



CATIA Training

Foils

Student Notes:

Generative Part Structural Analysis - Principes de base

Version 5 Edition 17

Janvier 2007

EDU-CAT-FR-GPF-FF-V5R17

Student Notes:

Principes de base de Generative Part Structural Analysis V5R17

Objectifs du cours

A la fin de cette leçon, vous devrez être capable de :

- Comprendre l'utilisation de Finite Element Analysis
- Intégrer dans une pièce différents types et formes d'éléments et définir des propriétés de pièce
- Appliquer des encastrements, des glissements et des contraintes iso-statiques, ainsi que des charges de force, de mouvement et de déplacement
- Calculer une analyse statique pour une pièce unique
- Visualiser des images des résultats de l'analyse et générer des rapports d'analyse
- Affiner des maillages existants pour produire des résultats plus précis

Public concerné

Concepteurs électromécaniques



Prérequis

Principes de base CATIA V5

Student Notes:

Table des Matières (1/2)

Présentation de Finite Element Analysis	5
Principe de Finite Element Analysis	6
Objectif de Finite Element Analysis	10
Application de Finite Element Analysis	11
Présentation de GPS Analysis	12
Processus général de FEA dans GPS	13
Accès à l'atelier GPS Analysis	14
Structure arborescente de GPS Analysis	15
Prétraitement GPS	16
Application de matériau	17
Gestion des pièces de maillage	20
Application de propriété physique	27
Définition des contraintes	35
Définition des charges	46
Model Checker	61
Calcul GPS	64
Spécification de la mémoire externe	68
Calcul d'un cas statique	75

Student Notes:

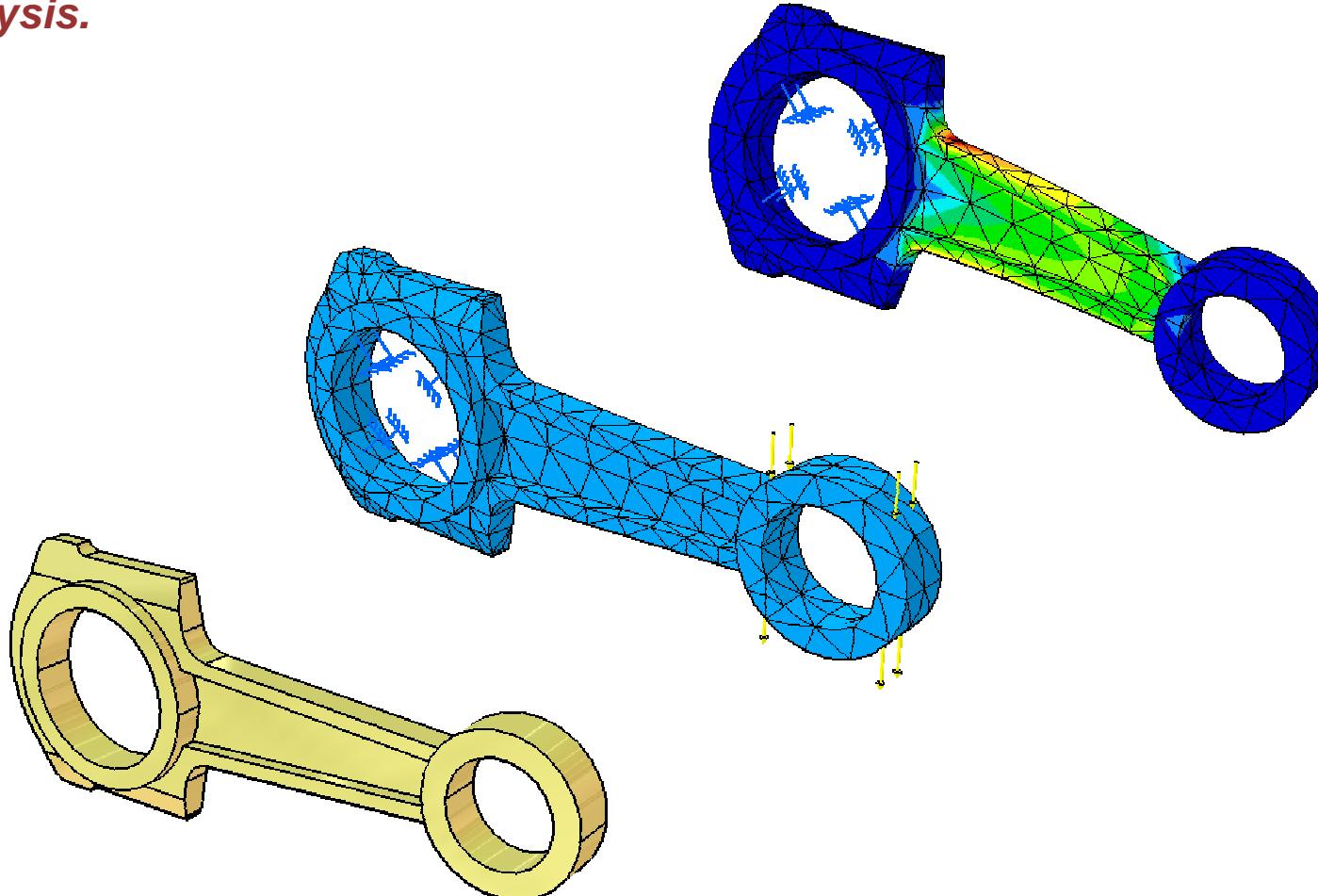
Table des Matières (2/2)

Post-traitement GPS	81
Visualisation des résultats	83
Affinage du maillage	97
Gestion des résultats	112
Gestion du document d'analyse	123
A propos de l'enregistrement du document d'analyse	124
A propos de Save As	125
Utilisation de la gestion des enregistrements	126
Enregistrement d'un document avec Send To	127
Paramètres utilisateur	128

Student Notes:

Présentation de Finite Element Analysis

Ce chapitre explique les étapes de base du processus de Finite Element Analysis.



Student Notes:

Principe de Finite Element Analysis (1/4)

Finite Element Analysis (FEA) est un outil informatique qui permet de résoudre les problèmes posés par des équations différentielles partielles ou ordinaires.

La technique de base de Finite Element (FE) est la technique par déplacement. Dans cette approche, le déplacement est réputé porter sur une quantité inconnue.

On résout le problème avec les méthodes FE pour rechercher les déplacements.

Le processus général peut être décomposé en étapes intermédiaires :



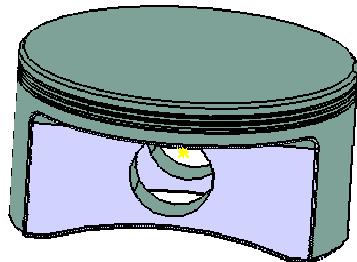
Student Notes:

Principe de Finite Element Analysis (2/4)

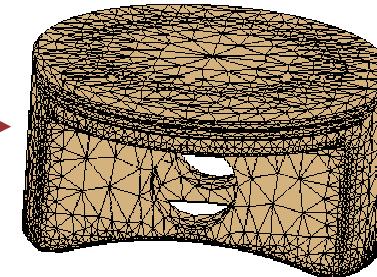
Pré-traitement

Dans cette étape, le problème physique réel est converti en problème équivalent pour Finite Element.

- La structure physique complexe est convertie en modèle Finite Element (FE) équivalent.

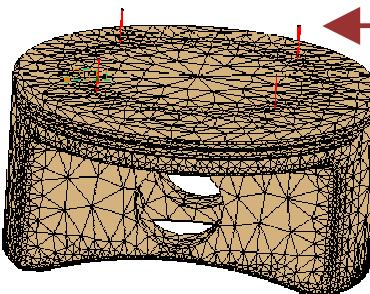


Pièce réelle à analyser



Modèle Finite Element
qui représente la pièce
réelle

- Les propriétés matérielles réelles sont définies pour le modèle FE.

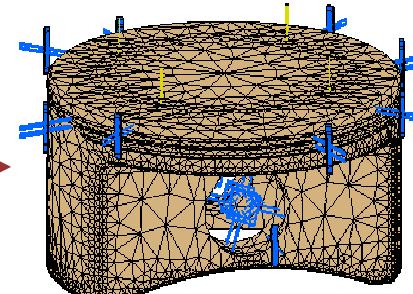


Application de la charge au
modèle FE

- Les forces physiques réelles sont converties en charges équivalentes pour FE.



Application des
conditions de limite
au modèle FE

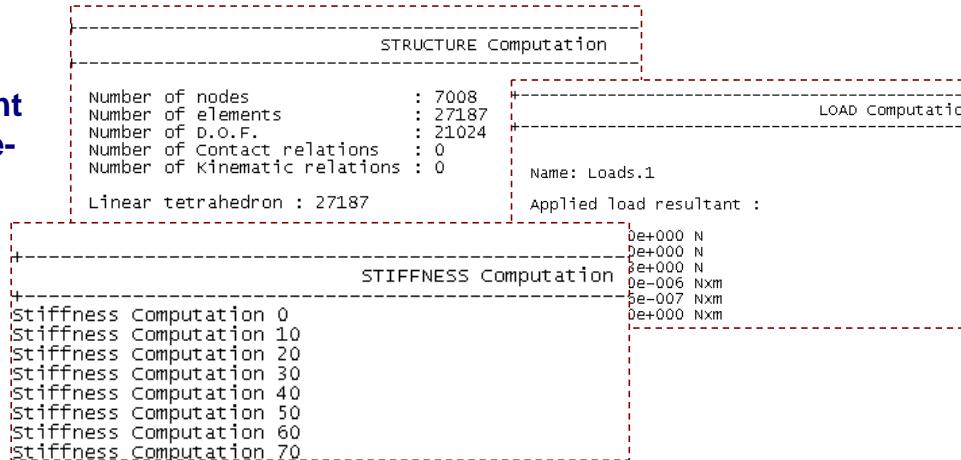


Student Notes:

Principe de Finite Element Analysis (3/4)

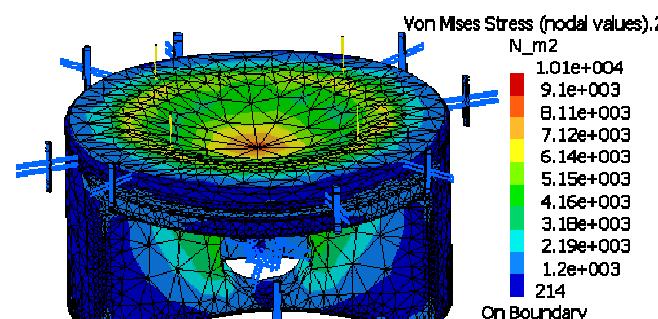
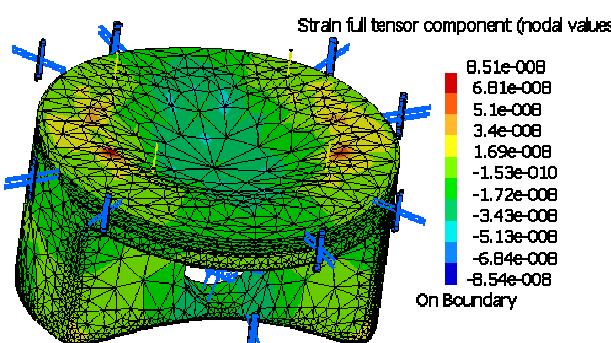
Calcul

- Les procédures standard de FE utilisent les données fournies par l'étape de pré-traitement.
- Le modèle FE est calculé pour rechercher les valeurs de déplacement inconnues.



Post-traitement

- Les valeurs de déplacement permettent de calculer les tensions et les contraintes pour toute la structure.
- Vous pouvez étudier la déformation de la structure, la variation des tensions et des contraintes dans la structure.

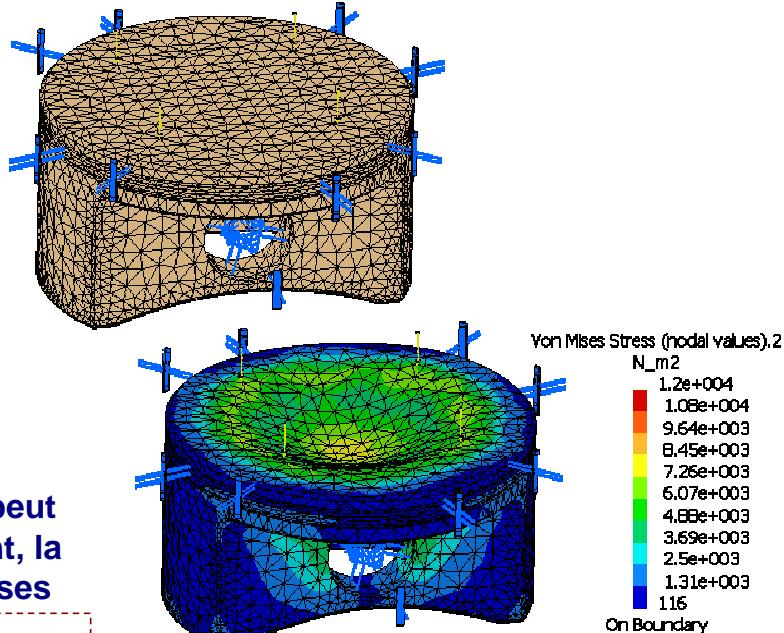


Student Notes:

Principe de Finite Element Analysis (4/4)

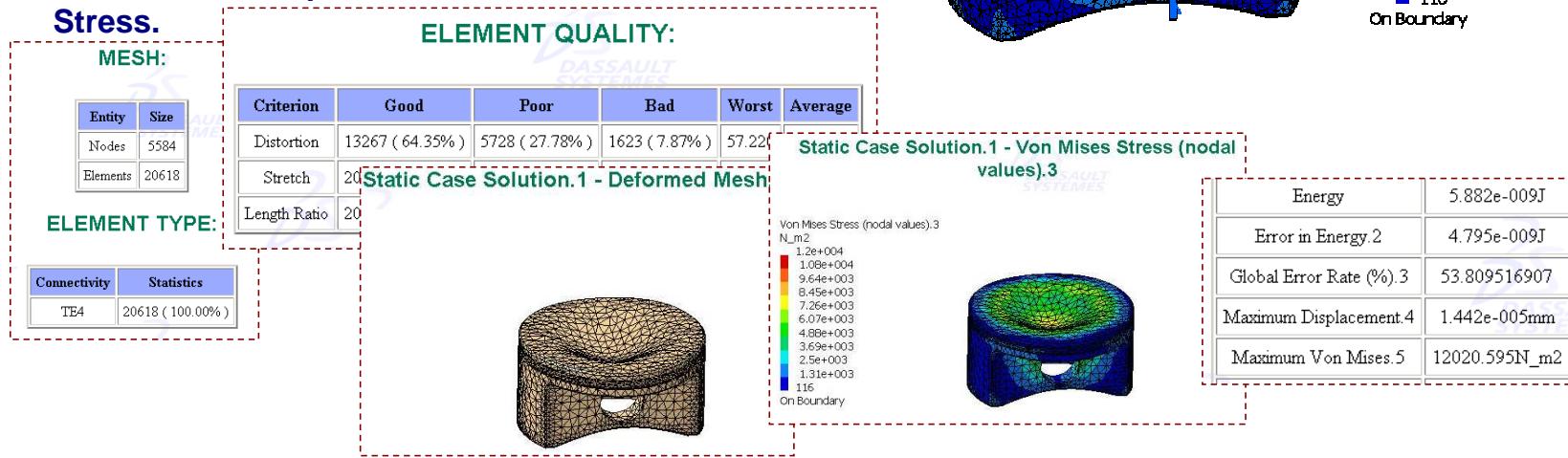
Affinage du maillage

- La première solution donne une première estimation des valeurs de contrainte et de tension. Pour obtenir une solution plus précise, le maillage doit être affiné et le calcul refait.
- Un certain nombre d'affinages du maillage et de calculs sont exécutés jusqu'à ce qu'on obtienne la précision désirée pour la solution.



Création du rapport

- Une fois atteint le degré de précision voulu, on peut obtenir différents repères comme le déplacement, la contrainte Principle Stress, la contrainte Von-Mises Stress.

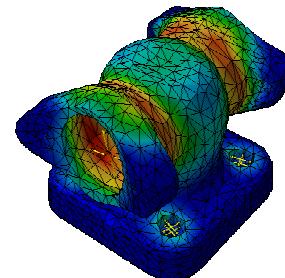
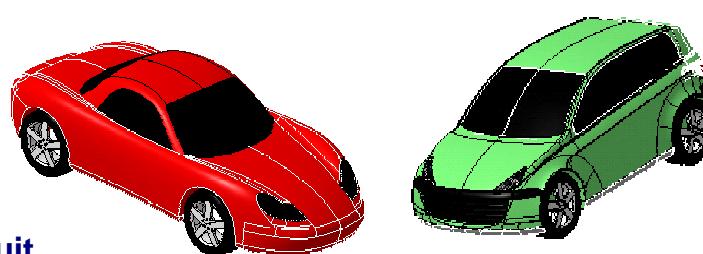
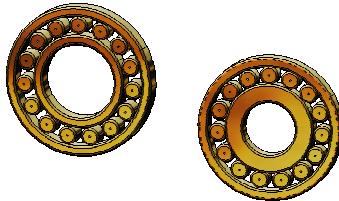


Student Notes:

Objectif de Finite Element Analysis

FEA peut s'appliquer à presque tous les problèmes impliquant des formes arbitraires, notamment des conditions de charge ou de limite variables. Cette souplesse n'est pas possible avec les méthodes d'analyse classiques. Les autres avantages de FEA sont les suivants :

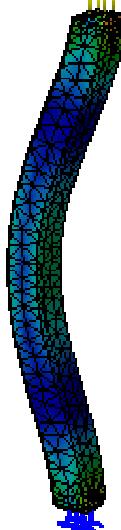
- Vous pouvez valider les modifications d'un produit pour satisfaire de nouvelles conditions.
- Vous pouvez vérifier si un produit ou une structure répond aux spécifications du client avant de lancer la fabrication ou la construction.
- Vous pouvez évaluer les avantages et l'efficacité de différentes alternatives de conception sans recourir à des tests expérimentaux.
- Bien organiser la phase de conception d'un produit dès le début permet d'économiser des coûts et de réduire sensiblement le temps de cycle du produit.
- Avec les logiciels de FEA, vous pouvez optimiser le produit en termes de poids et de volume tout en améliorant sa fiabilité et sa durée de vie sans augmenter son coût.



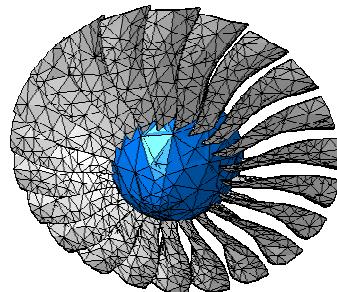
Student Notes:

Application de Finite Element Analysis

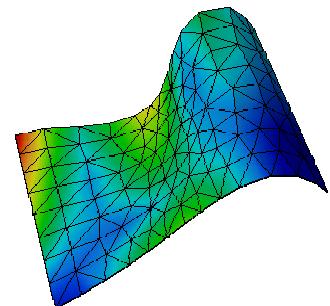
FEA est un outil particulièrement utile pour la conception. Il permet de résoudre différents types de problèmes complexes.



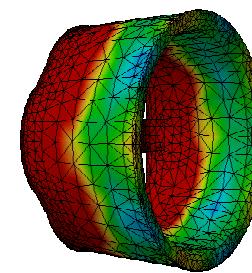
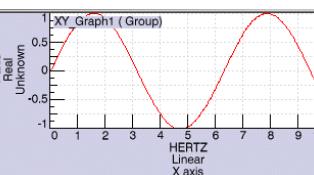
- Analyse structurelle
- Analyse dynamique
- Analyse de flambage



- Analyse des vibrations
- Analyse acoustique
- Analyse des chocs
- Analyse des pannes



- Analyse des flux
- Analyse thermique
- Analyse couplée
- Diffusion des masses
- Forme des métaux
- Analyse électrique
- Charges électromagnétiques



Student Notes:

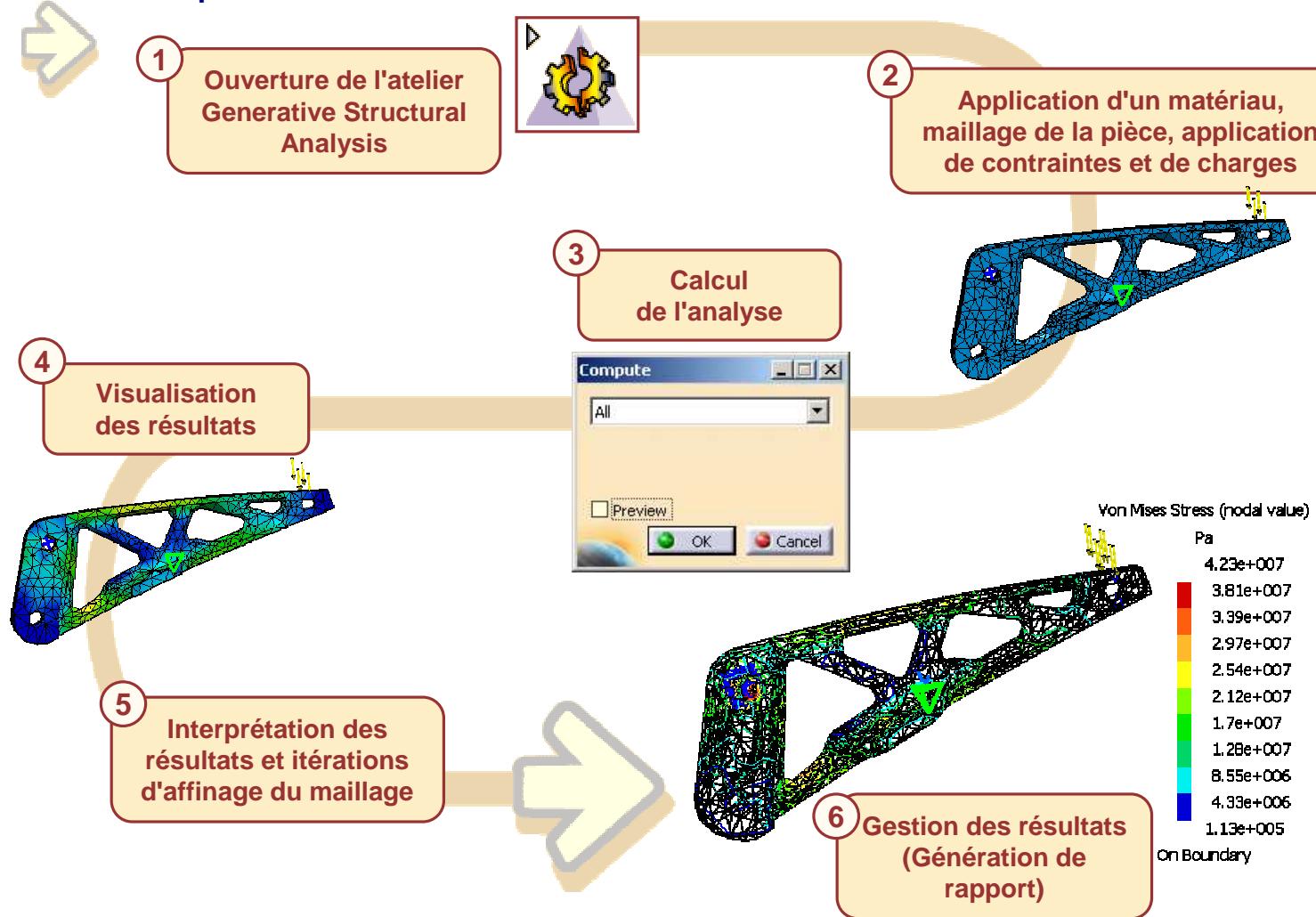
Présentation de GPS Analysis

- Processus général de FEA dans GPS
- Accès à l'atelier GPS Analysis
- Structure arborescente de GPS Analysis

Student Notes:

Processus général FEA dans l'atelier GPS

L'atelier GPS propose des outils et des fonctions permettant de procéder à un FEA dans CATIA. Les étapes du processus FEA qu'il est possible de réaliser à l'aide de l'atelier GPS sont présentées ci-après.



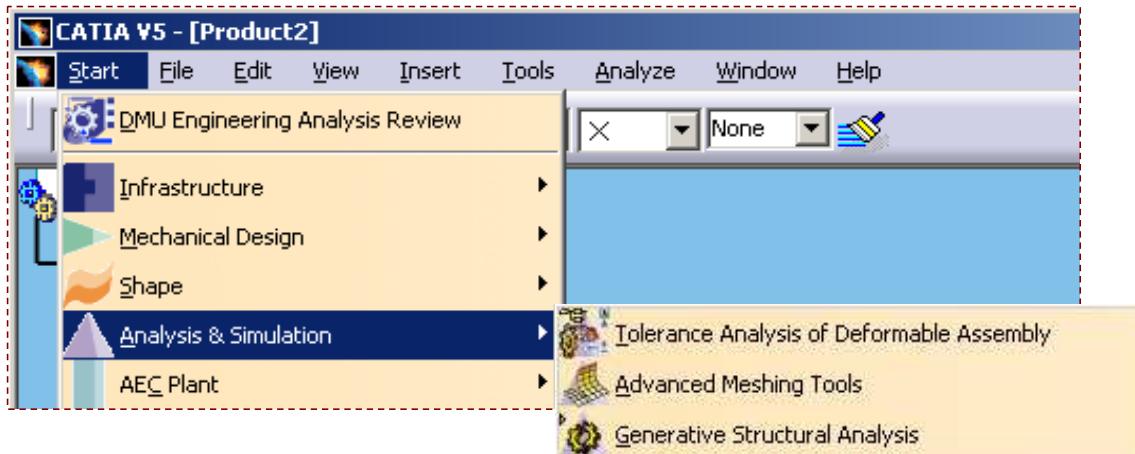
Student Notes:

Accès à l'atelier GPS Analysis

1

Dans la BARRE DE MENUS, cliquez sur

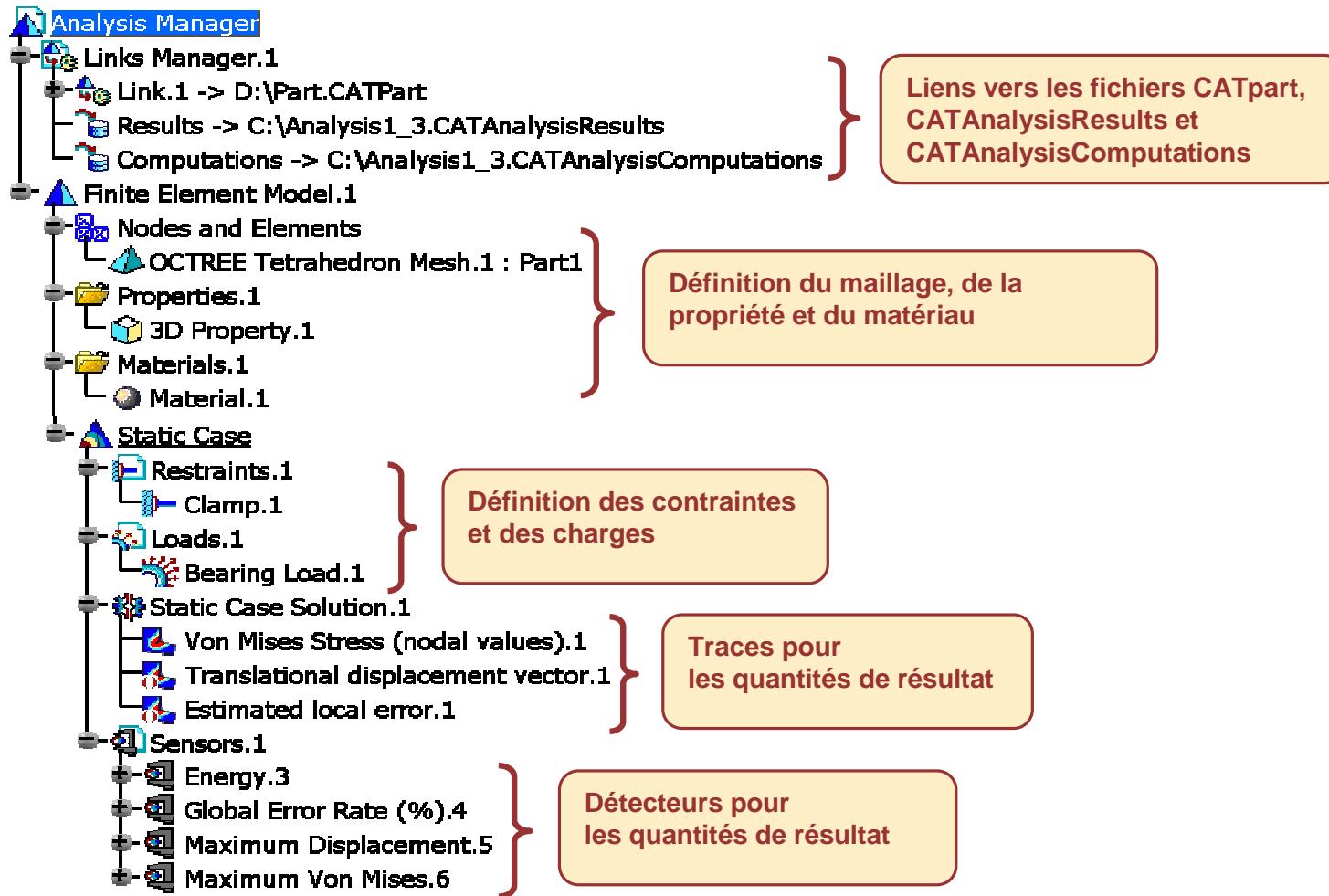
Start > 'Analysis & Simulation' >Generative Structural Analysis (Démarrer > Analyse et Simulation > Generative Structural Analysis)



Student Notes:

Structure de Generative Part Structural Analysis

Les entités créées lors du processus de FEA sont mises en correspondance dans la structure arborescente (voir ci-dessous).



Student Notes:

Prétraitement GPS

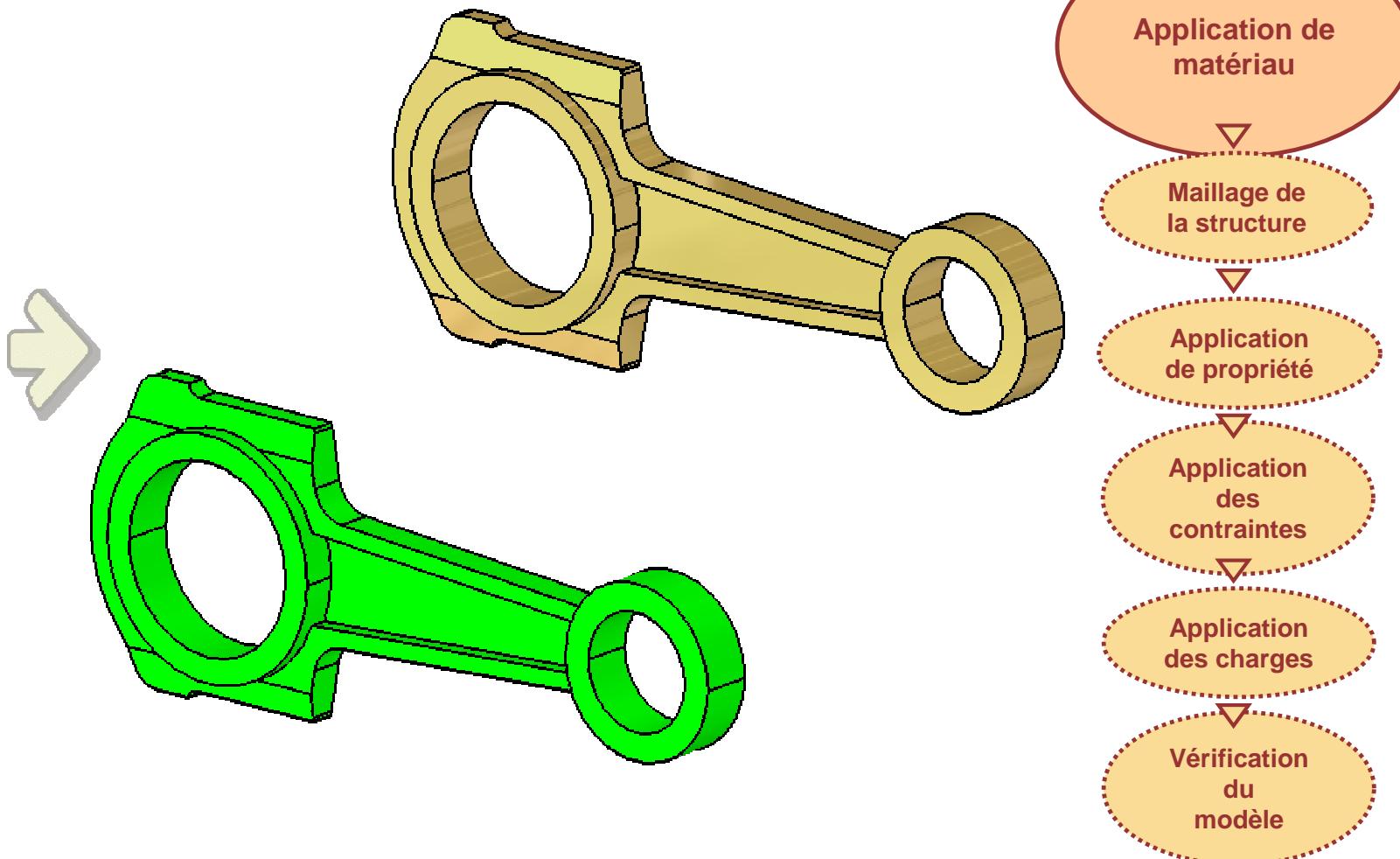
Dans cette leçon, vous allez découvrir les étapes de pré-traitement de Static Analysis (analyse statique).

- Application de matériau
- Gestion des pièces de maillage
- Application de propriété physique
- Définition des contraintes
- Définition des charges
- Model Checker

Student Notes:

Application de matériau

Vous allez apprendre comment appliquer des propriétés de matériau à des composants.



