nécessite de lancer le logiciel CAO concerné. Cette étape peut donc prendre quelques minutes. Une barre de progression s'affiche pendant ce processus.

L'environnement de simulation apparaît, le modèle géométrique choisi précédemment est affiché.



Onglet d'accès aux différents bandeaux

Menu contextuel : accès aux fonctions de l'élément sélectionné dans l'arborescence = objet « Modèle » sur l'image

Bandeau des fonctions de l'onglet sélectionné

Arbre de création pour le projet en cours. Les branches principales sont des modèles ou des analyses différentes

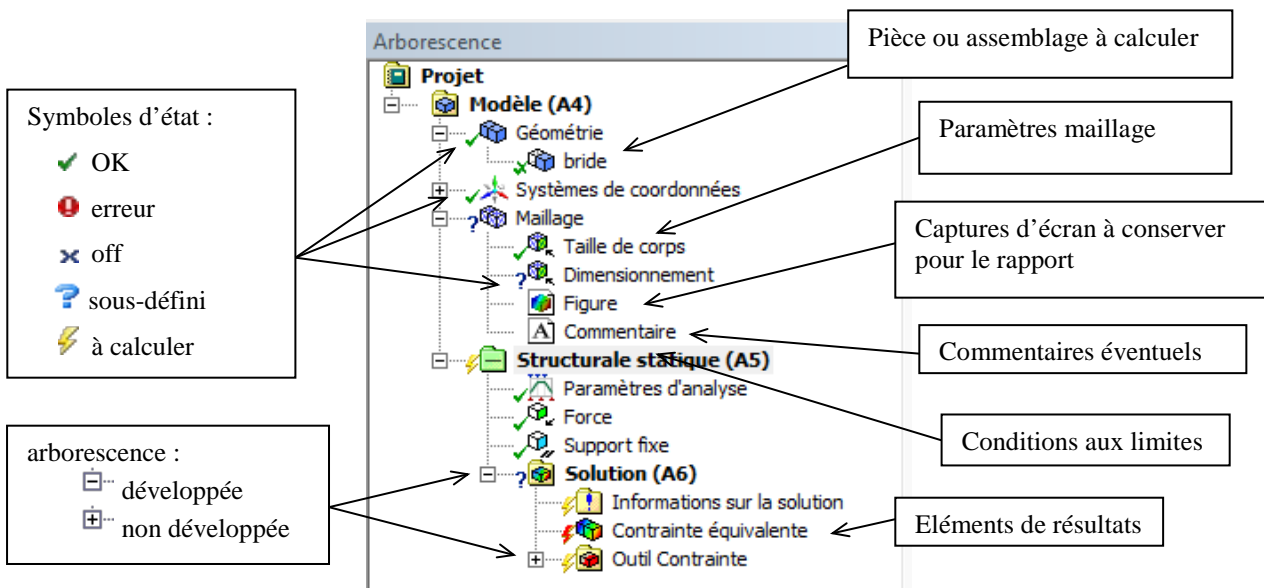
Affichage et édition des propriétés de détail de l'objet sélectionné dans l'arborescence

Cliquer sur les axes du repère pour avoir les vues correspondantes

Barre d'informations

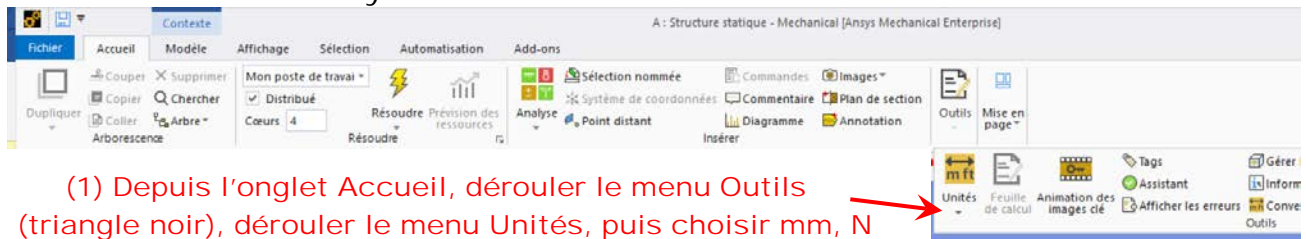
Ready Volet de messages Aucune sélection Métrique (m, kg, N, s, V, A) Degrés rad/s Celsius

