STUDENT GUIDE

Student Notes:

DASSAULT SYSTEMES

CATIA Training
Foils

Generative Part Structural Analysis Expert

Version 5 Edition 17
Janvier 2007

EDU-CAT-FR-GPE-FF-V5R17

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Generative Part Structural Analysis - Expert V5R17

Objectifs du cours

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

- Définir et personnaliser des propriétés de matériau
- Appliquer des charges de pression, d'accélération et de densité de force, et définir des pièces virtuelles
- Appliquer des contraintes de pivot, de rotule et définies par l'utilisateur
- Calculer une analyse de fréquence pour une pièce unique
- Créer des sections planes avec lesquelles visualiser les valeurs de résultats internes
- Calculer et affiner un maillage en utilisant un maillage adaptatif pour atteindre une précision prédéfinie

Public concerné

Concepteurs électromécaniques

1 journée

Prérequis

CATIA V5 Fundamentals, Generative Part Structural Analysis Fundamentals

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Table des Matières

GPS - Pré-traitement avancé 4
Outils de pré-traitement avancé 5
Analyse modale 41
Pour résumer... 51
Calcul 52
Calcul d'un cas de fréquence 53
Calcul avec adaptivité 60
Historique des calculs 63
Pour résumer... 66
GPS Outils de post-traitement avancé 67
Visualisation des résultats 68
Gestion de résultats 82
Affinage 87
Pour résumer... 100

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

GPS - Pré-traitement avancé

Dans cette leçon vous allez découvrir les outils de pré-traitement pour l'analyse avancée

- Outils de pré-traitement avancé
- Analyse modale
- Pour résumer...

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Outils de pré-traitement avancé

- Définition de chargements
- Définition de contraintes
- Filtre de pièces maillées
- Définition de pièces virtuelles
- Définition d'un matériau utilisateur

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Définition de chargements

- Accélération
- Chargements de pression
- Densité de force

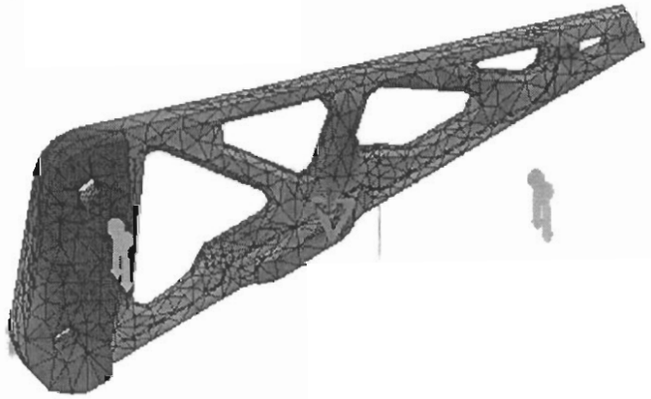
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Accélération

Vous allez apprendre à définir une accélération.



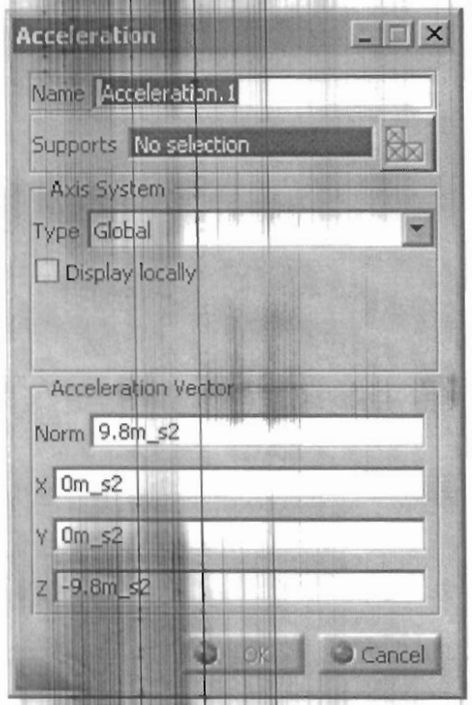
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de l'accélération

Les accélérations sont des chargements intensifs représentant des champs de magnitude uniforme de la force de masse du corps (accélération) appliqués sur des pièces.



Acceleration (Accélération) : Les unités sont des unités de force par masse du corps (ou accélération) (typiquement N/kg ou m/s2 SI).

Supports : Les accélérations peuvent s'appliquer à des volumes ou à des pièces

Axis System (Repère) :

Global : si vous sélectionnez le repère global, les composants de la direction de glissement sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées rectangulaire global fixe.

Utilisateur :si vous sélectionnez un repère utilisateur, les composants de la direction de glissement sont interprétés comme relatifs au système de coordonnées rectangulaire spécifié.

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

Acceleration Vector (Vecteur d'accélération) :

Vous devez spécifier trois composants pour la direction du champ, ainsi que les informations de magnitude.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

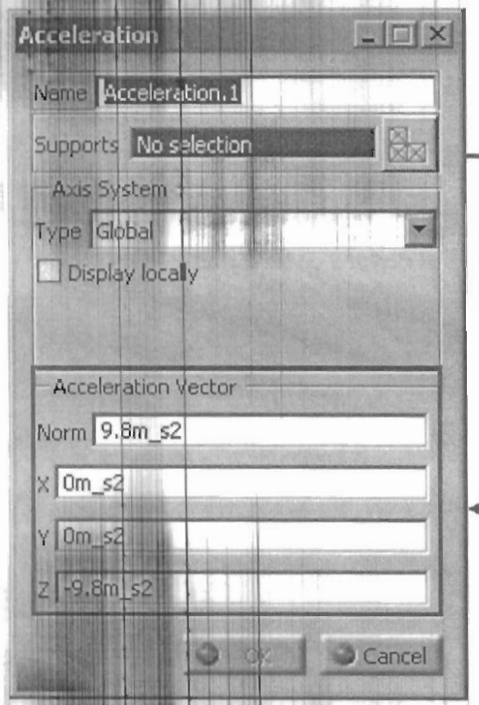
Copyright DASSAULT SYSTEMES

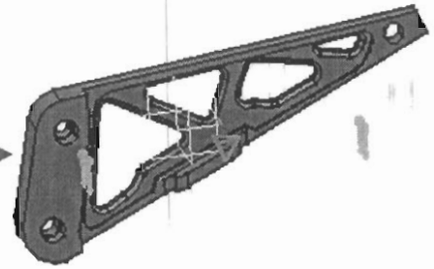
Student Notes:

Définition d'une accélération

Avant de commencer :
Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) 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 Accélération
2. Sélectionnez le ou les supports : volumes ou pièces
3. Choisissez le type d'Axis System (Repère)
4. Définissez les valeurs d'Acceleration Vector (Vecteur accélération)
5. Cliquez sur OK



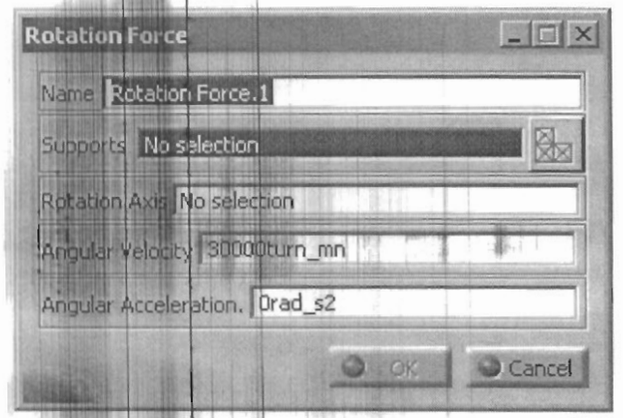


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de la force de rotation

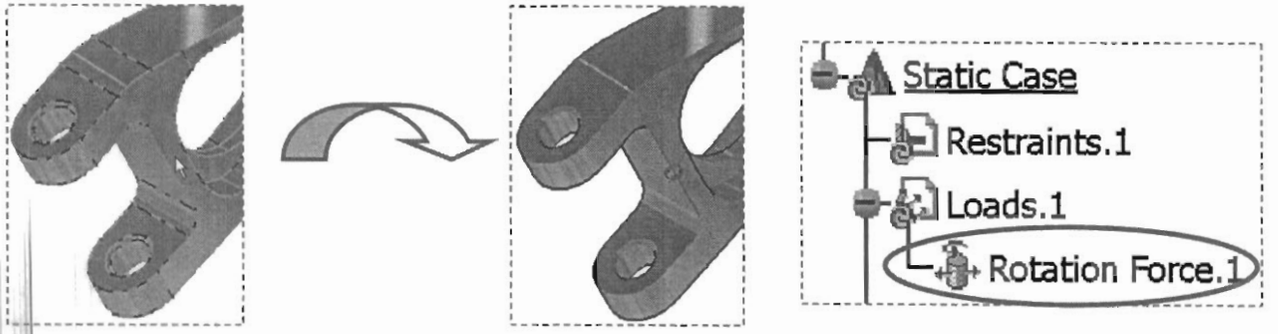
Les forces de rotation sont des chargements intensifs représentant des champs de la force de masse du corps (accélération) induits par un mouvement de rotation appliqué sur des pièces.



Rotation Force (Force de rotation) : Les unités sont des unités angulaires de vélocité et des unités d'accélération (typiquement rad/sec et rad/sec2 dans le SI).

Supports : Les accélérations peuvent s'appliquer à des volumes ou à des pièces.

Rotation Axis (Axe de rotation) : L'utilisateur spécifie un axe de rotation et des valeurs pour la vélocité angulaire et les magnitudes d'accélération angulaire, et le programme estime automatiquement la distribution du champ de variation linéaire de l'accélération.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

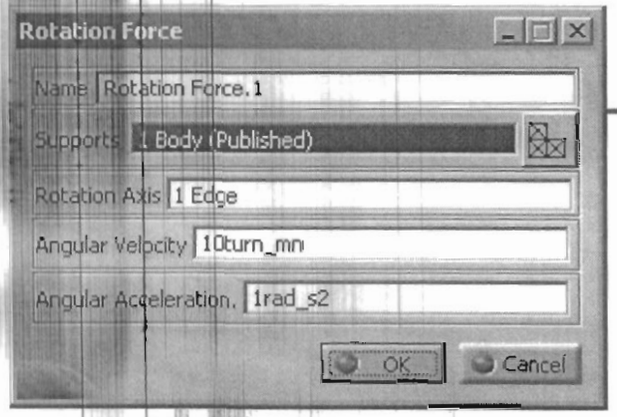
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

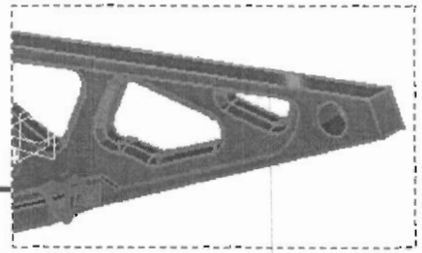
Définition d'une force de rotation

Avant de commencer :
Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) 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.