Student Notes:

Propriété de matériau

Les propriétés structurelles des matériaux sont nécessaires pour calculer la déformation, les tensions et les contraintes. Ceci comprend :

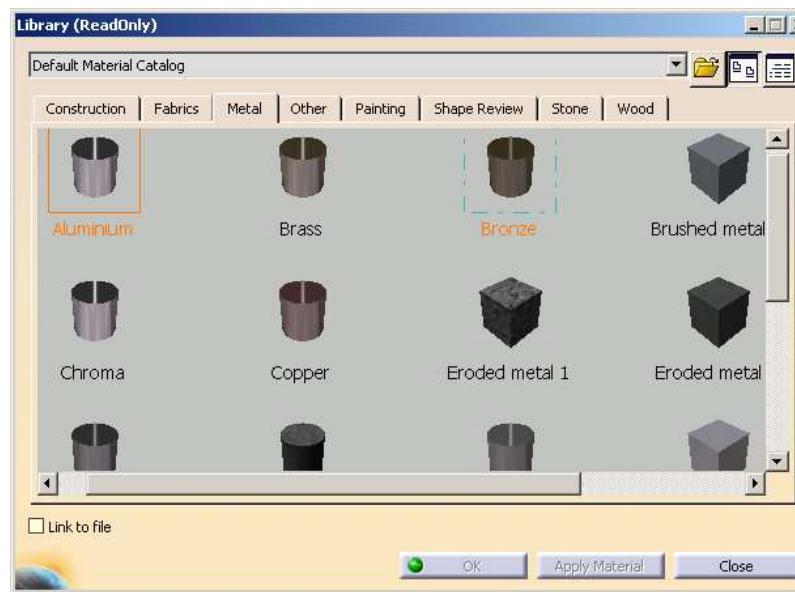
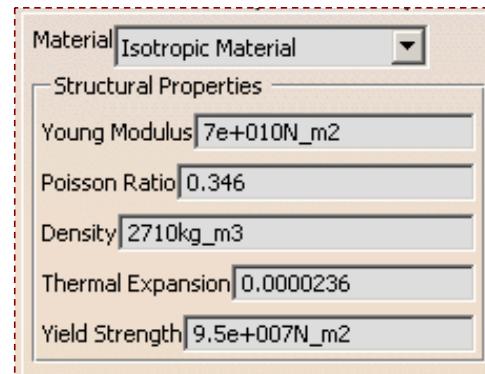
- Module Young
- Ratio Poisson
- Densité
- Force dégagée
- Expansion thermique

Vous pouvez appliquer un matériau comme suit :

- A. sélectionner un matériau dans le catalogue de matériaux par défaut



- B. créer votre propre matériau avec les propriétés requises



Student Notes:

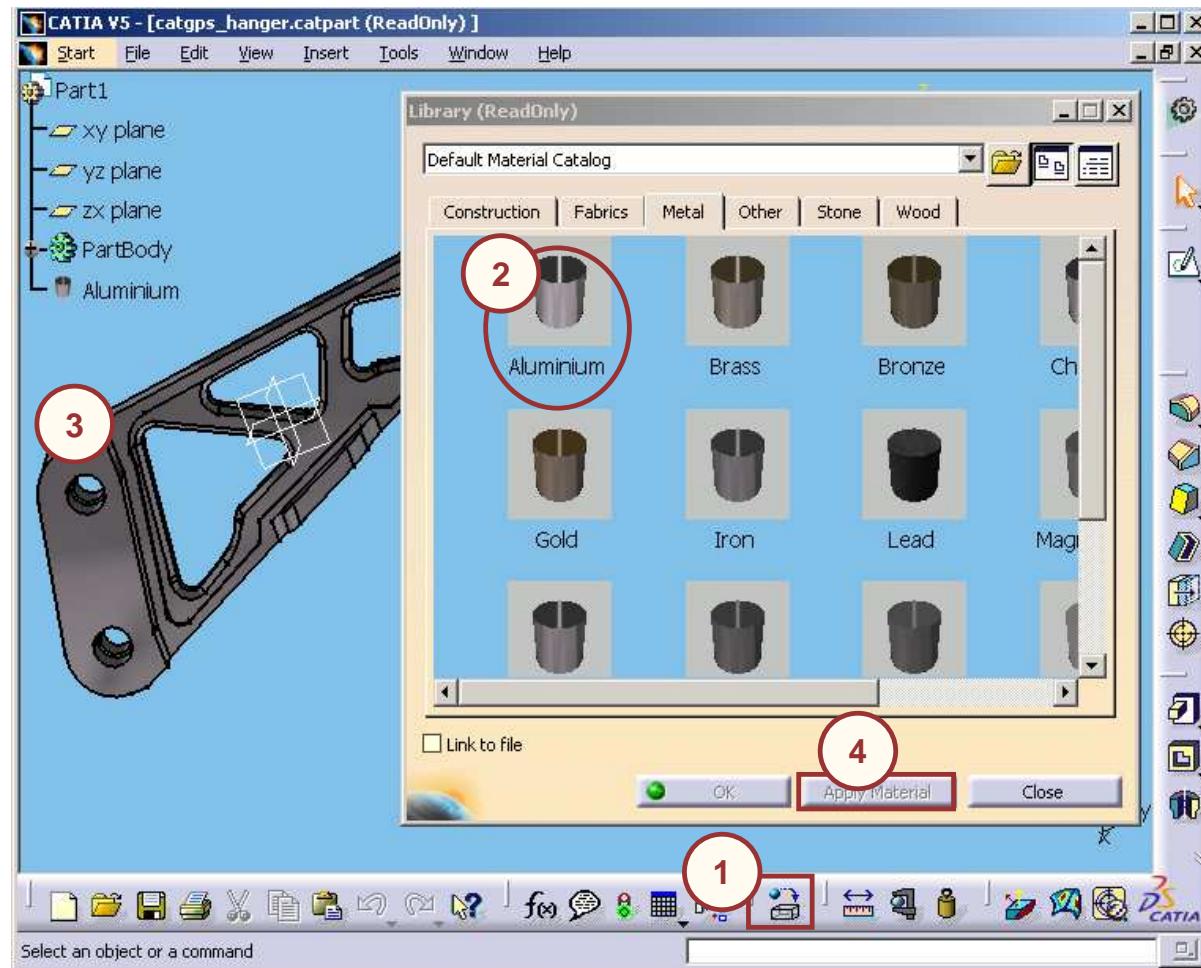
Application d'un matériau

- 1 Cliquez sur l'icône Appliquer un matériau

- 2 Sélectionnez un matériau

- 3 Sélectionnez la pièce

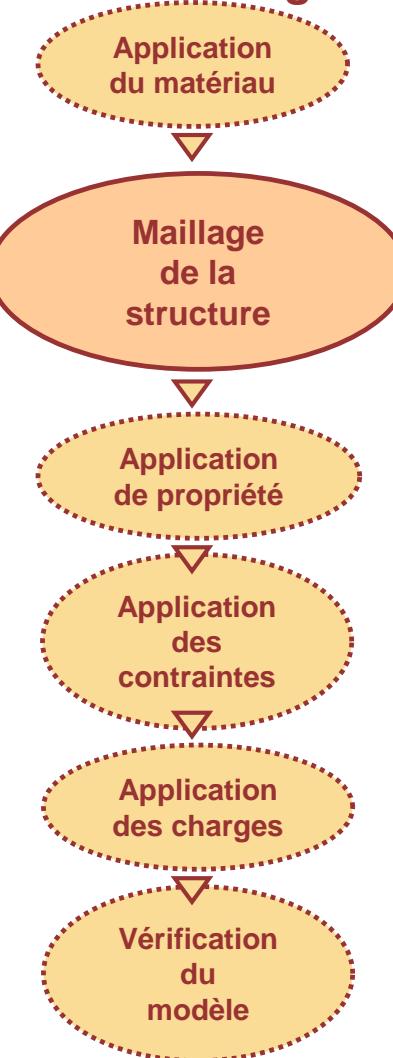
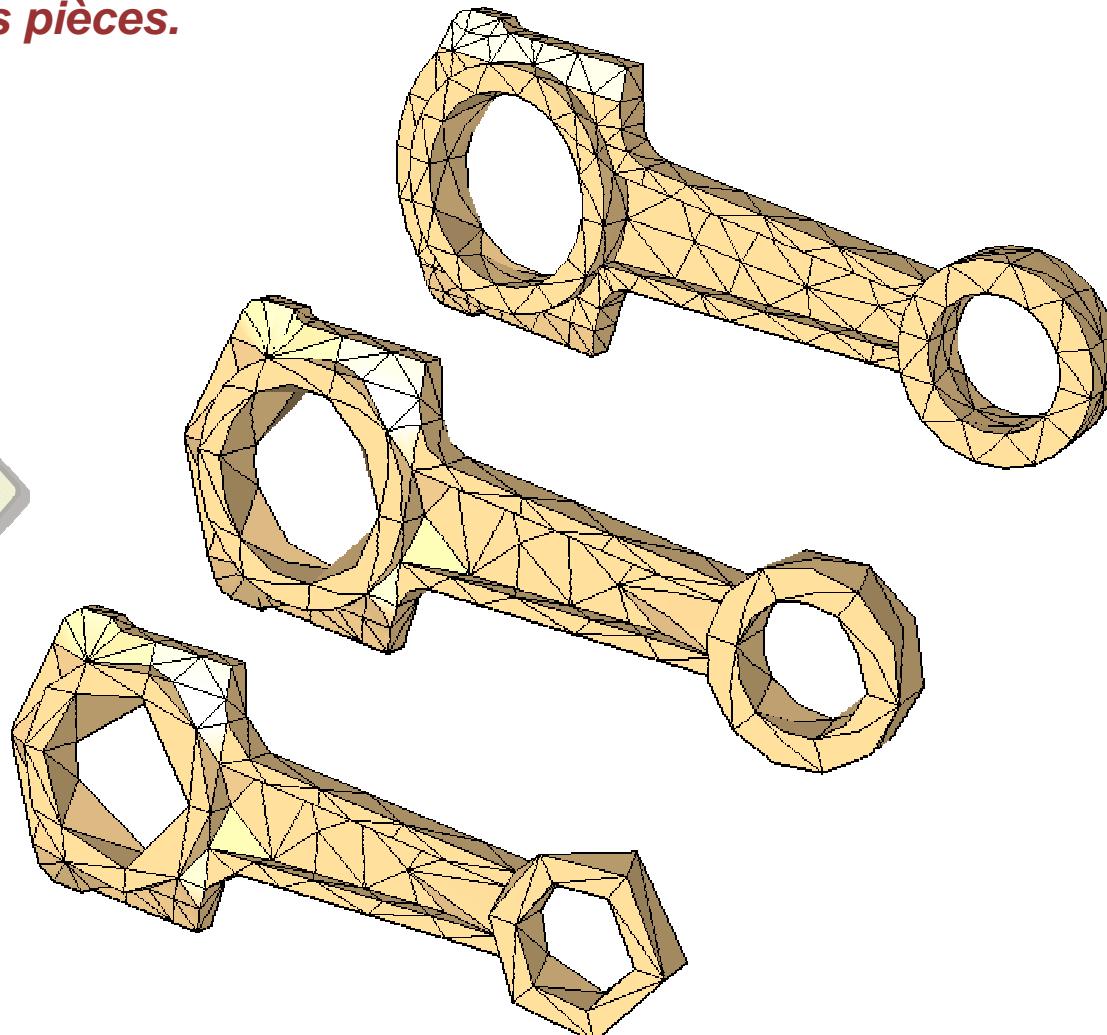
- 4 Cliquez sur Apply Material (Appliquer un matériau), puis sur OK pour confirmer l'opération



Student Notes:

Gestion des pièces du maillage

Dans cette leçon vous apprendrez à vous servir des outils de maillage des pièces.



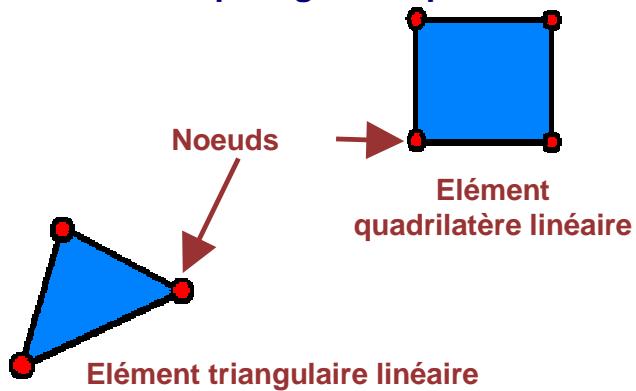
Student Notes:

Maillage d'une pièce (1/2)

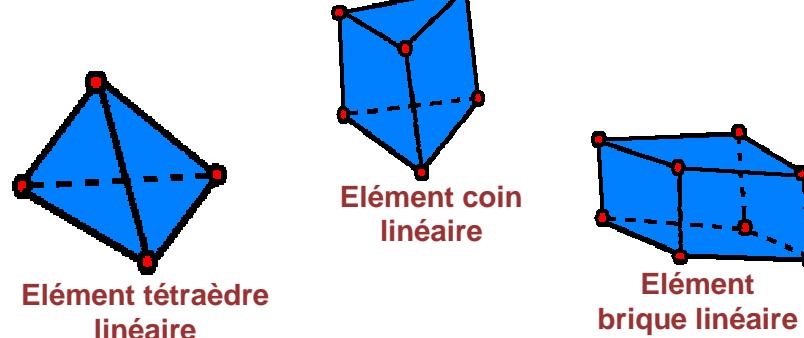
Le maillage implique une approximation de la structure physique réelle à l'aide de formes géométriques simples appelées des éléments. Ces éléments sont interconnectés à des points appelés des noeuds. Le maillage est une représentation mathématique de la structure.

Les éléments sont classés comme suit selon leurs dimensions :

- Eléments 1D : Ces éléments sont utilisés pour représenter les structures dans lesquelles une dimension est plus grande que les deux autres.



- Eléments 2D : Ces éléments sont utilisés pour représenter les structures dans lesquelles deux dimensions sont plus grandes que la troisième dimension.
- Eléments 3D : Ces éléments sont utilisés pour représenter les structures dans lesquelles les trois dimensions sont approximativement de la même grandeur.



Student Notes:

Maillage d'une pièce (2/2)

A l'intérieur de chaque élément, le déplacement des noeuds est déterminé par une équation polynomiale appelée "équation de déplacement". Les éléments peuvent aussi se classer comme suit selon l'ordre de l'équation de déplacement :

- **Eléments linéaires** : Les éléments linéaires ont une interpolation de déplacement entre les noeuds. Quand des éléments linéaires sont soumis à des charges, leur forme suit une équation de déformation linéaire entre les noeuds. Tous les éléments décrits dans la page précédente sont des éléments linéaires.
- **Eléments de grand ordre** : Ils utilisent l'interpolation de déplacement (parabolique, cubique, ou grand ordre) entre les noeuds. Quand des éléments paraboliques sont soumis à des charges, leur forme suit une équation de déformation parabolique. Ces éléments ont des noeuds supplémentaires sur les arêtes qui rejoignent les noeuds primaires. Ils sont utilisés pour améliorer la précision de la solution mais augmentent le temps de calcul. Les éléments de grand ordre peuvent être classés selon leurs dimensions.

■ **Elément 1D :**

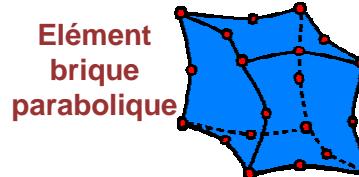


■ **Eléments 2D :**



Noeuds primaires
Noeuds secondaires

■ **Eléments 3D :**

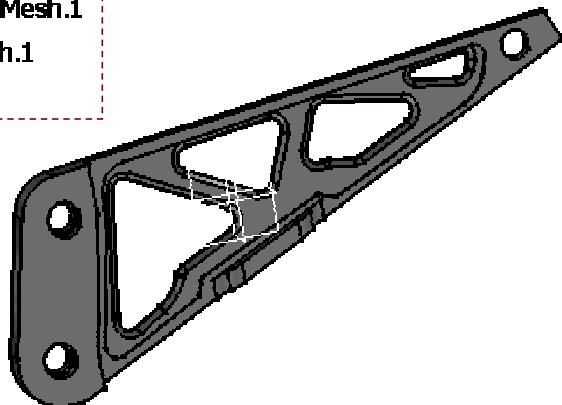
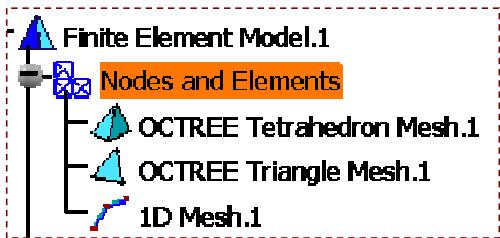


Les paramètres des éléments, comme la forme et l'équation de déplacement, déterminent la précision de la solution.

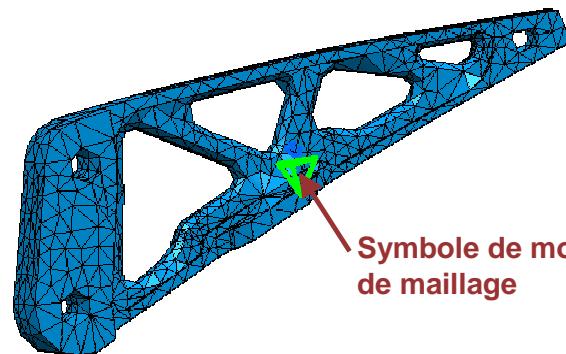
Student Notes:

Définition du maillage (1/3)

Une fois le matériau appliqué, vous devez créer le maillage de la pièce. Quand vous ouvrez l'atelier GPS, des modèles de maillage et de propriété sont automatiquement définis. Le nombre de maillages et de propriétés créés est égal au nombre de corps contenus dans le modèle. Les maillages et les propriétés sont affichés dans l'arbre des spécifications avec les symboles correspondants.



Pièce avec matériau appliqué uniquement



Maillage de la pièce

Symbol de modèle de maillage



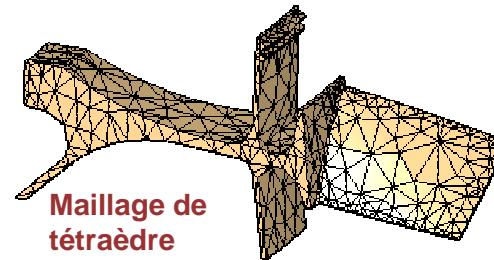
Double-cliquez sur le symbole du maillage pour le modifier ou le personnaliser.

Student Notes:

Définition du maillage (2/3)

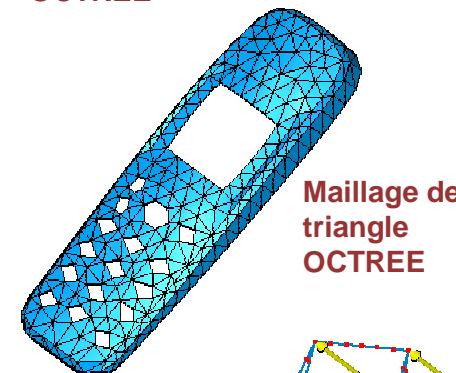
Vous allez définir différentes sortes de maillages en fonction de la géométrie de la pièce.

Vous pouvez utiliser un maillage de type tétraèdre OCTREE pour une géométrie de solide.



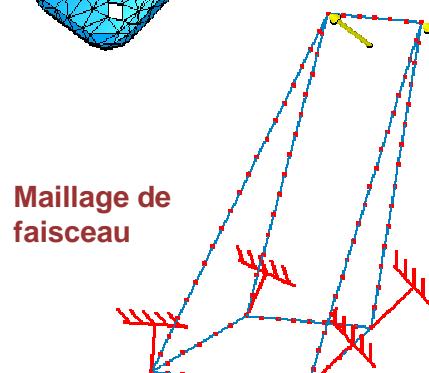
Maillage de tétraèdre OCTREE

Vous pouvez utiliser un maillage de type triangle OCTREE pour une géométrie de surface. Vous pouvez appliquer un maillage de surface sur une surface ou sur un solide si vous voulez ne prendre en compte que sa coque.



Maillage de triangle OCTREE

Vous pouvez utiliser l'outil Beam Meshing pour une géométrie filaire. Vous pouvez définir la taille des éléments.



Maillage de faisceau

Définition du maillage (3/3)



Student Notes:

Paramètres :

Taille : La taille moyenne de chaque élément (tétraèdre ou triangle). Plus la taille est réduite, plus l'analyse est précise.

Sag (flèche) : Distance maximale autorisée entre le maillage et la géométrie. Ce paramètre est utile quand vous faites le maillage de formes courbes mais pas pour les géométries simples comme les carrés, etc. Plus la flèche est réduite, plus le maillage et la géométrie sont similaires.

Type d'élément : Les éléments paraboliques procurent une meilleure analyse que les éléments linéaires mais demandent un temps de calcul plus long.



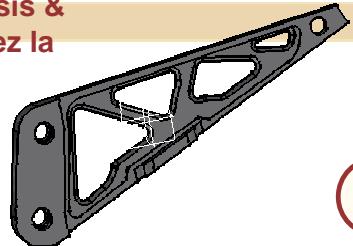
Student Notes:

Maillage d'une pièce

Selon la géométrie, choisissez le type de maillage dont vous avez besoin.



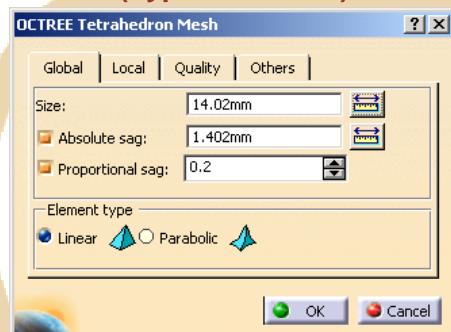
- 1 Accédez à l'atelier Analysis & Simulation et sélectionnez la géométrie à mailler



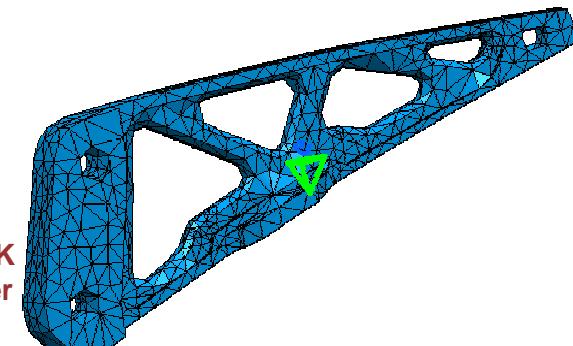
- 2 Choisissez le maillage le plus approprié à votre analyse.



- 3 Précisez les paramètres du maillage : Size (Taille), Flèche et Element type (Type d'élément)



Utilisez le Mailleur tétraèdre OCTREE pour les pièces 3D, le Mailleur triangle OCTREE pour les pièces 2D et le Mailleur poutre pour les éléments 1D

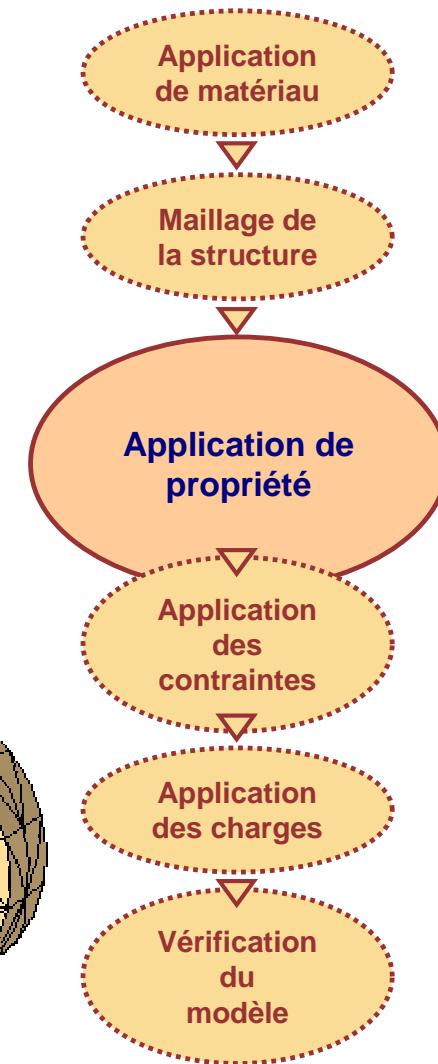
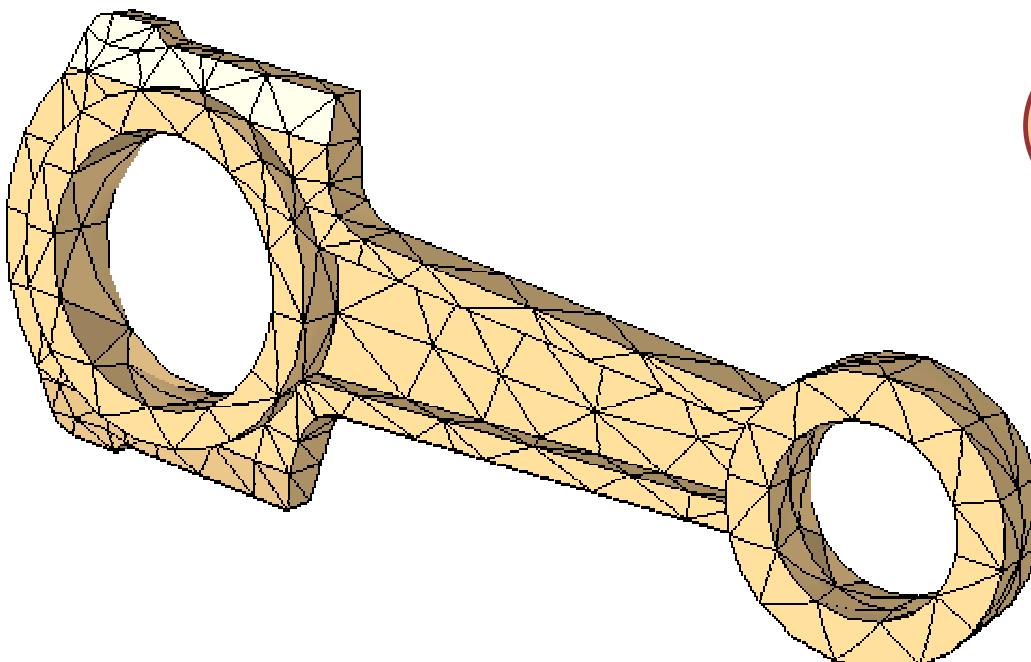


- 4 Cliquez sur OK pour confirmer

Student Notes:

Application de propriété physique

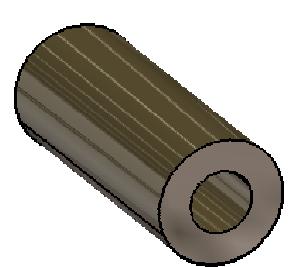
Vous allez apprendre à associer des propriétés physiques à des pièces de maillage.



Student Notes:

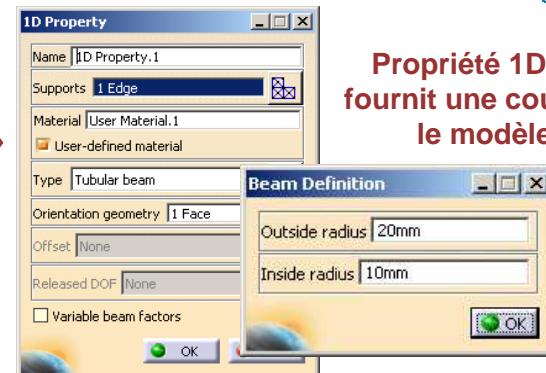
Principe d'une propriété physique (1/2)

Le logiciel Physical Property associe diverses propriétés géométriques d'un matériau au maillage généré. Il utilise la géométrie comme support. Le type de propriété physique qui doit être associé dépend des dimensions de la géométrie représentée par le maillage.



Composant 3D réel

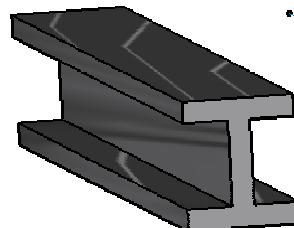
Modèle de géométrie 1D



Propriété 1D qui fournit une coupe et le modèle

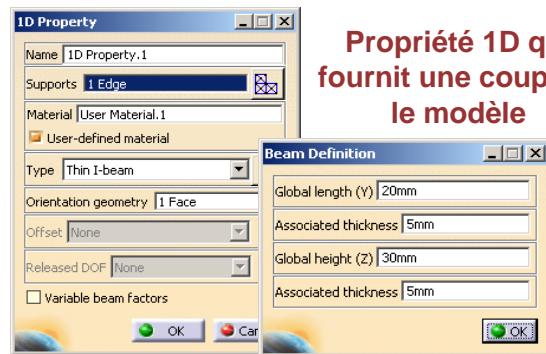


Modèle FE pour le composant

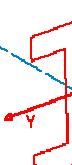


Composant 3D réel

Modèle de géométrie 1D



Propriété 1D qui fournit une coupe et le modèle



Modèle FE pour le composant

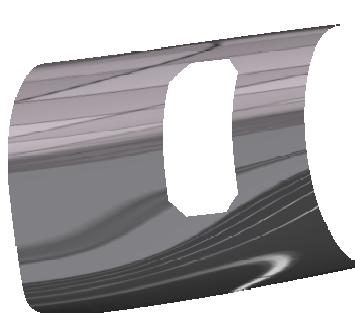


Dans CATIA, le terme "propriété physique" ne recouvre pas uniquement les propriétés mécaniques de la structure. Les propriétés matérielles de la structure sont définies séparément. Physical Property vous permet de définir les propriétés géométriques du maillage comme les paramètres de coupe, l'épaisseur, etc., et d'associer un matériau prédéfini au maillage.

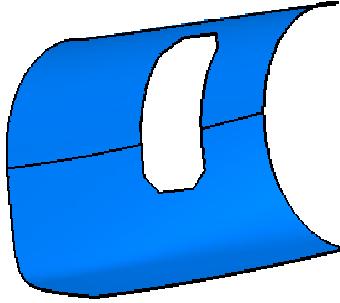
Student Notes:

Principe d'une propriété physique (2/2)

La propriété 2D permet de définir l'épaisseur et le matériau des pièces du maillage de la surface.



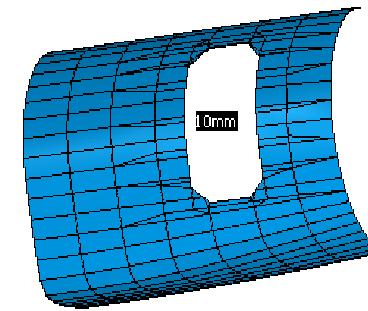
Composant 3D réel
avec l'épaisseur



Modèle de géométrie
de surface 2D

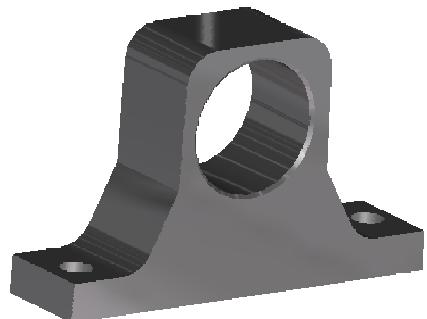


La propriété 2D définit
l'épaisseur et le matériau.

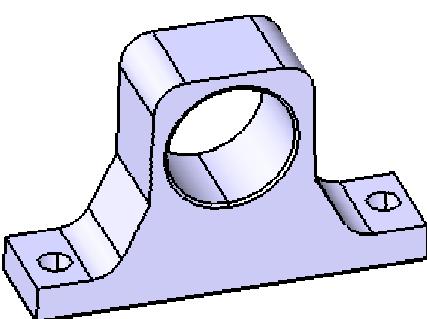


Modèle FE pour le
composant

La propriété 3D affecte le matériau aux pièces du maillage 3D uniquement.



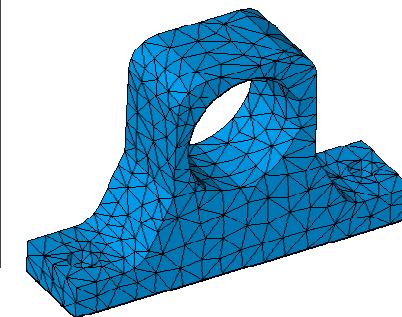
Composant 3D réel



Modèle de géométrie 3D



La propriété 3D
définit le matériau



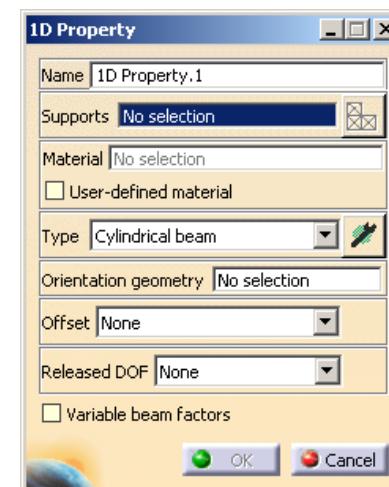
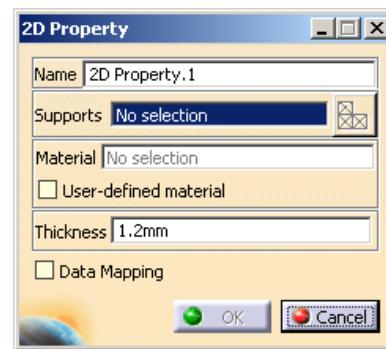
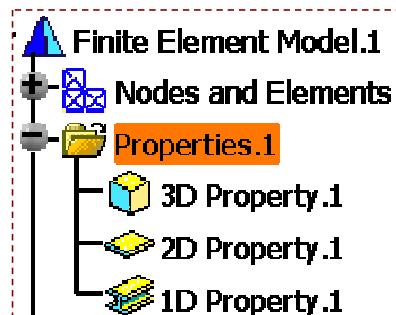
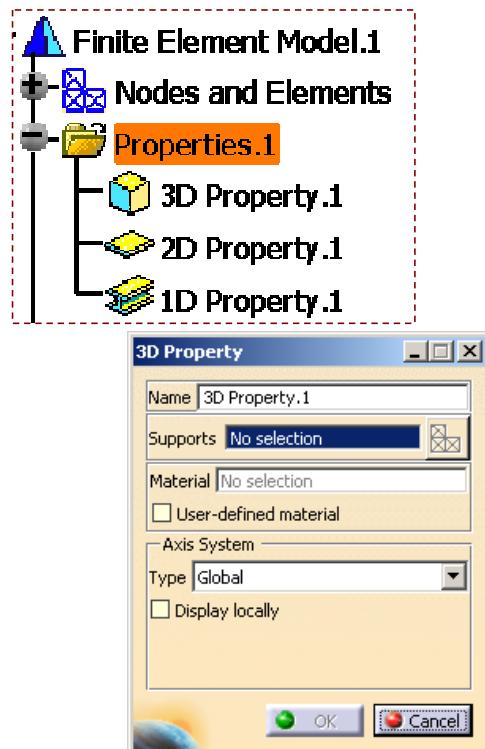
Modèle FE pour le
composant

Définition d'une propriété

Student Notes:

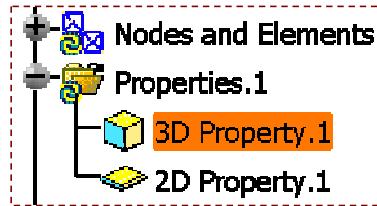
Vous devez définir une propriété physique pour chaque maillage. Selon la géométrie et le type de maillage que vous avez définis, vous pouvez affecter trois types de propriétés physiques différents :

- Propriété 3D
- Propriété 2D
- Propriété 1D



Définition de la propriété 3D

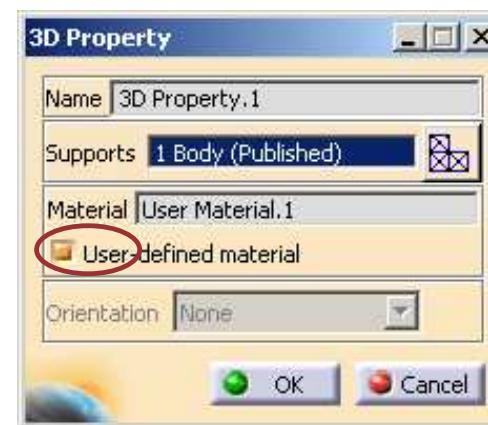
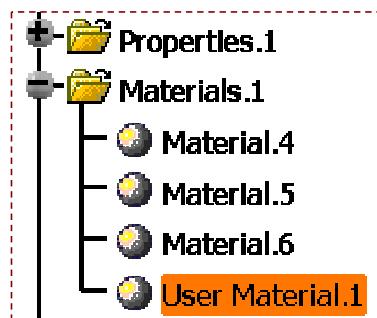
Une propriété 3D est une propriété physique affectée à une pièce 3D et associative de la géométrie. Si vous définissez un maillage tétraédrique, une propriété 3D doit être affectée.



Student Notes:

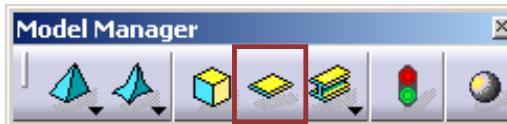


Pour cela, vous pouvez sélectionner l'option User-defined material (Matériau défini par l'utilisateur) avec l'icône User Material.

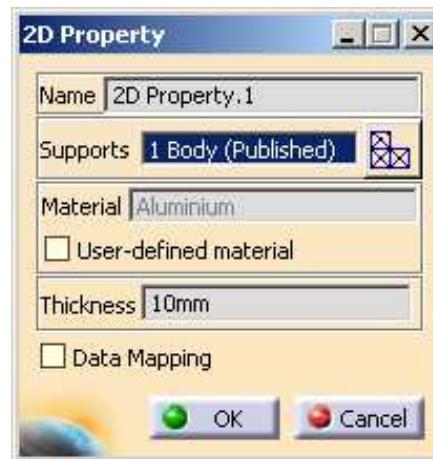
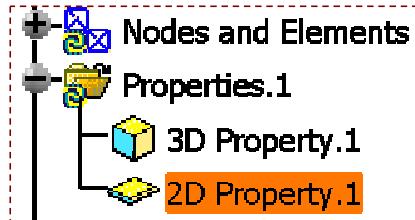


Définition de la propriété 2D

Une propriété 2D est une propriété physique affectée à une pièce surfacique. Elle référence un matériau affecté à une pièce surfacique et définit son épaisseur.



Student Notes:



Notez que l'épaisseur que vous indiquez doit correspondre à celle qui a déjà été définie dans l'atelier Generative Shape Design.

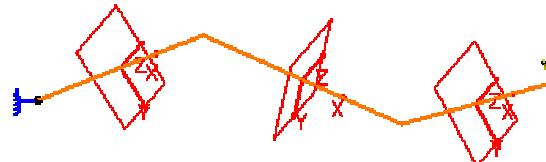
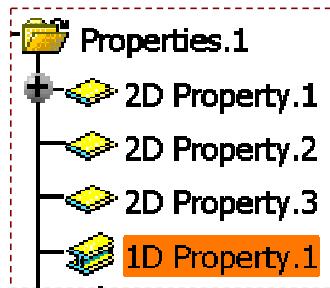


Il existe une associativité entre l'épaisseur de la pièce et la propriété 2D correspondante dans CATAnalysis dans le cas où l'épaisseur est définie pour une surface dans GSD avec Tools>Thin Parts Attribute.

Student Notes:

Définition de la propriété 1D

Une propriété 1D est une propriété physique affectée à une partie d'une pièce. Avant d'affecter la propriété, vérifiez qu'un matériau a été appliqué à la géométrie et qu'un maillage 1D a été affecté au faisceau.



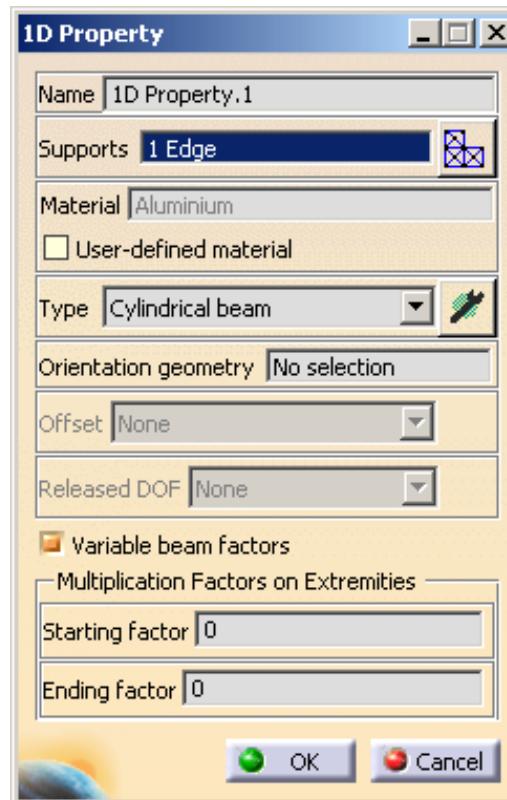
L'option Type permet de choisir les zones de coupe transversale pour le faisceau.

La case à cocher Variable beam factors permet de calculer une approximation linéaire des faisceaux de coupe transversale variables.

L'option Multiplication Factors on Extremities permet d'indiquer un facteur d'échelle pour chaque côté de la coupe. Le faisceau sera modélisé sous la forme d'une suite de faisceaux de section constante avec des dimensions en diminution linéaire.



Pour appliquer les propriétés 1D et le maillage de faisceau à une géométrie dans une esquisse, vous devez déclarer la géométrie comme géométrie de sortie avec Tools > Output, dans Sketcher.



Icône de la fonction Output

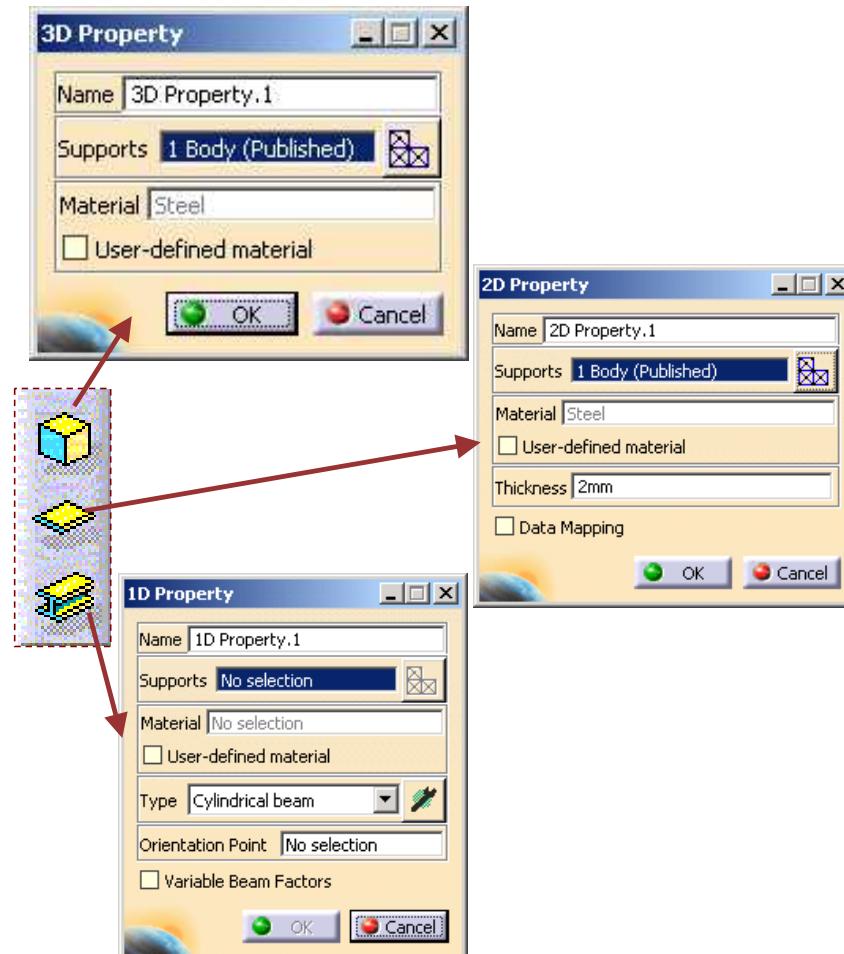
Student Notes:

Définition de la propriété d'une pièce



Lorsque la pièce a été maillée, vous devez définir sa propriété. Selon la pièce maillée, il s'agira d'un Solide, d'une Coque ou d'une Poutre.