Arborescence du modèle de simulation



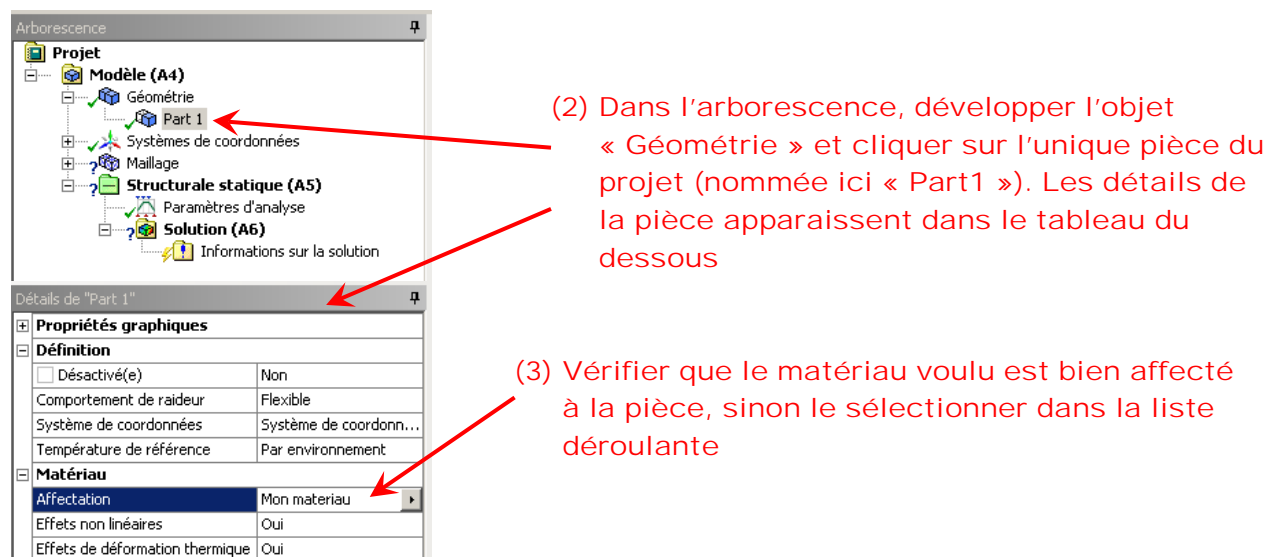
L'arborescence peut être facilement modifiée à la souris par les fonctions classiques windows de sélection/suppression, copier/coller, déplacer, etc. Chaque objet de l'arborescence peut aussi être renommé.

4.1 – Modification du système d'unités



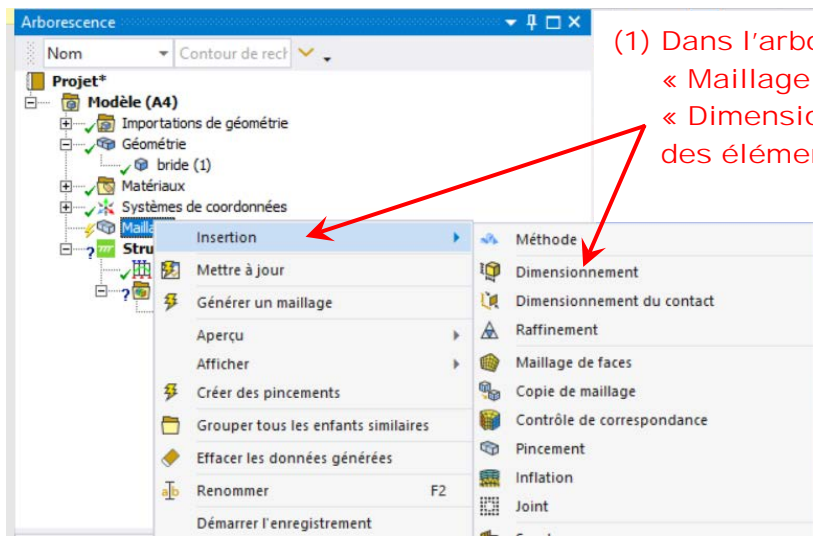
4.2 – Affectation du matériau à la pièce étudiée

A l'étape 2 nous avons défini la liste des matériaux utilisés dans le projet, ainsi que leurs propriétés (ici, un seul matériau). Pour cette étape 4.2 nous affectons ces matériaux aux différentes pièces du projet. Dans notre cas il suffit de vérifier que le seul matériau défini a bien été affecté à l'unique pièce du projet.