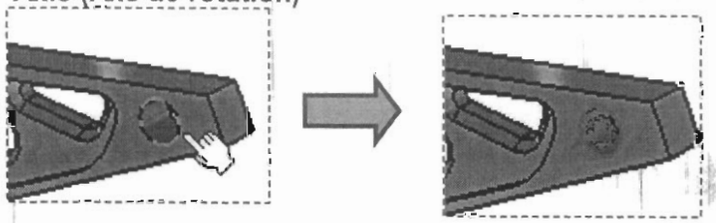
1. Passez dans l'atelier Analysis & Simulation et cliquez sur l'icône Force de rotation



2. Sélectionnez le ou les support(s) de la géométrie : volumes ou pièces



3. Sélectionnez une arête de trou comme Rotation Axis (Axe de rotation)



4. Indiquez les valeurs Angular Velocity (Vitesse angulaire) et Angular Acceleration (Accélération angulaire)

5. Cliquez sur OK

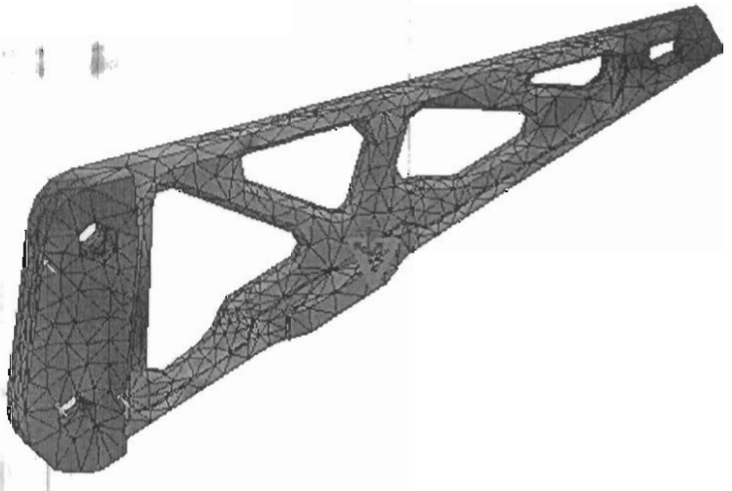
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Chargements de pression

Vous allez apprendre à appliquer une pression.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de la pression

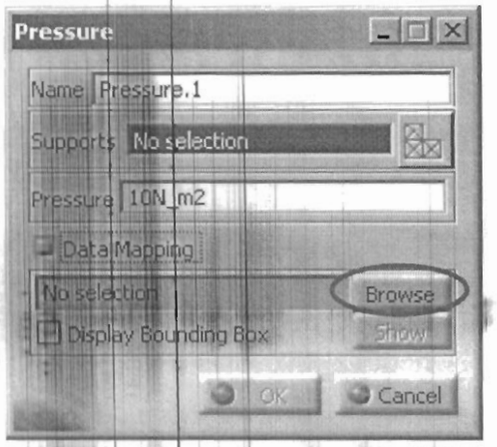
Les pressions sont des chargements intensifs représentant des champs uniformes scalaires de pressions appliqués sur les surfaces de géométries ; par conséquent, la direction de force est partout normale à la surface.

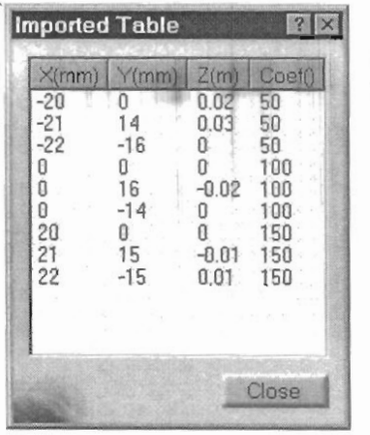
Vous pouvez définir autant de chargements de pression que vous le souhaitez dans la même boîte de dialogue.

Supports : la pression peut être appliquée sur des surfaces ou des faces

Pressure (Pression) : unités de pression : N/m2 (dans le SI) ou MPa (1MPa=1 N/mm² ou 1Pa=1N/m²)

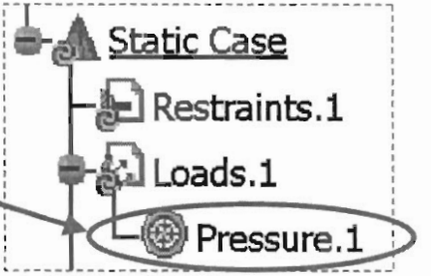
Vous pouvez importer des fichiers de données externes. Il peut s'agir d'un fichier .txt (colonnes séparées par une tabulation – touche Tab) ou d'un fichier .xls avec un format prédéfini (quatre colonnes, les 3 premières spécifiant les coordonnées des points X, Y et Z dans le repère global et la dernière contenant le coefficient d'amplification).





X(mm)	Y(mm)	Z(m)	Coef()
-20	0	0.02	50
-21	14	0.03	50
-22	-16	0	50
0	0	0	100
0	16	-0.02	100
0	-14	0	100
20	0	0	150
21	15	-0.01	150
22	-15	0.01	150

Vous pouvez éditer les objets de pression en cliquant deux fois sur l'objet ou l'icône correspondant dans l'arbre des spécifications



Copyright DASSAULT SYSTEMES

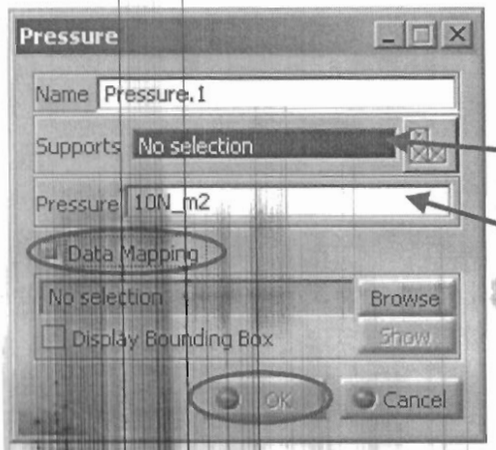
Student Notes:

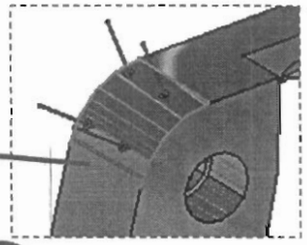
Application d'une pression

Avant de commencer :
Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) 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. Passez dans l'atelier Analysis & simulation et cliquez sur l'icône Pression.

2. Sélectionnez le ou les supports de la géométrie (surfaces). Toute géométrie sélectionnable est mise en surbrillance chaque fois que vous glissez le curseur dessus.

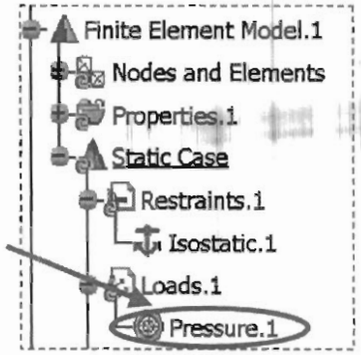




3. Spécifiez une valeur de pression ou indiquez un fichier de données.

4. Cliquez sur OK.

Un objet de chargement s'affiche dans l'arbre d'éléments sous l'ensemble actif d'objets Chargements.

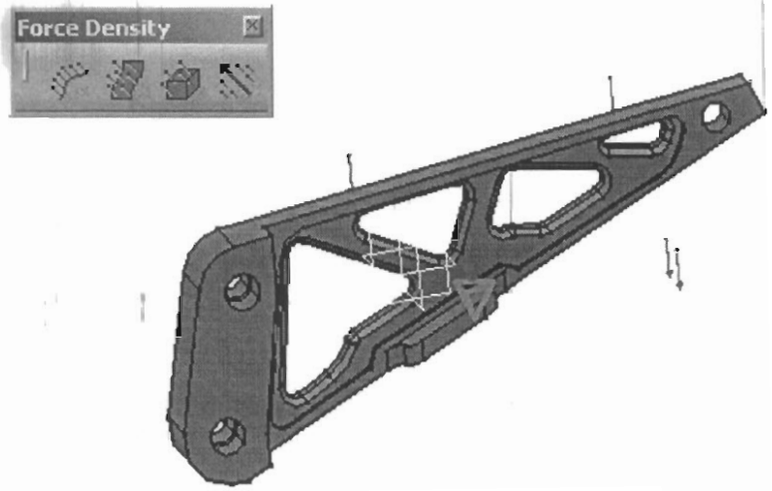


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Application de la densité de force

Vous allez apprendre à appliquer un vecteur de force.

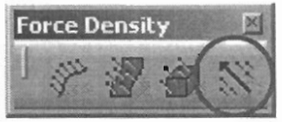


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

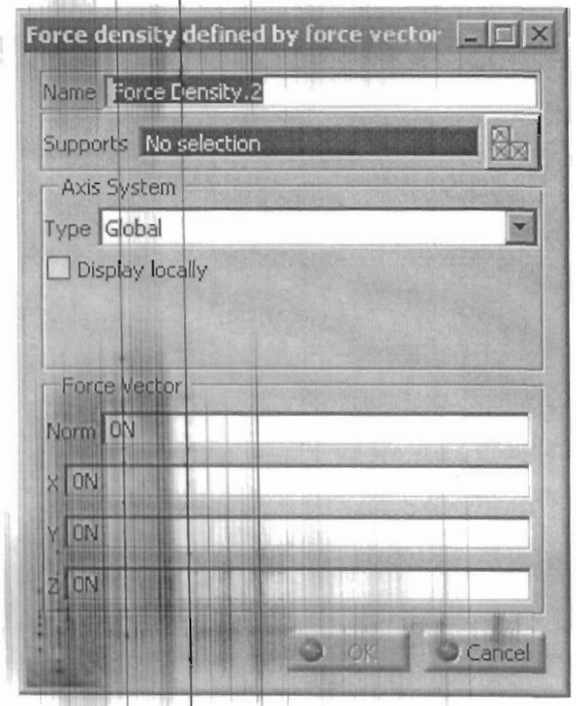
Student Notes:

A propos de la force définie par un vecteur force



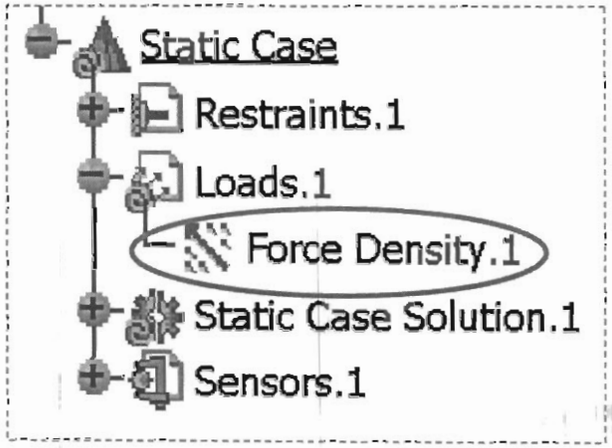
La 'force définie par un vecteur' vous permet de définir l'équivalent de la densité de force linéaire/surfacique/volumique existante en identifiant comme entrée uniquement la force en Newton et non la densité de force.

Vous pouvez sélectionner plusieurs géométries du même type et leur appliquer une force définie par un vecteur.



Les supports peuvent être : Arêtes, Surfaces, Corps 3D

Catia calcule automatiquement le volume/la surface/la longueur sur lequel/laquelle sont appliqués les chargements et calcule la densité de force équivalente.