- 1 Cliquez sur l'icône du type de propriété approprié.
- 2 Sélectionnez l'entité de la géométrie de la pièce (le corps principal ou le corps surfacique) dans l'arbre de spécifications.
- 3 Spécifiez les informations supplémentaires, le cas échéant.
- 3 Cliquez sur OK pour confirmer la définition de propriété.

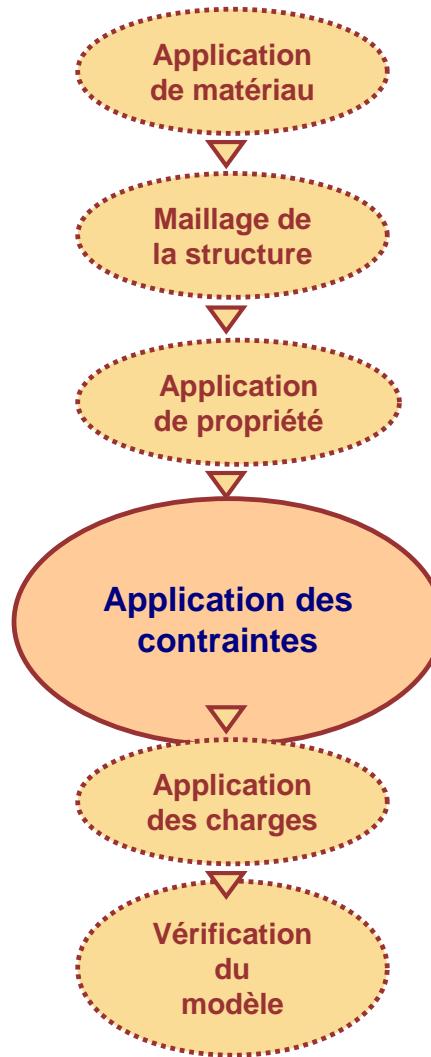
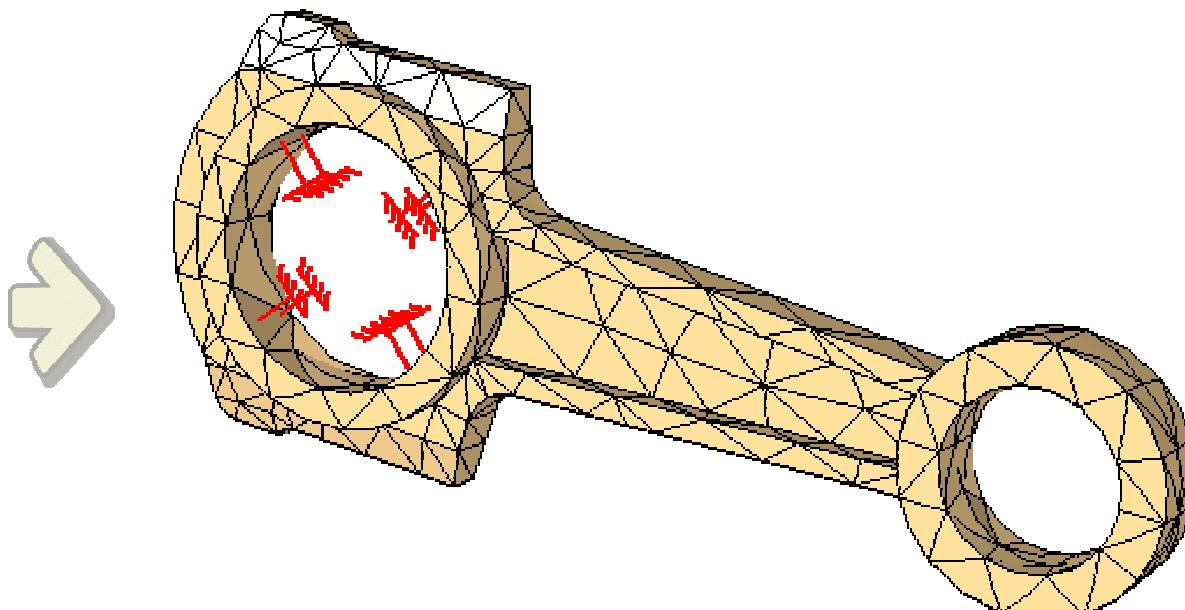


La pièce maillée ne doit comporter qu'une seule propriété. Vous pouvez également supprimer des propriétés.

Student Notes:

Définition de contraintes

Vous allez apprendre à appliquer des contraintes sur une pièce.



Student Notes:

Principe des contraintes

Les contraintes permettent de spécifier les conditions de support ou de limite pour un modèle FE. Les contraintes limitent le déplacement des supports d'une structure dans la direction désirée. Pour cela, vous indiquez des valeurs de déplacement égales à zéro pour certains degrés de liberté (DDL) des noeuds dans le modèle FE.

Les contraintes sont appliquées directement sur la géométrie (surfaces, droites, points, groupes) comme dans l'exemple ci-dessous :

CATIA propose les types de contraintes suivants :

- Encastrement



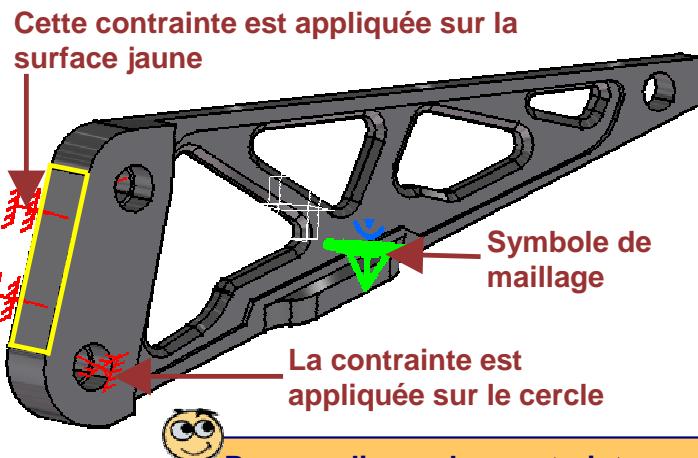
- Contraintes mécaniques



- Contraintes avancées



Il est nécessaire d'appliquer une contrainte pour obtenir une solution unique avec le calcul du modèle FE. Sinon, une erreur de singularité sera détectée au cours du calcul. Si vous obtenez une erreur de singularité, vous pouvez générer une image du déplacement pour visualiser le déplacement de la singularité. Ceci vous aidera à corriger le modèle FE.



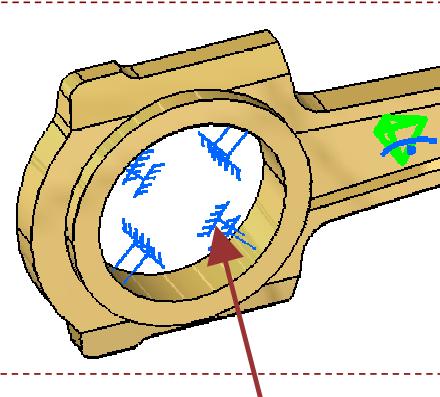
Pour appliquer des contraintes, vous devez mailler la pièce même si vous travaillez avec la géométrie car les contraintes sont ensuite transposées sur le maillage via la géométrie.

Student Notes:

Encastrements



Les encastrements sont des contraintes appliquées à une surface ou une géométrie de courbe pour laquelle tous les DDL doivent être bloqués pendant l'analyse qui suivra. Il en découle que les encastrements ont un DDL égal à zéro, ce qui signifie qu'aucun mouvement de translation ou de rotation n'est possible.



Symbol de contrainte d'encastrement

Une contrainte d'encastrement fixe tous les DDL du support sélectionné.

Supports : Les encastrements peuvent être appliqués aux points, aux sommets, aux courbes ou aux arrêtes, aux faces ou aux surfaces, aux pièces virtuelles, aux groupes géométriques, aux groupes par voisinage et aux groupes par limite.

Student Notes:

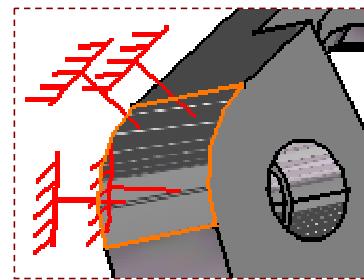
Application d'un encastrement

L'encastrement permet de fixer tous les degrés de liberté des noeuds de maillage correspondant à un support sélectionné.

- Ouvrez l'atelier Analysis & Simulation et cliquez sur l'icône Encastrement de la barre d'outils Contraintes.



- Sélectionnez le support de géométrie. Vous pouvez en sélectionner plusieurs.



Les symboles associés à une translation nulle dans toutes les directions de la géométrie sélectionnée s'affichent.

- Cliquez sur OK pour confirmer.



Un objet Clamp (Encastrement) apparaît dans l'arbre de spécifications sous l'ensemble Restraints (Fixations) actif.

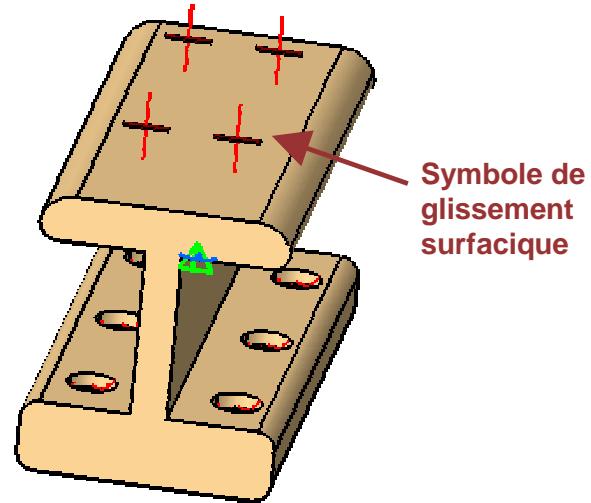
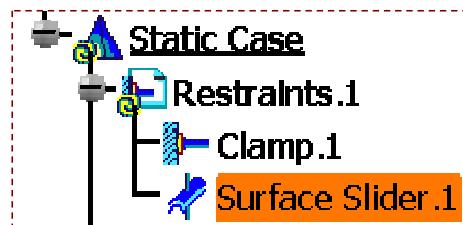
Glissement surfacique



Student Notes:

Un glissement surfacique est une surface rigide virtuelle au long de laquelle les points d'une surface déformable peuvent glisser. Il peut s'appliquer à des géométries surfaciques.

Sur chaque point de la surface déformée, le programme génère automatiquement une contrainte qui fixe le degré de liberté de la translation perpendiculairement à la surface sur ce point.



Types de supports : Un glissement surfacique peut être appliqué sur des faces ou des surfaces.

Student Notes:

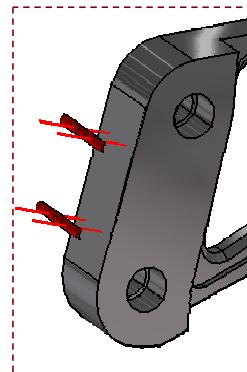
Application d'un glissement surfacique

Un glissement surfacique permet de fixer un degré de liberté en translation perpendiculaire à la surface des noeuds de maillage correspondant au support sélectionné.

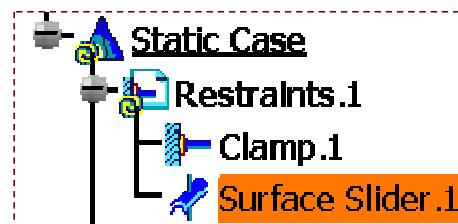
- Ouvrez l'atelier Analysis & Simulation et cliquez sur l'icône Glissement surfacique de la barre d'outils Contraintes.



- Sélectionnez le support requis.



- Cliquez sur OK pour confirmer.



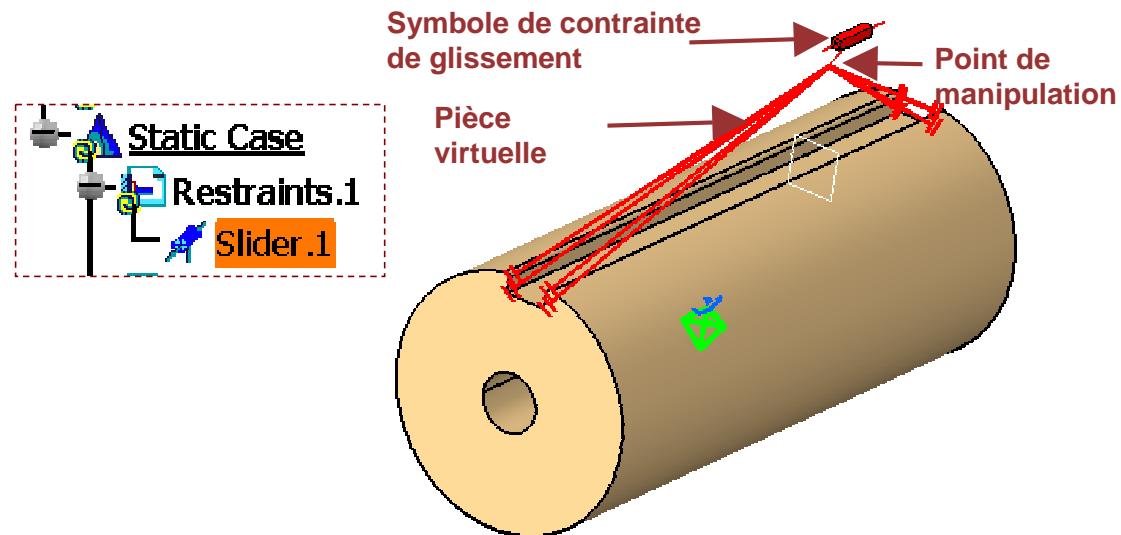
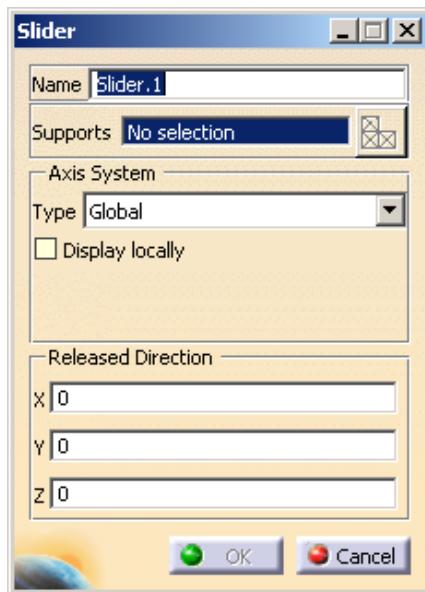
Un objet Surface Slider (Glissement surfacique) apparaît dans l'arbre de spécifications sous l'ensemble Restraints (Fixations) actif.

Glissement



Student Notes:

Les glissements sont des contraintes prismatiques appliquées sur les points de manipulation des pièces virtuelles, ce qui contraint le point à glisser suivant l'axe donné. Pour le point fixe, le programme choisit la poignée de la pièce virtuelle comme support. Vous définissez la direction du glissement et la pièce virtuelle entière peut glisser suivant un axe parallèle à la direction de glissement en passant par le point fixe.



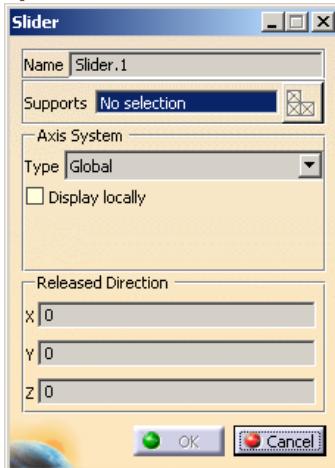
Un glissement a un DDL de translation égal à 1.

Supports : Nécessite une pièce virtuelle comme support.

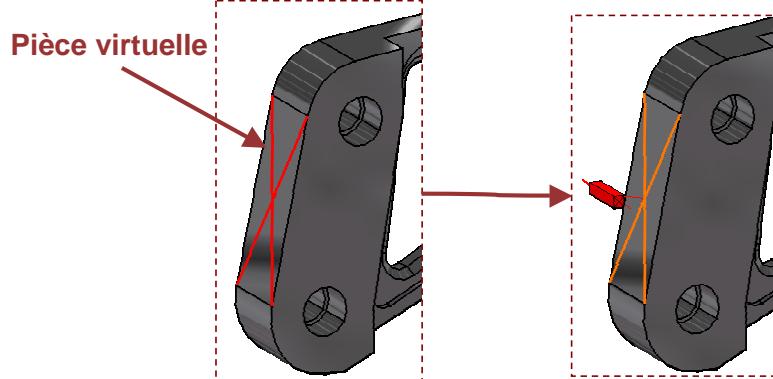
Student Notes:

Application d'une contrainte 'glissière'

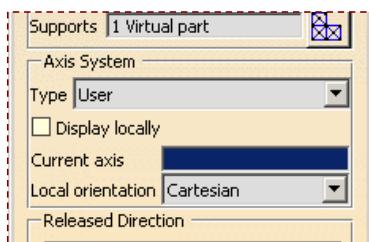
- 1 Cliquez sur l'icône Glissière dans la barre d'outils Contraintes mécaniques.



- 2 Cliquez sur la pièce virtuelle prédéfinie comme support.



- 3 Définissez le système d'axes :



- 4 Entrez la direction libre (direction de glissement) et cliquez sur OK



Pour sélectionner un système d'axes défini par l'utilisateur, vous devez activer un axe existant en cliquant dessus dans l'arbre des éléments. Son nom s'affiche automatiquement dans la zone Current axis (Repère actif).

Global : si vous souhaitez que les composants de la direction de glissement soient interprétés par rapport au système de coordonnées global.

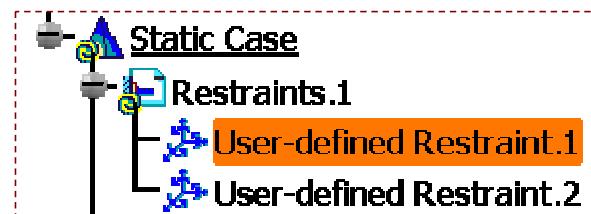
User (Utilisateur) : si vous souhaitez que les composants de la direction de glissement soient interprétés par rapport au système de coordonnées utilisateur spécifié.

Student Notes:

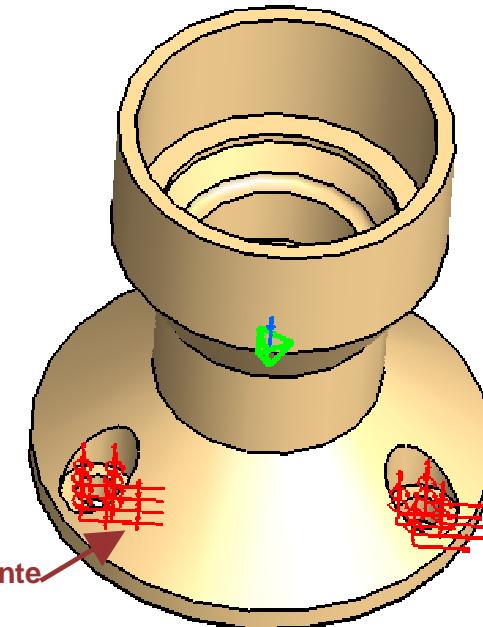
Contraintes avancées



Les contraintes avancées (définies par l'utilisateur) sont des contraintes génériques qui vous permettent de fixer toute combinaison de DDL aux noeuds disponibles sur des géométries arbitraires. Vous avez 3 DDL de translation par noeud pour les maillages d'éléments continus et 3 DDL de translation et de rotation par noeud pour les maillages d'éléments structuraux.



- Le DDL de translation est contraint pour cette direction.
- Le DDL de rotation est contraint pour cette direction.



Types de supports : Points ou sommets, courbes ou arrêtes, faces ou surfaces, pièces virtuelles, groupes, groupes par voisinage et groupes par limite.

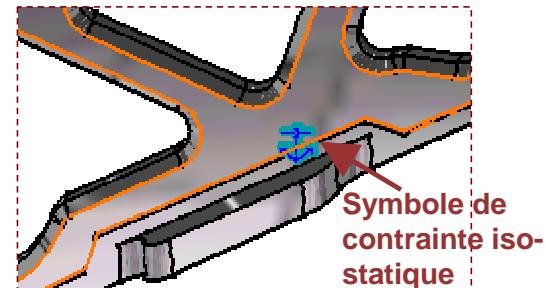
Student Notes:

Contrainte iso-statique



Les contraintes iso-statiques définissent des conditions de limite qui représentent un corps supporté simplement. La condition de limite résultante aide le corps à éviter les rotations et translations de type corps rigide sans le sur-contraindre.

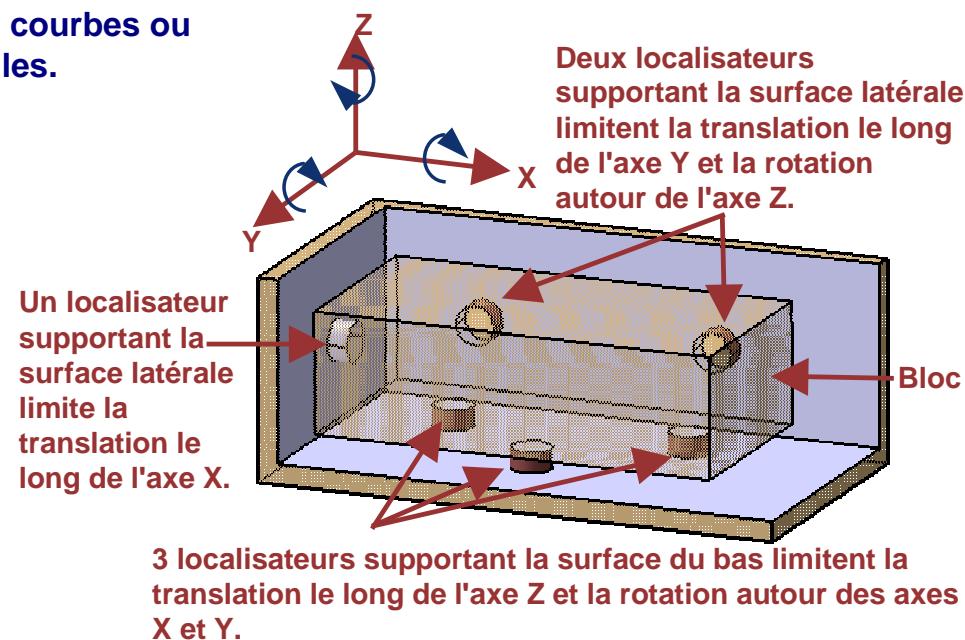
Le programme choisit automatiquement trois points et constraint certains de leurs degrés de liberté selon la règle 3-2-1.



Types de supports : Points ou sommets, courbes ou arêtes, faces ou surfaces, pièces virtuelles.



La règle 3-2-1 est une règle commune qui permet de localiser une pièce pour limiter son DDL rigide. Le bloc dans l'espace doit avoir 6 DDL rigides, 3 DDL de translation et 3 DDL de rotation. Ensuite, 3 localisateurs en bas du bloc limitent la translation dans la direction Z et la rotation autour des axes X et Y. Puis, deux localisateurs limitent la translation le long de l'axe Y et la rotation autour de l'axe Z. Le dernier localisateur limite la translation le long de l'axe X.



Student Notes:

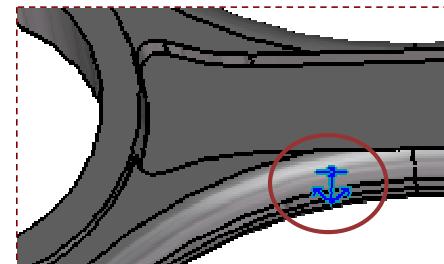
Application d'une contrainte isostatique

Une contrainte isostatique permet simplement de soutenir le corps en choisissant trois points et en limitant leur degré de liberté conformément à la règle 3-2-1.

- 1 Cliquez sur l'icône Contraintes isostatiques de la barre d'outils Contraintes mécaniques.



- 2 Sélectionnez une géométrie.



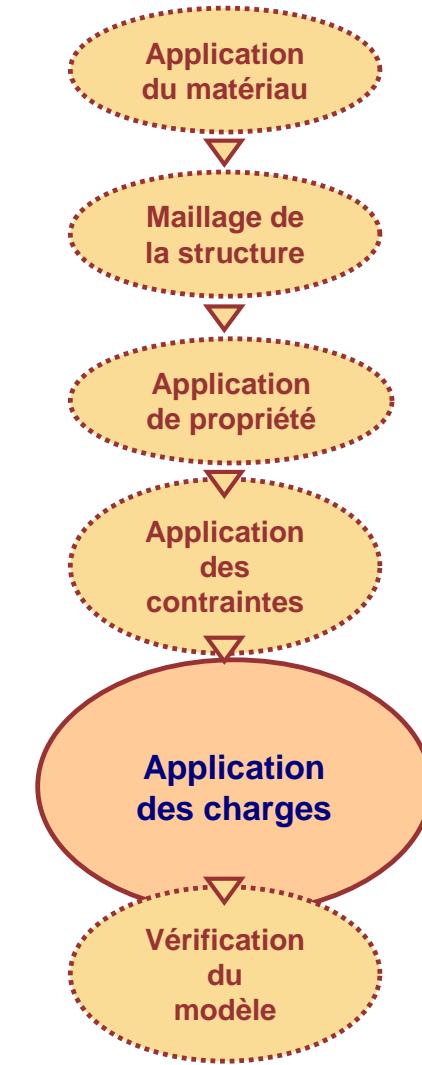
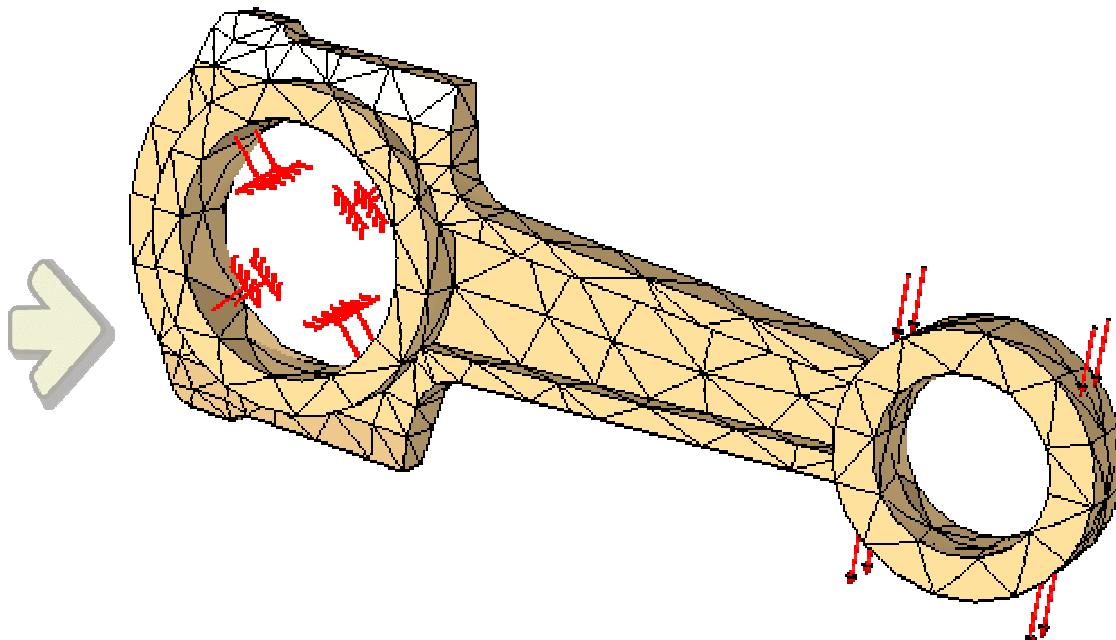
- 3 Cliquez sur OK pour confirmer.



Student Notes:

Définition des charges

Vous allez apprendre à appliquer des charges sur une pièce.



Student Notes:

Introduction

Les charges sont des entrées dans le modèle FE. FEA permet d'étudier le comportement de la structure quand une charge lui est appliquée. Les charges peuvent être des forces, des mouvements, des pressions, des températures ou des accélérations.

Les contraintes et les charges peuvent s'appliquer directement sur la géométrie comme support (surfaces, droites, points) comme dans l'exemple ci-dessous :

CATIA propose les types de charges suivants pour appliquer sur les structures.

- Pressure (Pression)



- Body Motion (Mouvement de corps)



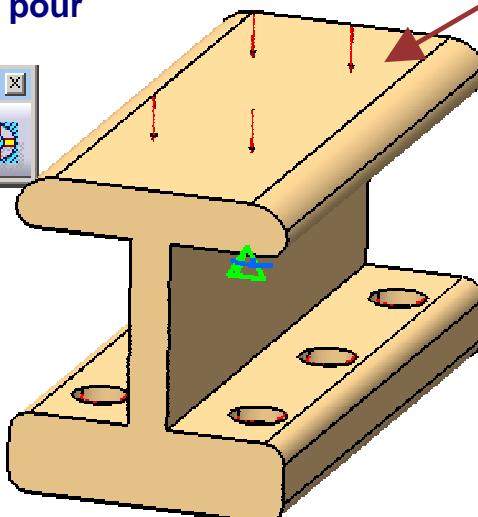
- Forces



- Force Densities (Densités de force)



- Enforced Displacements (Déplacements forcés)



"Face" est sélectionné comme support pour la charge Pressure, indiquée par des flèches pointées vers le bas.

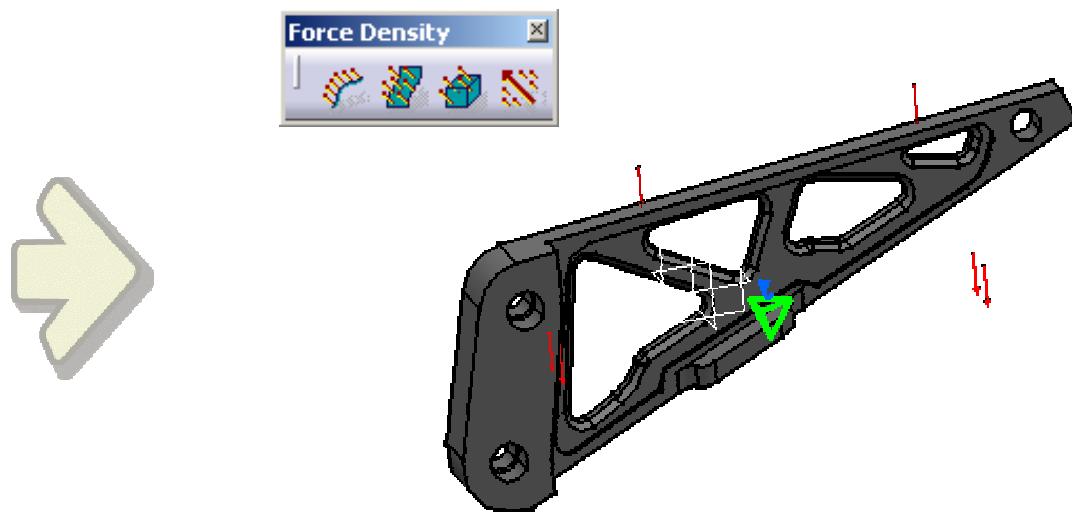


Le traitement du calcul va transposer sur les pièces du maillage les contraintes et les charges appliquées à la géométrie. Vous devez donc mailler les pièces avant d'appliquer les contraintes et les charges.

Student Notes:

Application de la densité de force

Vous allez apprendre à appliquer un vecteur de force sur une pièce.



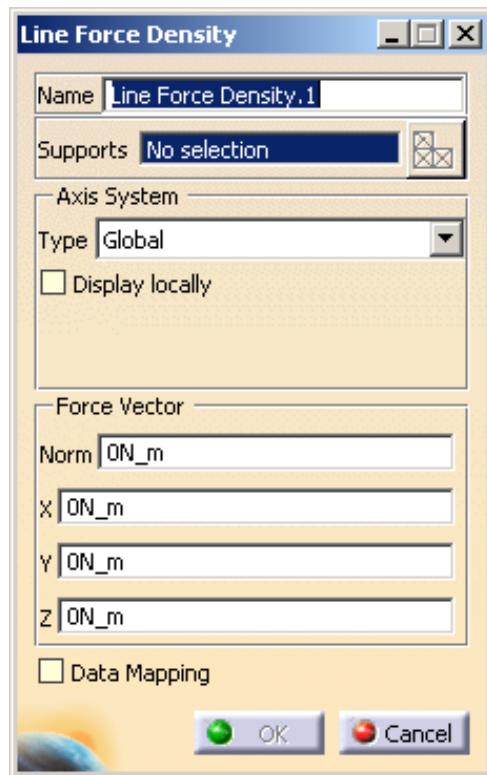
A propos de la densité de force linéique



Student Notes:

Les densités de force linéique sont des chargements intensifs représentant des champs de traction de ligne de magnitude uniforme appliqués sur des géométries de courbe.

L'utilisateur spécifie trois composants pour la direction du champ, ainsi que des informations de magnitude. Si l'une de ces quatre valeurs est modifiée, les composants du vecteur de traction de ligne et la magnitude sont mis à jour par rapport à la dernière entrée de données. Le vecteur de traction de ligne reste constant indépendamment de la sélection de géométrie.



Densité de force linéique : Les unités sont des unités de traction linéaire (typiquement N/m dans le SI)

Supports : La densité de force linéique peut s'appliquer à des courbes et des arêtes.

Axis System (Repère) :

Global : Les composants de la direction de glissement sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées rectangulaire global fixe.

Utilisateur : Les composants de la direction de glissement sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées rectangulaire spécifié.



Pour sélectionner un repère utilisateur, vous devez activer un repère existant en cliquant dessus dans l'arbre de spécifications. Son nom s'affiche automatiquement dans le champ Current Axis (Repère actif).

Student Notes:

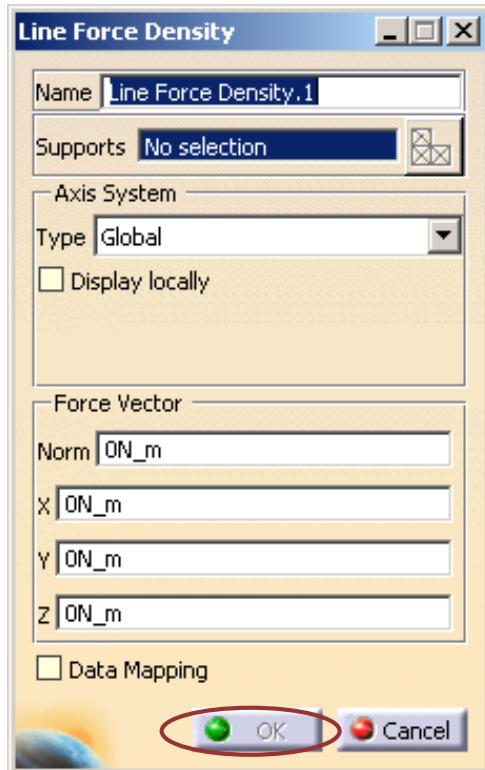
Application d'une force linéique



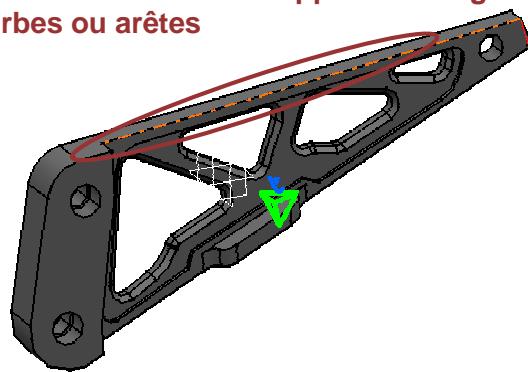
Avant de commencer :

Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Vue personnalisée) et assurez-vous que les options Shading, Outlines et Materials (Rendu réaliste, Contours et Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue des modes de vue personnalisés.

- 1 Cliquez sur l'icône Line Force Density (Force linéique).



- 2 Sélectionnez le ou les supports de la géométrie : courbes ou arêtes



- 3 Choisissez le repère.

- 4 Indiquez un Force Vector (Vecteur force) (X,Y,Z).

- 5 Cliquez sur OK.

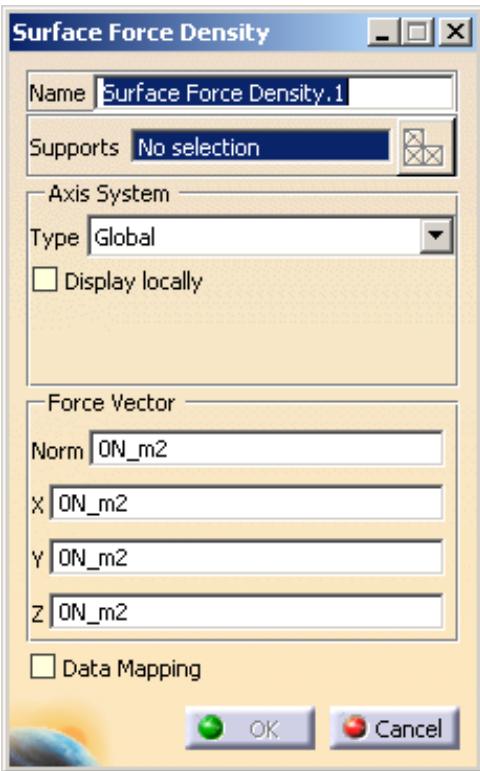
Student Notes:

A propos de la densité de force surfacique



Les densités de force surfacique sont des chargements intensifs représentant des champs de traction de surface de magnitude uniforme appliqués sur les géométries de surface

L'utilisateur spécifie trois composantes pour la direction du champ, ainsi que des informations de magnitude. Si l'une de ces quatre valeurs est modifiée, les composantes du vecteur de traction de ligne et la magnitude sont mises à jour par rapport à la dernière entrée de données. Le vecteur de traction de ligne reste constant indépendamment de la sélection de géométrie.



Densité de force surfacique : les unités sont des unités de traction de surface (typiquement N/m² dans le SI)

Supports : la densité de force surfacique peut s'appliquer à des surfaces et à des faces

Axis System (Repère) : la zone de liste Type vous permet de choisir entre un repère Global ou Utilisateur pour l'entrée de composants du vecteur de force résultant.

Global : les composantes du vecteur de force (dans un fichier) sont interprétées par rapport au système global fixe de coordonnées cartésiennes.

Utilisateur : les composantes du vecteur de force (dans un fichier) sont interprétées par rapport au système de coordonnées cartésiennes spécifié.

Pour sélectionner le repère Utilisateur, vous devez activer un axe existant en cliquant dessus dans l'arbre de spécifications. Son nom s'affiche automatiquement dans le champ Repère actif.

Student Notes:

Application d'une force surfacique



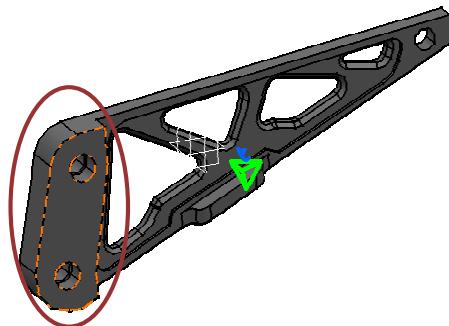
Avant de commencer :

Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Vue personnalisée) et assurez-vous que les options Shading, Outlines et Materials (Rendu réaliste, Contours et Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue des modes de vue personnalisés.