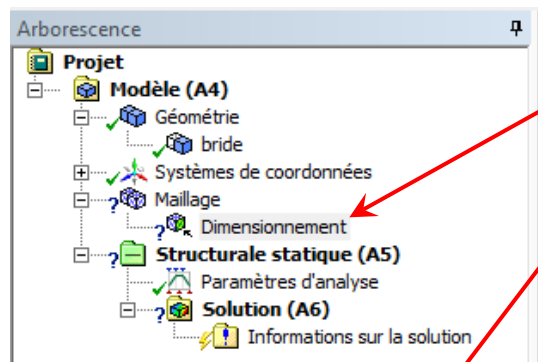


4.3 – Maillage de la structure

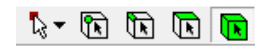
La démarche présentée ici consiste à définir une taille globale des éléments finis, puis à mailler la structure



(1) Dans l'arborescence, clic droit sur « Maillage », puis Insertion » puis « Dimensionnement » pour définir la taille des éléments finis du maillage

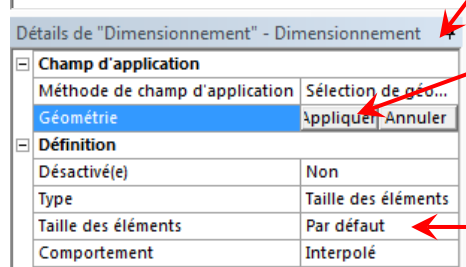


(2) Un nouvel objet « Dimensionnement » a été inséré dans l'arborescence. Cliquer dessus pour faire apparaître le tableau des détails de cet objet



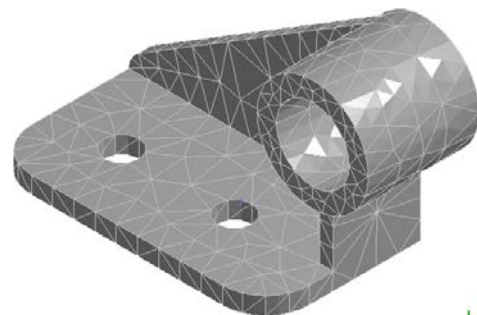
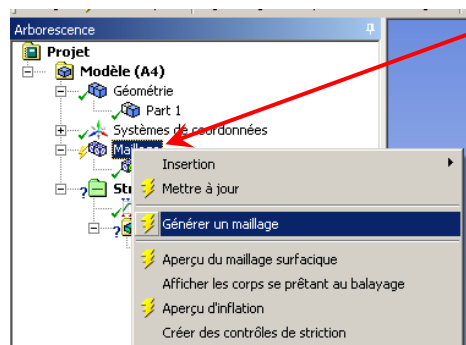
(3) Clic sur le filtre « Corps » dans la barre d'outils et cliquer sur la pièce pour sélectionner tout le volume.

Cliquer sur la cellule jaune, puis sur Appliquer



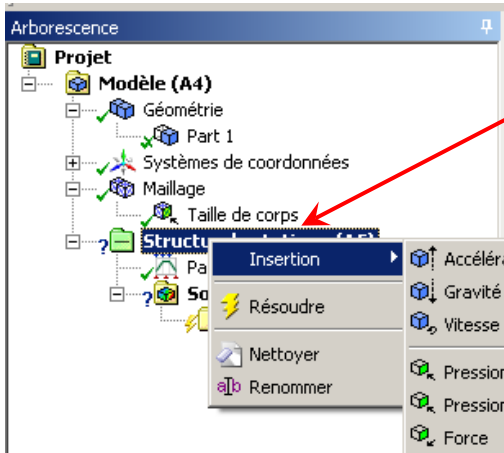
(4) Cliquer sur « Par défaut » pour définir la taille des éléments finis (ici 10 mm)

(5) Dans l'arborescence, clic droit sur l'objet « Maillage », puis « Générer un maillage »