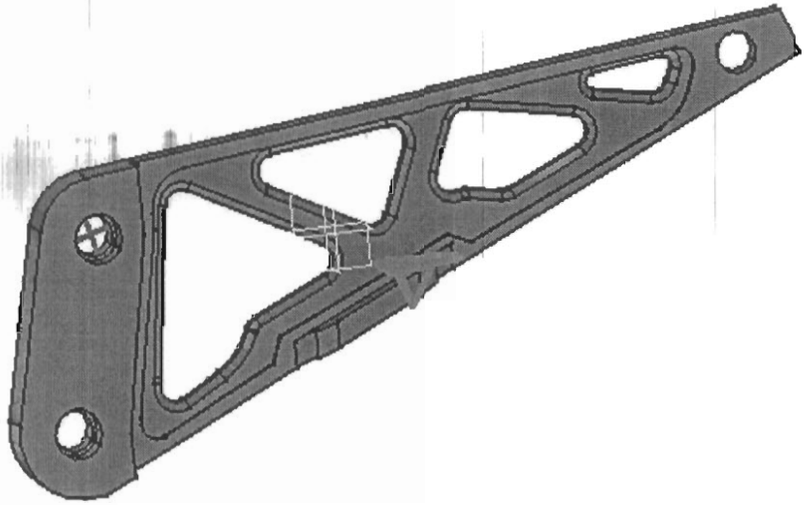
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Définition de contraintes

Vous allez apprendre à appliquer des contraintes sur une pièce.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

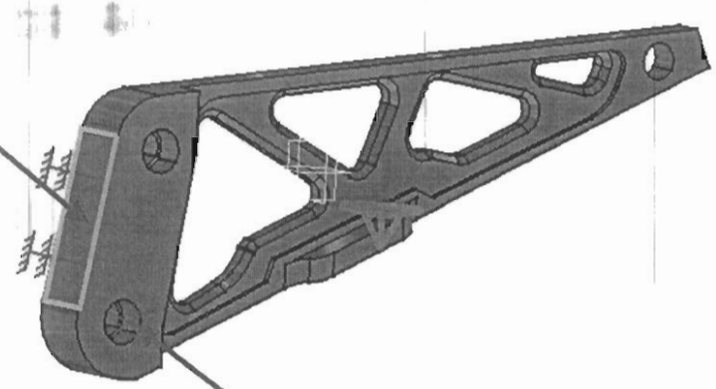
Student Notes:

Introduction

Travailler avec la géométrie : le moyen le plus rapide pour appliquer des contraintes/chargements.

Les contraintes et les chargements sont appliqués directement sur la géométrie (surfaces, droites, points, groupes) comme indiqué dans l'exemple ci-dessous :

Cette contrainte est appliquée sur la surface jaune



La contrainte est appliquée sur le cercle

Le calcul applique ensuite automatiquement les contraintes/chargements au maillage.

Même si vous travaillez avec la géométrie, la pièce doit être maillée.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

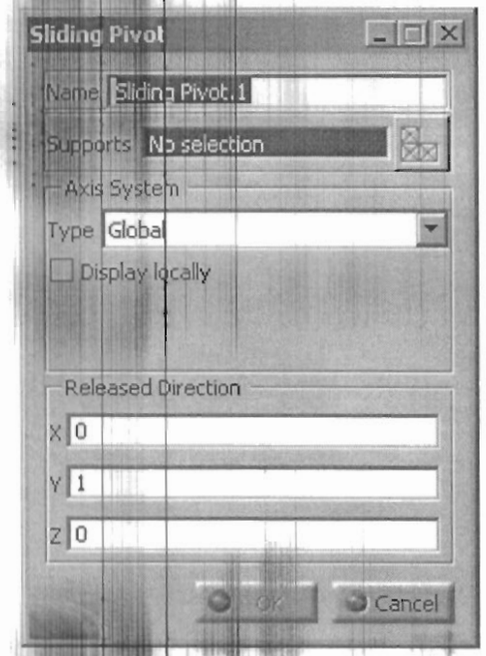
Student Notes:

Pivot glissant

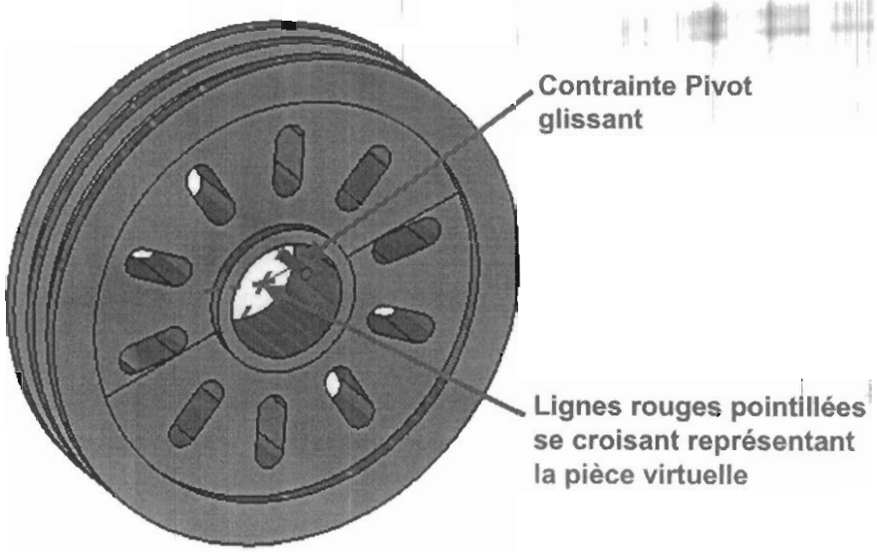
Les pivots glissants sont des contraintes de liaisons cylindriques appliquées aux points de manipulation de pièces virtuelles, ce qui contraint le point à glisser et tourner suivant l'axe donné.

Ils peuvent être définis comme des cas particuliers de liaison générale cylindrique, ce qui permet une translation relative combinée et une rotation entre deux points (dans le cas du pivot glissant, un des deux points est fixé, suivant l'axe du pivot glissant)

Une contrainte Pivot glissant a 2 DDL : 1Tr. & 1Rot. Supports : Nécessite une pièce virtuelle pour être appliquée.



Pour le point fixe, le programme choisit automatiquement la poignée de la pièce virtuelle. L'utilisateur définit la direction du pivot glissant, et par conséquent, la pièce virtuelle entière peut se translater le long et tourner autour d'un axe parallèle à la direction de pivot glissant et passant par le point fixe.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

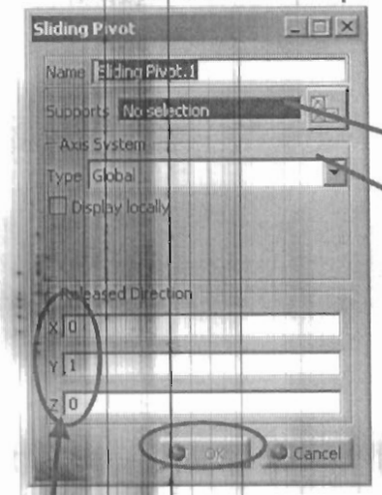
Student Notes:

Définition d'un pivot glissant

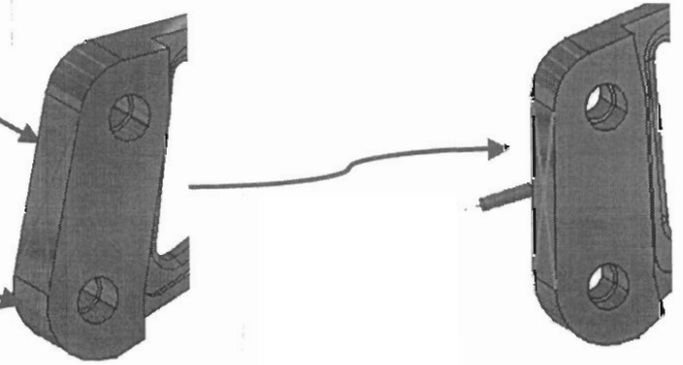
Avant de commencer :
Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) et assurez-vous que les options Shading, Outlines et Materials (Rendu réaliste, Contours et Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue des modes de vue personnalisés

1 Cliquez sur l'icône Pivot glissant dans la barre d'outils Contraintes mécaniques

2 Cliquez sur le support : pièce virtuelle prédéfinie



Pièce virtuelle



3 Définissez le repère :

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

Global : si vous sélectionnez le repère global, les composantes de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système global fixe de coordonnées cartésiennes.

User-defined (Utilisateur) : si vous sélectionnez le repère défini par l'utilisateur, les composantes de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système de coordonnées cartésiennes spécifié

Remarque : pour sélectionner le repere Utilisateur, vous devez activer un axe existant en cliquant dessus dans l'arbre de spécifications. Son nom s'affiche automatiquement dans la zone Repère actif.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Rotule

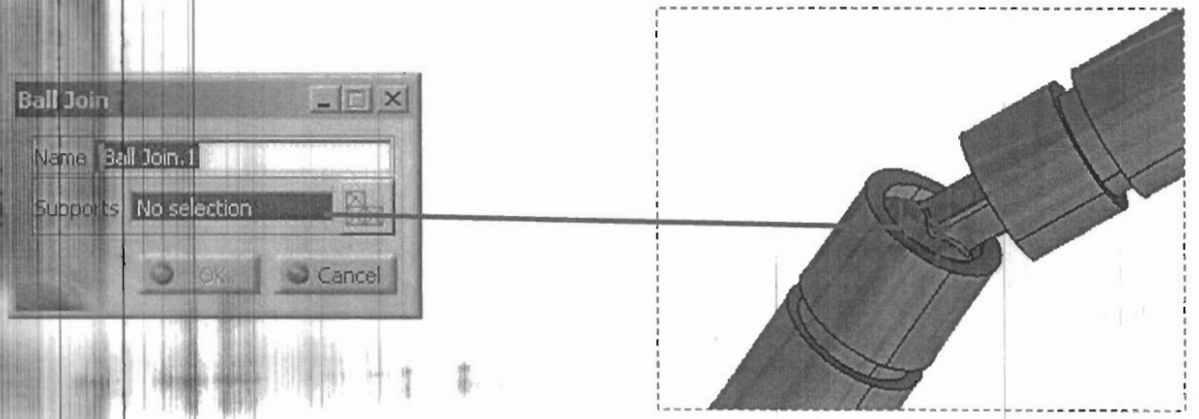
Les rotules sont des contraintes de liaison sphérique appliquées aux points de manipulation de pièces virtuelles, qui aboutissent à forcer le point à pivoter autour d'un point fixe en coïncidence.

Ils peuvent être définis comme des cas particuliers de liaisons générales sphériques, ce qui permet une rotation relative entre deux points (dans le cas de la Rotule, un des deux points est fixe).

Une contrainte Rotule a 3 *DDL* : 3Rot.

Supports : Nécessite une pièce virtuelle pour être appliquée

Pour le point fixe, le programme choisit automatiquement la poignée de la pièce virtuelle. La pièce virtuelle entière peut tourner autour de ce point.



Vérifiez que vous avez fixé tous les degrés de liberté globaux de votre assemblage, sinon une singularité globale est détectée pendant le calcul statique (tel un modèle irrésolu). Pour vous permettre de corriger le modèle (uniquement les cas d'analyse statique), le déplacement simple de l'assemblage est simulé et visualisé après le calcul

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

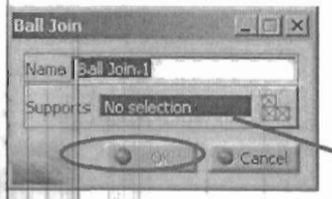
Student Notes:

Définition d'une rotule

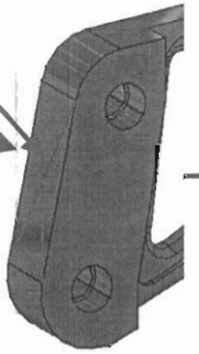
Une rotule est une contrainte sphérique appliquée sur des pièces virtuelles.