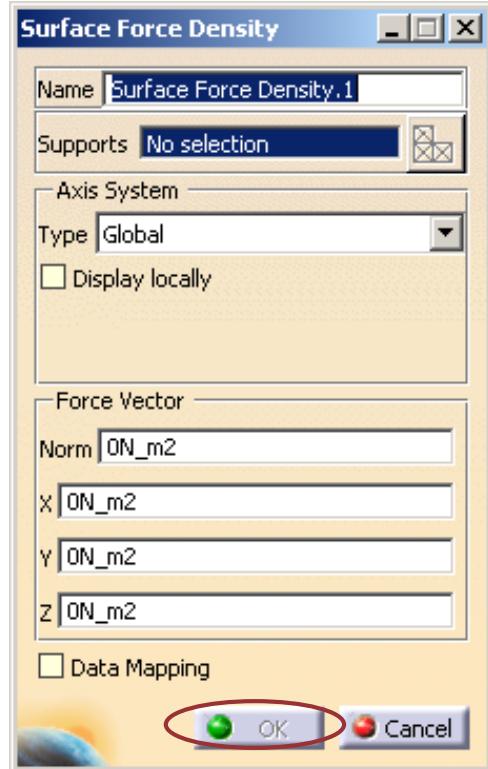
- 1 Cliquez sur l'icône Force surfacique.



- 2 Sélectionnez le ou les supports de la géométrie : surfaces ou faces.



- 3 Choisissez le repère.



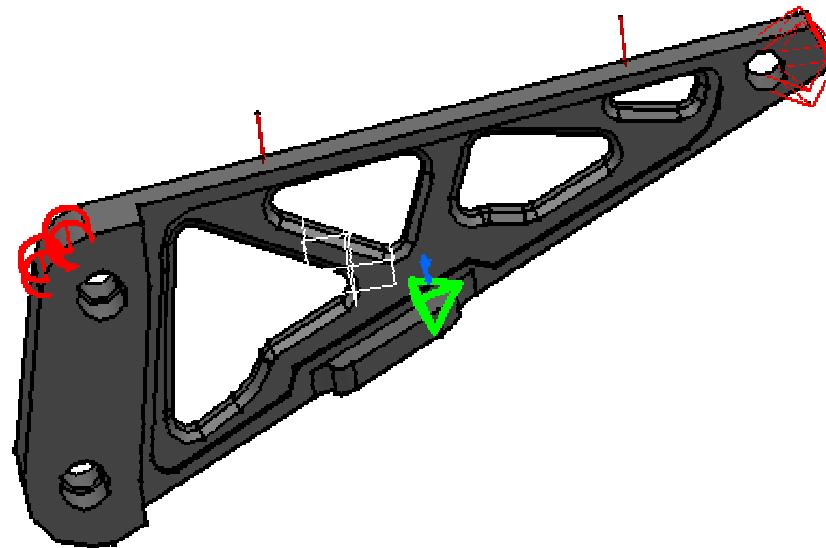
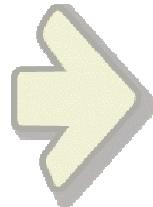
- 4 Indiquez le Force Vector (Vecteur force) (X,Y,Z).

- 5 Cliquez sur OK.

Student Notes:

Application de forces

Vous allez apprendre à appliquer des forces sur une pièce.



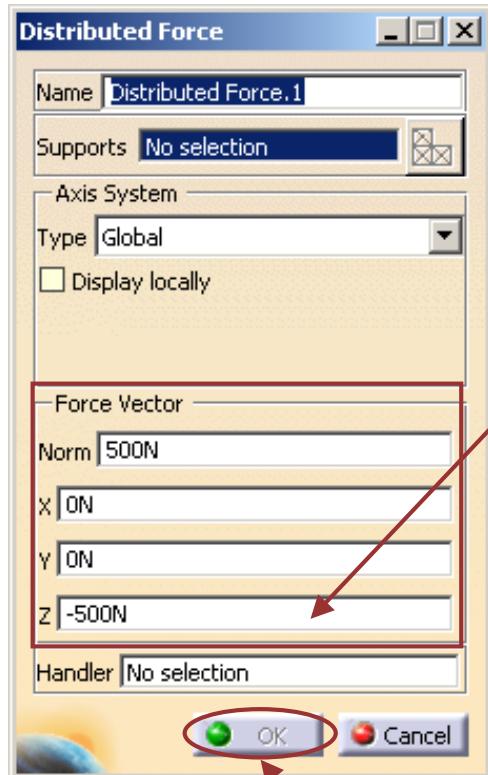
Student Notes:

Application d'une force distribuée



Les forces distribuées sont des systèmes de forces statiquement équivalents à une force pure donnée sur un point donné, distribués sur une pièce virtuelle ou sur une section géométrique.

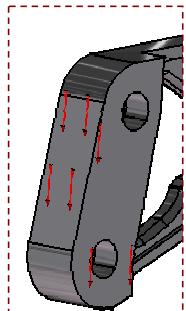
- Cliquez sur l'icône Force distribuée



- Sélectionnez le ou les supports :

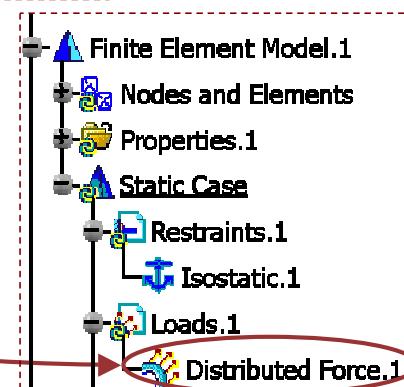
Surfaces : les forces sont extrapolées aux noeuds de l'élément le plus près.

Points : les forces sont appliquées directement sur le noeud associé.



- Spécifiez la force

Un objet **Distributed Force** (Force distribuée) s'affiche dans l'arbre des spécifications sous l'ensemble d'objets **Loads** (Chargements) actif.



- Cliquez sur OK.

Student Notes:

Force distribuée



Les forces distribuées sont des systèmes de forces statiquement équivalents à la force pure donnée sur un point donné, distribués sur une pièce virtuelle ou sur une sélection géométrique.

L'utilisateur spécifie trois composants pour la direction de la force résultante, ainsi que des informations de magnitude. Une fois que l'une de ces quatre valeurs est modifiée, les composants du vecteur de la force résultante et la magnitude sont mis à jour en fonction des dernières données entrées. Le vecteur de la force résultante reste constant indépendamment de la géométrie de la sélection.

Forces distribuées : Les unités sont les unités de force (typiquement N dans le SI).

Supports : Les forces distribuées peuvent s'appliquer sur des points ou sommet, surfaces ou faces, pièces virtuelles.

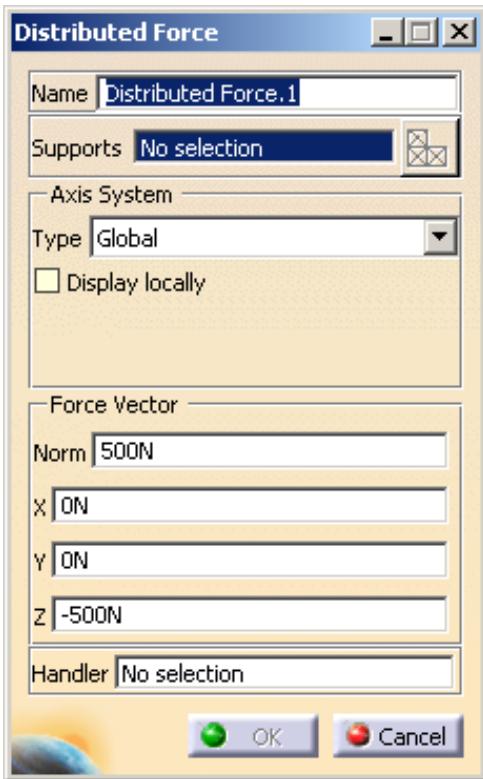
Axis System (Repère) : La zone de liste Type permet de choisir un repère Global ou Utilisateur, pour l'entrée des composants du vecteur de la force résultante.

Global : Les composants du vecteur de force (dans un fichier) sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées global rectangulaire fixe.

Utilisateur : Les composants du vecteur de force (dans un fichier) sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées rectangulaire spécifié.

Pour sélectionner un repère utilisateur, vous devez activer un repère existant en cliquant dessus dans l'arbre de spécifications. Son nom sera automatiquement affiché dans le champ Current Axis (Repère actif).

Handler (Poignée) : Point d'application de la force résultante pour les pièces virtuelles, qui constitue la poignée de la pièce virtuelle. Pour les géométries étendues, ce point est le centroïde de la géométrie.



Student Notes:

Définition d'un moment



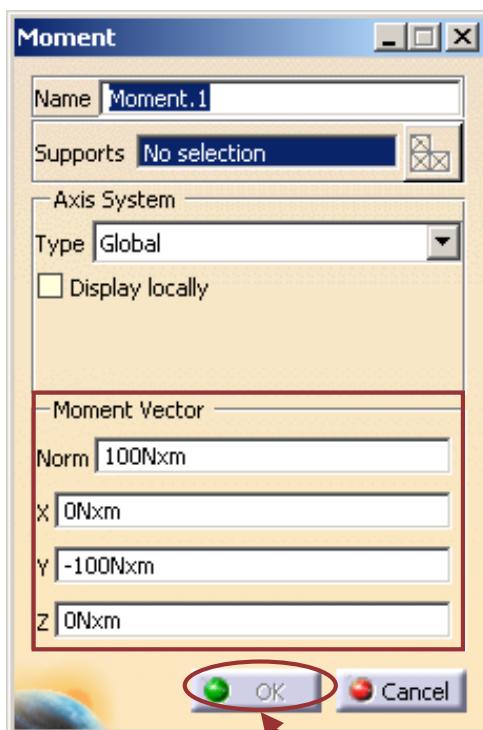
Des moments sont des systèmes de force statiquement équivalents à un couple pur donné (moment simple résultant), distribués sur une pièce virtuelle ou sur une sélection géométrique.

- 1 Cliquez sur l'icône Moment



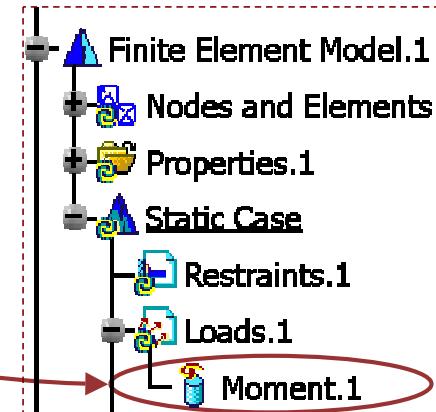
- 2 Sélectionnez le ou les supports :
Surfaces : Les forces sont extrapolées aux noeuds de l'élément le plus près.

Points : Les forces sont appliquées directement au noeud associé



- 3 Spécifiez le moment

Un objet Moment s'affiche dans l'arbre des éléments sous l'ensemble d'objets actif Loads



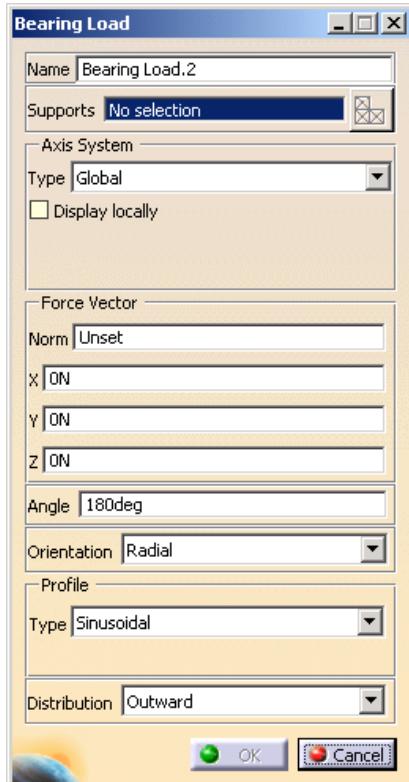
- 4 Cliquez sur OK

Bearing Load (Charge de portance)



Student Notes:

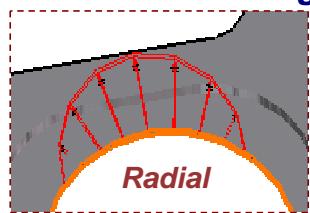
Les charges de portance sont des charges de contact simulées appliquées aux pièces cylindriques.



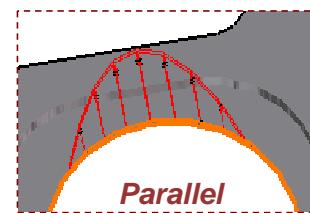
La valeur Angle correspond à l'angle autour duquel les forces peuvent être réparties. Quand vous entrez une valeur d'angle, un aperçu très précis apparaît automatiquement sur le modèle.

L'option Orientation permet de répartir les forces de deux manières :

- Radial : tous les vecteurs de force aux noeuds du maillage sont perpendiculaires à la surface à tous les points. On l'utilise habituellement pour les contacts de force.
- Parallel : tous les vecteurs de force aux noeuds du maillage sont parallèles aux vecteurs de force résultants. Cela peut être utile avec certaines charges spécifiques.



Radial



Parallel

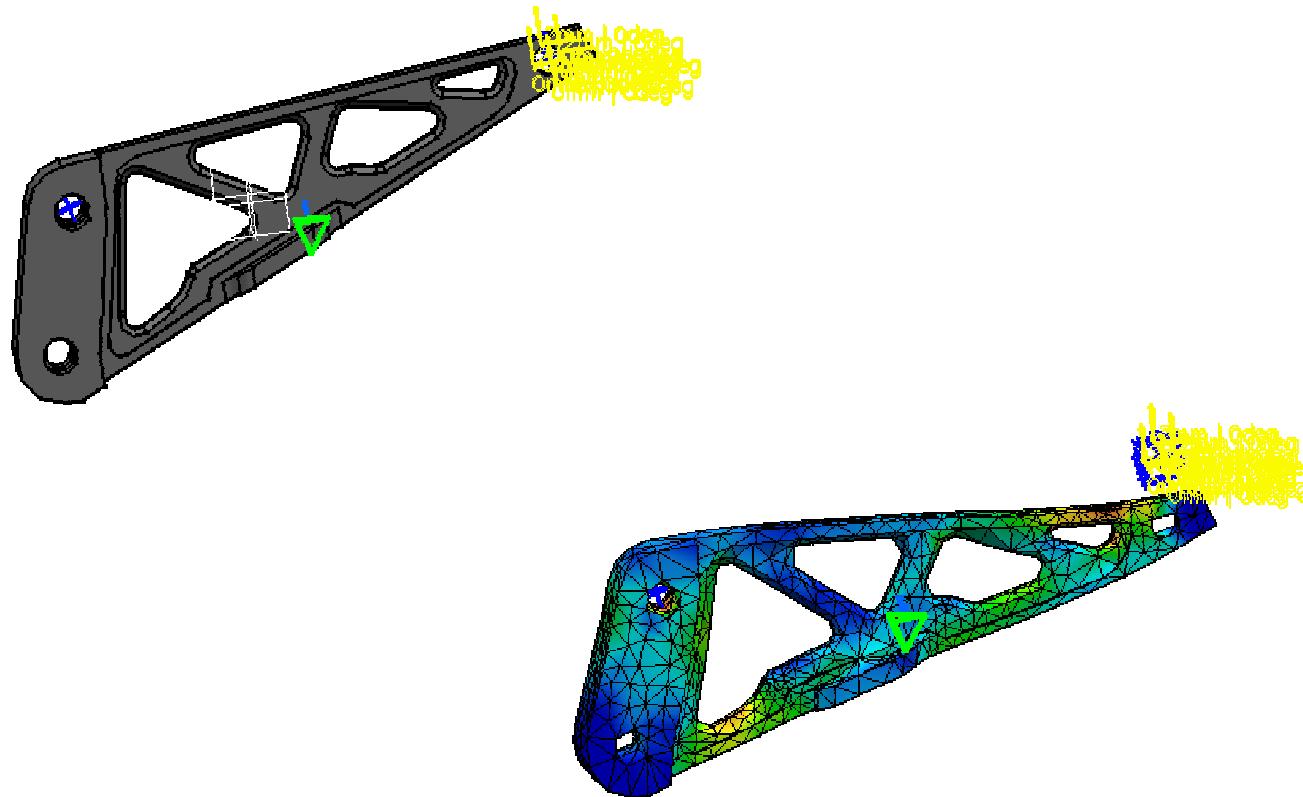
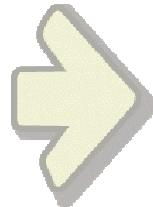
Le type de profil peut être Sinusoidal (sinusoïdal), Parabolic (parabolique) ou Law (faible). Il définit comment l'intensité de la force changera selon l'angle.

Student Notes:



Application de déplacements imposés

Vous allez apprendre à appliquer un déplacement imposé.



A propos des déplacements imposés



Student Notes:

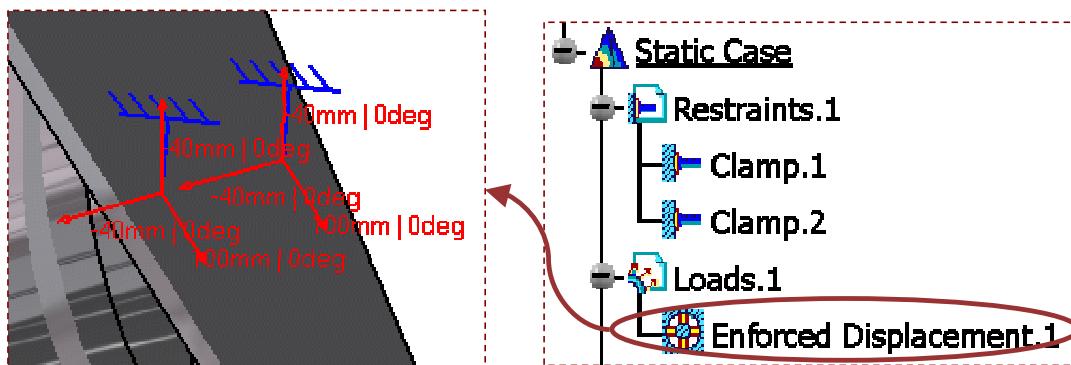
Les déplacements imposés sont des chargements appliqués sur des géométries de support, aboutissant pour l'analyse suivante à l'affectation de valeurs différentes de zéro à des déplacements dans des directions précédemment contraintes.

Par définition, un objet de déplacement imposé est associé à un objet de contrainte. Vérifiez que vous avez indiqué des valeurs non nulles uniquement pour les degrés de liberté qui ont été fixés par l'objet de contrainte associé. Des valeurs non nulles pour un autre degré de liberté seront ignorées par le programme.



Supports : Les déplacements imposés peuvent être appliqués sur des contraintes (e.g. un encastrement)

Vous pouvez appliquer des translations et des rotations



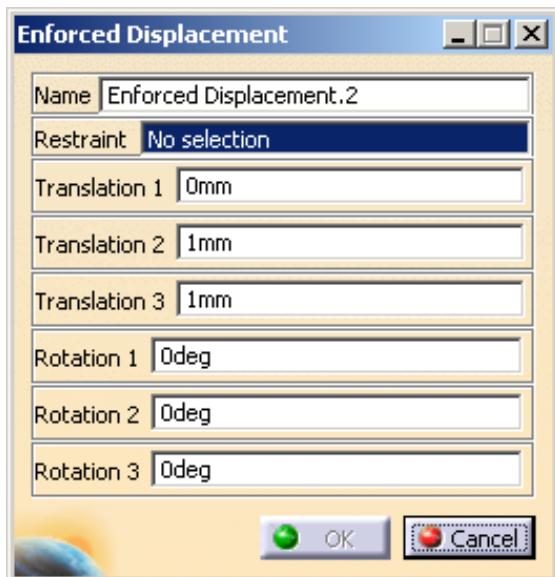
Student Notes:

Application de déplacements imposés



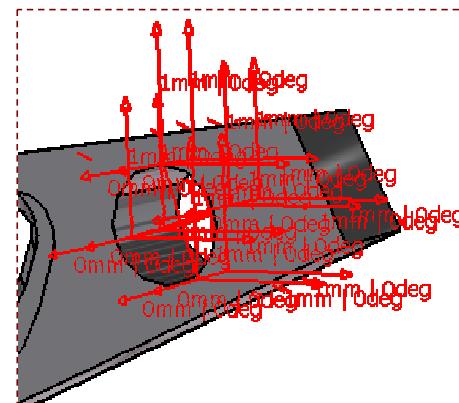
Avant de commencer : cliquez sur Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue et assurez-vous que les options Rendu réaliste, Contours et Rendu réaliste avec texture sont actives dans la boîte de dialogue Modes de vue personnalisés

- 1 Cliquez sur l'icône Déplacement imposé



- 2 Sélectionnez le(s) support(s) : Fixations

Ici, nous avons sélectionné un encastrement :



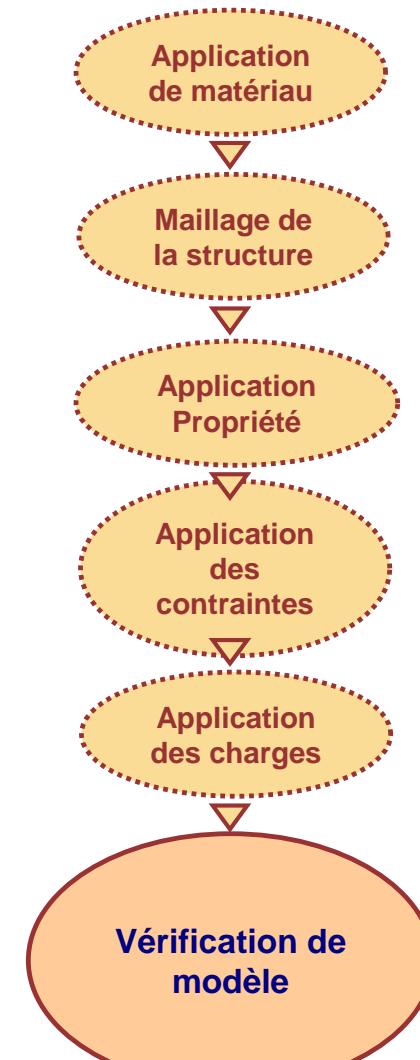
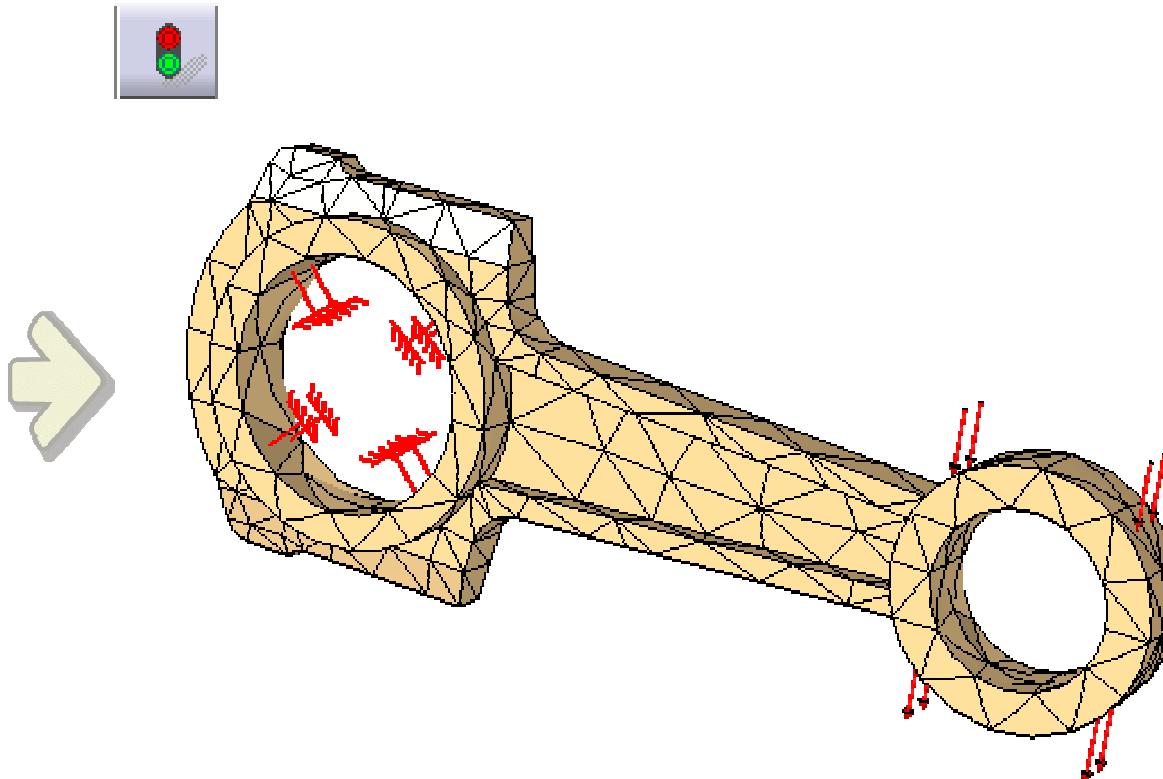
- 3 Entrez les valeurs de translation et de rotation

- 4 Cliquez sur OK

Student Notes:

Model Checker

Vous allez apprendre à valider un modèle FE avec l'outil Model Checker.



Student Notes:

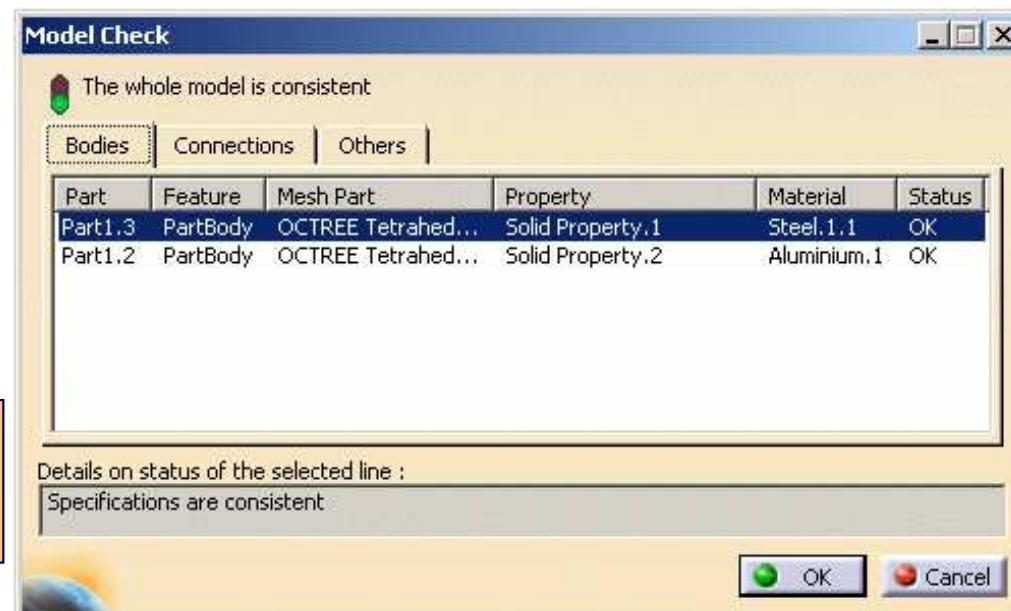
Principe de Model Checker (1/2)

Model Checker permet de vérifier si toutes les étapes du pré-traitement sont faites et si le modèle est prêt pour le calcul. Cette plate-forme commune permet de vérifier toutes les données du pré-traitement.

Si des informations manquent, on lit "KO" à côté de la ligne de données concernée et un message d'erreur apparaît en bas de la fenêtre. Les onglets de Model Checker fournissent les informations suivantes :

Onglet Bodies

- Maillage manquant
- Propriétés manquantes
- Matériaux manquants
- Supports manquants
- Problèmes de diagnostic



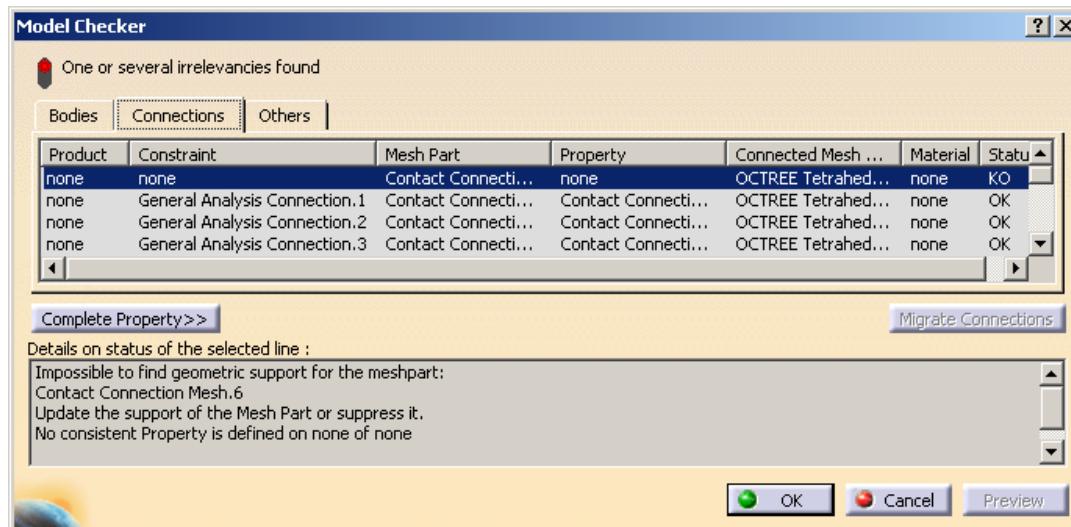
Il est conseillé d'utiliser Model Checker avant le calcul pour vérifier que les étapes de pré-traitement sont correctes.

Student Notes:

Principe de Model Checker (2/2)

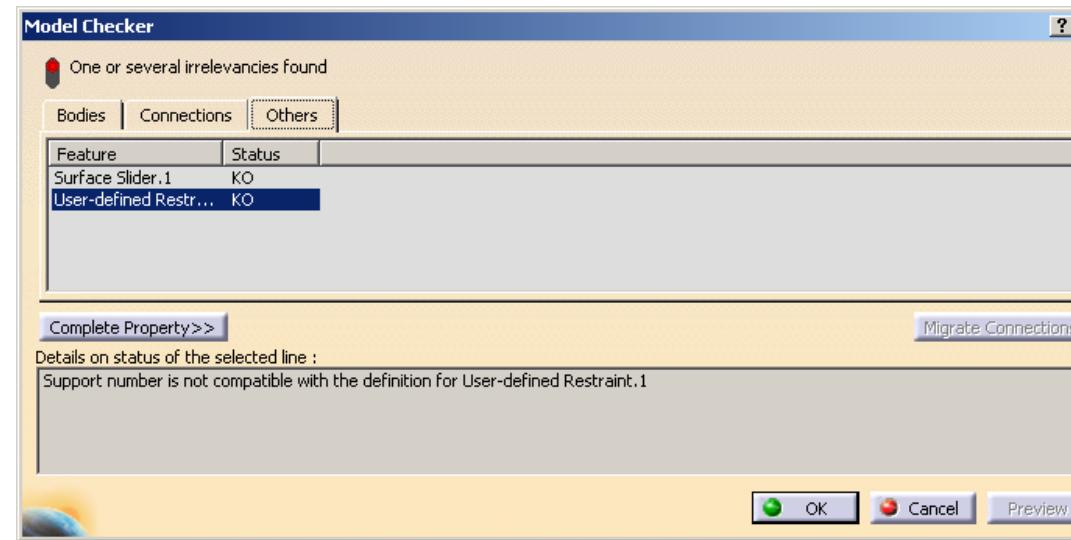
Onglet Connections

- Types de contraintes
- Pièce concernée
- Propriétés de connexion
- Statut de connexion



Onglet Others

- Charges
- Contraintes
- Pièces virtuelles



Student Notes:

Calcul GPS

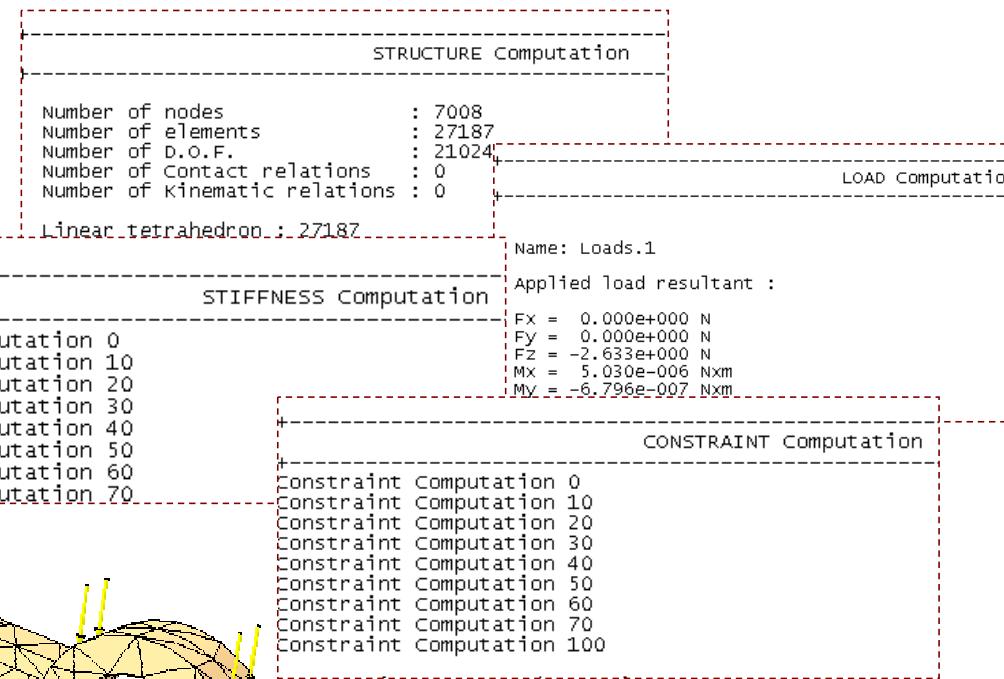
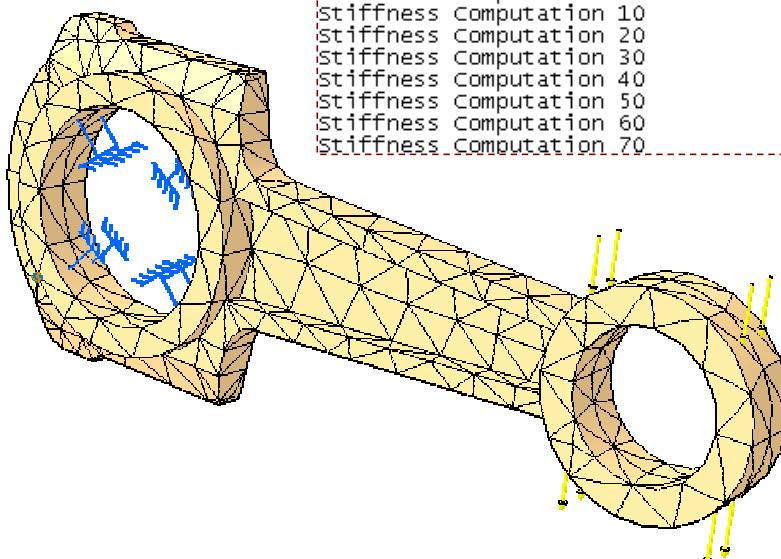
Une fois que le maillage d'une pièce a été créé et que vous avez appliqué des contraintes et des charges, vous pouvez lancer le calcul de l'analyse.

- Spécification de la mémoire externe
- Calcul d'un cas statique

Student Notes:

Calcul GPS

Dans cette leçon vous apprendrez à vous servir des outils de calcul pour l'analyse statique.

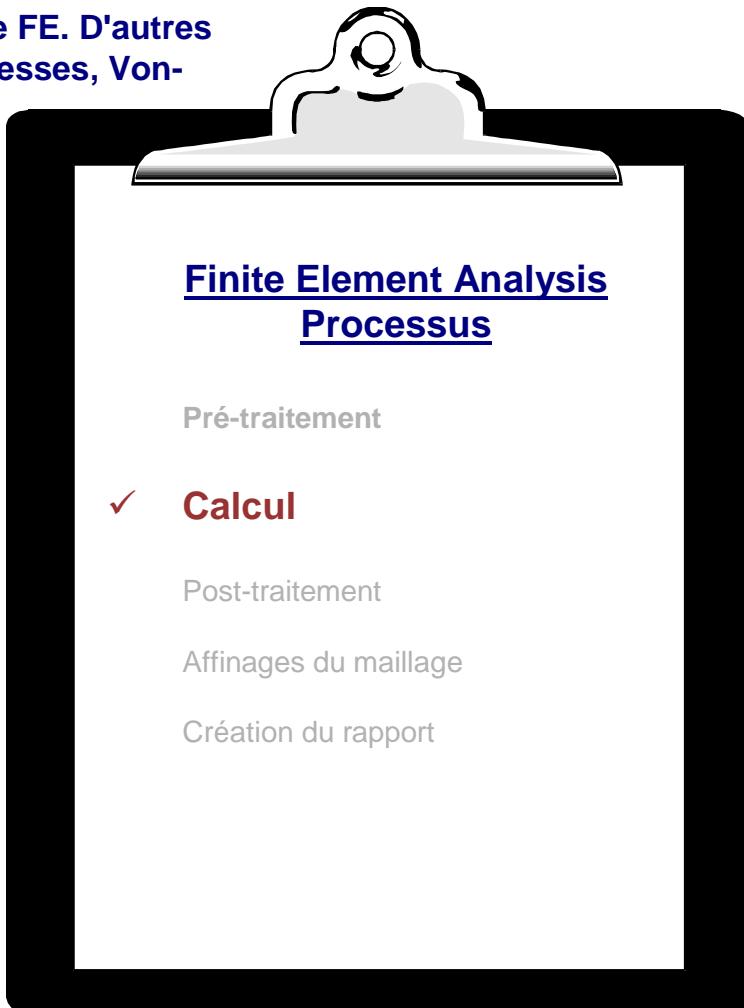


Student Notes:

Principe du calcul (1/2)

Le calcul permet de déterminer les valeurs Displacement (déplacement) inconnues aux points nodaux du modèle FE. D'autres valeurs peuvent être déterminées (Strain, Principal Stresses, Von-Mises Stresses) à partir de ces valeurs Displacement.

- Le modèle de la géométrie est décomposé en éléments.
- Les propriétés et les forces appliquées sont optimisées au niveau des éléments et des noeuds.
- Pour chaque élément, les forces nodales, les matrices d'épaisseur et les vecteurs de déplacement sont calculés.



Student Notes:

Principe du calcul (2/2)

- La connectivité des éléments permet d'assembler les matrices des déplacements, des forces nodales et de l'épaisseur globale.
- La minimisation de l'énergie potentielle utilisée permet de calculer une équation globale en utilisant les conditions de limite pour supprimer la singularité de la matrice d'épaisseur.

$\{F\}$: Nodal Force Matrix (matrice de force nodale)

$[K]$: Global Stiffness Matrix (matrice d'épaisseur globale)

$\{U\}$: Nodal Displacement Matrix (matrice de déplacement nodal)

- Les déplacements noraux sont calculés.