4.4 – Définition des conditions aux limites

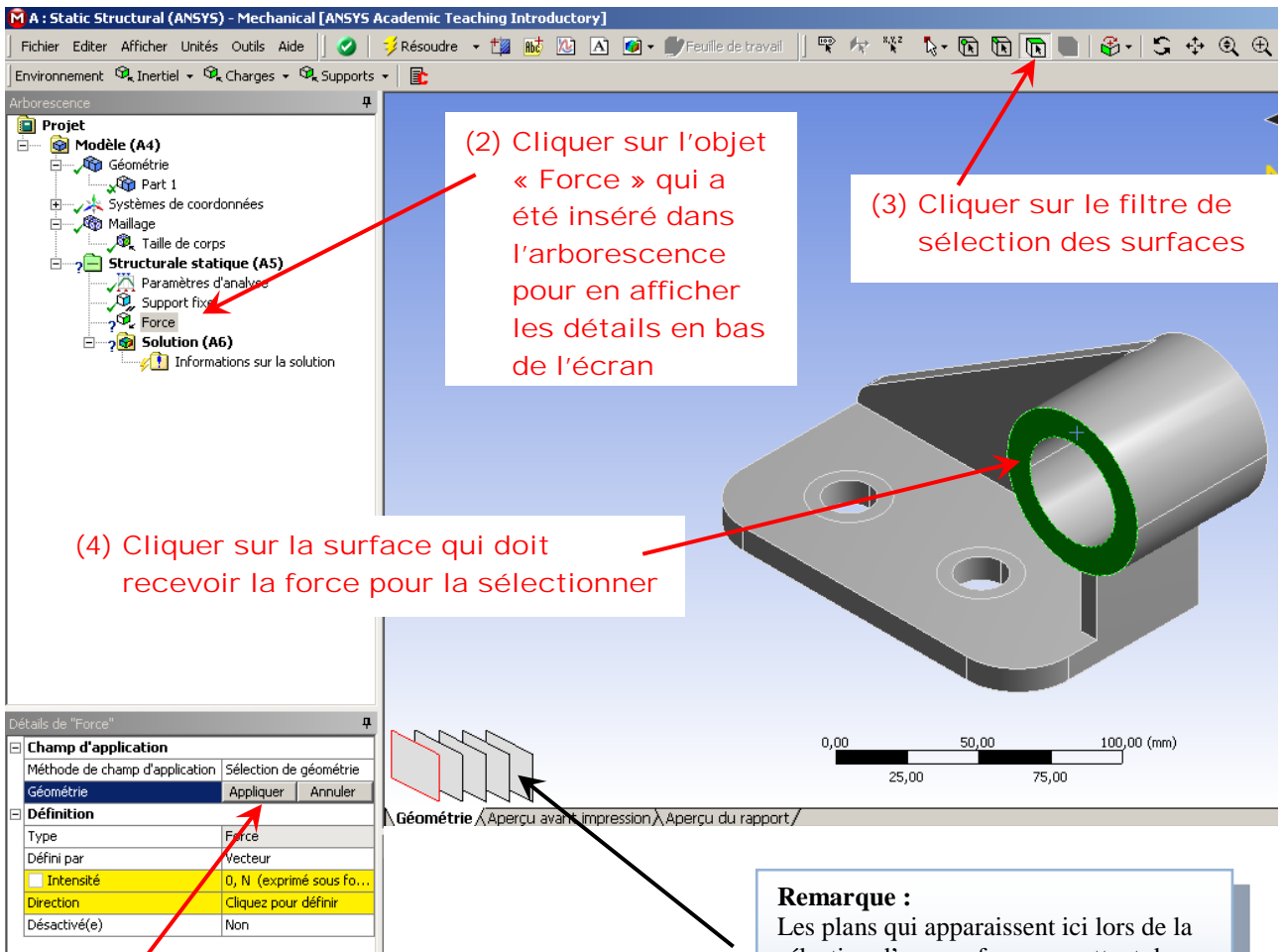
Définition de la force



(1) Dans l'arborescence, clic droit sur l'objet « Structure Statique », puis « Insertion ». Choisir « Force » pour insérer une charge définie par sa résultante

Remarque :

Le type « Force » peut s'appliquer indifféremment à un point, une ligne ou une surface. Il permet de définir la résultante des actions



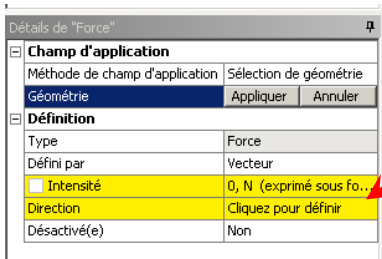
(2) Cliquer sur l'objet « Force » qui a été inséré dans l'arborescence pour en afficher les détails en bas de l'écran

(3) Cliquer sur le filtre de sélection des surfaces

(4) Cliquer sur la surface qui doit recevoir la force pour la sélectionner

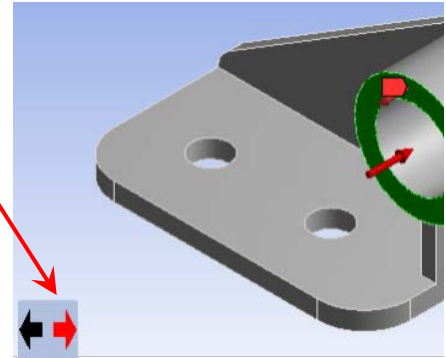
(5) Cliquer sur « Appliquer » pour affecter la surface sélectionnée à l'objet