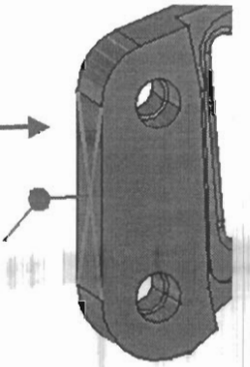
1. Cliquez sur l'icône Rotule dans la barre d'outils Contraintes mécaniques

2. Cliquez sur le support : pièce virtuelle pré-définie



Pièce virtuelle indiquée par des lignes rouges croisées





3. Cliquez sur OK

Avant de commencer :
Choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) 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.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pivot

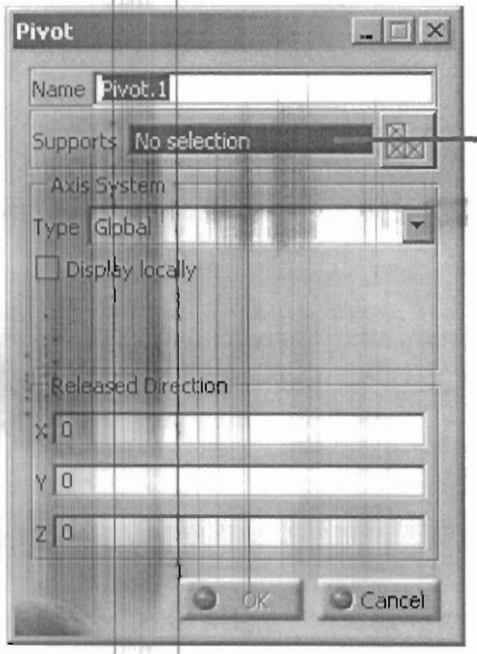
Les pivots sont des contraintes charnières (liaison conique) appliquées sur les points de manipulation de pièces virtuelles, ce qui contraint le point à tourner autour de l'axe donné.

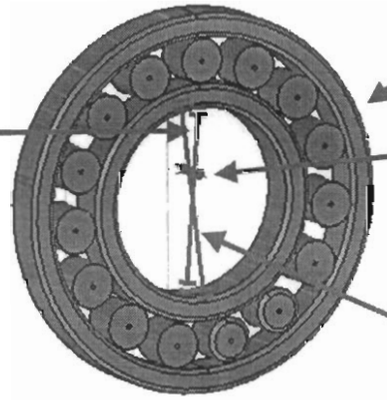
Ils peuvent être définis comme des cas particuliers de liaison générale charnière, ce qui permet une rotation relative entre deux points (dans le cas du Pivot, un des deux points est fixe, suivant l'axe du pivot).

Une contrainte Pivot a 1 DDL : 1 Rot.

Supports : Nécessite une pièce virtuelle pour être appliquée

Pour le point fixe, le programme choisit automatiquement la poignée de la pièce virtuelle. L'utilisateur définit la direction du pivot et la pièce virtuelle entière peut pivoter autour d'un axe parallèle à la direction du pivot et passant par le point fixe





Vérifiez que vous avez fixé tous les degrés de liberté globaux de votre assemblage, sinon une singularité globale est détectée pendant le calcul statique (tel un modèle irrésolu). Pour vous permettre de corriger le modèle (uniquement les cas d'analyse statique), le déplacement simple de l'assemblage est simulé et visualisé après le calcul.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

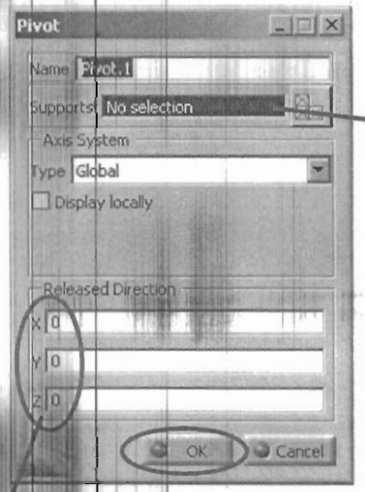
Copyright DASSAULT SYSTEMES

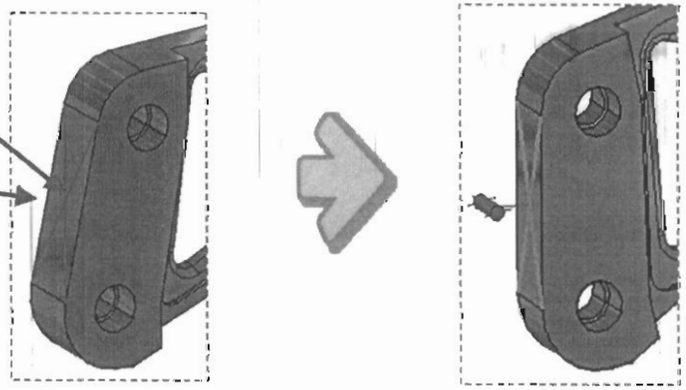
Définition d'un pivot

Avant de commencer : choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) 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 Pivot dans la barre d'outils Contraintes mécaniques

2. Cliquez sur le support : pièce virtuelle prédéfinie





3. Définissez le repère :

Global : si vous sélectionnez le repère global, les composantes de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système global fixe de coordonnées cartésiennes.

User-defined (Utilisateur) : si vous sélectionnez un repère défini par l'utilisateur, les composantes de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système de coordonnées cartésiennes spécifié.

4. Indiquez la direction libre (direction de glissement) et cliquez sur OK

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.

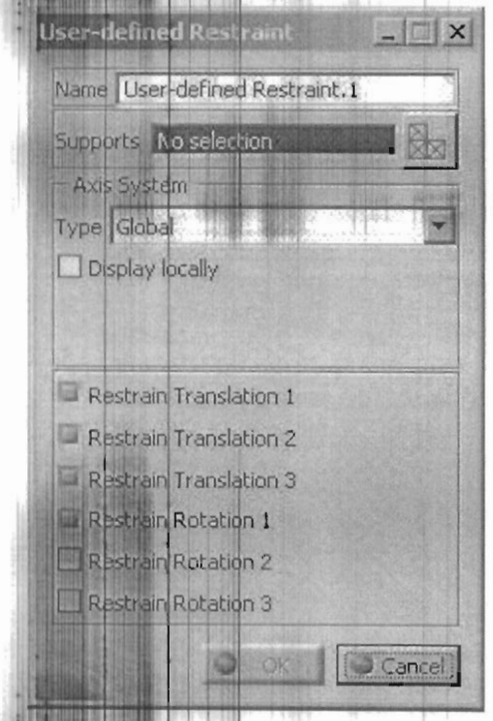
Copyright DASSAULT SYSTEMES

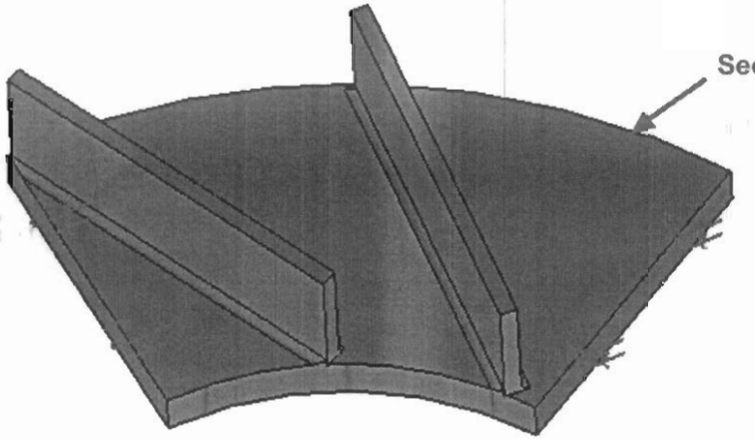
Student Notes:

Contraintes avancées

Les contraintes avancées sont des contraintes génériques qui vous permettent de fixer toute combinaison de DDL aux noeuds disponibles sur des géométries arbitraires. 3Tr. de liberté par noeud pour des maillages d'éléments continus, et 3Tr. et 3Rot. de liberté par noeud pour des maillages d'éléments de *structure*

Supports : points ou sommets, courbes ou arêtes, faces ou surfaces, pièces virtuelles, groupes





Pas de degré de liberté de rotation dans cette direction

Pas de degré de liberté de translation dans cette direction

Vérifiez que vous avez fixé tous les degrés de liberté globaux de votre assemblage, sinon une singularité globale est détectée pendant le calcul statique (tel un modèle irrésolu). Pour vous permettre de corriger le modèle (uniquement les cas d'analyse statique), le déplacement simple de l'assemblage est simulé et visualisé après le calcul.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

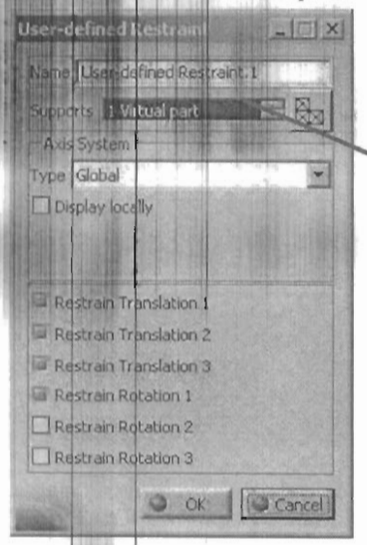
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Définition de contraintes utilisateur

Avant de commencer : choisissez View -> Render Style -> Customize View (Affichage -> Style de rendu -> Personnalisation de mode de vue) et assurez-vous que les options Shading, Outlines et Materials (Rendu réaliste, Contours et Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue de personnalisation de mode de vue

1 Cliquez sur l'icône Contrainte définie par l'utilisateur dans la barre d'outils Contraintes mécaniques



2 Cliquez sur le support : une pièce virtuelle. (Toute géométrie sélectionnable est mise en surbrillance lorsque vous déplacez le curseur dessus)

Pièce virtuelle indiquée par des lignes rouges croisées

3 Définissez le repère :

Global : les composantes de degrés de liberté de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système global fixe de coordonnées cartésiennes.

Implicite : les composantes de degrés de liberté de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système de coordonnées variable local dont le type dépend de la géométrie du support.

Utilisateur : les composantes de degrés de liberté de la direction de glissement sont interprétées par rapport au système de coordonnées cartésiennes spécifié.