- Les tensions et contraintes sont calculées en utilisant les relations Tension/Déplacement et Contrainte/Tension.

$$\{\epsilon\} = [B] \{U\}$$

$$\{\sigma\} = [C] \{\epsilon\}$$

$\{\epsilon\}$: Strain Matrix (matrice des tensions)

$[B]$: Strain-Displacement Matrix (matrices des tensions/déplacements)

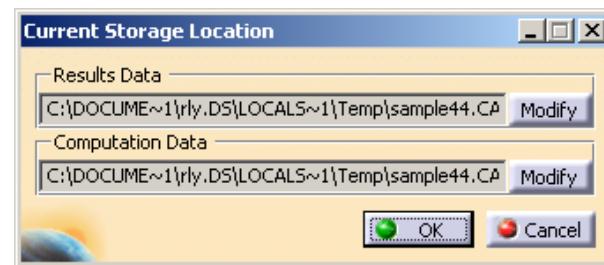
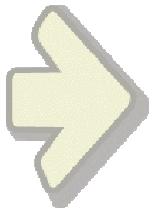
$\{\sigma\}$: Stress Matrix (matrice des contraintes)

$[C]$: Stress-Strain Matrix (matrice des contraintes/tensions)

Student Notes:

Spécification de la mémoire externe

Dans cette leçon vous apprenez à vous servir des outils de stockage.



Introduction



Student Notes:

Tous les calculs d'ELFINI Solver sont systématiquement stockés de manière structurée en dehors de la mémoire centrale dans un fichier externe nommé le "stockage externe".

- Les données stockées issues des analyses sont conservées dans deux fichiers, un pour les résultats (CATAnalysisResults) et un autre pour les calculs (CATAnalysisComputations). Après avoir ouvert un nouveau document d'analyse, les répertoires par défaut dans lesquels ils sont stockés sont les derniers répertoires choisis par l'utilisateur.
- Les données des résultats nécessaires pour générer les images couvrent les déplacements, les charges, les contraintes, les singularités, les énergies de tension, etc. Ces données sont suffisantes si vous voulez sauvegarder les résultats uniquement et que vous n'en avez plus besoin pour d'autres calculs. Les données des résultats demandent peu d'espace disque mais comme les nouveaux calculs repartent du début, le temps de calcul peut être long.
- Les données des calculs correspondent aux matrices comme la matrice des épaisseurs. Ces données sont nécessaires pour réaliser de nouveaux calculs à partir des données chargées. Cela fait gagner du temps mais demande plus d'espace disque.

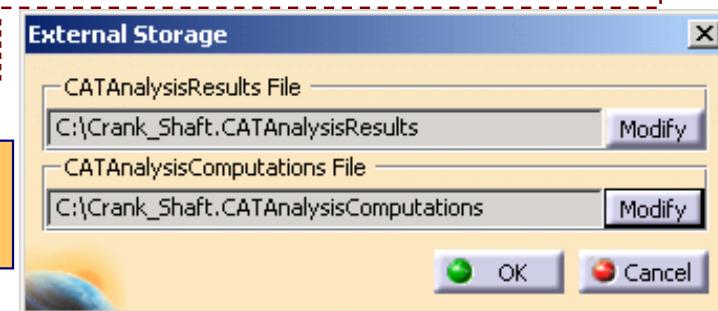
```

Link.1 -> \\Janus\CXR10rel\BSFDOC\Doc\online\estug_C2\samples\sample44.CATPart
Results -> C:\DOCUME~1\rly.DS\LOCALS~1\Temp\sample44.CATAnalysisResults
Computations -> C:\DOCUME~1\rly.DS\LOCALS~1\Temp\sample44.CATAnalysisComputations

```



Il est conseillé de placer le stockage externe dans un espace de stockage suffisant. Les fichiers d'analyse ne sont pas enregistrés automatiquement.



Student Notes:

Utilisation de l'icône Stockage



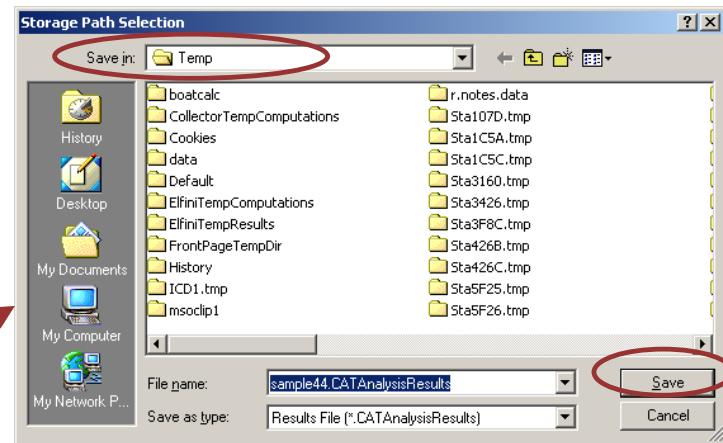
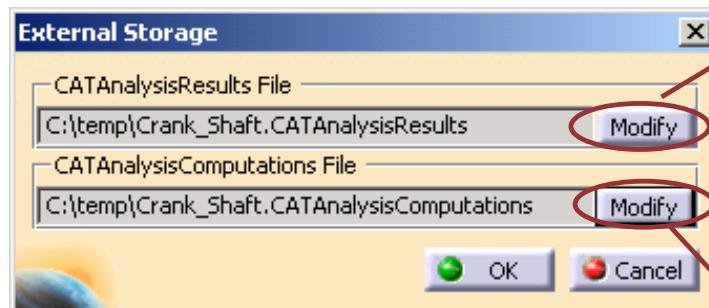
Vous pouvez modifier le chemin de stockage en utilisant l'icône Stockage.

- 1 Cliquez sur l'icône Stockage externe dans la barre d'outils Outils Solver.



La boîte de dialogue External Storage (Stockage externe) s'affiche.

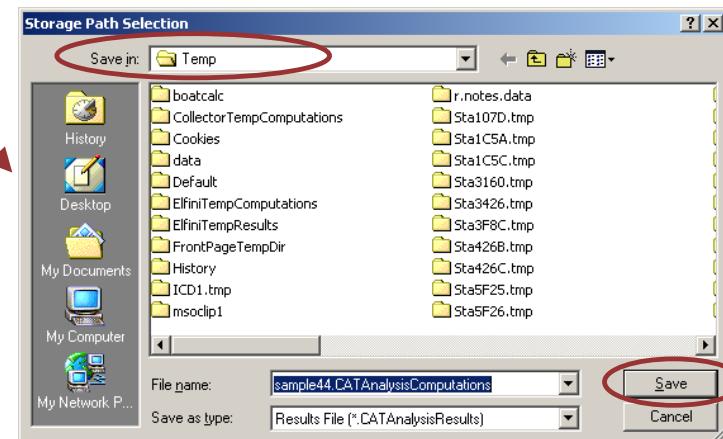
- 2 Cliquez sur le bouton Modify (Modifier).



- 3 Sélectionnez le chemin des répertoires de stockage externe.

- 4 Cliquez sur Save (Enregistrer).

- 5 Cliquez sur OK.

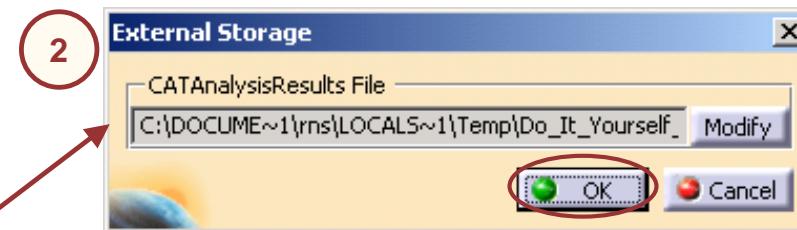
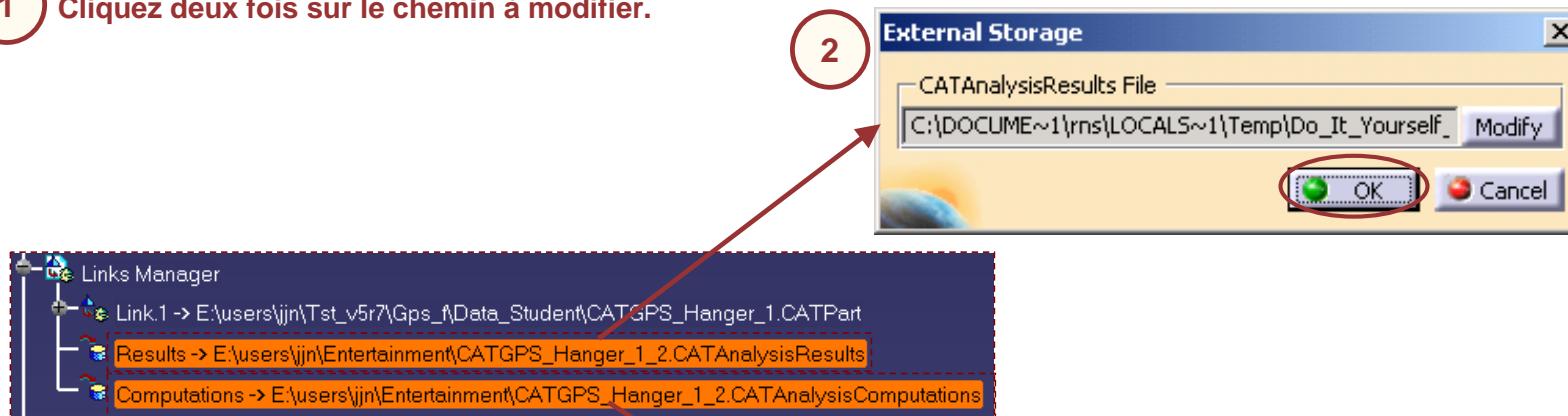


Student Notes:

Indication du chemin de stockage dans l'arbre de spécifications

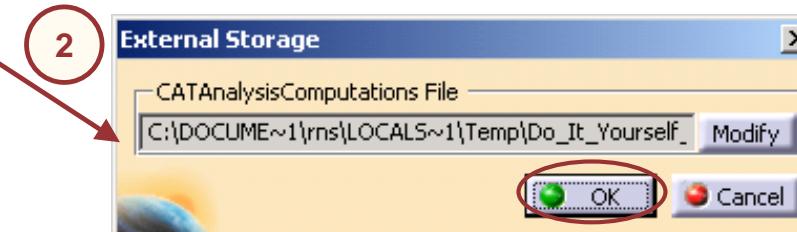
Vous pouvez modifier le chemin de stockage à partir de l'arbre de spécifications.

- 1 Cliquez deux fois sur le chemin à modifier.



- 2 Sélectionnez un nouveau chemin.

- 3 Cliquez sur OK.



Student Notes:

Destruction d'anciens calculs



Chaque nouveau calcul génère de nouveaux fichiers. Les nouveaux fichiers écrasent les anciens calculs correspondants. Avant de lancer un nouveau calcul vous pouvez nettoyer le fichier de calcul et / ou de résultats si vous voulez remplacer le précédent calcul.

- 1 Cliquez sur l'icône Destruction du stockage externe.



- 2 Sélectionnez l'action de votre choix.

Vous pouvez supprimer les données du calcul uniquement (Clear Computation Data) ou les fichiers de résultats également (Clear Results And Computation Data) :



Name	Size	Type
Analysis1.CATAnalysisComputations	1KB	CATANALY
Analysis1.CATAnalysisResults	1KB	CATANALY
CATGPS_Hanger_11.CATAnalysisComputations	1KB	CATANALY
CATGPS_Hanger_11.CATAnalysisResults	1KB	CATANALY

Fichiers de calculs

Fichiers de résultats

Student Notes:

Spécification de l'emplacement de stockage temporaire



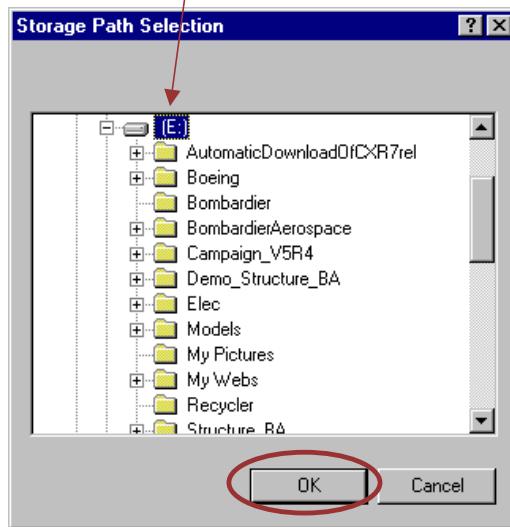
Pour effectuer des calculs, l'ordinateur a besoin d'un emplacement de stockage temporaire qui est vidé à la fermeture de la session d'analyse associée.

- 1 Cliquez sur cette icône.



- 2 Cliquez sur Modify (Modifier) pour sélectionner un nouveau répertoire.

- 3 Sélectionnez un nouveau chemin.



- 4 Cliquez sur OK.

Student Notes:

Informations supplémentaires

Création d'une mémoire d'analyse

Les fichiers **CATAnalysisResults** et **CATAnalysisComputations** sont créés :

- la première fois que vous réalisez un calcul,
- si l'utilisateur définit explicitement leur emplacement.

Un document d'analyse ne contenant que les spécifications peut être stocké sans liens avec la mémoire d'analyse.

Ces fichiers ne sont pas visibles par les applications partenaires qui n'en ont pas besoin.

Lecture de la mémoire d'analyse

Les données ne sont copiées que quand elles sont nécessaires pour un calcul ou une opération de post-traitement. Cela occasionne un gain de temps important quand vous chargez un document d'analyse.

Les données devenues inutiles ne sont plus lues (exemple : lecture d'un document de calcul, modification du maillage, nouveau calcul).

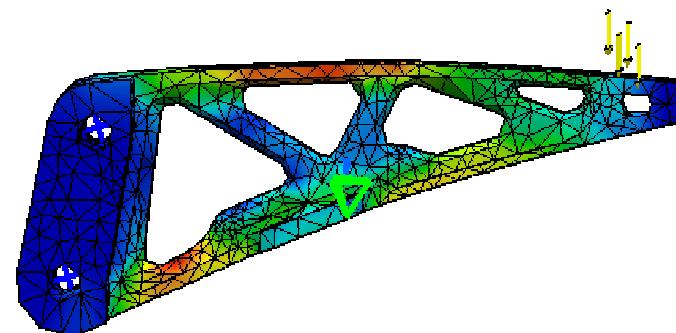
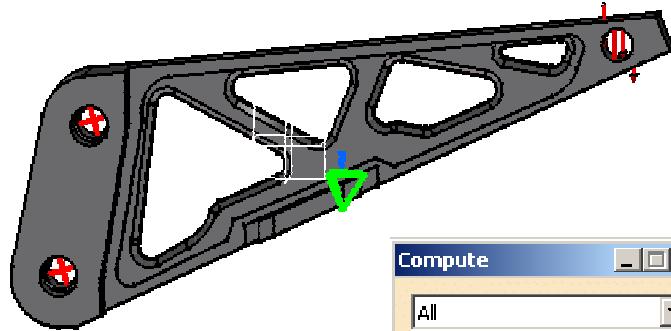
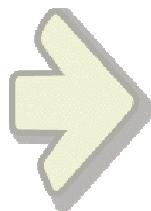
Suppression de la mémoire d'analyse

Les fichiers **CATAnalysisResults** et **CATAnalysisComputations** peuvent être supprimés manuellement (équivalent de la fonction d'effacement).

Student Notes:

Calcul d'un cas statique

Vous allez apprendre à calculer une analyse de cas statique.



Présentation



Student Notes:

A cette étape, vous devez vérifier que les matériaux, les contraintes et les charges sont correctement définis (utilisez l'outil Model Checker).



Le calcul va générer la solution du cas d'analyse avec des résultats partiels pour tous les objets impliqués dans la définition du cas d'analyse.

Le premier résultat du calcul de solution statique produit un vecteur de déplacement dont les composants représentent les valeurs du DDL du système. Ce résultat peut être retraité pour fournir d'autres résultats comme les contraintes, les forces réactives, etc.

Le programme peut calculer simultanément plusieurs jeux d'objets de solution avec le calcul parallèle optimal le cas échéant.

La boîte d'options permet de choisir entre plusieurs options pour définir le jeu d'objets à mettre à jour :



- ❖ All : tous les objets définis dans l'arborescence des fonctionnalités d'analyse seront calculés.
- ❖ Mesh only : les pièces et les connexions du pré-traitement seront représentées par des maillages. Les données de pré-traitement (charges, contraintes, etc.) seront appliquées au maillage.
Si l'option Mesh only a déjà été activée, vous pourrez voir les données appliquées sur le maillage au moyen de l'option Visualization on Mesh (menu contextuel).
- ❖ Analysis Case Solution Selection : seule une sélection des Analysis Case Solutions définies par l'utilisateur seront calculées, avec une stratégie de calcul parallèle optimale.
- ❖ Selection by Restraint : seules les caractéristiques sélectionnées seront calculées (Properties, Restraints, Loads, Masses).

Student Notes:

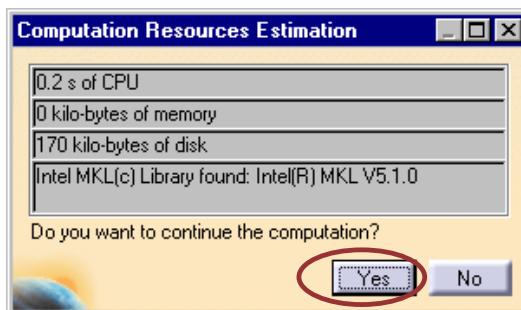
Calcul de cas d'analyse statique



- 1 Cliquez sur l'icône Calculer.



- 3 Cochez Preview (Visualisation) si vous voulez obtenir l'estimation du temps de calcul.



- 2 Choisissez l'option de calcul que vous désirez.

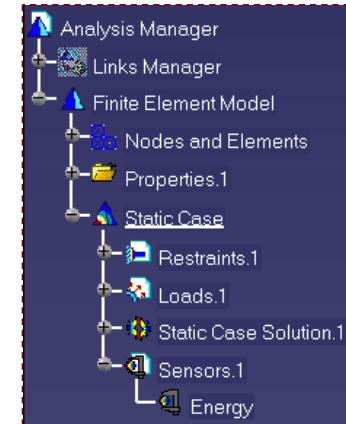
- 4 Cliquez sur Yes (Oui) pour lancer le calcul

Une série de messages de statut (Maillage, Factorisation, Solution) vous informe de la progression du processus de calcul. La solution du cas d'analyse est calculée et peut être visualisée.

Une fois que le calcul est exécuté avec succès, le statut de tous les objets dans l'arbre des éléments d'analyse est valide.

Vous pouvez :

- analyser le rapport du calcul.
- visualiser les images des différents résultats.

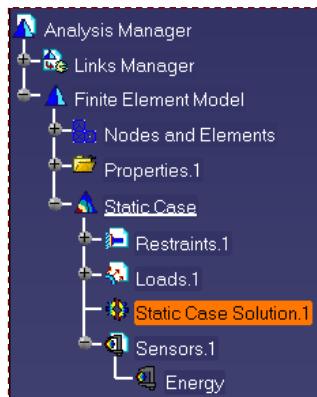


Student Notes:

Spécification des paramètres de la solution statique

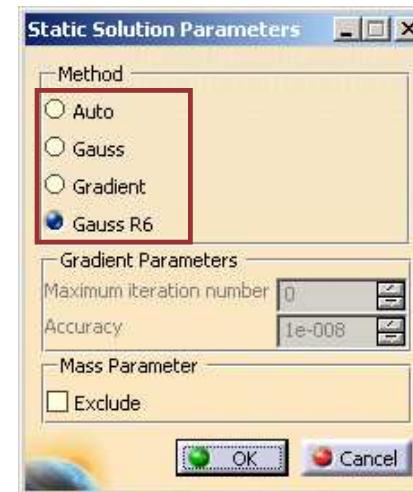
Les paramètres de définition du cas d'analyse (disponibles, dans le produit **ELFINI Structural Analysis**, dans la boîte de dialogue **Nouveau cas** pendant l'insertion de cas) ne peuvent pas être modifiés, une fois que le cas est créé. Ne les confondez pas avec les paramètres de calcul du cas de solution, qui sont proposés par défaut lors de la création, et sont ultérieurement modifiables.

- 1 Cliquez deux fois sur le jeu d'objets Solution dans l'arbre de spécifications de l'analyse pour afficher la boîte de dialogue Définition de calcul.



Pour la méthode du gradient, deux paramètres complémentaires doivent être spécifiés

- 2 Cochez la méthode à appliquer et, si nécessaire, indiquez les valeurs Gradient parameters (Paramètres du gradient).



- 3 Vous pouvez cocher Exclude (Exclure) pour exclure la masse structurelle.
- 4 Cliquez sur OK

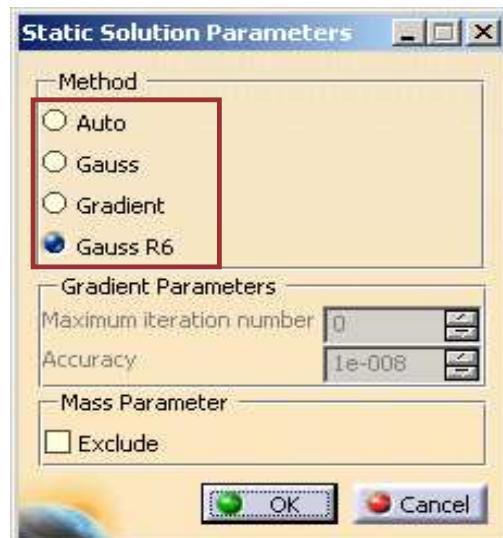
Student Notes:

Méthodes de résolution

Il existe quatre méthodes différentes pour réaliser une analyse statique :

1- Méthode Auto : L'une des trois méthodes ci-après est automatiquement calculée

Fonctionne avec n'importe quelle méthode d'analyse.



2- Méthode Gauss : Méthode directe

Recommandée pour calculer des modèles petits ou moyens.

3- Méthode Gradient : Méthode de calcul itérative qui économise la mémoire mais consomme plus de CPU

Recommandée pour les très grands modèles. Deux paramètres supplémentaires doivent être spécifiés : le nombre maximal d'itérations et le facteur de précision.

4- Méthode Gauss R6 : Méthode Gauss rapide

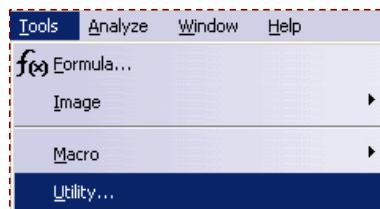
Recommandée pour les modèles de grande taille (méthode par défaut).

Student Notes:

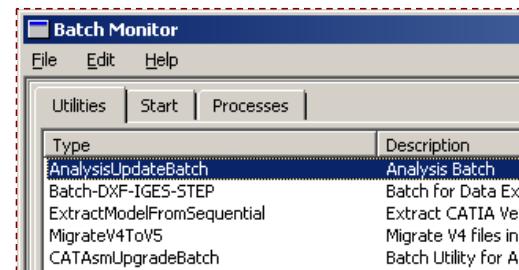
Lancement d'un traitement par lots

Le mode interactif n'est pas disponible lorsque CATIA calcule votre analyse. Vous devez donc lancer un traitement par lots pour procéder au calcul.

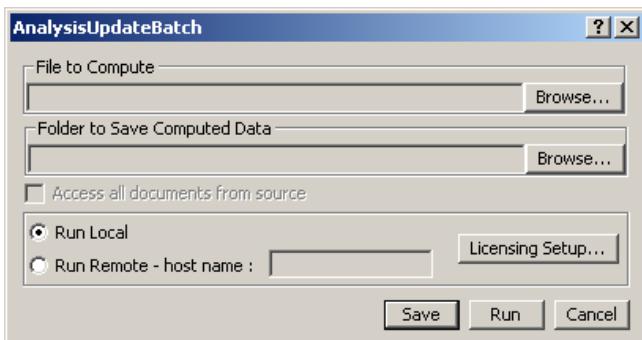
- 1 Cliquez sur Tools > Utility... (Outils > Utilitaires...)



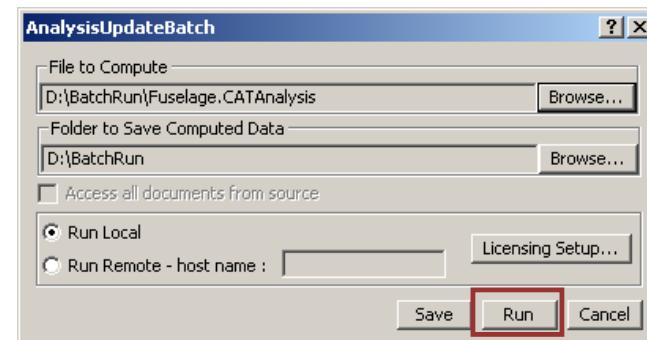
- 2 Cliquez deux fois sur AnalysisUpdateBatch



- 3 Entrez le fichier d'analyse à calculer et le dossier dans lequel vont être enregistrés les fichiers de calcul, puis sélectionnez le mode d'exécution par lots



- 4 Cliquez sur Run (Exécuter) pour lancer le calcul en mode de traitement par lots



Student Notes:

Post-traitement GPS

Dans cette leçon vous apprendrez à connaître les principaux outils à utiliser pour afficher et optimiser les résultats.

- **Visualisation des résultats**
- **Affinage du maillage**
- **Gestion des résultats**

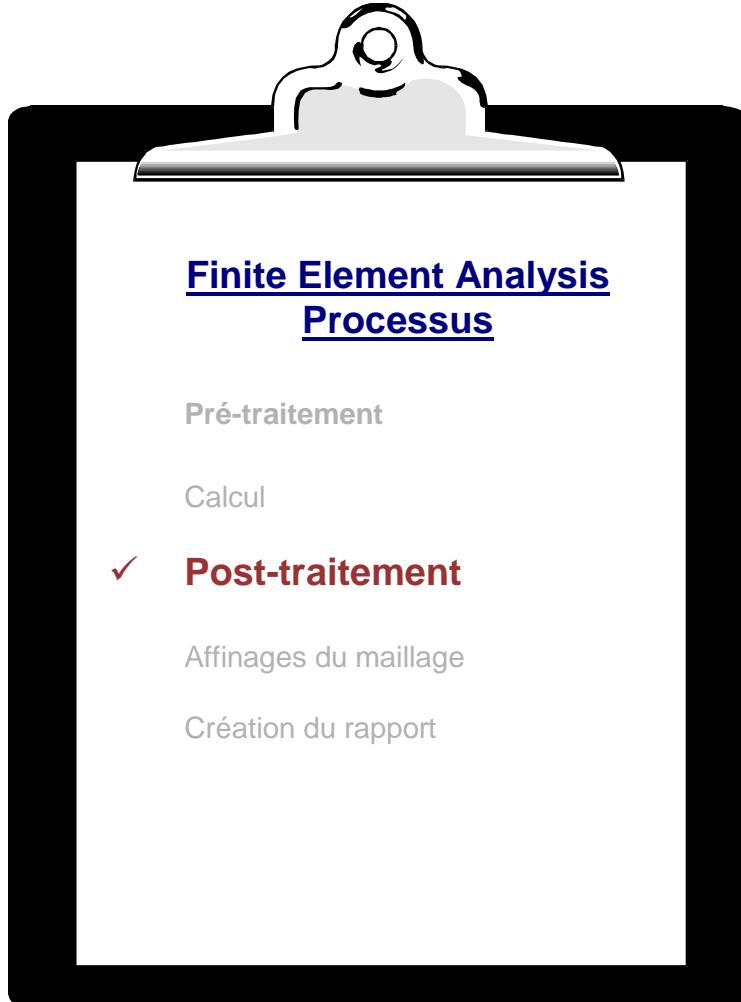
Student Notes:

Post-traitement

Le post-traitement comprend toutes les opérations à exécuter après le calcul des résultats.

Vous allez exécuter les actions suivantes :

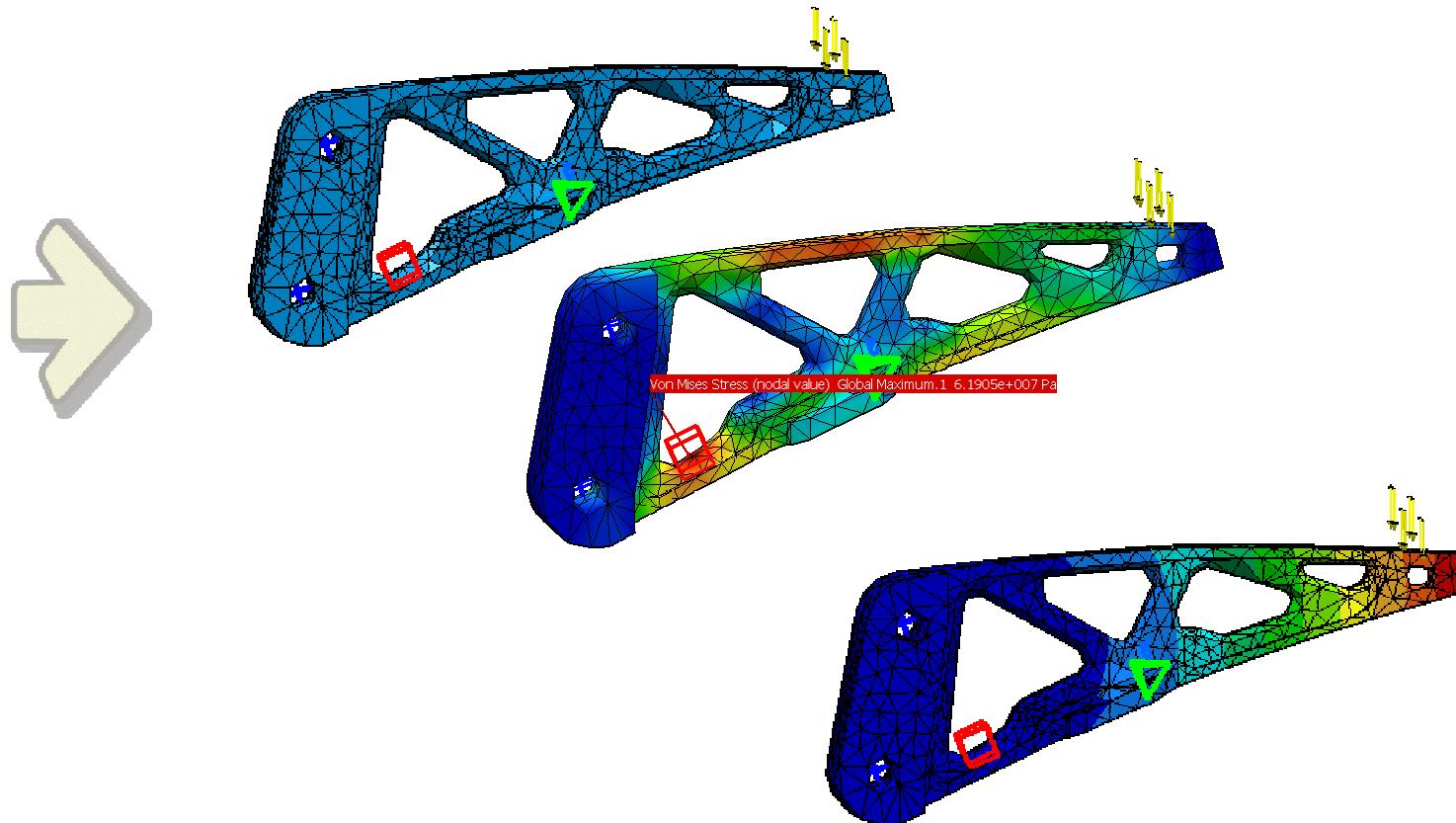
- Créer des images de type Deformation, Displacement Magnitude, Stress, Reaction Force et d'autres types d'images à partir des données de la solution calculée.
- Valider les résultats avec différentes images et étudier ces images pour comprendre et interpréter la solution.
- Prendre des décisions pour améliorer la solution avec Mesh Refinement Iterations ou d'autres types de solutions.
- Valider la conception ou suggérer des modifications sur la base des résultats.



Student Notes:

Visualisation des résultats

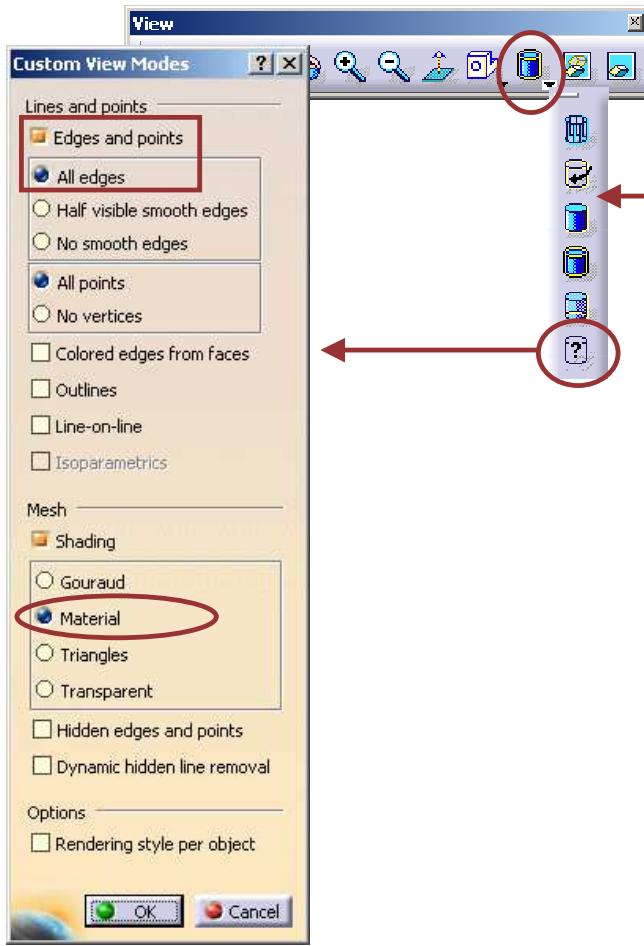
Vous allez découvrir les fonctions à utiliser pour afficher les images des résultats et les animer.



Student Notes:

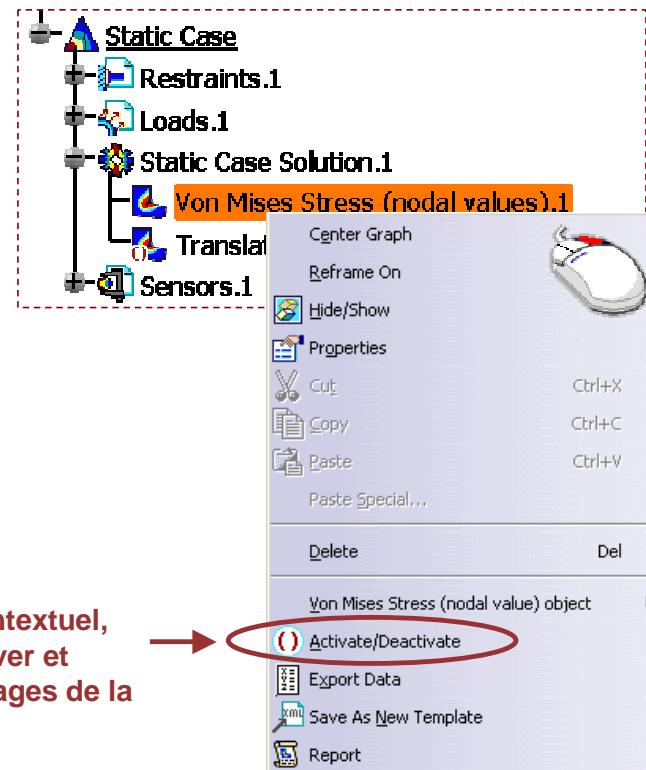
Création d'images

Vous ne pouvez visualiser des résultats que si vous avez réussi le calcul de votre analyse. Avant de commencer, vérifiez que les options Edges and points (Arêtes et Points), All Edges (Toutes les arêtes), Shading (Rendu réaliste) et Materials (Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue Custom View Modes (Personnalisation de mode de vue).



Vous verrez les différentes options pour la visualisation des résultats.

Les résultats s'affichent dans l'arbre de spécifications sous Case Solution (Solution de cas)



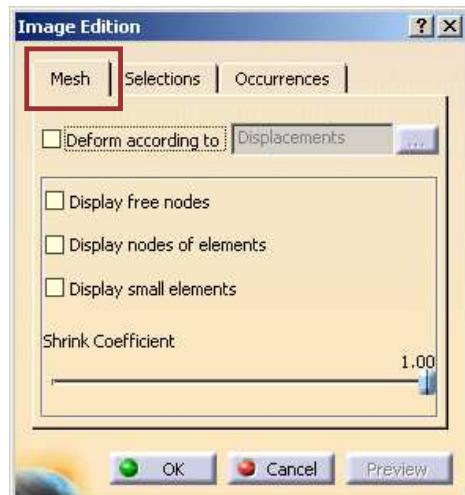
Dans le menu contextuel, vous pouvez activer et désactiver les images de la solution.

Student Notes:

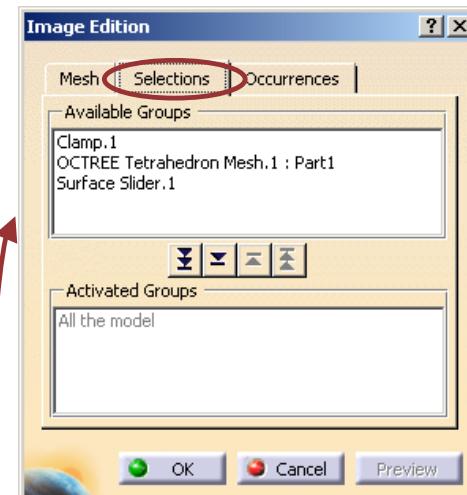
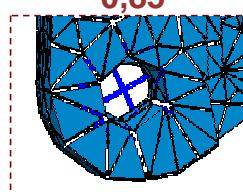
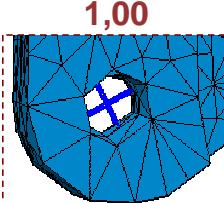
A propos de Deformed Image (Image déformée)

Les images du maillage déformé permettent de visualiser l'élément de maillage fini dans la configuration déformée du système en résultat d'une action sur l'environnement. Les objets image de maillage déformé peuvent appartenir à des jeux d'objets Static Case Solution ou à des jeux d'objets Frequency Case Solution.

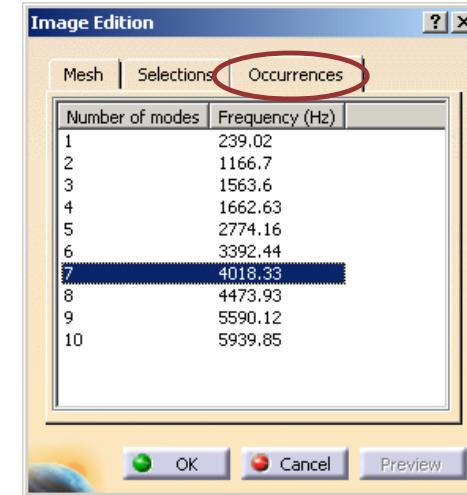
Avant de commencer, vérifiez que la vue est correctement personnalisée et que vous avez calculé la solution.



Vous pouvez modifier le Shrink Coefficient (Coefficient de réduction).