Remarque :
 Les plans qui apparaissent ici lors de la sélection d'une surface permettent de sélectionner des surfaces à travers la matière. Cliquer successivement sur les différents plans pour en comprendre le fonctionnement

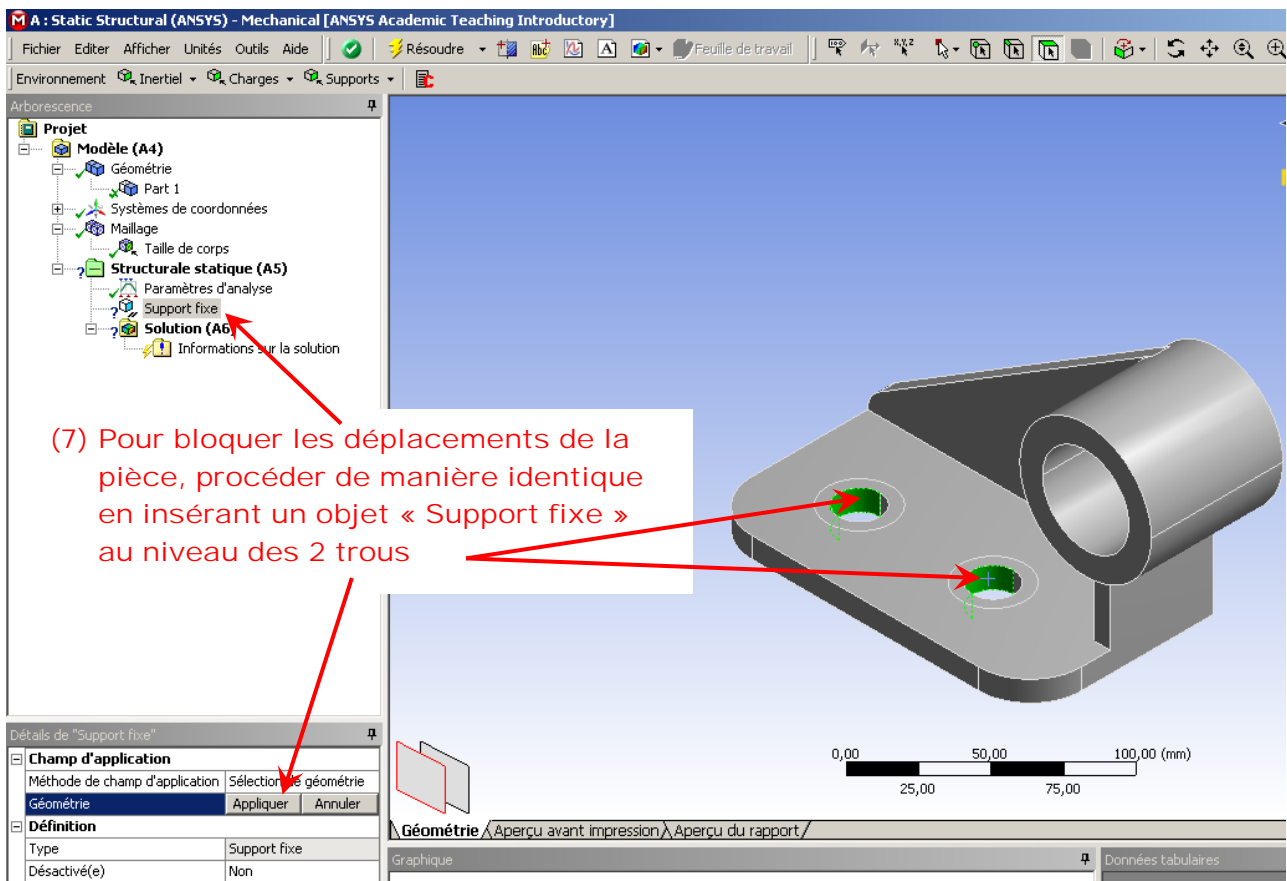


(6) Saisir la valeur de l'intensité de la force, et définir sa direction en cliquant sur la flèche appropriée

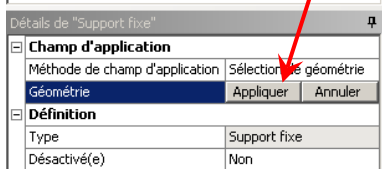
Remarque :
La force est normale à sa surface d'application. Sa direction est donc connue. Il ne reste ici qu'à en définir le sens.