4 Cochez les DDL que vous voulez contraindre

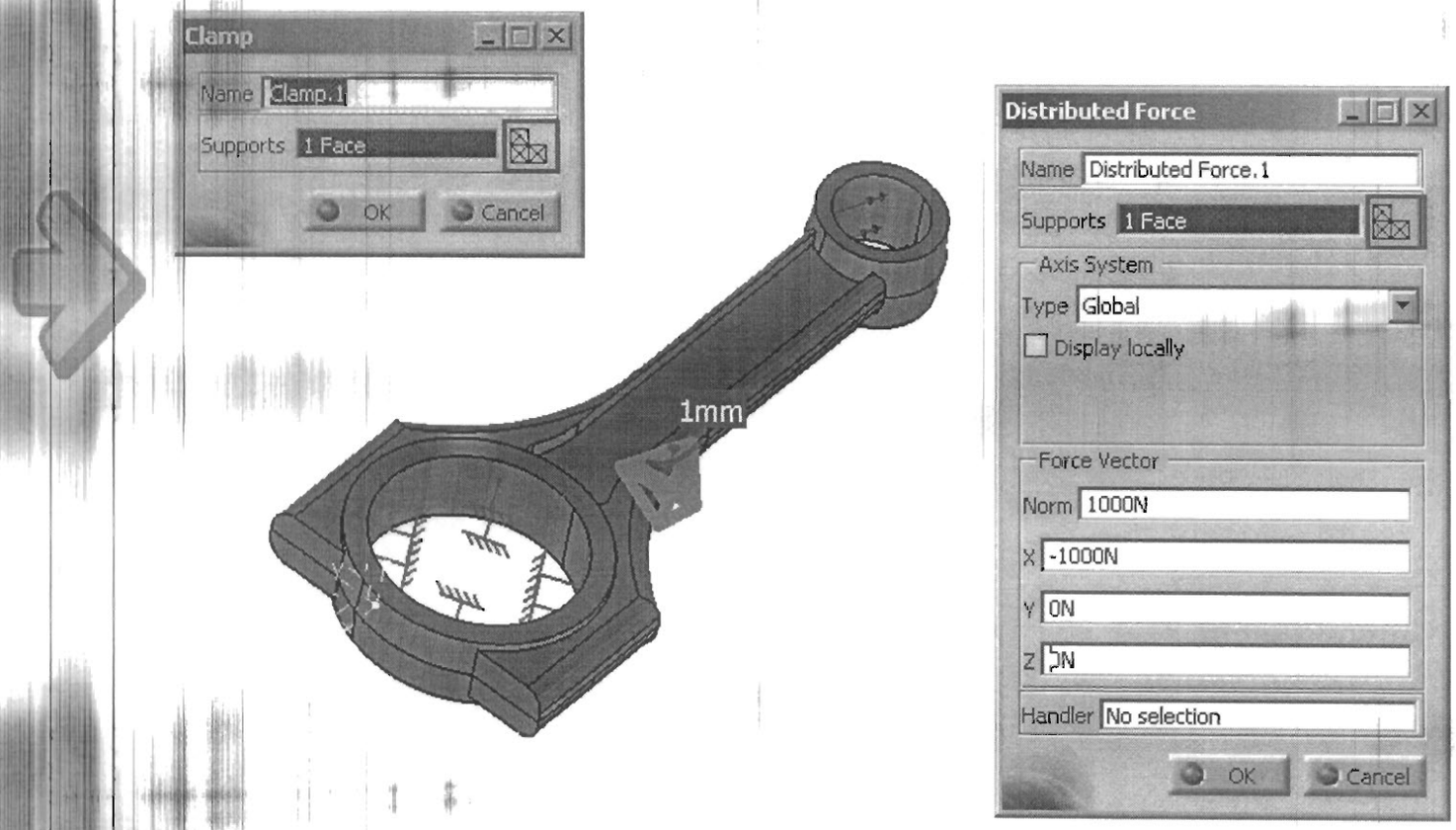
Pour sélectionner le repère Utilisateur, vous devez activer un axe existant en cliquant dessus dans l'arbre de spécifications. Son nom s'affiche automatiquement dans le champ Repère actif.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Filtre de pièces maillées

Vous allez apprendre à définir un filtre de pièce maillée à l'aide des outils de pré-traitement.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

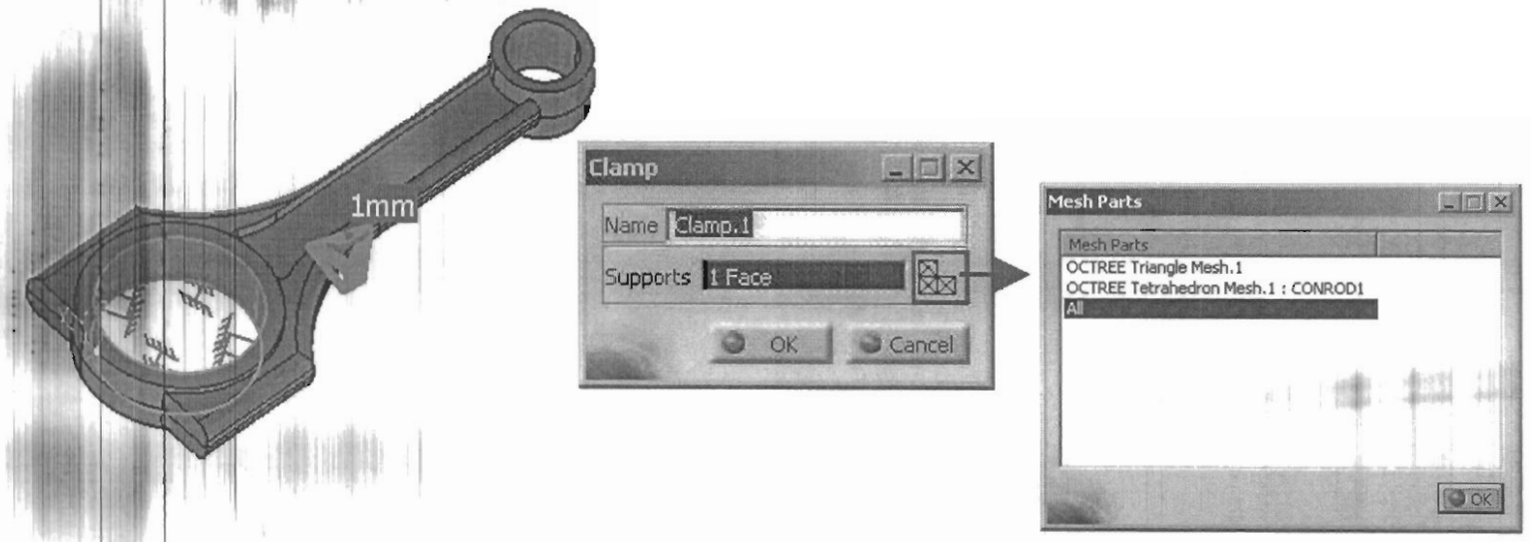
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos du filtre de pièces maillées

Cet outil est disponible dans chaque outil de pré-traitement.

Ce filtre Mesh Parts (Pièces maillées) vous permet de sélectionner les pièces maillées sur lesquelles vous voulez appliquer l'élément de pré-traitement.



L'option par défaut est All (Tout), ce qui signifie que toutes les pièces maillées sont prises en considération. Si l'utilisateur ajoute une nouvelle pièce au support, l'élément de pré-traitement est automatiquement appliqué sur la nouvelle pièce maillée.

En revanche, si vous sélectionnez une ou plusieurs pièces maillées, ce choix reste inchangé si vous définissez une nouvelle pièce maillée sur le support.

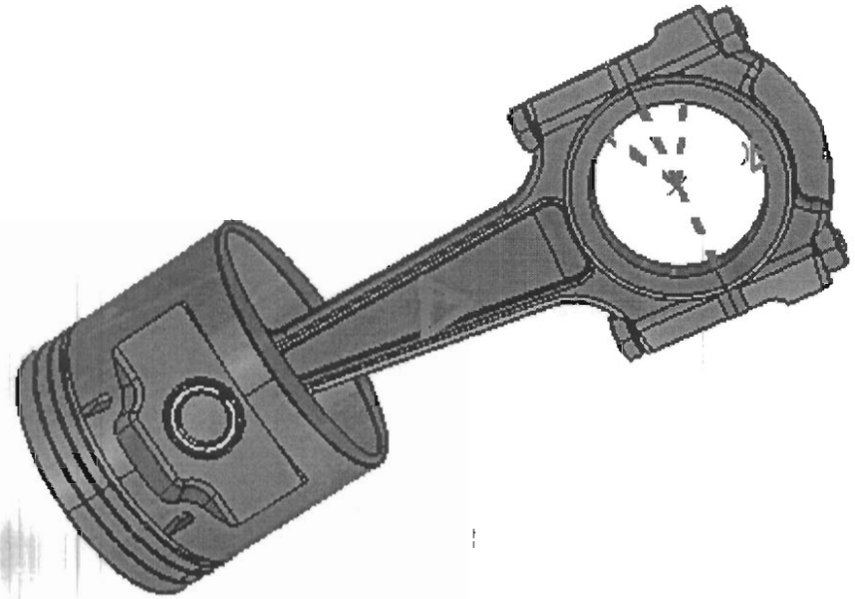
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Définition de pièces virtuelles

Vous allez apprendre à définir des pièces virtuelles.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Introduction aux pièces virtuelles

Les pièces virtuelles représentent des structures créées sans le support géométrique. Ce sont des corps pour lesquels aucun modèle géométrique est disponible, mais qui jouent un certain rôle dans l'analyse de structure de pièces indépendantes ou de systèmes d'assemblage.

Les pièces virtuelles sont utilisées pour transmettre des actions à distance. Ainsi, elles peuvent êtres définies comme des corps rigides, sauf dans le cas où une flexibilité partielle est introduite explicitement par l'intermédiaire d'un élément ressort.

Il existe 6 types de pièces virtuelles :

- Pièces virtuelles rigides
  Elles transmettent de manière rigide leurs actions : elles raidissent localement la déformée
- Pièces virtuelles souples
  Elle transmettent de manière souple leurs actions : elles ne raidissent pas la déformée
- Pièces virtuelles de contact
  Elles transmettent de manière souple leurs actions en évitant l'interpénétration de corps
- Pièces virtuelles ressort rigide
  Elles transmettent de manière rigide leurs actions et se comportent comme un ressort à 6 DDL
- Pièces virtuelles ressort souple
  Elles transmettent de manière souple leurs actions et se comportent comme un ressort à 6 DDL
- Conditions de périodicité

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pièces virtuelles rigides

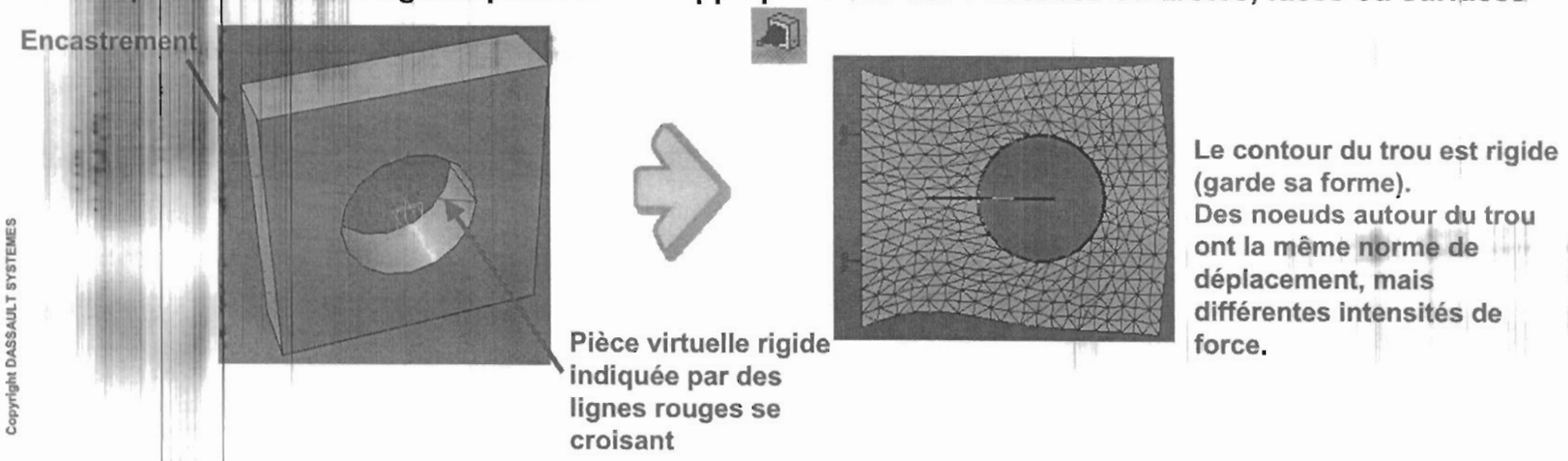
Une pièce virtuelle rigide est un corps rigide liant un point spécifique à des géométries de pièce spécifiées.