Ces entités de maillage forment soit l'ensemble des éléments de la pièce de maillage, soit les éléments ou noeuds associés à la géométrie résultant d'une spécification. Ceci est possible avec tous les types de spécifications : Mesh (Maillage), Connections (Connexions), Loads (Charges), Restraints (Restrictions) et Masses.



Sélectionnez l'onglet Frequencies (Fréquences) pour afficher la liste des modes et les fréquences associées. Vous pouvez activer séparément chaque mode de cette solution multiple.



L'onglet Occurrences n'apparaît qu'avec la fonction Frequency Analysis.

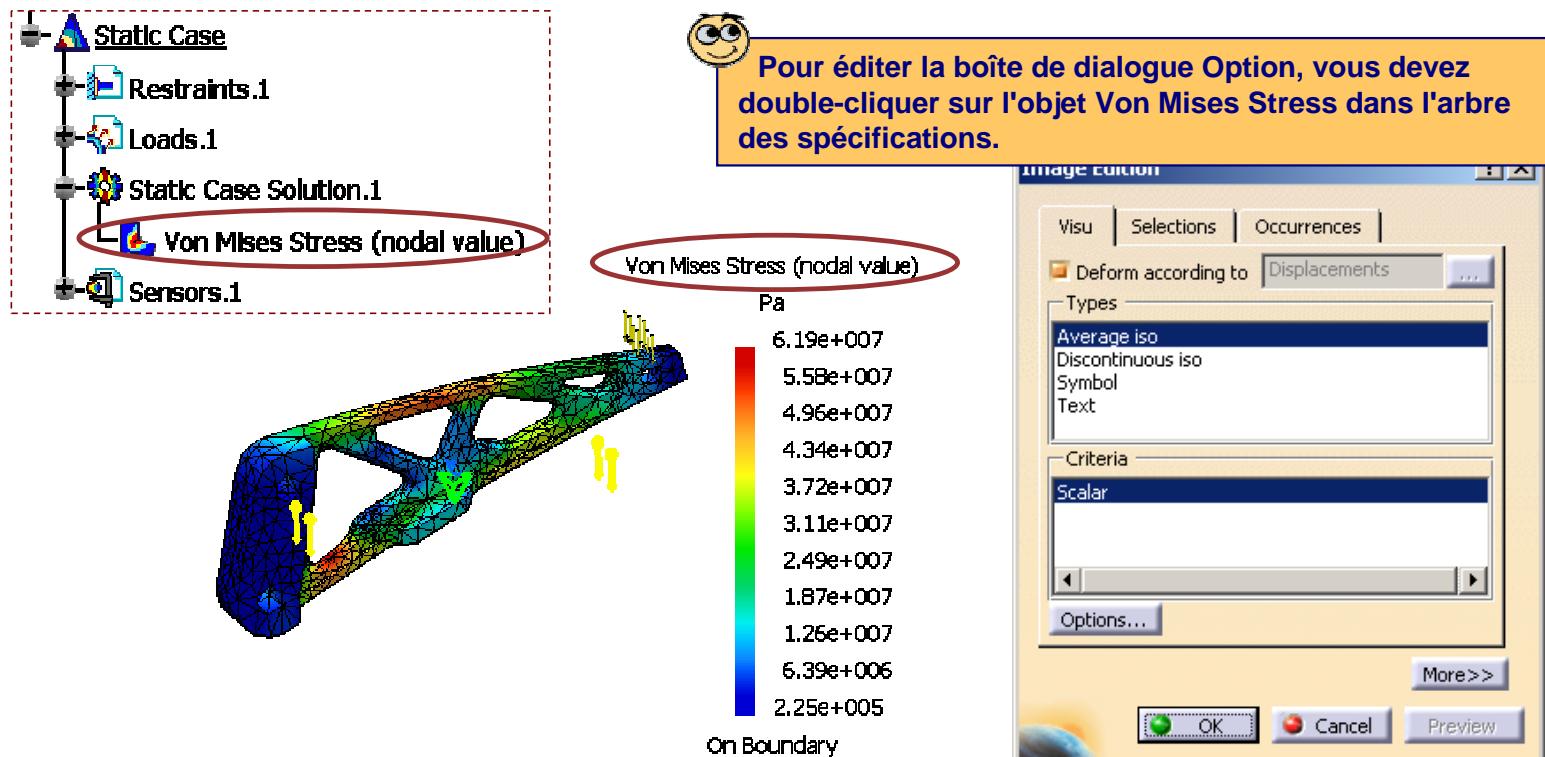
A propos des contraintes Von Mises



Student Notes:

Les images de contrainte Von Mises permettent de visualiser les modèles des zones de contrainte Von Mises qui représentent une zone de quantité scalaire obtenue à partir de la densité énergétique de la déformation du volume et utilisée pour mesurer l'état de la contrainte.

La densité énergétique de la déformation du volume est souvent utilisée conjointement avec la valeur de contrainte de rigidité du matériau pour vérifier l'intégrité structurelle de la pièce en fonction du critère Von Mises. Pour que la conception structurelle soit fiable, la valeur maximale de la contrainte Von Mises doit être inférieure à sa valeur de rigidité.



Student Notes:

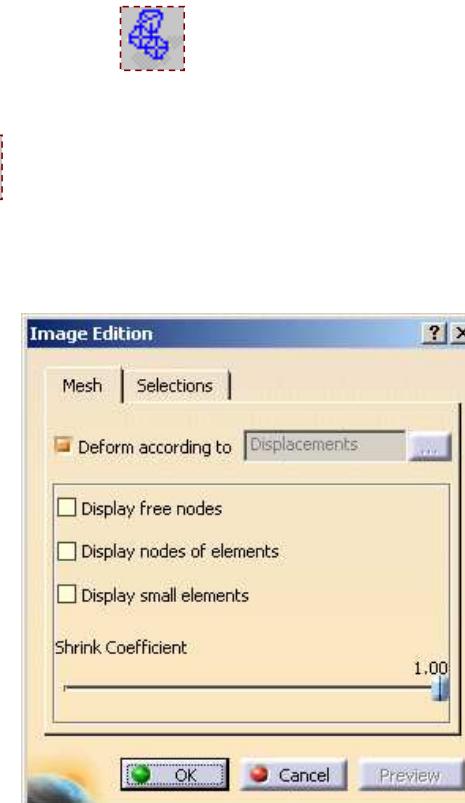
Visualisation des déformations

- 1 Cliquez sur l'icône Déformation

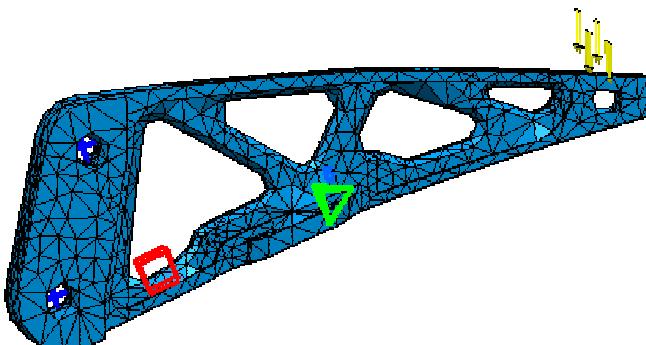


- 2 (Facultatif) Cliquez deux fois sur l'objet Deformed Mesh (Maillage déformé) dans l'arbre de spécifications pour éditer l'image

Si nécessaire, modifiez les paramètres



- 3 Cliquez sur OK pour fermer la boîte de dialogue Image Edition (Editeur d'image)



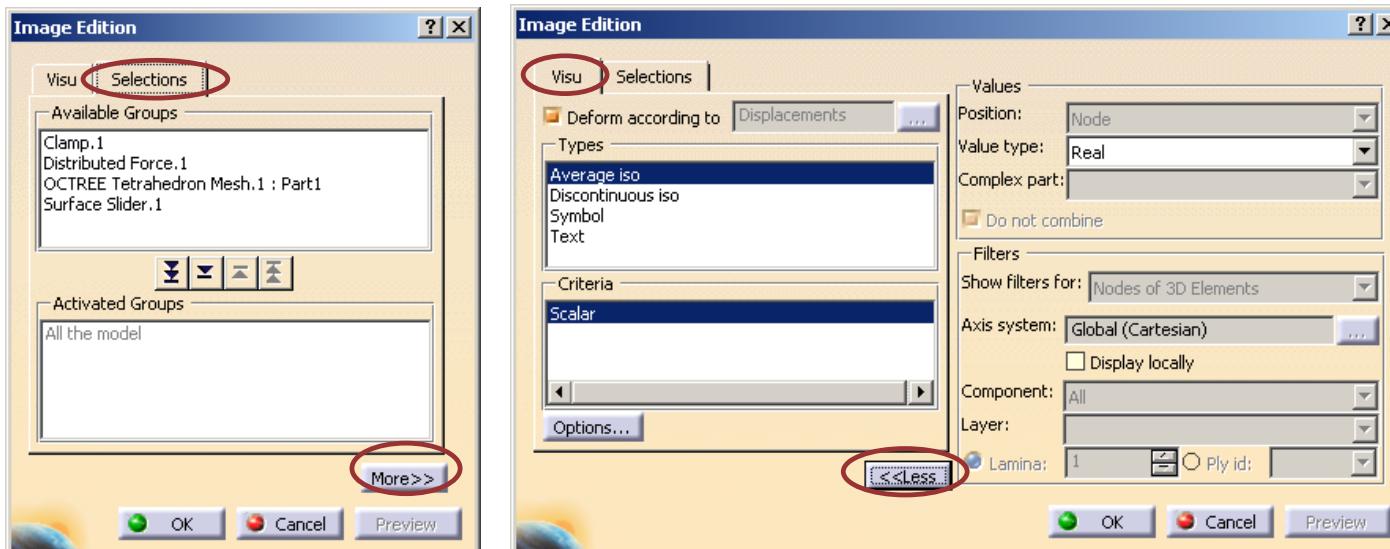
Student Notes:

Edition de l'image de contrainte Von Mises



La boîte de dialogue Image Edition contient trois onglets :

- Visu : contient une liste de types de vue (Average-Iso, Discontinuous-Iso, Text) et une liste de critères (VON-MISES).
- More : propose différents filtres. Vous pouvez choisir de générer des images sur des noeuds, des éléments, des noeuds d'éléments, le centre d'éléments ou des points Gauss d'éléments. Vous pouvez également choisir des options dans Element Type.
- Selections : Dans le cas d'objets CATProducts, vous pouvez sélectionner simultanément plusieurs des groupes d'éléments prédéfinis appartenant à des pièces du maillage.



Quand vous cliquez sur More, certains onglets peuvent être désactivés selon le type choisi dans l'onglet Visu.

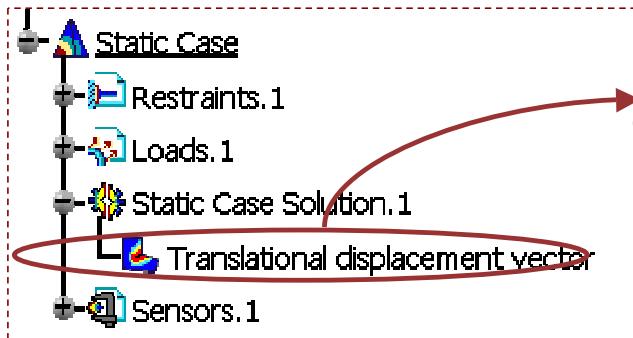
Student Notes:

A propos de Displacements

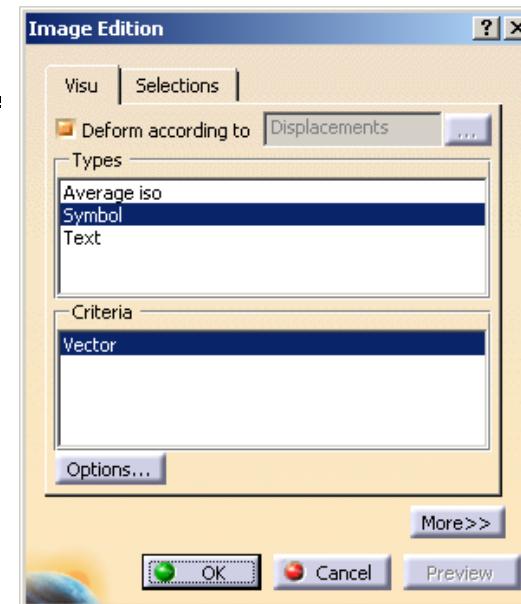
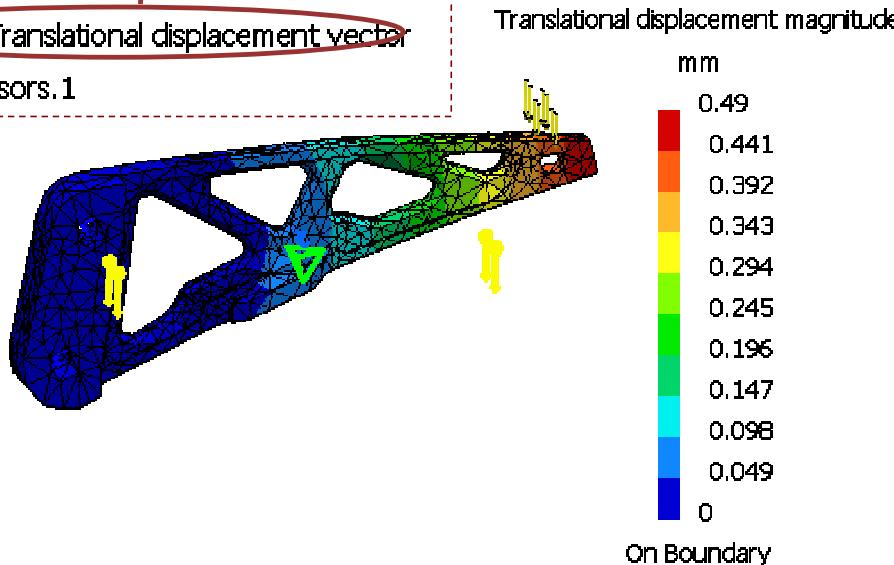


Les images de vecteur de translation permettent de visualiser les modèles des zones de déplacement qui représentent une zone de quantité vectorielle égale à l'écart des vecteurs de position des entités de maillage consécutif à une action sur l'environnement (application d'une charge).

Les objets Image de vecteur de translation peuvent appartenir à des jeux d'objets Static Case Solution ou Frequency Case Solution. Il est important de connaître le déplacement induit par l'application d'une charge à une pièce pour bien comprendre comment la pièce se comporte.



Pour éditer la boîte de dialogue Option, vous devez cliquer deux fois sur l'objet Solution dans l'arbre de spécifications.

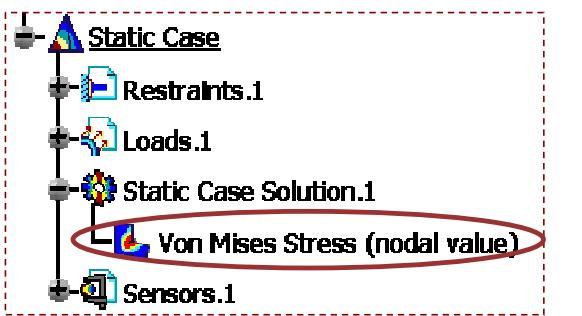


Student Notes:

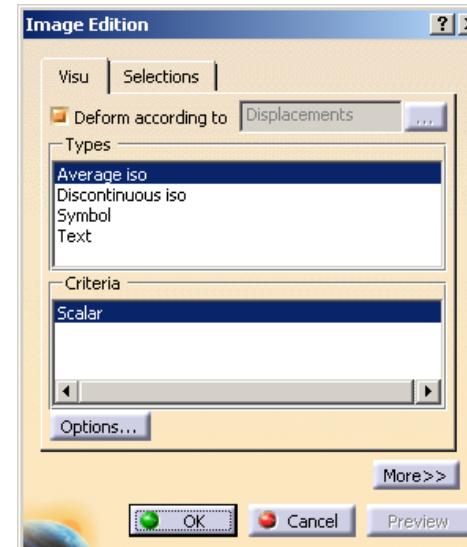
Visualisation de contraintes Von Mises



- 1 Cliquez sur l'icône Contraintes de Von Mises

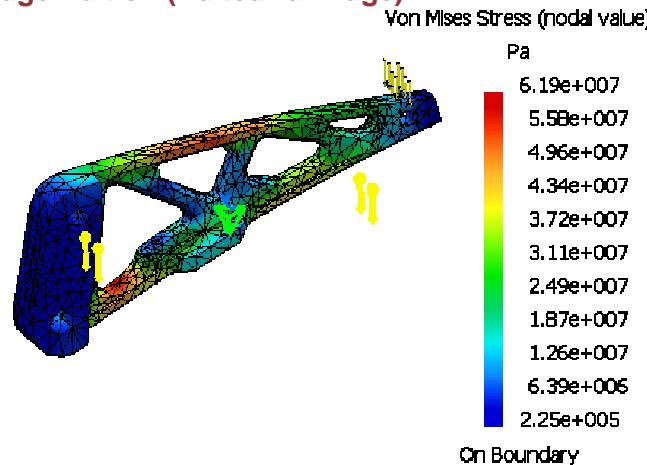


- 2 (Facultatif) Cliquez deux fois sur l'objet Von Mises (Contrainte de Von Mises) dans l'arbre de spécifications pour éditer l'image



Si nécessaire,
modifiez les
paramètres

- 3 Cliquez sur OK pour fermer la boîte de dialogue Image Edition (Editeur d'image)



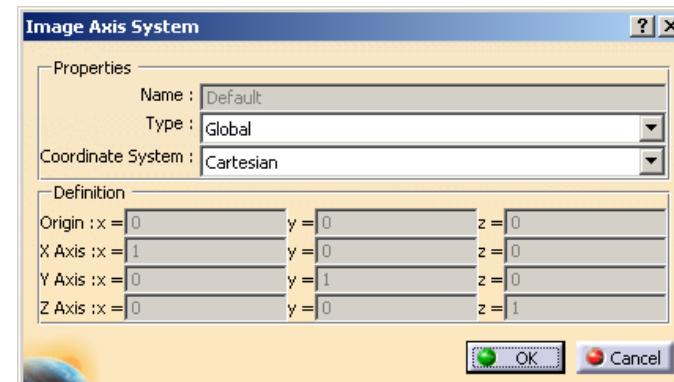
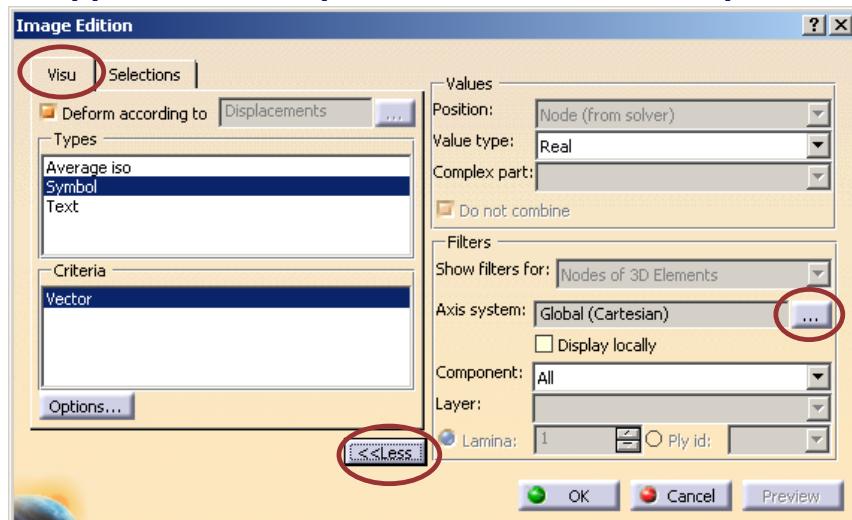
Student Notes:

Edition des images de déplacement



La boîte de dialogue Image Edition contient trois onglets :

- Visu : fournit une liste avec des types de visualisation (Average-Iso, Symbol, Text). Le type et la visualisation de l'option sont ajoutés au nom. Une liste de critères est également disponible.
- More : Vous pouvez choisir de générer des images sur des noeuds, des éléments, des noeuds d'éléments, le centre d'éléments ou des points Gauss d'éléments. Vous pouvez choisir également des options Type d'élément.
- Selections (Sélections) : Dans le cas de CATProducts, les groupes d'éléments prédéfinis appartenant aux pièces maillées données peuvent être multi-sélectionnés.



Pour les **déplacements angulaires**, vous pouvez modifier le système d'axes et choisir un système d'axes utilisateur cylindrique (avec x et y dans le plan de rotation) avec les composants de déplacement tangents.

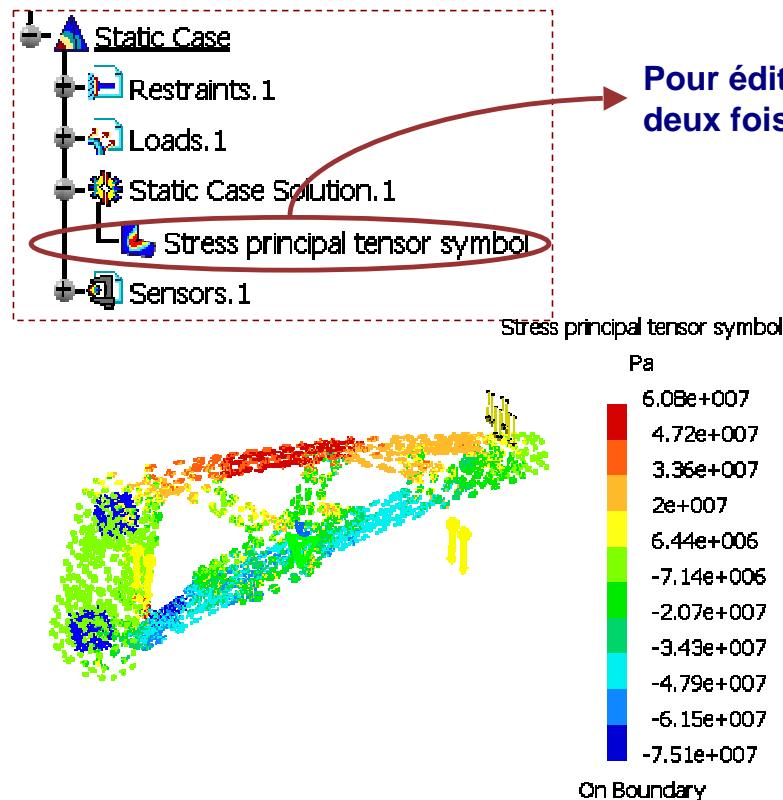
Student Notes:

A propos des contraintes principales



Les images du symbole de tenseur principal de contrainte servent à visualiser les modèles de zone de contrainte principale qui représentent une quantité de champ de tenseur utilisée pour mesurer l'état des contraintes et pour déterminer le chemin du chargement sur une pièce chargée.

A chaque point, le tenseur de contraintes principales donne les directions relatives à la pièce dans un état de pure tension/compression (composants de contraintes de cisaillement nulles sur les plans correspondants) et les valeurs de contraintes de tension/compression correspondantes.



Pour éditer la boîte de dialogue Option, vous devez cliquer deux fois sur l'objet Solution dans l'arbre de spécifications.

La distribution des valeurs des contraintes principales est visualisée en mode symbole, suivant une palette de couleurs :

- A chaque point, un ensemble de trois directions est représenté par des symboles de droites (directions principales des contraintes).
- Les flèches de direction (vers l'intérieur / vers l'extérieur) indiquent le signe des contraintes principales. Le code de couleurs fournit des informations de type quantitatif.

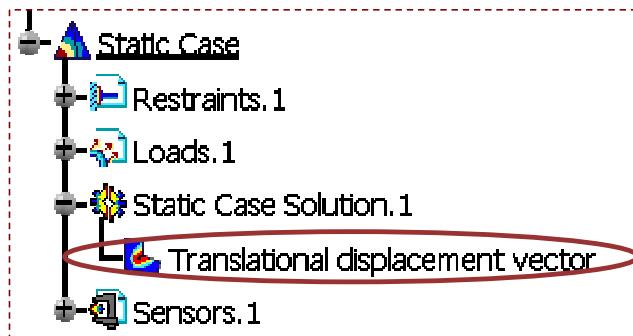
Student Notes:

Visualisation des déplacements



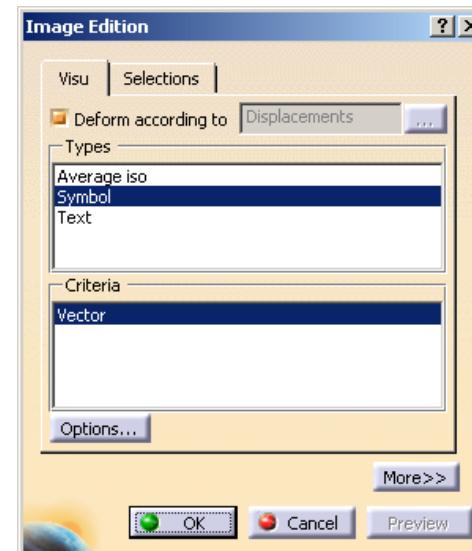
Cette tâche vous montre comment générer des images de déplacement sur des pièces.

- 1 Cliquez sur l'icône Déplacement

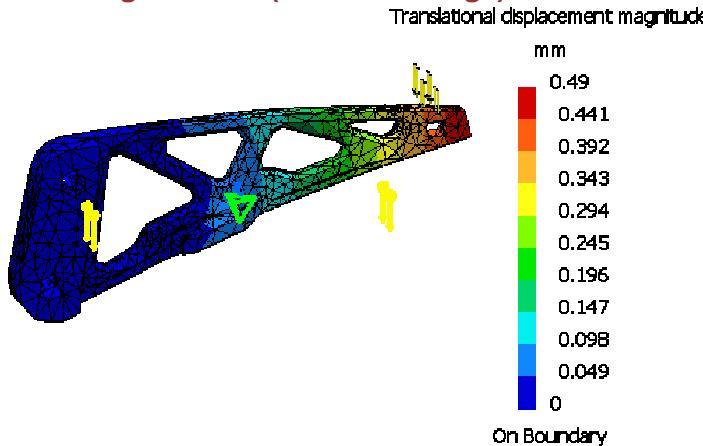


- 2 (Facultatif) Cliquez deux fois sur l'objet *Displacements (Déplacements)* dans l'arbre de spécifications pour éditer l'image

Si nécessaire, modifiez les paramètres



- 3 Cliquez sur OK pour fermer la boîte de dialogue Image Edition (Editeur d'image)



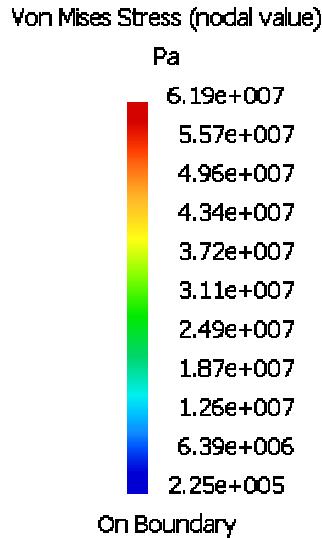
Student Notes:

Edition de la palette de couleurs

Quand vous utilisez l'outil Positionnement des images, vous devez savoir comment gérer la palette de couleurs pour obtenir une meilleure présentation.

Lors de l'affichage du résultat, une palette de couleurs s'affiche. Vous pouvez l'éditer en cliquant deux fois dessus.

1 Cliquez deux fois



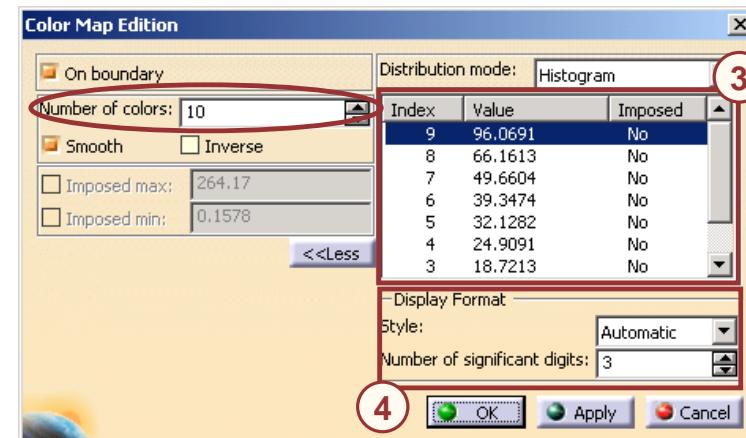
2 Vous pouvez changer le nombre de couleurs

3 Vous pouvez imposer des valeurs

4 Vous pouvez changer le format d'affichage

5 Cliquez sur OK une fois que vous avez terminé

La boîte de dialogue Color Map Editor (Editeur de la palette de couleurs) s'affiche :

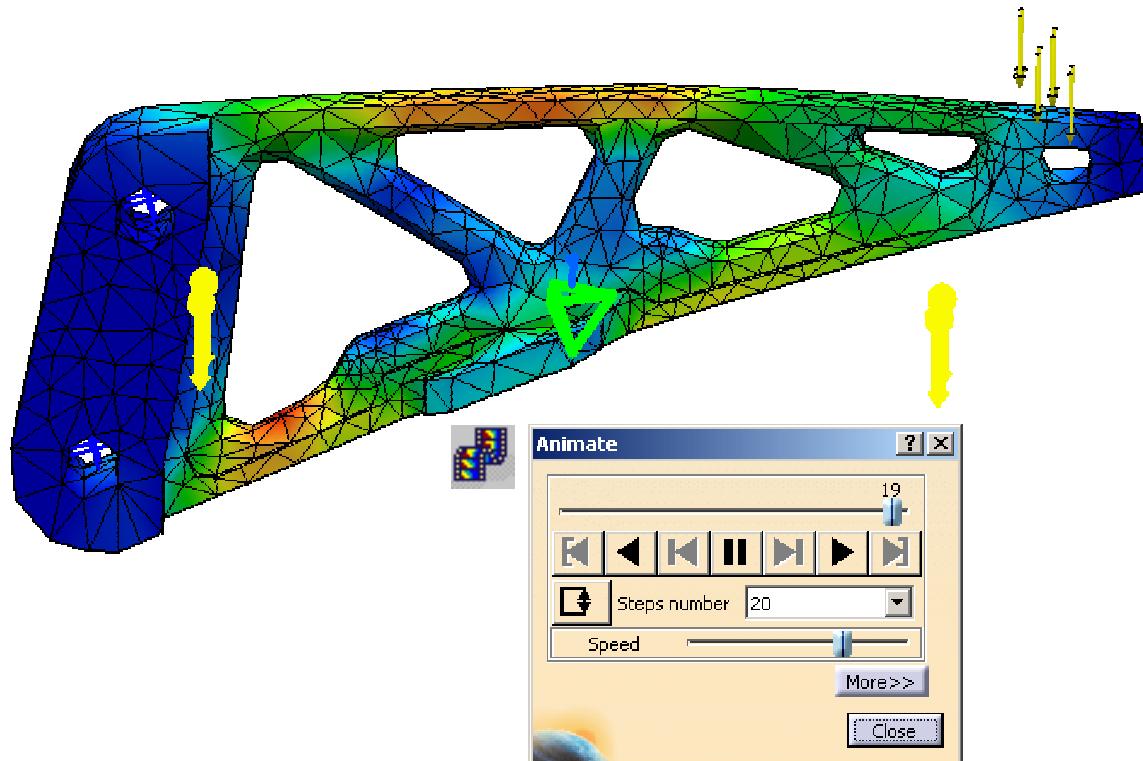
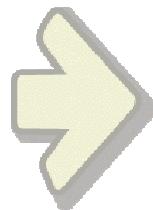


La palette de couleurs est comme n'importe quel objet : elle peut être déplacée. Vous devez cliquer dessus (pour l'activer) et vous pouvez la déplacer avec le bouton du milieu de la souris.

Student Notes:

Image Animation

Vous allez apprendre à créer une animation des résultats.



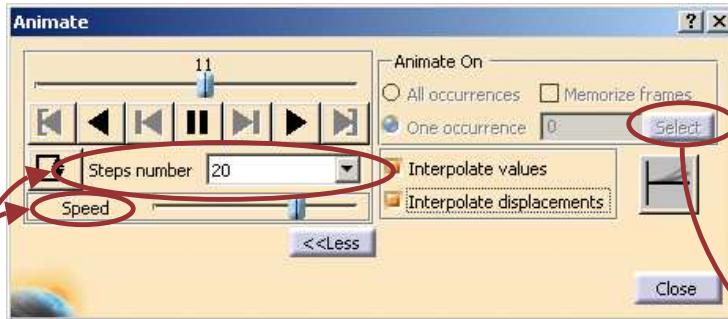
Student Notes:

Introduction



Image Animation affiche une série de cadres obtenus à partir d'une image donnée. Chaque cadre représente le résultat affiché avec une amplitude différente. Le défilement des cadres donne une impression de mouvement.

Animer une géométrie déformée ou un mode de vibration normal permet de mieux visualiser le comportement du système.



Vous pouvez modifier le nombre d'étapes et la vitesse de l'animation.

Pour une analyse dynamique (gauchissement également), sélectionnez le mode à afficher.

Interpolate Values : Si vous choisissez cette option, les valeurs de contrainte seront interpolées à chaque étape de l'animation. Sinon, elles seront fixes (valeurs maximales).

Interpolate Displacements : Si vous choisissez cette option, les valeurs de contrainte seront animées tandis que la déformation sera bloquée au maximum.

Number of modes	Frequency (Hz)
1	3121.41
2	4119.6
3	5537.59
4	8135.65
5	8301.93
6	8956.01
7	12747.3
8	14927.8
9	15700.4
10	18625.2

Student Notes:

Affinage du maillage

Dans cette leçon vous apprendrez à connaître les différentes manières d'optimiser la précision des résultats.

- Affinage du maillage
- Amélioration des caractéristiques des éléments

Student Notes:

Principe de l'affinage du maillage (1/2)

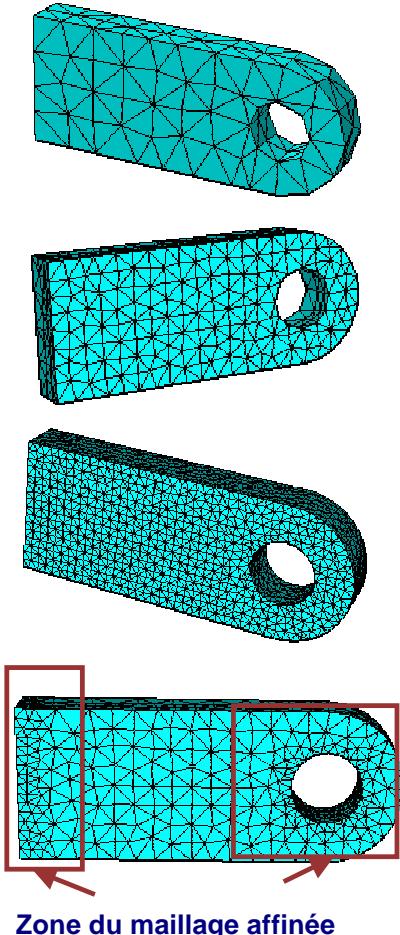
- La première solution FE donne généralement des résultats obtenus avec un maillage et des types d'éléments simples.
- Ces premiers résultats donnent une idée générale à partir d'une modélisation FE simple et d'un temps de calcul réduit au minimum.
- L'affinage du maillage consiste à améliorer le maillage existant pour obtenir une représentation plus précise du modèle physique réel.
- Cela réduit le nombre d'erreurs de conversion et la solution progresse vers plus de précision.
- Le maillage peut être affiné soit en augmentant le nombre d'éléments finis soit en utilisant des éléments d'un ordre plus grand.
- Vous pouvez procéder à plusieurs affinages du maillage pour arriver à une solution exacte.



Student Notes:

Principe de l'affinage du maillage (2/2)

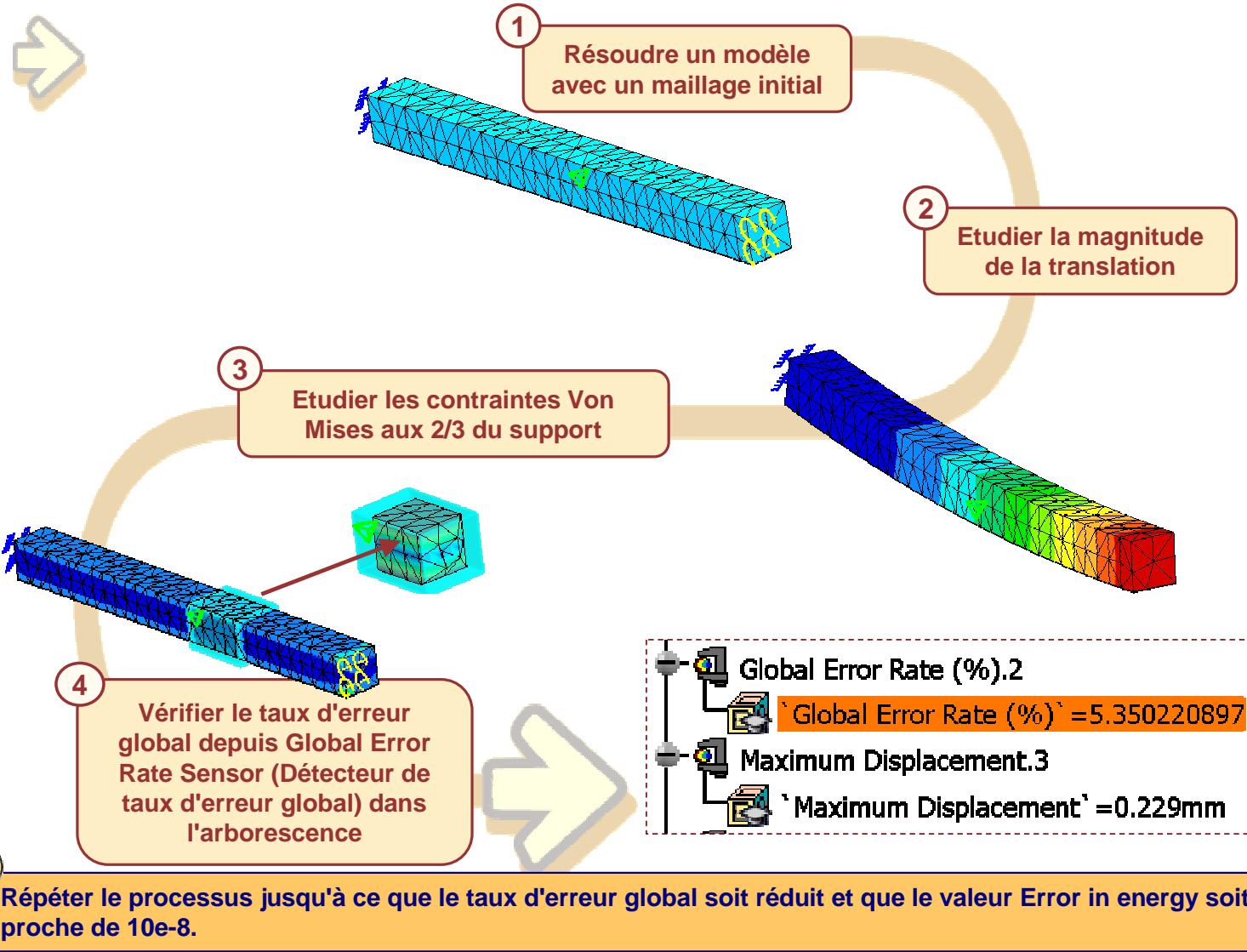
Remarques préalables sur l'affinage de la précision d'un maillage



- Vous pouvez analyser d'abord le composant avec un maillage simple. Un maillage simple fournit une première idée des valeurs des contraintes mais ne donne pas de vision claire de la répartition de ces contraintes.
- Vous pouvez donc affiner le maillage globalement pour obtenir une image plus précise et globale des contraintes. Vous pouvez procéder à plusieurs affinages du maillage de manière globale si le modèle de contrainte tend à se généraliser et que les valeurs des contraintes changent de manière significative.
- La répétition des affinages du maillage ne donne pas nécessairement de grands changements pour les valeurs des contraintes des grandes zones du composant. Cela peut en revanche augmenter le temps de calcul. Vous pouvez repérer ces zones avec des points de précision quand la répartition des erreurs locales est comparativement faible et uniforme.
- L'utilisation de points de précision vous indiquera les zones où les erreurs locales sont importantes. Il s'agit généralement de zones dans lesquelles des charges ou des contraintes sont appliquées aux composants et des zones où des changements brusques interviennent dans la géométrie et les plans de coupe. Si le maillage est affiné dans ces zones, cela améliorera la continuité des contraintes et la précision des valeurs des contraintes de ces zones.