Définition des liaisons (encastremements au niveau des 2 perçages)



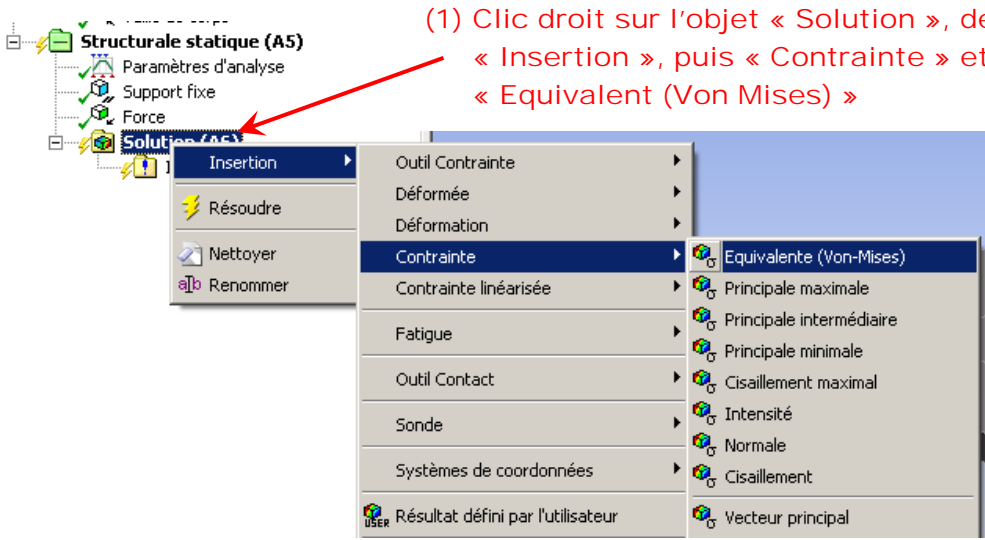
(7) Pour bloquer les déplacements de la pièce, procéder de manière identique en insérant un objet « Support fixe » au niveau des 2 trous



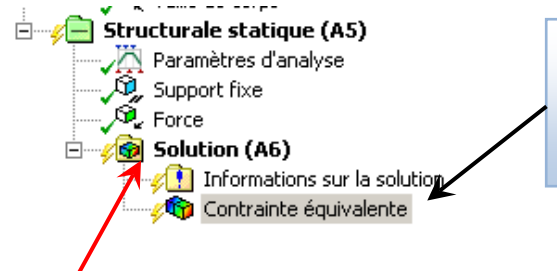
Remarque :
Il existe de nombreuses manières d'imposer des liaisons entre la pièce et l'extérieur : support fixe, déplacement, déplacement distant, support sans frottement, liaison élastique... Pour avoir la description de ces différentes liaisons utiliser le menu « Aide » en haut à droite de l'écran.

5 - Résolution du problème

(1) Clic droit sur l'objet « Solution », dérouler « Insertion », puis « Contrainte » et choisir « Equivalente (Von Mises) »



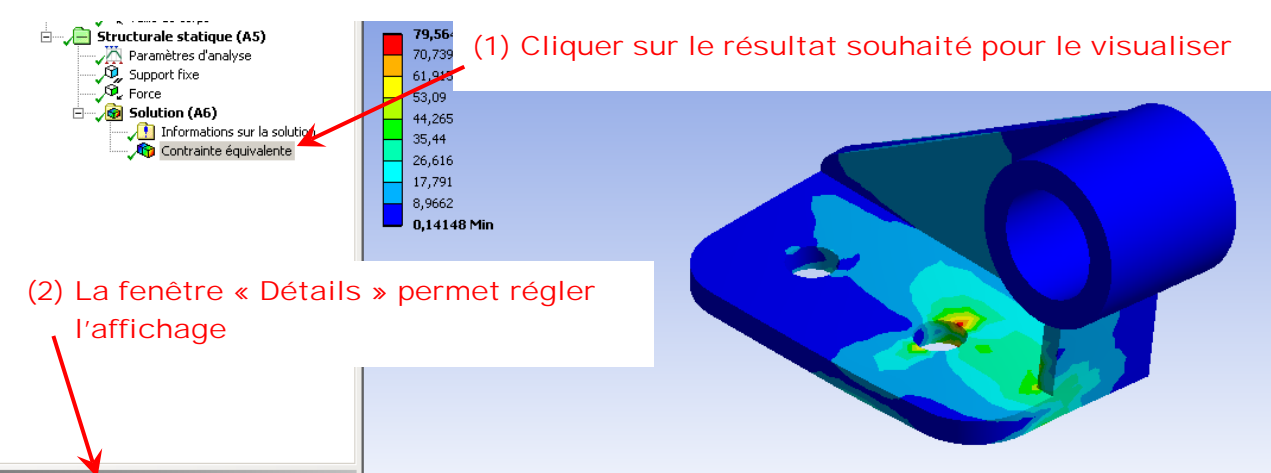
(2) Clic droit sur l'objet « Solution », puis « Résoudre » pour lancer la résolution du problème éléments finis. Une barre de progression indique l'avancement du calcul