Elle se comporte comme un objet qui transmet de manière rigide les actions (masses, contraintes et chargements) appliquées sur le point d'application, durant le raidissement local du ou des corps déformés auxquels elle est attachée.

La pièce virtuelle rigide ne prend pas en considération la déformabilité élastique des pièces sur lesquelles elle est attachée. Le programme se déroule comme indiqué ci-dessous :

- Un noeud est créé en coïncidence avec le point d'application spécifié
- Chaque noeud des maillages de supports de la géométrie spécifiée est lié par un élément poutre-rigide cinématique avec le noeud d'application
- Un ensemble de relations poutre-rigide est généré entre le degré de liberté du noeud d'application et le degré de liberté des noeuds connectés

Les pièces virtuelles rigides peuvent être appliquées sur des : courbes ou arêtes, faces ou surfaces



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pièces virtuelles souples

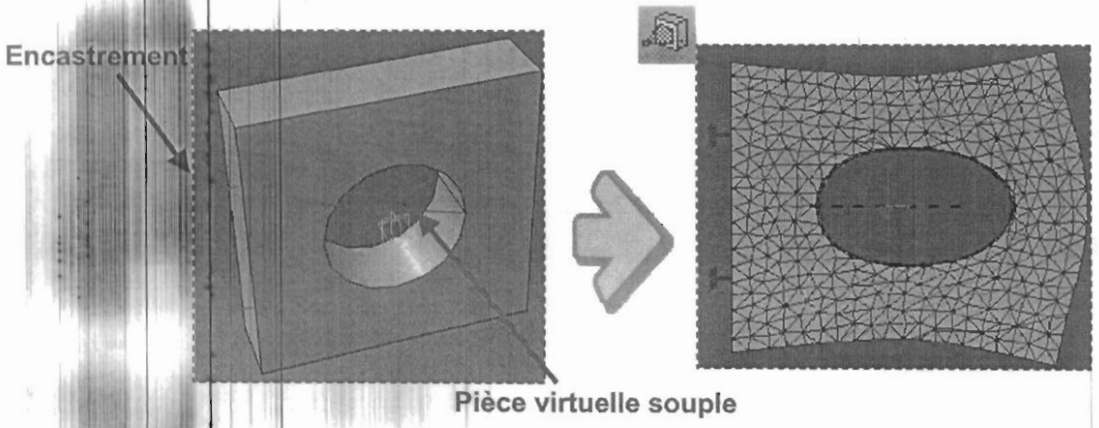
Une pièce virtuelle souple est un corps rigide liant un point spécifique à des géométries de pièce spécifiées.

Elle se comporte comme un objet rigide sans masse qui transmet de manière souple des actions (masses, contraintes et chargements) appliquées sur le point d'application, sans rigidifier le ou les corps déformés auxquels elle est attachée

La pièce virtuelle souple prend en considération la déformabilité élastique des pièces sur lesquelles elle est attachée. Le programme se déroule comme indiqué ci-dessous :

- Un noeud est créé en coïncidence avec le point d'application spécifié
- Tous les noeuds des maillages de support de la géométrie spécifiée sont connectés par un élément étoile cinématique au noeud d'application
- Un ensemble de relations (constr-n) est généré entre le degré de liberté du noeud d'application et le degré de liberté des noeuds connectés

Les pièces virtuelles souples peuvent être appliquées sur des : courbes ou arêtes, faces ou surfaces



Le trou peut être déformé.
Les forces appliquées sur les noeuds autour du trou ont la même intensité (égale à la valeur de force appliquée sur la pièce virtuelle divisé par le nombre de noeuds sur le contour du trou).

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pièces virtuelles de contact

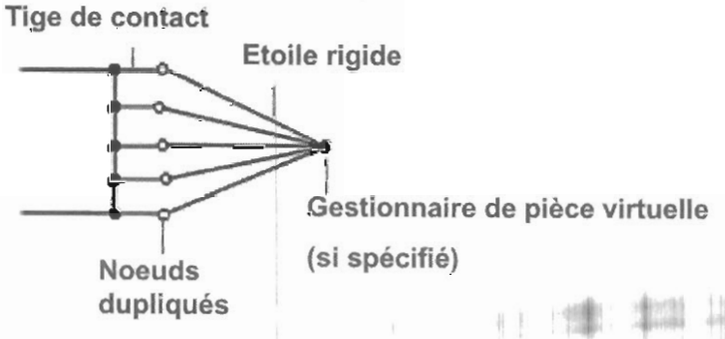
Une pièce virtuelle de contact est un corps rigide liant un point spécifique à des géométries de pièces spécifiées.

Elle se comporte comme un objet rigide sans masse qui transmet des actions (masses, fixations et chargements) appliquées sur le point d'application, empêchant l'inter-pénétration de corps, sans rigidifier le ou les corps déformés auxquels elle est attachée.

La pièce virtuelle de contact prend en considération la déformabilité élastique des pièces sur lesquelles elle est attachée. Le programme se déroule comme indiqué ci-dessous :

- Un noeud est créé en coïncidence avec le point d'application spécifié.
- Chaque noeud des maillages de support de la géométrie spécifiée est légèrement décalé dans la direction de la normale et un élément de contact est généré entre chaque paire des noeuds décalés, en générant un ensemble de relations de contact avec une partie droite égale au jeu utilisateur.
- Chaque noeud décalé est lié par un élément poutre-rigide cinématique avec le noeud d'application.
- Un ensemble de relations poutre-rigide est généré entre les degrés de liberté du noeud d'application et les degrés de liberté des noeuds décalés et connectés

Les pièces virtuelles de contact peuvent être appliquées sur : courbes ou arêtes, faces ou surfaces



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pièces virtuelles ressort rigide

Une pièce virtuelle ressort rigide est un corps élastique liant un point spécifique à une géométrie spécifiée

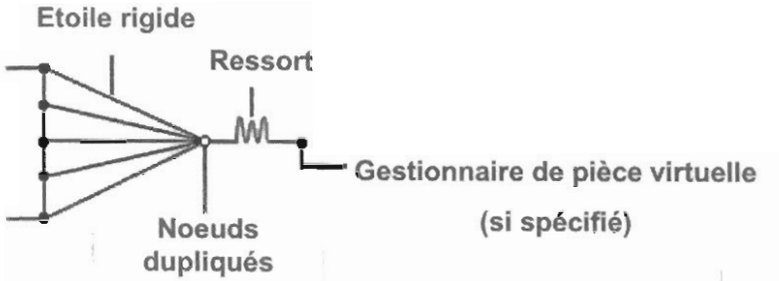
Elle se comporte comme un ressort de six degrés de liberté en série avec un corps rigide sans masse qui transmet rigidement des actions (masses, contraintes et chargements) appliquées sur le point d'application, durant le raidissement local du ou des corps déformés auxquels elle est attachée.

La pièce virtuelle ressort rigide ne prend pas en considération la déformabilité élastique des pièces auxquelles elle est attachée. Le programme se déroule comme indiqué ci-dessous :

- Un noeud est créé en coïncidence avec le point d'application spécifié.
- Un deuxième noeud, décalé du premier. est créé dans une direction utilisateur.
- Le noeud décalé est lié par un élément ressort utilisateur au noeud d'application.
- Tous les noeuds des maillages de support de la géométrie spécifiée sont liés par des éléments poutre-rigide cinématique au noeud décalé.
- Un ensemble de relations poutre-rigide est généré entre le degré de liberté du noeud décalé et le degré de liberté des noeuds liés.

La pièce virtuelle ressort rigide est construite avec une étoile rigide et des éléments ressort

Les pièces virtuelles ressort rigide peuvent être appliquées sur : courbes ou arêtes, faces ou surfaces



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pièces virtuelles ressort souple

Une pièce virtuelle ressort souple est un corps élastique liant un point spécifique à une géométrie spécifiée.

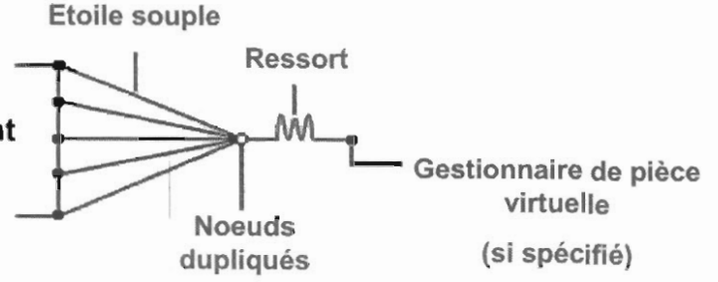
Elle se comporte comme un ressort de six degrés de liberté en séries avec un corps rigide sans poids qui transmettra rigidement des actions (masses, contraintes et chargements) appliquées sur le point d'application, durant le raidissement local du ou des corps déformés auxquels elle est attachée.

La pièce virtuelle ressort souple ne prend pas en considération la déformabilité élastique des pièces auxquelles elle est attachée. Le programme se déroule comme indiqué ci-dessous :

- Un noeud est créé en coïncidence avec le point d'application spécifié.
- Un deuxième noeud, décalé du premier, est créé dans une direction utilisateur.
- Le noeud décalé est lié par un élément ressort utilisateur au noeud d'application.
- Tous les noeuds des maillages de support de la géométrie spécifiée sont liés par des éléments poutre-rigide cinématique au noeud décalé.
- Un ensemble de relations poutre-rigide est généré entre le degré de liberté du noeud décalé et le degré de liberté des noeuds liés.

La pièce virtuelle ressort souple est construite à l'aide d'une étoile souple et d'éléments ressort

Les pièces virtuelles ressort rigide peuvent être appliquées sur : courbes ou arêtes, faces ou surfaces



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

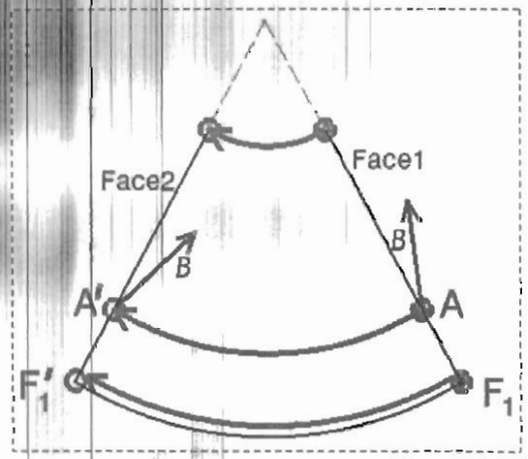
Conditions de périodicité

Grâce aux conditions de périodicité, nous pouvons exécuter une analyse sur la section du solide de la pièce périodique.