Student Notes:

Processus général de l'affinage de maillage

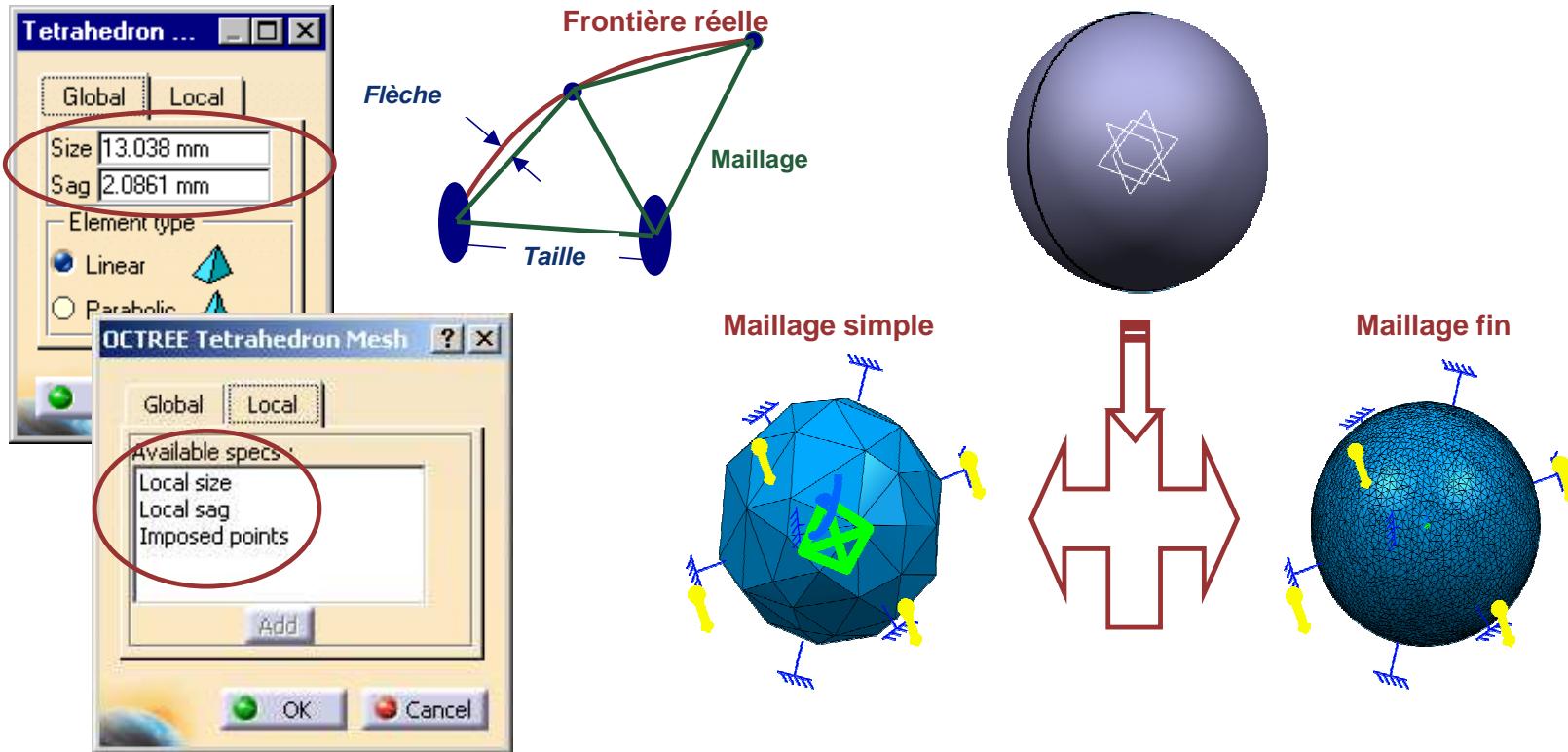


Student Notes:

Affinage global et local du maillage

Lorsque vous voulez améliorer la précision des résultats de votre analyse, la deuxième étape consiste à affiner le maillage de la pièce. Vous pouvez affiner les valeurs Size (Taille) et Sag (Flèche), respectivement la taille et la flèche (Erreur de corde) du maillage. Vous pouvez exécuter l'affinage globalement et localement.

La taille de maillage est la longueur des arêtes de l'élément et la flèche est la distance maximum permise par l'utilisateur entre une arête de l'élément et la géométrie. Par conséquent, un maillage affiné et une petite flèche fournissent des résultats plus précis.



Student Notes:

Affinage d'un maillage global



- 1 Cliquez sur le symbole des spécifications du maillage ou sur la fonction correspondante dans l'arbre d'analyse

- 2 Appliquez les nouvelles valeurs



- 3 Cliquez sur OK

Vous pouvez définir un maillage de taille locale ou une flèche locale :

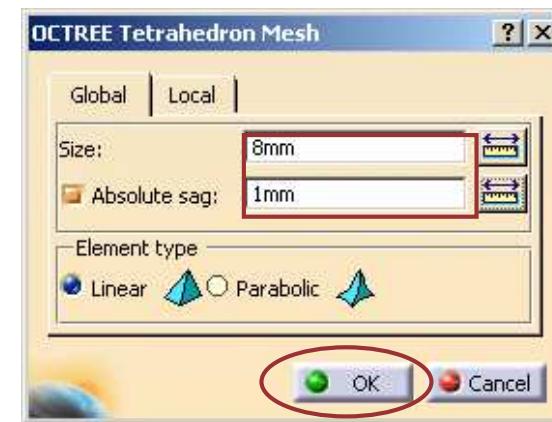
- 2' Cliquez sur l'onglet Local :

- 3' Cliquez deux fois sur Local size (Taille locale) ou sur Local sag (Flèche locale)

- 4 Sélectionnez la zone locale (support)

- 5 Entrez une nouvelle valeur

- 6 Cliquez sur OK

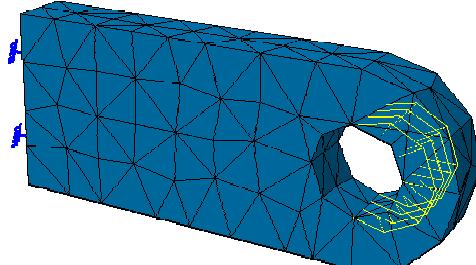


Student Notes:

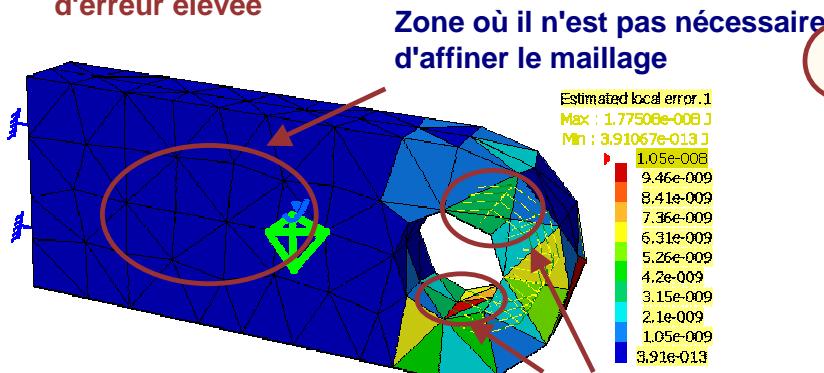
Comment affiner la précision des maillages (1/2)

Vous verrez plus loin comment optimiser l'affinage d'un maillage avec précision.

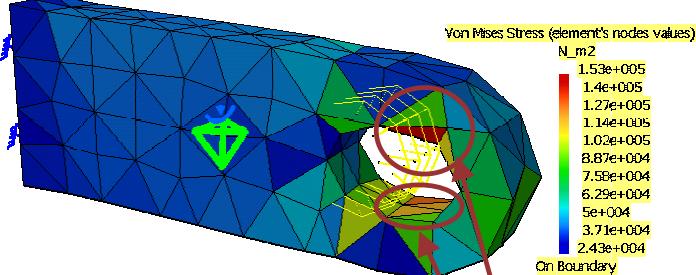
- 1 Résoudre un modèle avec un maillage initial



- 3 Etude de la répartition des erreurs locales pour trouver les zones d'erreur élevée

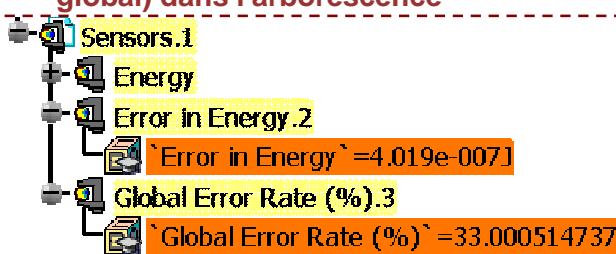


- 2 Etude de contraintes Von Mises Iso discontinu



Emplacement où la contrainte a une discontinuité significative

- 4 Vérifier le taux d'erreur global depuis Global Error Rate Sensor (Détecteur de taux d'erreur global) dans l'arborescence



Emplacement où l'affinage du maillage est nécessaire



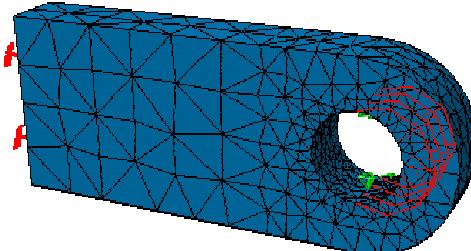
Notez que les valeurs élevées d'une erreur locale sont proches de l'emplacement où la contrainte d'un élément est discontinue (indiqué en iso discontinu). Cette discontinuité se réduit en réduisant la taille des éléments. Il convient donc d'affiner le maillage dans cette zone et de recalculer la solution.

Student Notes:

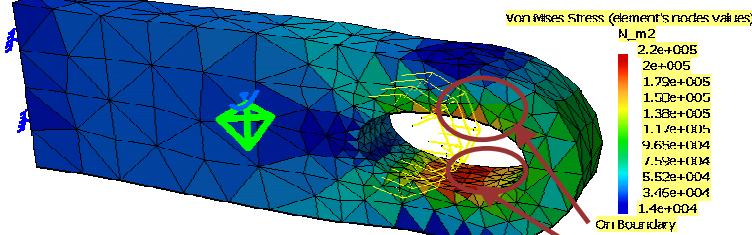
Comment affiner la précision des maillages (2/2)

Une valeur d'erreur locale élevée témoigne d'une forte discontinuité de la contrainte à cet endroit. Plus le modèle de contrainte est uniforme dans l'image Discontinuous Iso, plus la solution est précise. Le taux d'erreur global (Global Error Rate) diminue à chaque étape de l'affinage du maillage. Le témoin de Global Error Rate indique la précision globale de la solution. La valeur d>Error in energy doit être de l'ordre de 10e-8. Cela dépend du jugement de l'analyste.

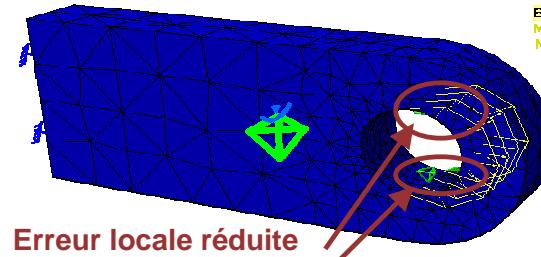
5 Affinage du maillage et calcul du modèle



6 Etude des contraintes Von Mises avec Discontinuous iso

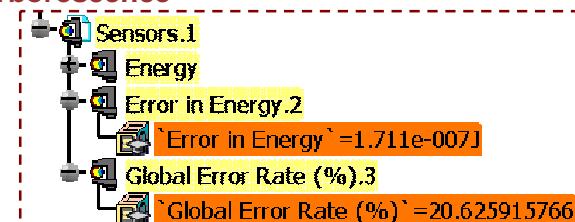


7 Etude de la répartition des erreurs locales



8

Amélioration de la continuité d'une contrainte d'élément
Vérifier le taux d'erreur global depuis Global Error Rate Sensor (Détecteur de taux d'erreur global) dans l'arborescence

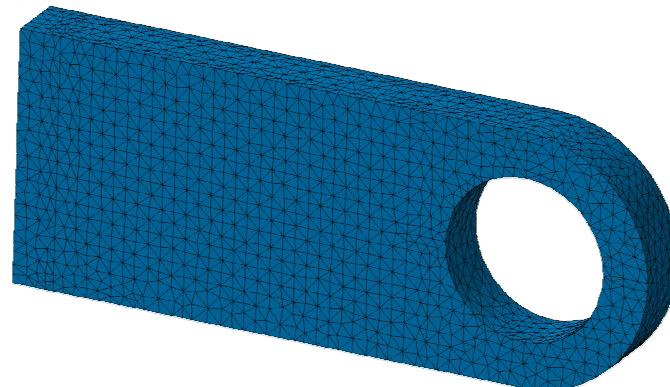
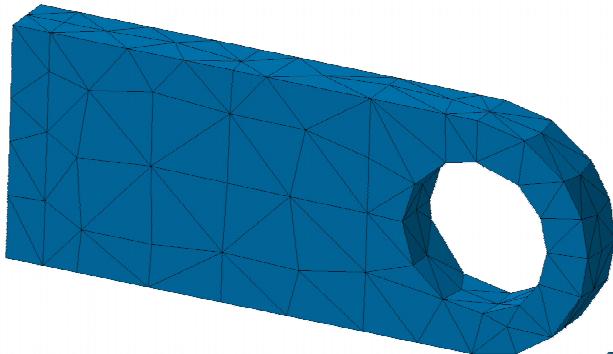
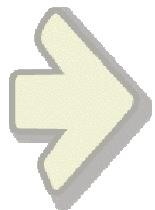


En général, la précision d'une solution peut être améliorée en utilisant un nombre optimum de modifications globales et locales du maillage avec l'aide de points de précision. Notez que la fonction Discontinuous iso ne doit être utilisée que pour affiner le maillage et pas pour calculer le Factor of Safety (Facteur de sécurité) pendant la conception.

Student Notes:

Validation du résultat de l'analyse

Vous allez étudier les principaux critères et indicateurs qui permettent d'évaluer la qualité d'un maillage.



Student Notes:

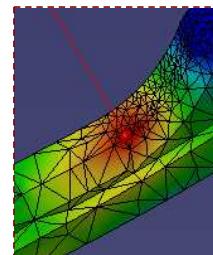
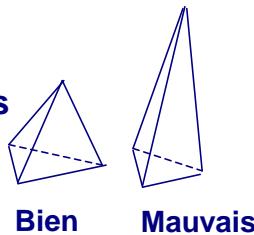
Critères de base

Certains critères permettent de valider rapidement la qualité d'un maillage :

Erreur locale ou globale : en pratique, elles doivent être respectivement de 5% environ et 10% au plus.

Valeur de contrainte maximale et évolution/répartition des contraintes : Les zones qui ont un fort degré de contrainte doivent être affinées avec un maillage de meilleure qualité.

Qualité du maillage : N'oubliez pas que les tétraèdres doivent garder leur forme idéale. Une transition de maillage brutale peut aussi donner des résultats erronés. Evitez les ratios importants entre la longueur des éléments (5 max.) et des angles trop grands ou trop petits.



Voici quelques suggestions pour optimiser la précision de l'analyse :

Types d'éléments : Linéaire ou parabolique. Le premier type ne prend pas en compte les effets de courbure (trop épais). Le deuxième type les prend en compte mais demande plus de temps pour l'analyse.

Densité du maillage : Affiner le maillage dans les zones où le degré de contrainte est important donne de bons résultats mais avec plus de DDL. Les zones à faible contrainte peuvent avoir un maillage plus simple. Vous pouvez utiliser une taille locale, une flèche locale ou des zones d'adaptivité.

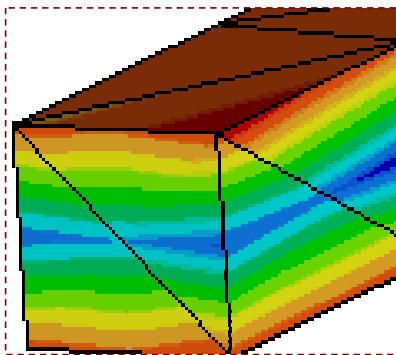
Condition de limite et connexions : Les zones BC doivent être choisies pour représenter la réalité le plus possible.

Student Notes:

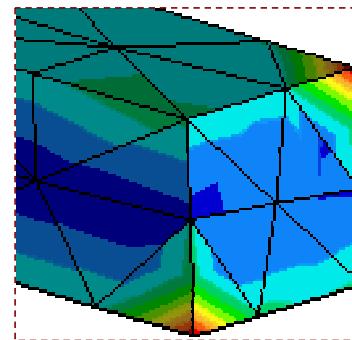
Effet de l'affinage du maillage (1/2)

Modèle calculé avec plusieurs affinages globaux du maillage.

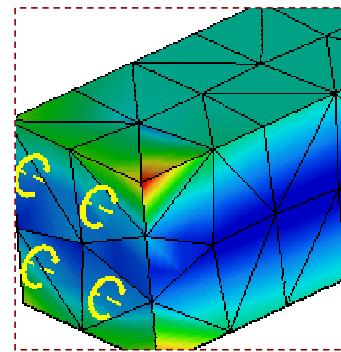
Taille de maillage = 1000



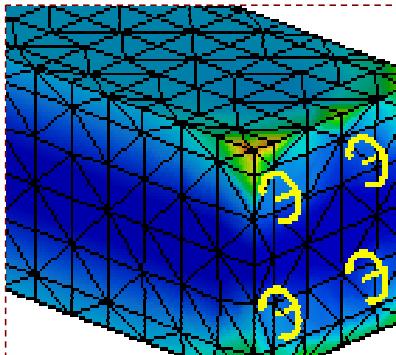
Taille de maillage = 500



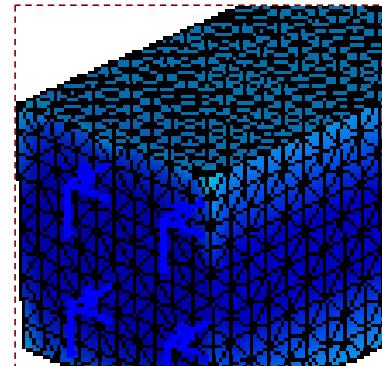
Taille de maillage = 200



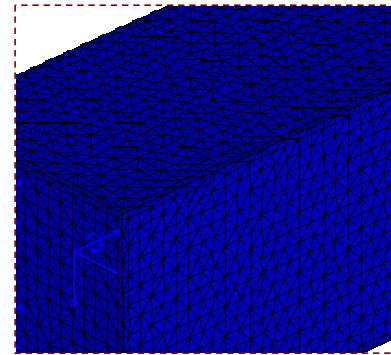
Taille de maillage = 100



Taille de maillage = 50



Taille de maillage = 30



Student Notes:

Effet de l'affinage du maillage (2/2)

Voici les résultats d'un affinage global du maillage d'une poutre en porte à faux.

Affinage du maillage	Nombre de noeuds	Nombre d'éléments	DDL	Déplacement max. Displacement (mm)	Von Mises max. à 2/3 L Von Mises at 2/3 L (N/m ²)	Principal Contrainte à 2/3 L (N/m ²)	% erreur globale	Temps CPU (sec)
Taille=1000, flèche=4	117	36	351	0,227	6,4e+8	6,4e+8	5,677	0,002
Taille=500, flèche=4	580	243	1740	0,229	6,4e+8	6,4e+8	5,350	0,06
Taille=200, flèche=4	2557	1492	7671	0,231	6,4e+8	6,4e+8	4,952	0,8
Taille=100, flèche=4	15935	9382	47805	0,231	6,4e+8	6,4e+8	3,206	2e+1
Taille=50, flèche=4	64714	40449	194142	0,231	6,4e+8	6,4e+8	2,363	5e+2
Taille=30, flèche=4	198075	123953	594225	0,231	6,4e+8	6,4e+8	1,812	6e+3

Student Notes:

Comparaison avec une solution classique

Vous allez comparer ces résultats avec ceux d'un calcul classique.

$$\text{Contrainte courbure max} = M \cdot (Y_{\max}) / I$$

M = mouvement appliqué

Y_{\max} = distance max de l'axe neutre

I = mouvement d'inertie

Dans cet exemple

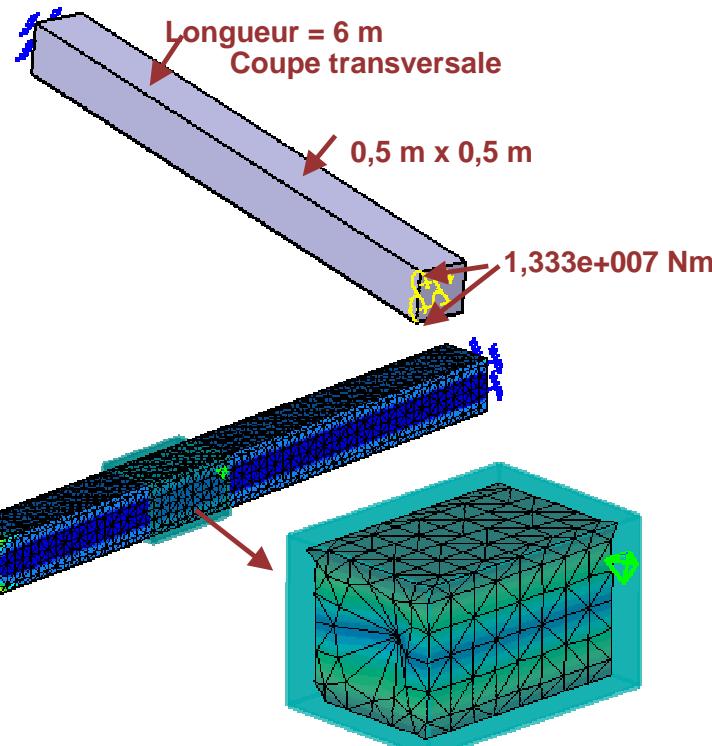
$$M = 1,333\text{e+007 Nm}$$

$$Y_{\max} = 0,25 \text{ m}$$

$$I = (0,5)(0,5)4/12 \text{ m}^4$$

$$\text{Contrainte courbure max} = 6,40 \text{ e+ 8 N/m}^2$$

$$\text{Entre Analysis Von Mises Stress à } 2/3 \text{ de longueur support} = 6,40 \text{ e+ 8 N/m}^2$$

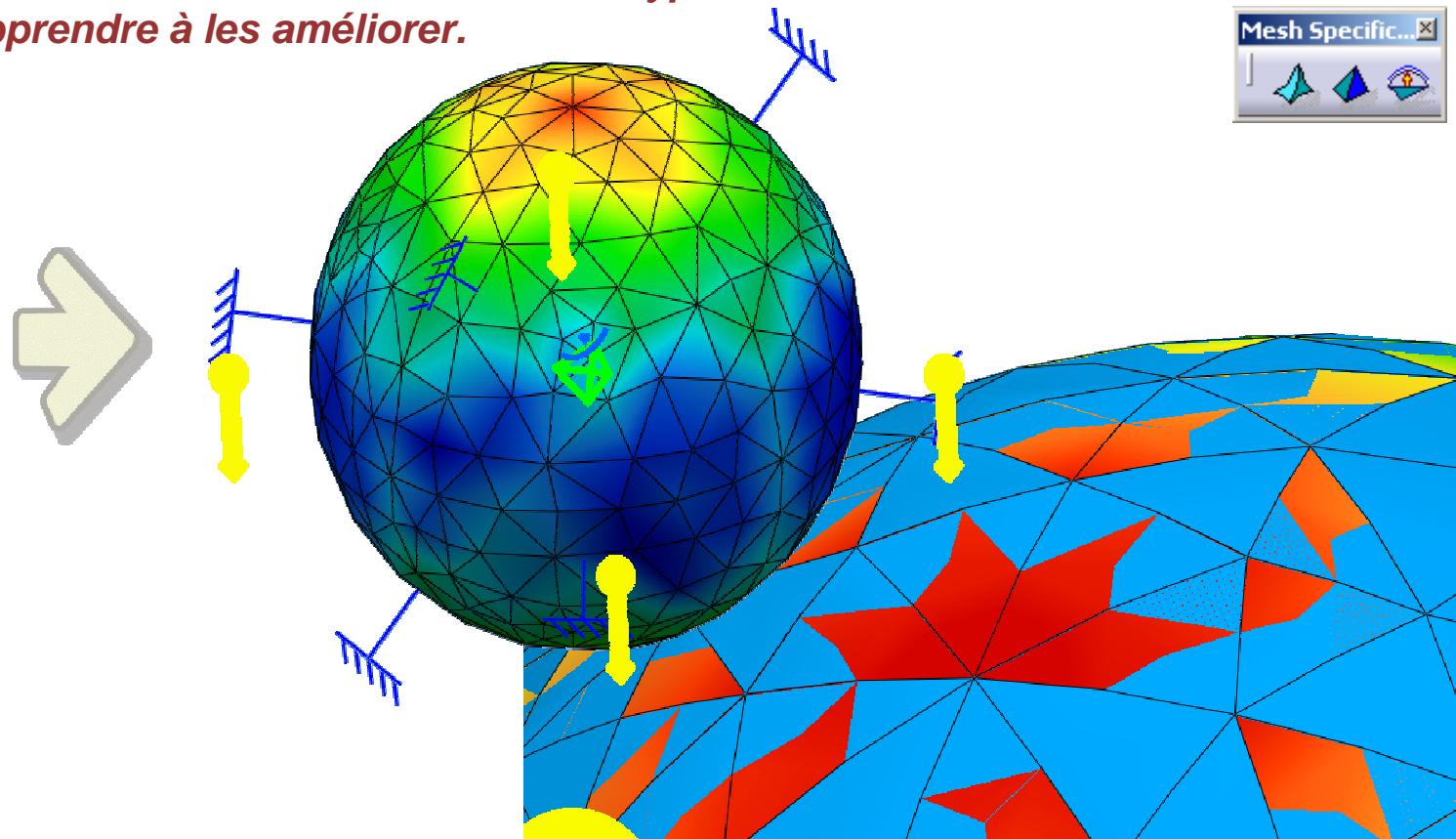


Notez que les résultats donnés pour les zones proches des charges, des angles vifs, des variations rapides dans les coupes transversales, etc., indiquent des valeurs de contraintes très élevées et sont imprécis. Ceci vient de singularités locales comme une concentration de contraintes locales infinies à un endroit donné. On obtient toujours des valeurs de contrainte plus fiables à l'écart de ces types de conditions. Ces valeurs peuvent se comparer avec celles des calculs classiques.

Student Notes:

Amélioration des caractéristiques de l'élément

Vous allez découvrir les différents types d'élément et apprendre à les améliorer.



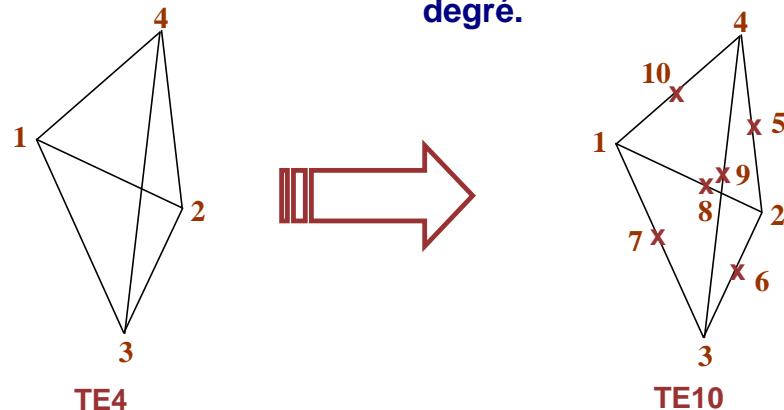
Student Notes:

A propos des différents types d'élément

Une fois que vous avez créé votre maillage, qu'il s'agisse d'un maillage 3D, 2D ou 1D, vous pouvez définir son type d'élément ; par exemple, Linear (Linéaire) (par défaut) ou Parabolic (Parabolique).



Ainsi, dans le cas d'un tétraèdre, un élément linéaire a 4 noeuds (TE4) et un élément parabolique a 10 noeuds (TE10). Lors de l'utilisation d'éléments paraboliques, le champ inconnu à l'intérieur de l'élément est interpolé avec des polynomiales du 2e degré.



En général, les éléments linéaires TE4 ont une convergence plus lente que celle d'éléments paraboliques TE10. Pour de grands maillages, des éléments TE4 peuvent fournir des résultats erronés. Il est donc préférable d'utiliser des éléments TE10.

Student Notes:

Gestion des résultats

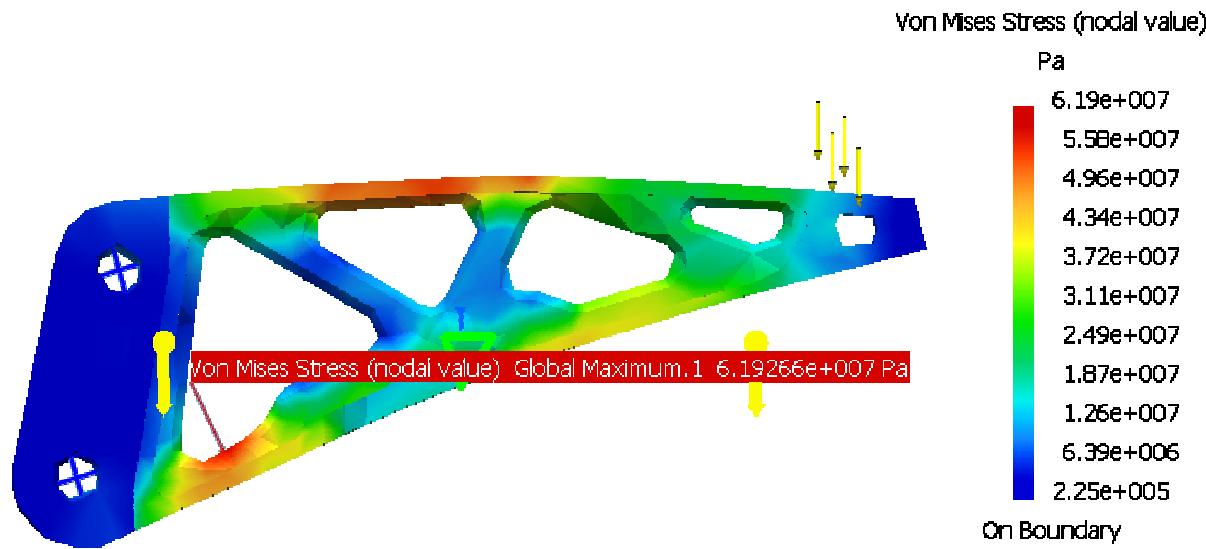
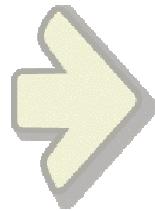
Vous allez apprendre à connaître les fonctions à utiliser pour obtenir des informations spécifiques sur les résultats et créer des rapports.

- Détection des extrêmes
- Informations sur les images
- Publication des rapports

Student Notes:

Détection des extrema

Vous allez apprendre à détecter des extrema.

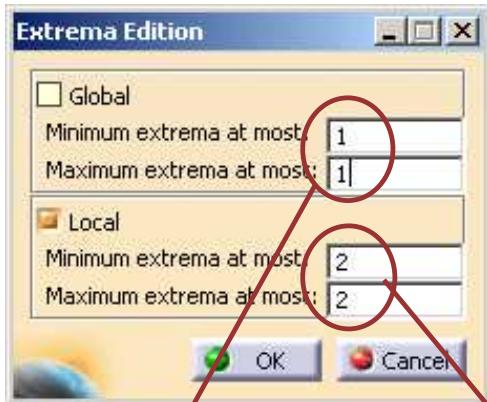


Student Notes:

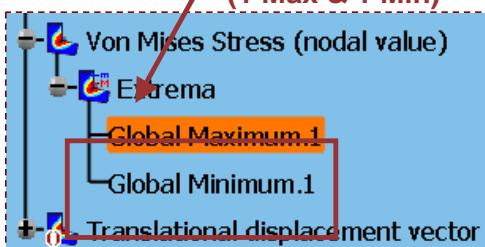
A propos de la détection d'extremum



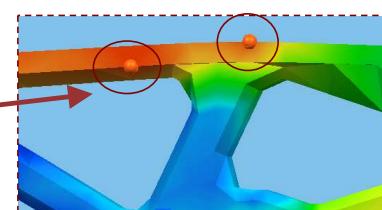
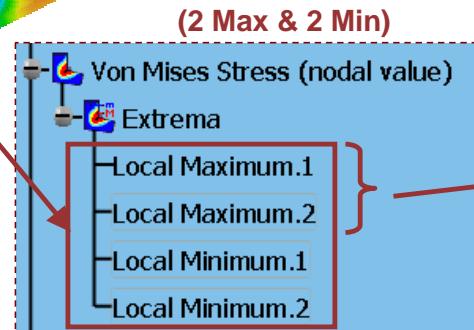
La détection d'extremum (ou modulation d'amplitude) consiste à localiser les points où un champ de résultats est maximum ou minimum.



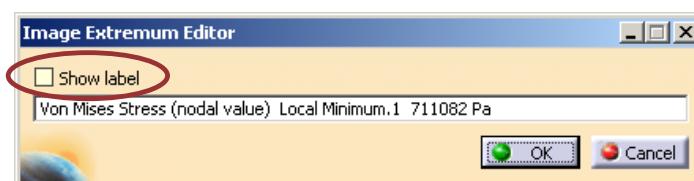
Vous pouvez demander au programme de détecter des **nombres donnés d'extrema globaux** (sur l'ensemble de la pièce) et/ou **locaux** (relativement aux éléments de maillage voisins), en cochant les options Global et Local.



Si vous cliquez deux fois sous Extrema, vous pouvez afficher les extrema de votre choix.



En cliquant deux fois sur **Extrema** dans l'arbre de spécifications, la même boîte de dialogue s'affiche et vous pouvez choisir d'afficher les extrema au niveau **global ou local**.



Student Notes:

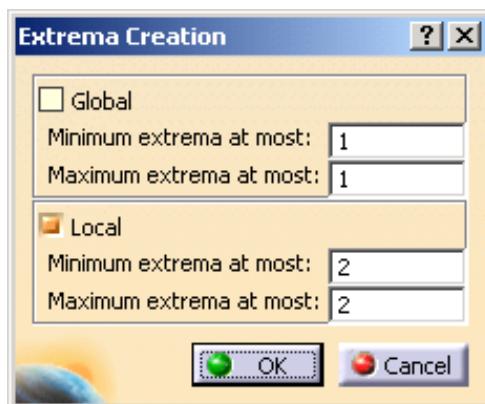
Utilisation de l'outil Extremum d'image

- 1 Sélectionnez l'image à visualiser (en général Von Mises Stress).

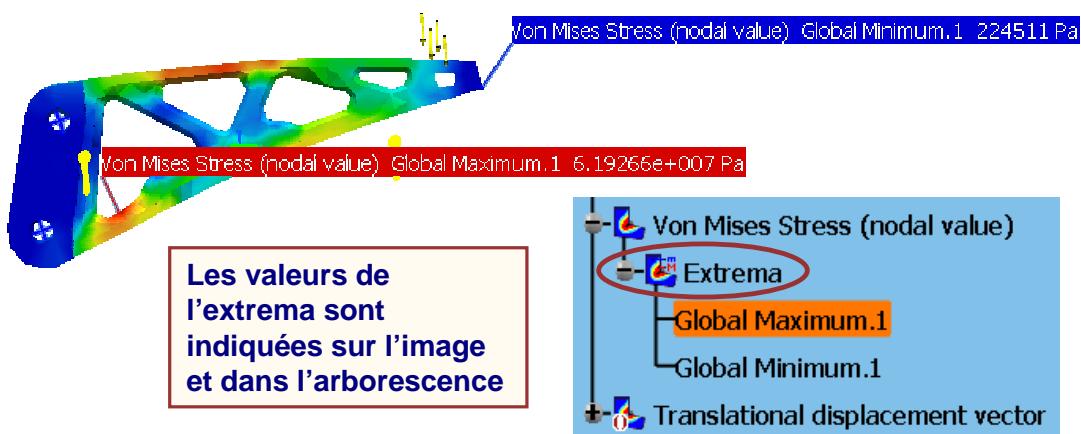
- 2 Cliquez sur l'icône Extremum d'image dans la barre d'outils Outils d'analyse.



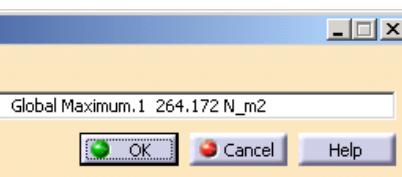
La boîte de dialogue suivante s'affiche :



- 3 Spécifiez la détection Globale ou Locale, et indiquez le nombre d'extremums absolus à détecter.



- 4 Facultatif : Cliquez deux fois sur Extrema dans l'arborescence pour activer les résultats que vous voulez voir.