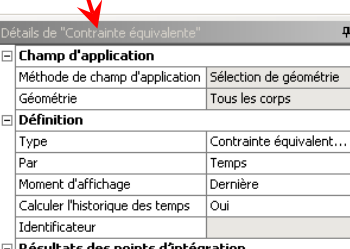
Remarque :
Un objet « Contrainte Equivalente » a été inséré dans l'arborescence. L'éclair jaune indique que l'objet n'est pas encore calculé.

6 - Analyse des résultats

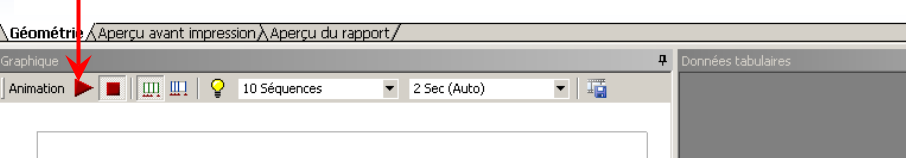
(1) Cliquer sur le résultat souhaité pour le visualiser

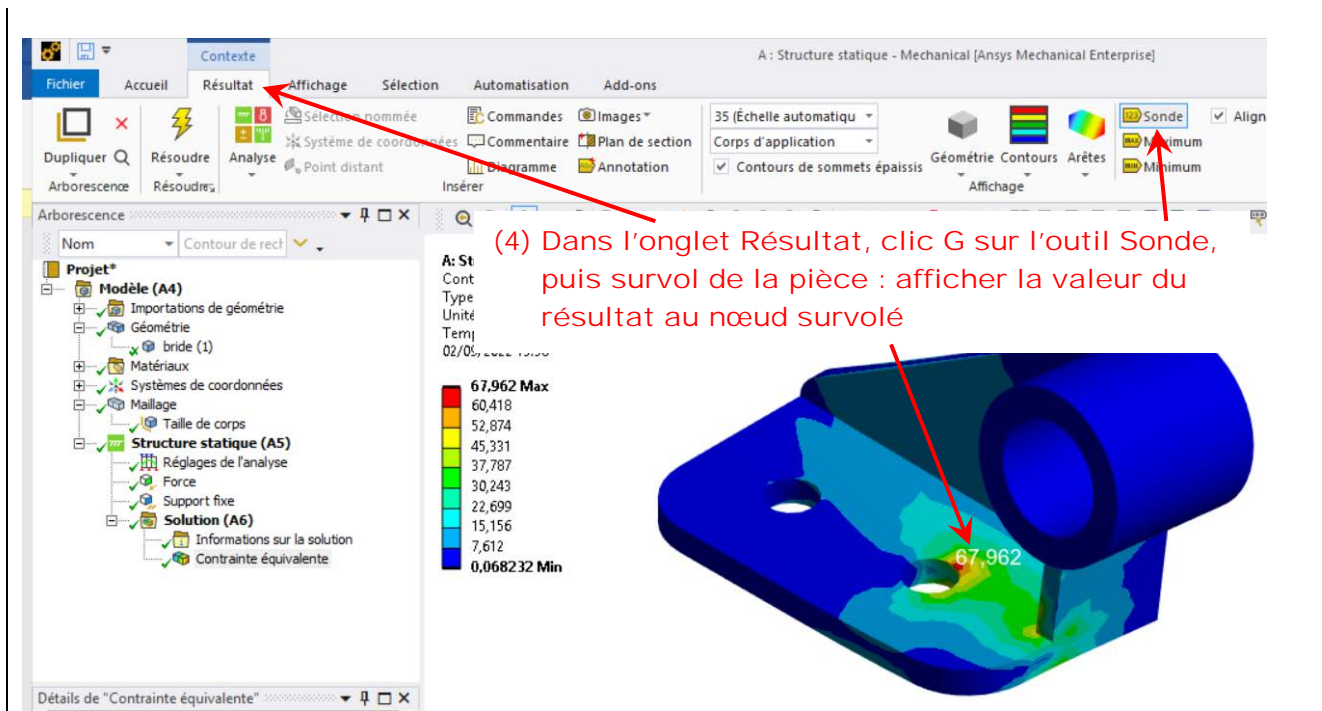


(2) La fenêtre « Détails » permet régler l'affichage

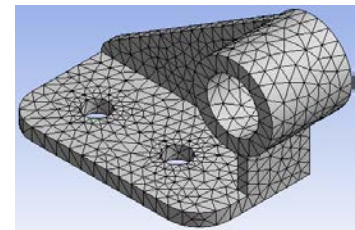


(3) Cliquer ici pour voir le résultat sous forme d'animation





Exercices complémentaires de prise en main de Workbench et Mechanical



- (1) Reprendre le maillage de la pièce pour l'affiner au voisinage des 2 trous (taille 5 mm).

Aide : à l'étape 4.3, en plus du dimensionnement global sur le volume de la pièce, on appliquera localement sur la surface interne des trous un dimensionnement de 5mm.

- (2) Réaliser une vue en coupe pour visualiser les contraintes dans la matière et pas seulement en surface extérieurs de la pièce.

Aide : activer « Plan de section » dans le bandeau Résultat. La fenêtre en bas à gauche permet de définir à la souris une ligne de coupe sur la pièce. On peut ensuite éditer le plan de coupe ou en créer de nouveaux, les désactiver ou les réactiver.

- (3) La bride est en réalité fixée au moyen de 2 vis sur un support plan de grande rigidité. Montrer que les conditions aux limites proposées dans ce document ne représentent pas bien cette situation et en proposer qui soient plus pertinentes. Comparer les résultats obtenus à ceux issus du modèle initial.

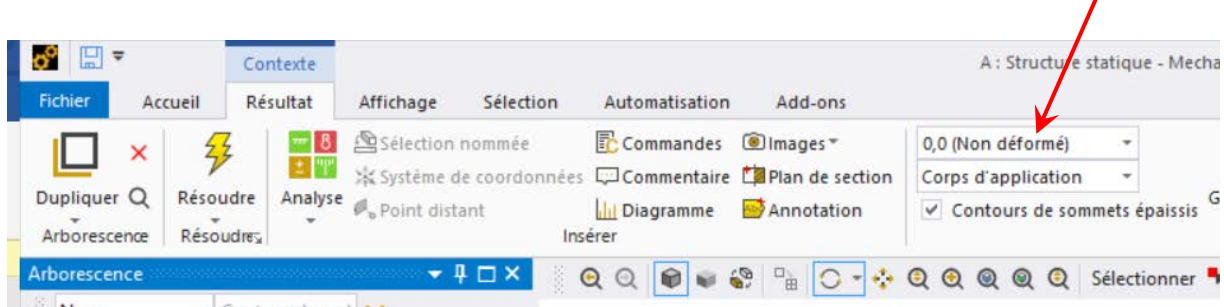