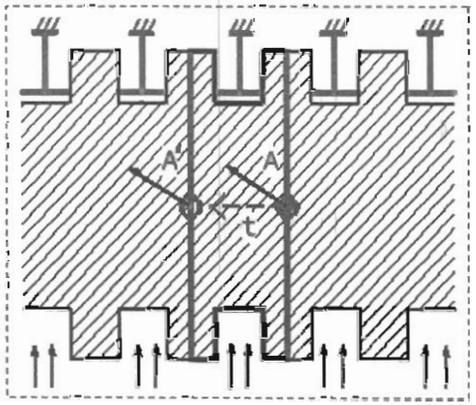
Cette section de solide doit représenter une période cyclique de la pièce entière. L'application de conditions de périodicité est économique : vous calculez uniquement une section de la pièce et vous obtenez le résultat qui est représentatif de la pièce entière.

Il existe 2 types de conditions de périodicité :

- Symétrie cyclique : de la géométrie ainsi que des contraintes et chargements



- Symétrie régulière : de la géométrie sectionnée ainsi que des contraintes et de chargements



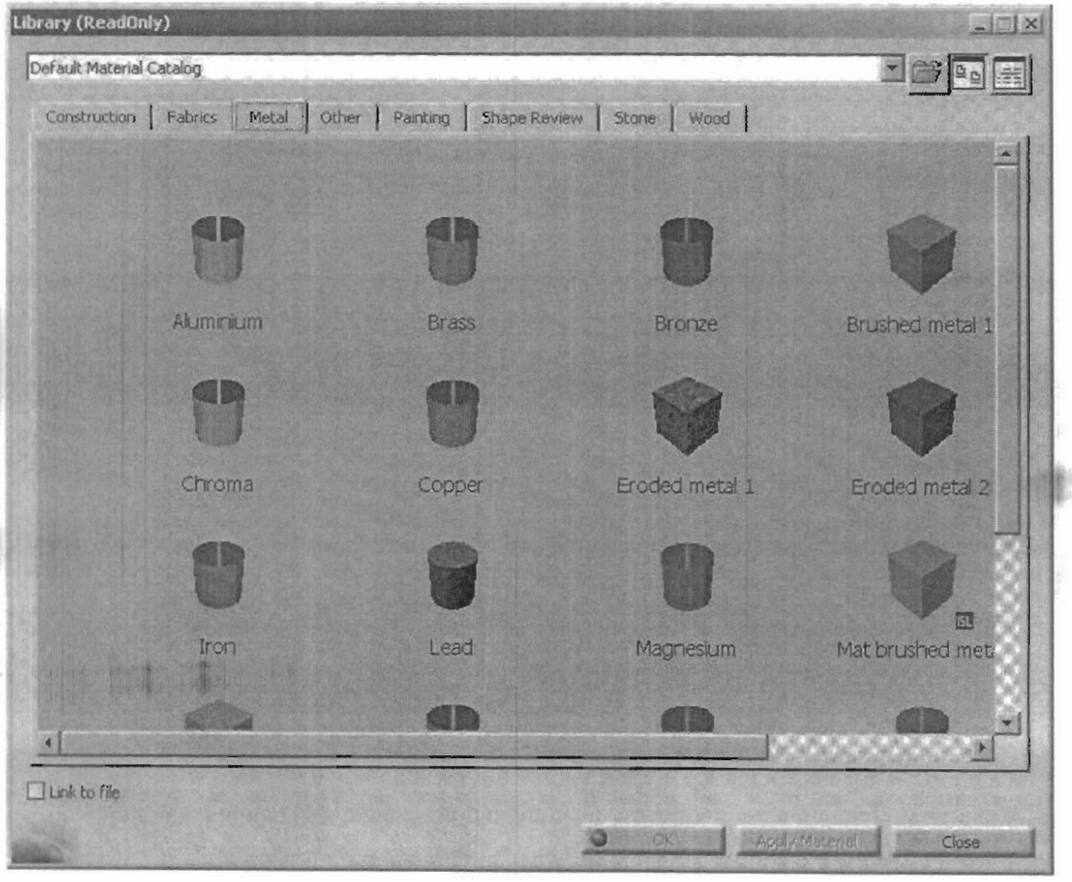
Pour utiliser des conditions de périodicité, vous devez vérifier si la géométrie ainsi que les contraintes et les chargements créés sont périodiques. La géométrie doit être régulière là où la section est coupée : la discontinuité n'est pas autorisée.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Définition d'un matériau utilisateur

Vous allez voir comment définir un nouveau matériau en utilisant des propriétés de matériau prédéfinies

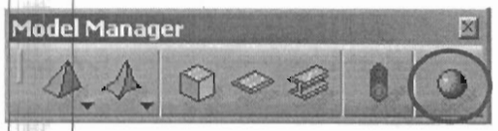


Copyright DASSAULT SYSTEMES

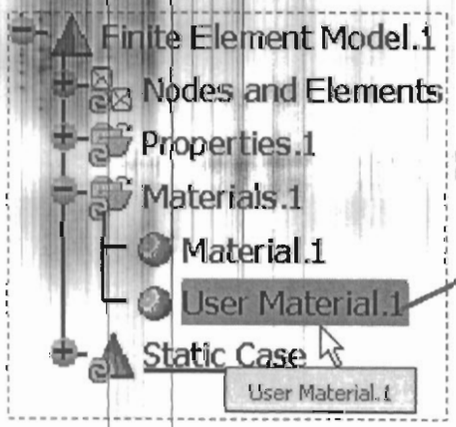
Student Notes:

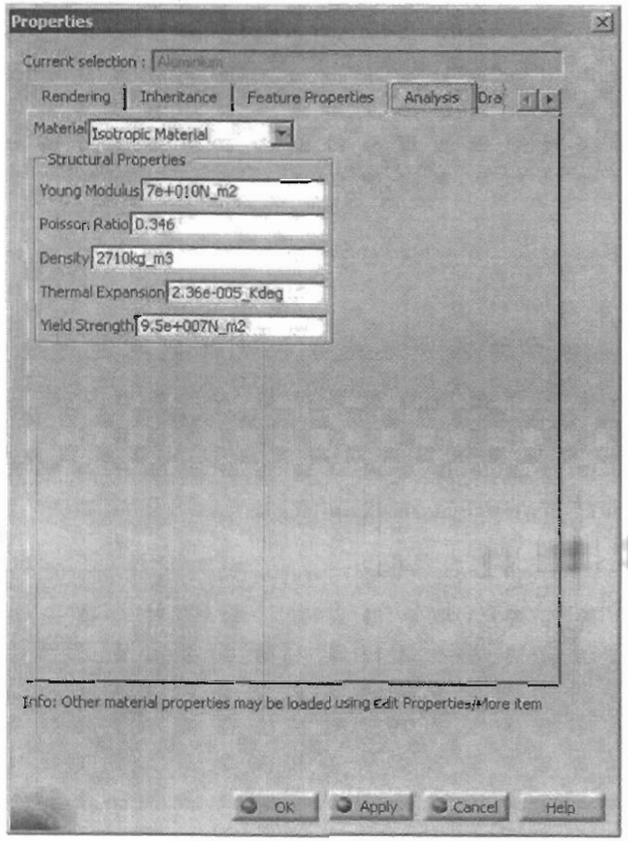
A propos de l'outil Matériau utilisateur

L'outil User Material (Matériau utilisateur) de Generative Structural Analysis vous permet de définir un nouveau matériau dans le groupe de matériaux. Vous pouvez appliquer des propriétés de matériau sur les matériaux prédéfinis de vos pièces/produits ou directement sur le maillage (provenant de l'atelier Advanced Meshing Tools).



Un objet User Material (Matériau utilisateur) apparaît dans l'arbre. Vous pouvez éditer cette entité et personnaliser ses propriétés d'analyse suivant vos besoins.





Copyright DASSAULT SYSTEMES

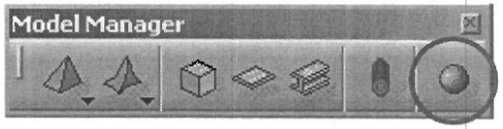
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

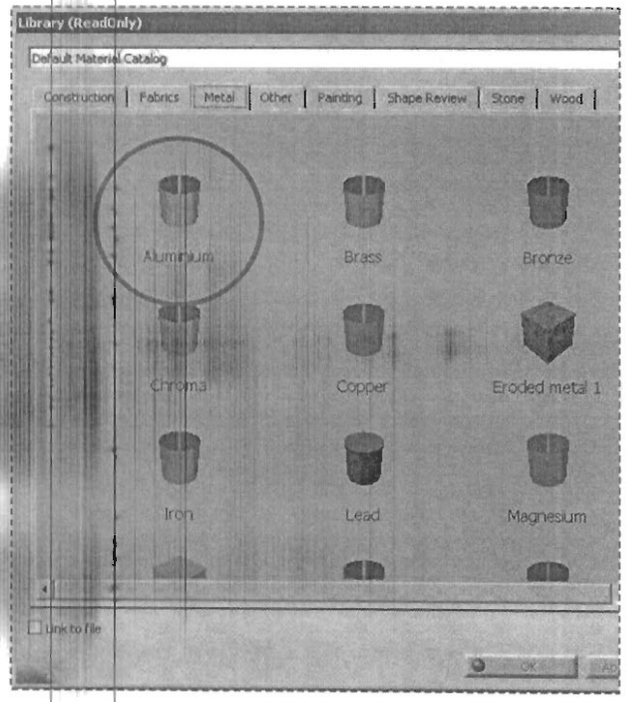
Personnalisation des propriétés des matériaux prédéfinis (1/2)

Vous pouvez définir de nouvelles propriétés de matériau en modifiant des propriétés prédéfinies

1. Cliquez sur l'icône User Material (Matériau utilisateur)

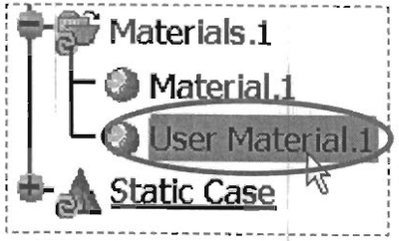


2. Sélectionnez un matériau dans la Library (Bibliothèque)



3. Cliquez sur OK pour valider votre choix

4. Un objet User Material (Matériau utilisateur) apparaît dans l'arborescence. Cliquez deux fois dessus pour l'éditer



Copyright DASSAULT SYSTEMES

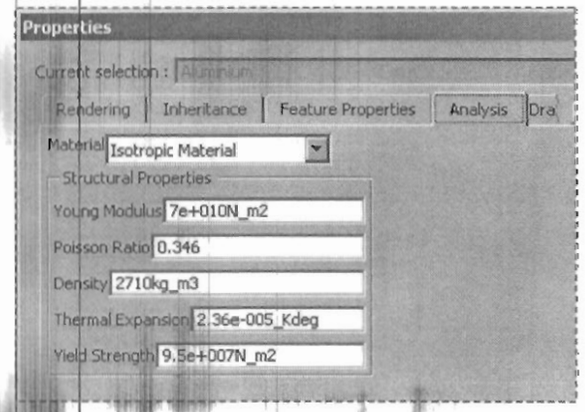
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