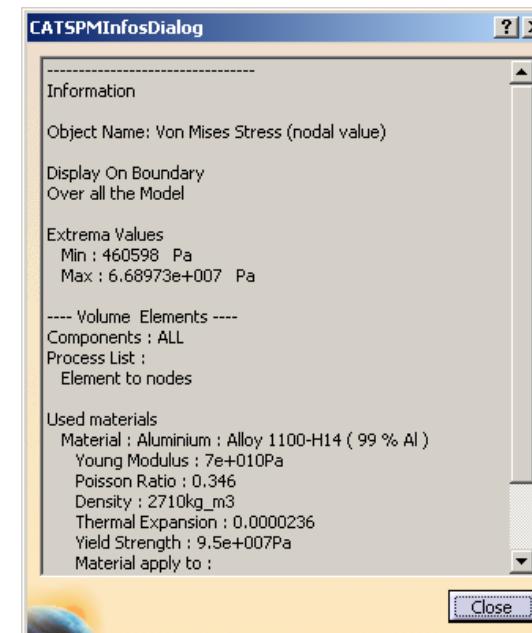
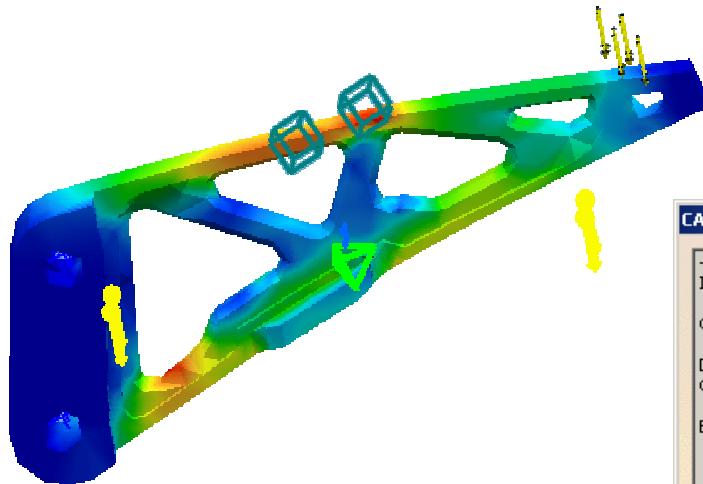
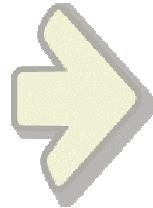
- 5 Facultatif : Cliquez deux fois sur les résultats sous Extremums et cochez Show Label (Afficher Label) pour afficher les valeurs des extremums.

Student Notes:

Informations sur l'image



Vous allez apprendre à accéder aux informations spécifiques d'une image.



Student Notes:

A propos de l'outil Informations sur l'image

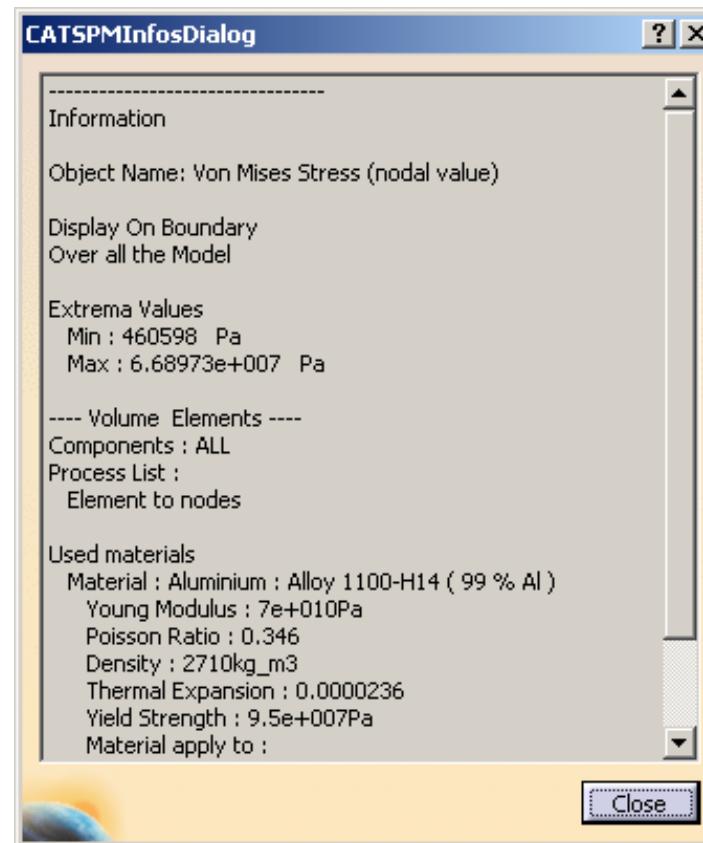


Pour chacune des images que vous visualisez, vous avez accès à la boîte de dialogue Informations sur l'image spécifique.

Cet outil regroupe beaucoup d'informations sur les images que vous avez sélectionnées, telles que :

- Matériaux et ses propriétés
- Valeurs d'extremum
- Précision estimée
- Energie de contrainte
- Taux d'erreur estimé

Cet outil est particulièrement utile pour les contraintes **Von Mises** et la précision d'images : c'est le seul moyen de connaître la limite élastique des matériaux de la pièce, et la précision globale de votre analyse.



Student Notes:

Utilisation de l'outil Informations

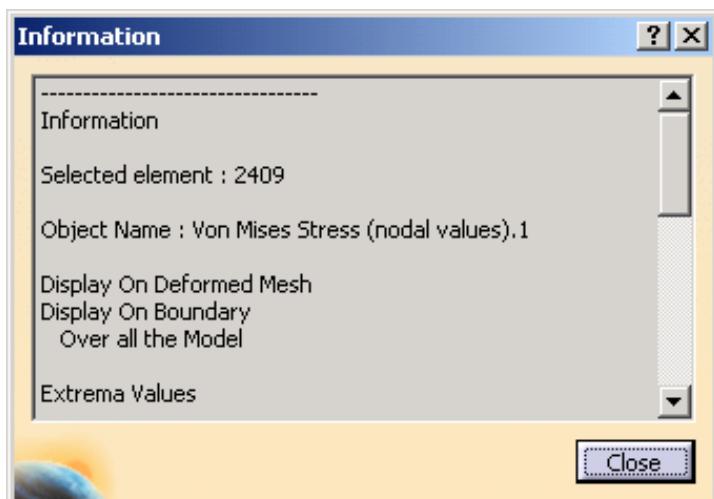


Cette tâche explique comment utiliser l'outil Informations.

- 1 Visualisez une image du résultat de votre solution d'analyse.
- 2 Sélectionnez une image des résultats dans l'arborescence et cliquez sur l'icône Informations.



Vous voyez un exemple des informations de contraintes Von Mises :



- 3 Cliquez sur OK.

Student Notes:

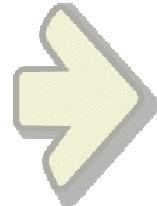
Informations complémentaires

Type d'information	Type d'image		
	Maillage déformé	Ereur locale estimée	Autre type d'image
Nom de l'objet			
Affichage (sur frontières ou tous élém. Sur sélect.locales ou tout le modèle)			
Statistiques de maillage (nœuds et éléments)			
Valeurs d'extremum (Min et Max)			
Eléments de surface / éléments de volume			
Liste de processus (composant, nom, position)			
Matériaux utilisés (et Limite élastique)			
Position de la précision			
Précision estimée			
Energie de tension			
Taux d'erreur estimé global			
Filtres			

Student Notes:

Publication de rapports

Vous allez apprendre à personnaliser et à publier des rapports d'analyse.



The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window with the title "Von Mises Stress (nodal value) - Microsoft Internet Explorer provided by Dassault Systemes". The address bar shows the path: C:\Documents and Settings\rl.DS\Local Settings\Application Data\DassaultSystemes\CATTmp\Report\index.htm. The page content includes the following text:
Name: StaticSet.1
Restraint: RestraintSet.1
Load: LoadSet.1
Strain Energy : 2.033e-001 J
Equilibrium
A table follows, showing equilibrium components:

Components	Applied Forces	Reactions	Residual	Relative Magnitude Error
Fx (N)	3.9488e-007	-3.9451e-007	3.6722e-010	4.6802e-013
Fy (N)	9.1619e-008	-9.1706e-008	-8.7013e-011	1.1090e-013
Fz (N)	-1.0017e+003	1.0017e+003	-3.6050e-010	4.5946e-013
Mx (Nm)	-1.0551e+002	1.0551e+002	-4.0515e-011	4.2326e-013
My (Nm)	5.0131e+000	-5.0131e+000	6.4313e-012	6.7187e-014
Mz (Nm)	-4.0560e-008	4.0531e-008	-2.9358e-011	3.0670e-013

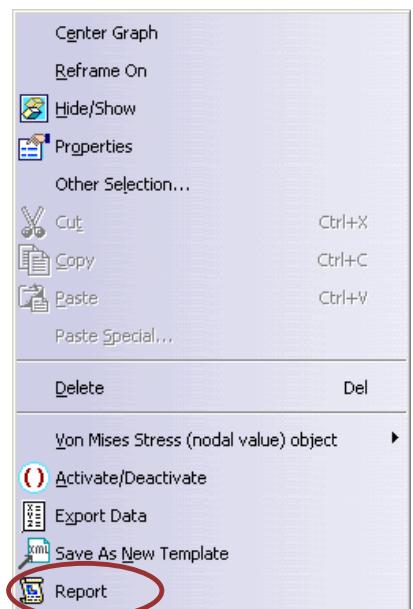
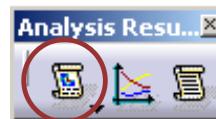
Student Notes:

A propos des rapports

Un rapport est un récapitulatif des résultats de calcul sur les ensembles d'objets et des messages d'état, enregistré dans un fichier éditable.

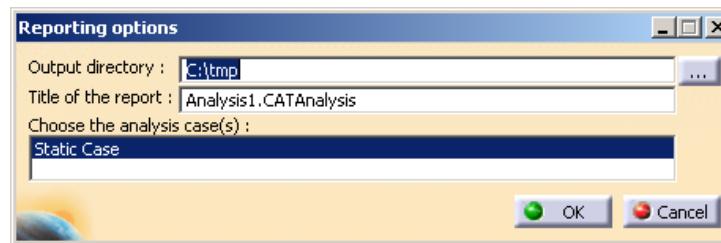
Une fois qu'un ensemble d'objets a été calculé (les 'spécifications utilisateur' sont transformées en ordres de calcul), toutes les données contenues dans l'objet sont prêtes à être utilisées dans 'le processus de calcul subséquent d'élément finis' et l'objet peut être analysé.

Il existe deux moyens pour publier un rapport : l'icône Report (Rapport) ou le menu contextuel.



Il existe deux types de rapport :

- Rapport de base
- Rapport complet



Output directory (Répertoire de destination) : Cliquez sur le bouton sur la droite pour accéder au système de fichiers et définir le chemin du fichier de rapport. Vous pouvez modifier le titre du rapport.

Title of the report (Titre du rapport) : Vous pouvez modifier le titre, si vous le souhaitez.

Add created images (Ajout des images créées) : Ajoute automatiquement les images créées dans le cas sélectionné dans le rapport de base. Choisissez le ou les cas d'analyse.

Student Notes:

Comment publier un rapport de base

- 1 Sélectionnez le résultat que vous voulez publier.



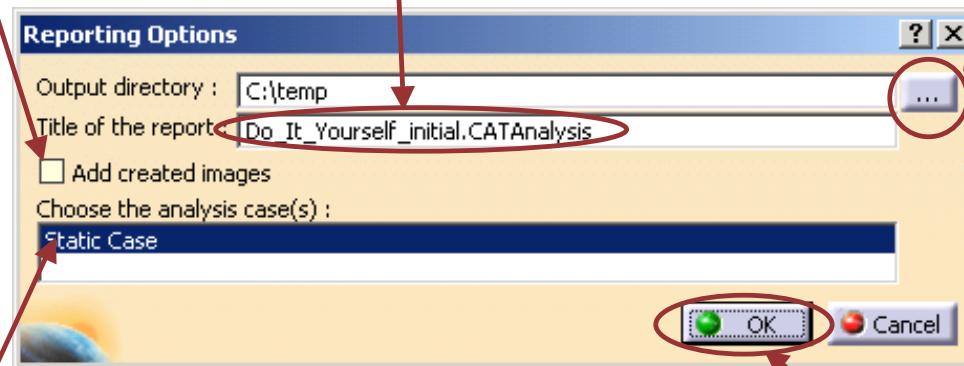
- 2 Cliquez sur l'icône Basic Analysis Report.



Vous pouvez ajouter l'image créée au cours du post-traitement.

Vous pouvez modifier le titre du rapport.

- 3 Cliquez sur le bouton pour définir le chemin de sauvegarde.



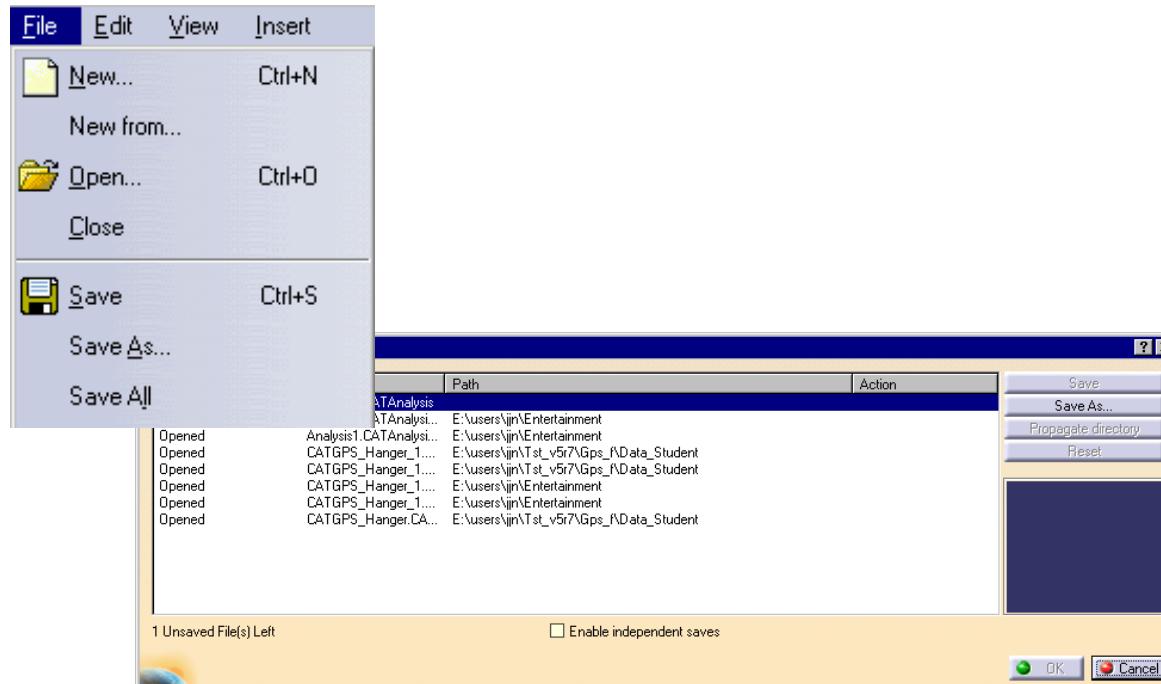
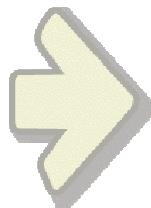
- 5 Choisissez un modèle d'analyse dans la liste.

- 6 Cliquez sur OK.

Student Notes:

Gestion du document d'analyse

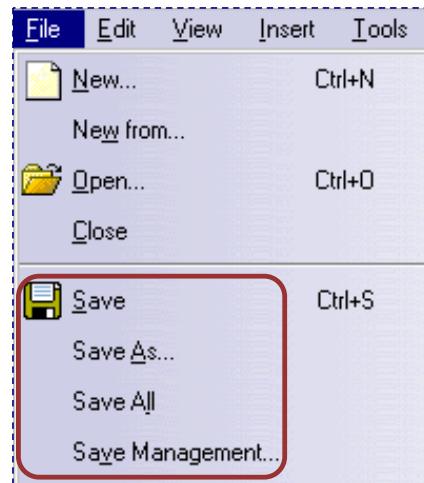
Vous allez apprendre à enregistrer un document d'analyse.



Student Notes:

A propos de l'enregistrement du document d'analyse

Il existe plusieurs manières d'enregistrer un document d'assemblage et ses documents enfants.



L'option Save enregistre le document du composant actif et ses documents enfants.

L'option Save As... est comme Save mais vous permet en plus d'indiquer un nom et un dossier pour enregistrer le document actif.

L'option Save All enregistre tous les documents ouverts qui ont été modifiés depuis le dernier enregistrement.

L'option Save Management... propose d'enregistrer tous les documents ouverts et leurs documents enfants mais vous pouvez en plus définir les noms et les emplacements pour tous et les prévisualiser également.

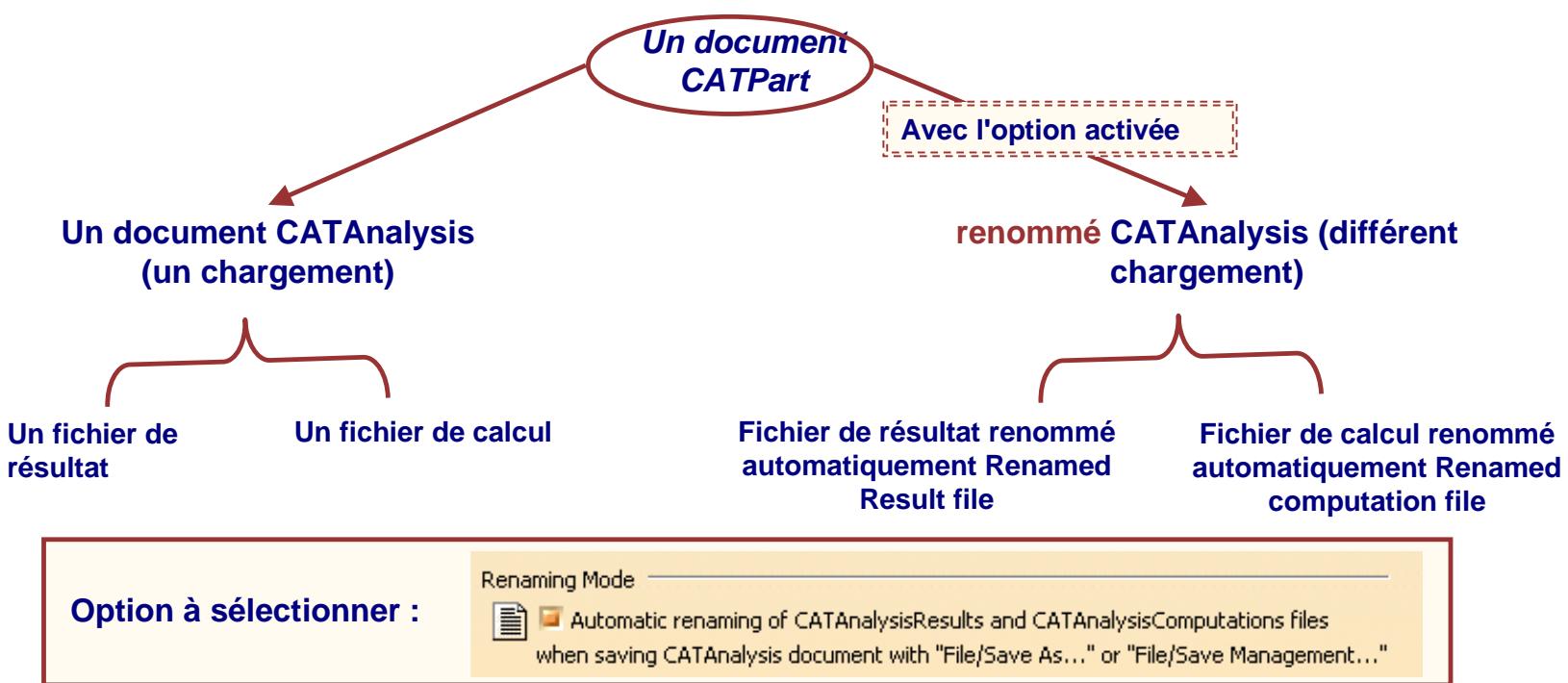
Seuls les documents qui ont été modifiés seront enregistrés ou proposés pour l'être.

Student Notes:

A propos de Save As

Avec une option spécifique, l'option Save As vous permet d'appliquer systématiquement le nom du fichier CATAnalysis aux fichiers de résultat et de calcul.

Cet outil évite d'avoir plusieurs documents CATAnalysis liés aux mêmes fichiers de stockage externe. Chaque fois que vous renommez le fichier CATAnalysis et que vous calculez une nouvelle analyse, les fichiers d'analyse et de calcul sont automatiquement renommés.

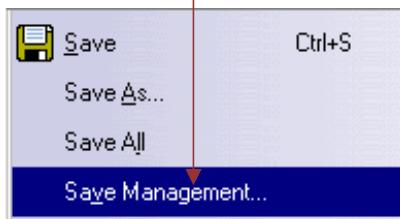


Student Notes:

Utilisation de la gestion des enregistrements

L'outil Gestion des enregistrements représente un moyen facile d'enregistrer tous les documents modifiés sous les noms spécifiés par l'utilisateur.

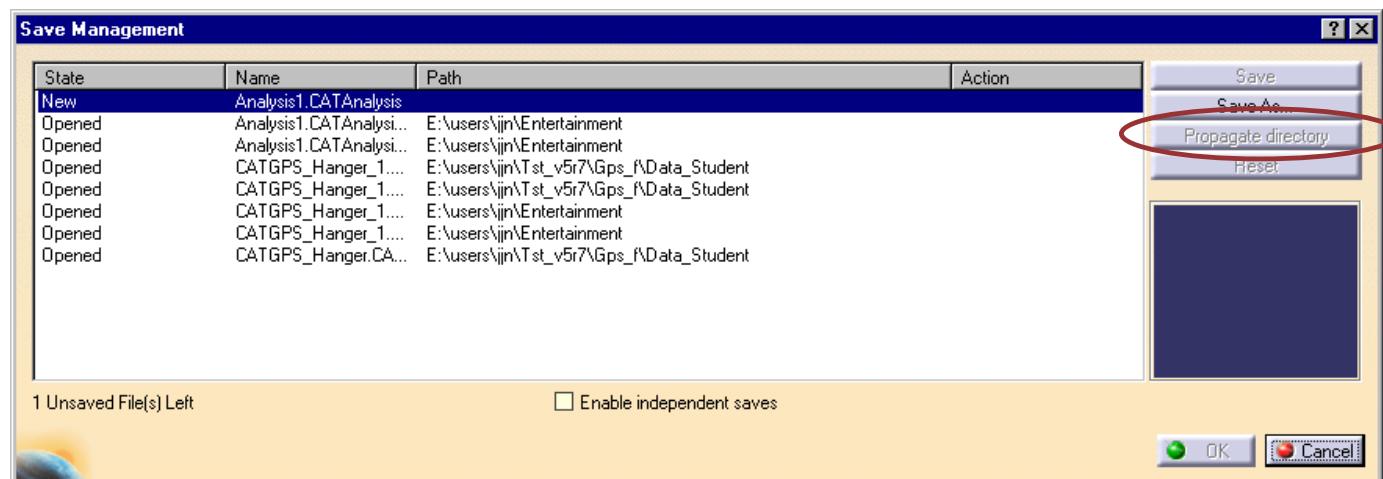
- 1 Cliquez sur Save Management (Gestion des enregistrements).



Tous les documents modifiés sont proposés à l'enregistrement, quel que soit le document actuel



- 2 Spécifiez les documents à enregistrer.



- 3

Vous pouvez cliquer sur Propagate directory (Propagation du répertoire) pour enregistrer tous les documents liés au document enregistré.

Student Notes:

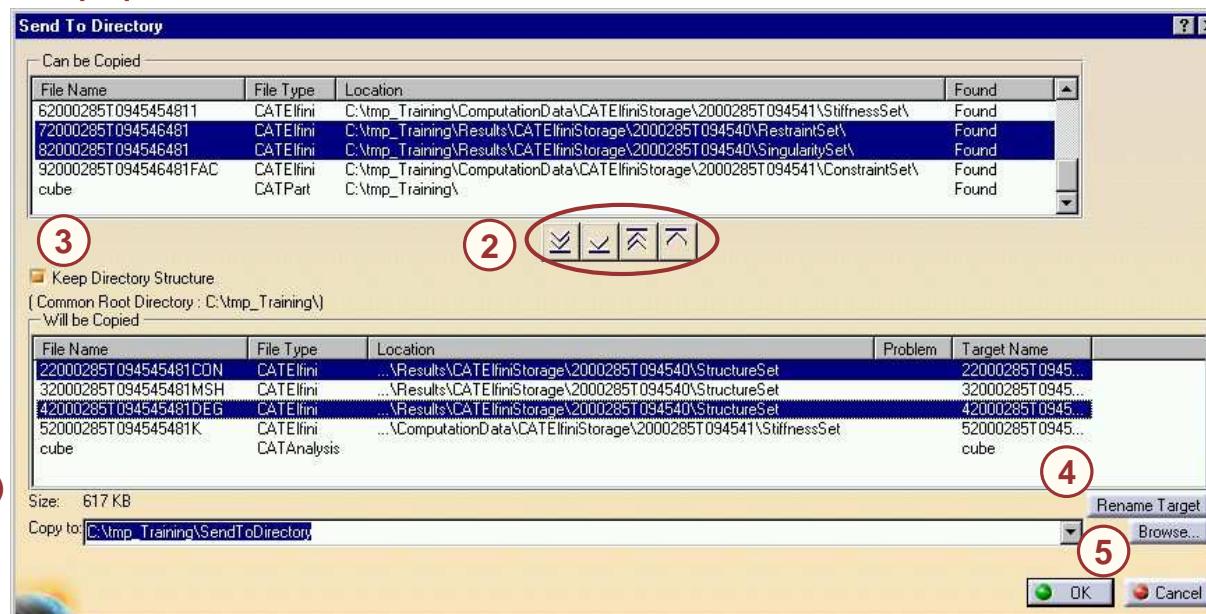
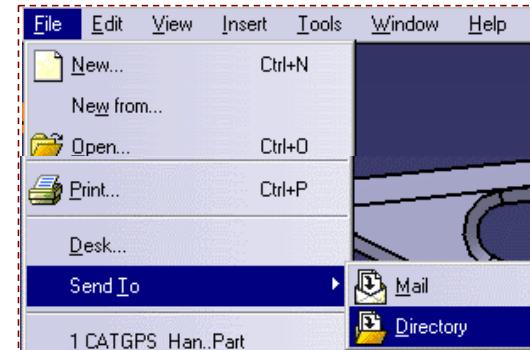
Enregistrement d'un document à l'aide du mécanisme Envoyer à

L'option 'Envoyer à' est un moyen aisé d'enregistrer tous les documents liés dans un répertoire défini par l'utilisateur

- 1 Sélectionnez File > Send To > Directory (Fichier > Envoyer à > Répertoire)
- 2 Utilisez ces flèches pour déplacer les fichiers sélectionnés entre les zones Can be copied (Fichiers candidats) et Will be copied (Fichiers sélectionnés)
- 3 Cochez l'option Keep Directory Structure (Conserve l'arborescence initiale) si vous souhaitez que la structure de répertoire de la liste de fichiers sélectionnée soit dupliquée.

Sinon, les fichiers sélectionnés sont copiés directement dans le répertoire cible.

- 4 Cliquez sur Rename Target (Renommer) pour modifier le nom de la cible sélectionné
- 5 Sélectionnez le répertoire cible en cliquant sur le bouton Browse (Parcourir)



Student Notes:

Paramètres utilisateur – Définition d'un raccourci vers l'atelier

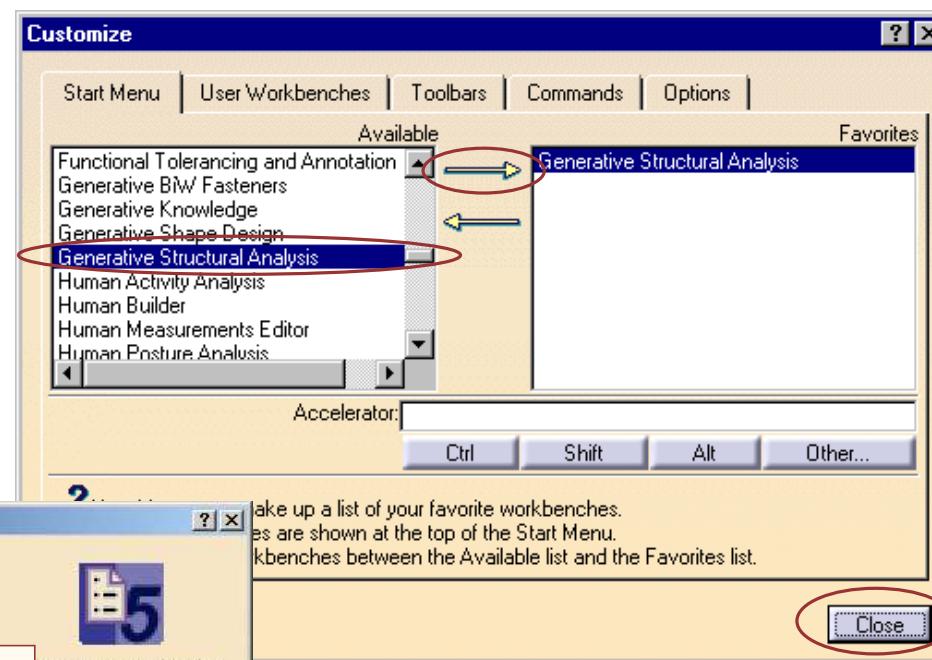
GPS

Ce raccourci va vous permettre d'accéder plus rapidement à l'atelier GPS

- 1** Cliquez sur Customize (Personnaliser) dans le menu Tools (Outils)



- 2** Sélectionnez Generative Structural Analysis et cliquez sur la flèche (voir ci-dessous)



- 3** Cliquez sur Close (Fermer)

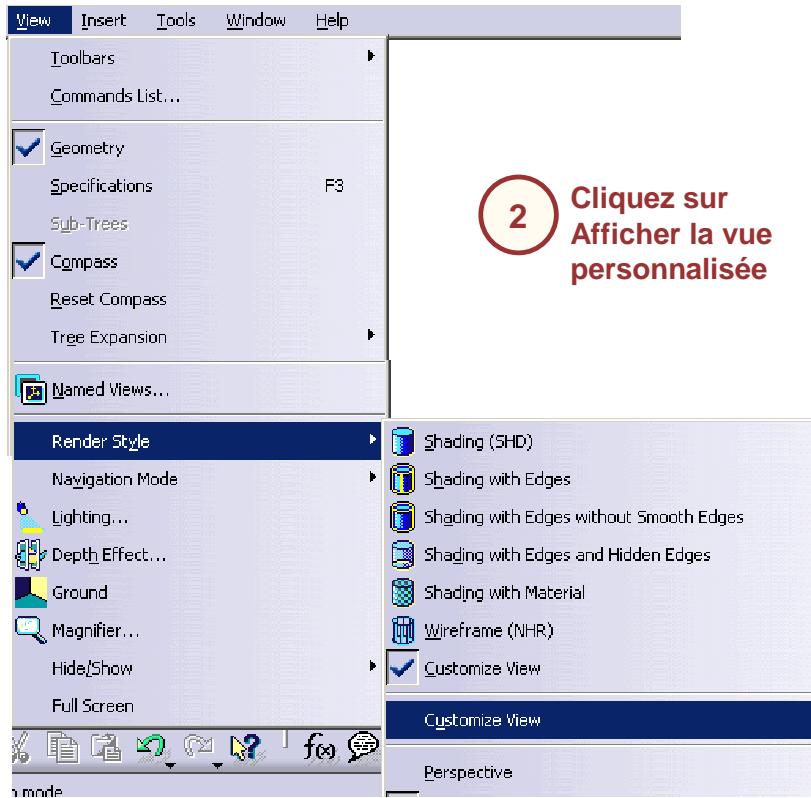


Student Notes:

Paramètres utilisateur - Personnalisation des modes de vue

Dans l'atelier Part Design, personnalisez le style de rendu en ajoutant une visualisation des matériaux. Vous pourrez ainsi afficher les images d'un résultat de calcul en mode de visualisation iso contours.

- 1 Sélectionnez le style de rendu dans le menu View (Affichage)



- 2 Cliquez sur Afficher la vue personnalisée

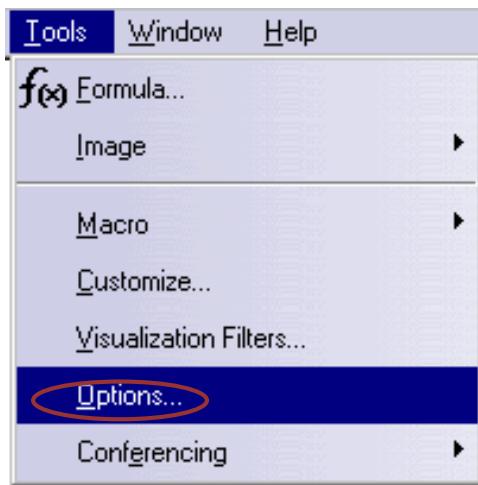


- 3 Cochez Materials (Matériaux) et cliquez sur OK

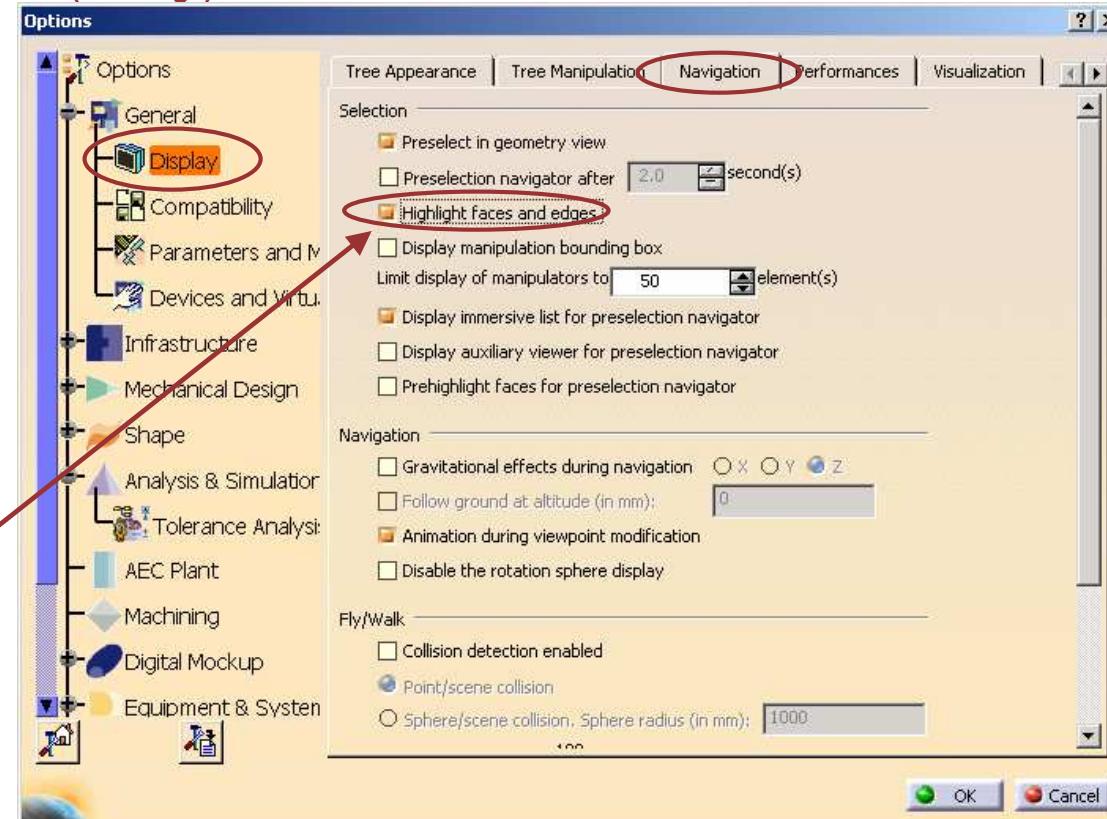
Student Notes:

Paramètres utilisateur - Mise en évidence des faces et des arêtes

- 1 Sélectionnez Tools\Options (Outils/Options)



- 2 Cliquez sur Display (Affichage)

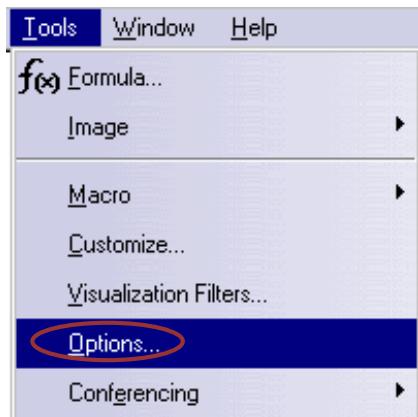


- 3 Cliquez sur l'onglet Navigation

Student Notes:

Paramètres utilisateur - Visualisation Afficher/Cacher

- 1 Sélectionnez Tools\Options (Outils/Options)

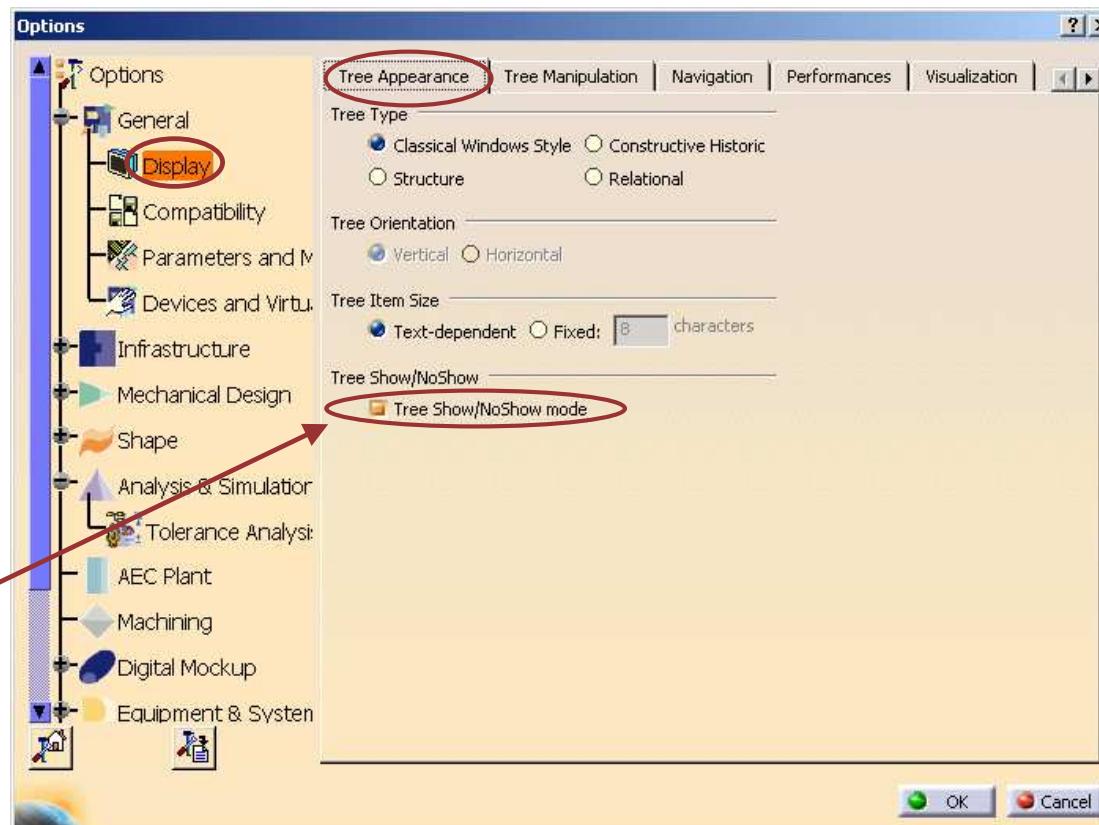


- 2 Cliquez sur Display (Affichage)

Display

- 3 Cliquez sur l'onglet Tree Appearance (Apparence de l'arbre)

Tree Appearance



- 4 Cochez Tree Show/No-Show Mode (Cacher/Afficher les objets)