- (4) Visualiser les contraintes principales et en déduire quelles sont les zones de la pièce qui subissent un état de contraintes proche de la traction simple.

Aide : clic droit sur solution, dérouler Insertion, puis dérouler Contraintes, et choisir Principale maximale (c'est-à-dire σ_1). On peut aussi visualiser σ_2 (Principale intermédiaire) ou σ_3


(Principale minimale). Attention ! en valeur absolue, σ_3 peut être supérieure à σ_1 (cas de la compression par exemple) !

- (5) Par défaut, Mechanical amplifie les déplacements à l'écran pour rendre la déformée plus visible. Afficher les déplacements dans la direction Y à leur échelle réelle.

Aide : pour avoir les déplacements suivant Y seulement, Insérer dans l'arborescence le résultat Déplacement directionnel, puis dans la fenêtre de Détails, régler Orientation sur Axe Y, et résoudre. Pour avoir l'échelle réelle, dans le bandeau Solution choisir l'échelle à 0 ici :



- (6) La limite élastique du matériau est fixée à 50 MPa. Utiliser l'objet résultat « Outil Contrainte » pour visualiser la carte des zones à risque dans la pièce.

Aide : clic droit sur Solution, dérouler Insertion, puis dérouler Outil Contrainte et choisir le critère Contrainte équivalente maximale. Avant de résoudre, il faudra aller dans Workbench ajouter la limite élastique du matériau dans les propriétés (Onglet Données techniques, dérouler Résistance dans la fenêtre Boîte à outils). Il faudra ensuite cliquer sur  dans la barre d'outils Workbench pour transmettre les nouvelles données matériau à Mechanical. Dans Mechanical on peut alors lancer la résolution et visualiser les zones où la limite élastique du matériau est dépassée (coefficient de sécurité <1)