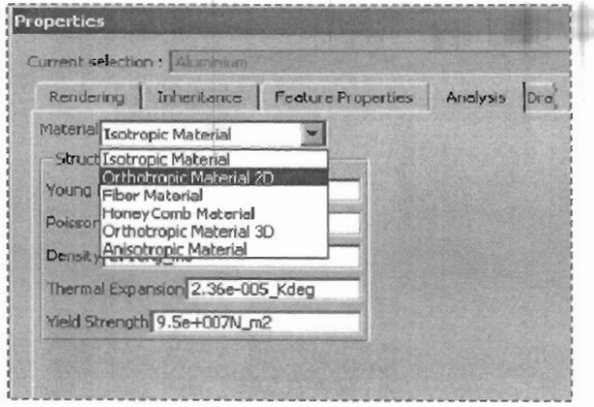
Personnalisation des propriétés des matériaux prédéfinis (2/2)

Vous pouvez définir de nouvelles propriétés de matériau en modifiant des propriétés prédéfinies

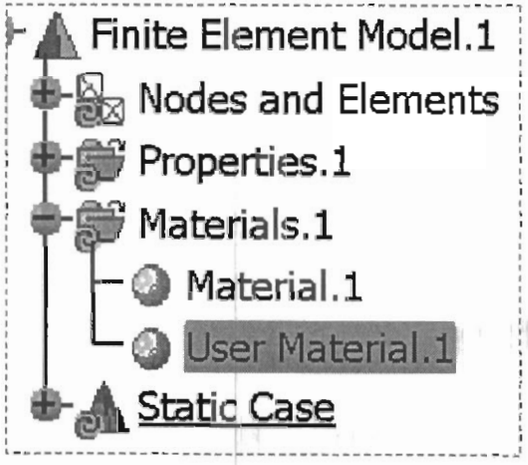
5 Cliquez sur l'onglet Analysis (Analyse)



6 Modifiez les propriétés voulues



7 Cliquez sur OK pour valider

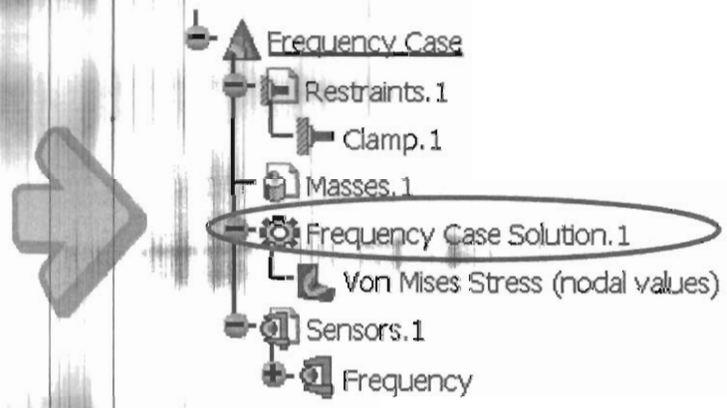


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Analyse modale

Vous allez apprendre à définir une analyse modale



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

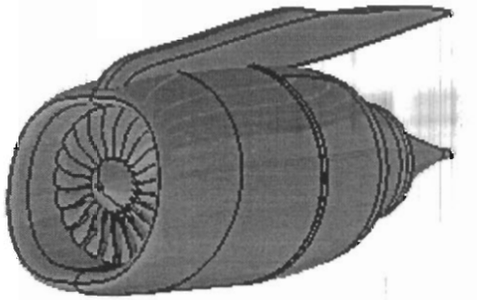
Student Notes:

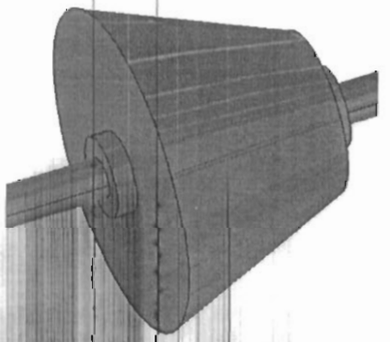
Rôle d'une analyse modale (1/2)

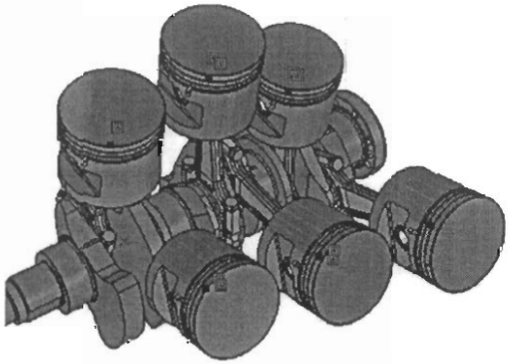
En plus des chargements statiques, les structures mécaniques sont également sujettes à des chargements variables en vibration et en durée.

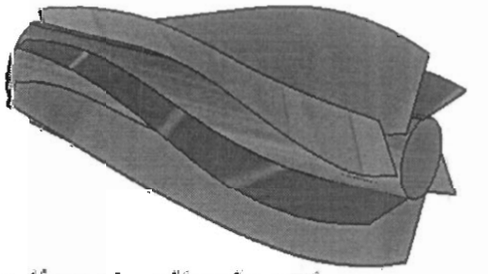
Les sources des vibrations en jeu sur la structure peuvent avoir deux origines :

- Les vibrations peuvent être générées au sein de la structure elle-même, comme dans le cas des turbines en rotation, des hélices ou des moteurs alternatifs.
- Les structures sont excitées par une autre source de vibration. Par exemple, la structure de support d'un moteur vibre suite à la vibration du moteur de combustion ; les ailes de l'avion vibrent à cause du rotor, la turbine causant des vibrations









Dans la pratique, les structures sont soumises aux deux types de vibration simultanément.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

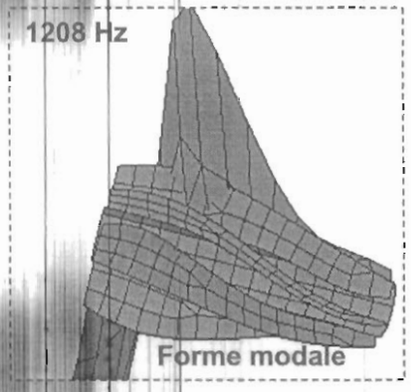
Student Notes:

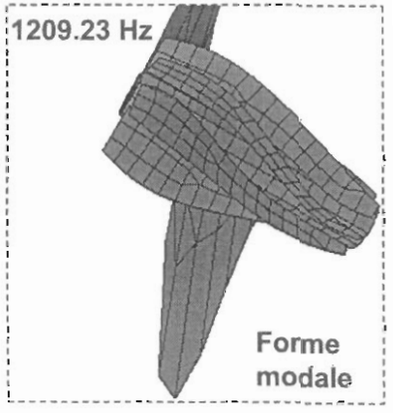
Rôle d'une analyse modale (2/2)

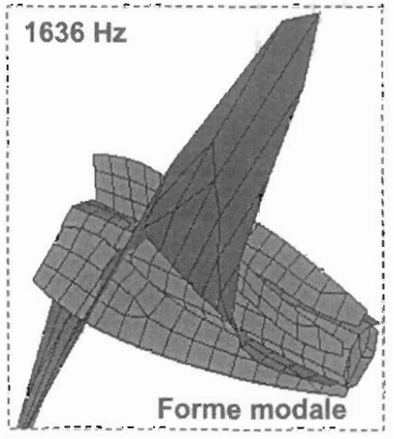
L'analyse modale permet de rechercher les fréquences naturelles et les formes modales de structure qui sont des caractéristiques uniques de cette structure.

- La fréquence naturelle est celle à laquelle la structure est excitée ; elle vibre avec des déplacements très importants. Les structures ont plusieurs fréquences naturelles. Lorsque la fréquence d'excitation correspond à la fréquence naturelle, elle conduit à un échec de structure à cause de la résonance. Il est donc important de connaître les fréquences naturelles de la structure.
- Une forme modale est le modèle de déplacement spécifique que la structure montre à chaque fréquence naturelle. Elle permet de visualiser si la structure est défaillante en cas d'excitation à une fréquence naturelle donnée.

Number of modes	Frequency (Hz)
1	1208
2	1208.02
3	1208.02
4	1208.07
5	1209.23
6	1209.23
7	1636.54
8	1636.54
9	1637.14
10	1637.16
11	1637.6







Ces caractéristiques sont importantes lors de la conception d'une structure soumise à des vibrations et des chargements variables dans le temps.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

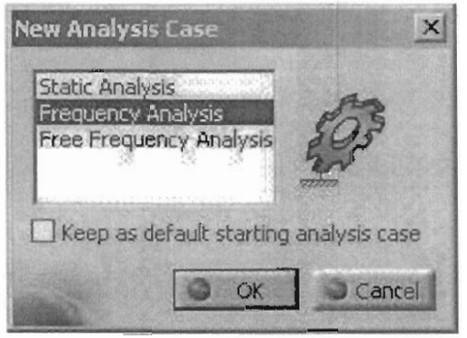
Copyright DASSAULT SYSTEMES

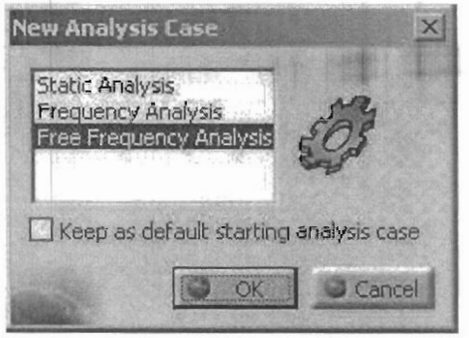
A propos d'une analyse modale

Une analyse modale permet de créer des ensembles d'objets pour les spécifications d'environnement de fréquence. Elle nécessite implicitement une procédure de solution de modes normale pour le calcul du cas de vibration (fréquence libre) ou pour une distribution en masse non structurelle donnée avec des contraintes données.

Lorsque vous ouvrez l'atelier GPS, vous avez le choix entre 3 types d'analyse :

- Static Analysis (Analyse statique)
- Frequency Analysis (Analyse modale)
- Free Frequency Analysis (Analyse modale libre)





Il existe 2 types d'analyse modale :

- Analyse modale : permet de calculer une analyse modale d'une pièce contrainte. Il est possible d'appliquer une masse supplémentaire.
- Analyse modale libre : permet de calculer un cas de vibration. Vous ne pouvez pas appliquer de contraintes.

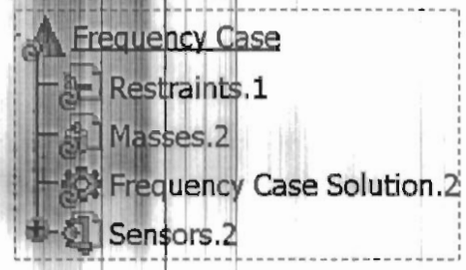
Copyright DASSAULT SYSTEMES

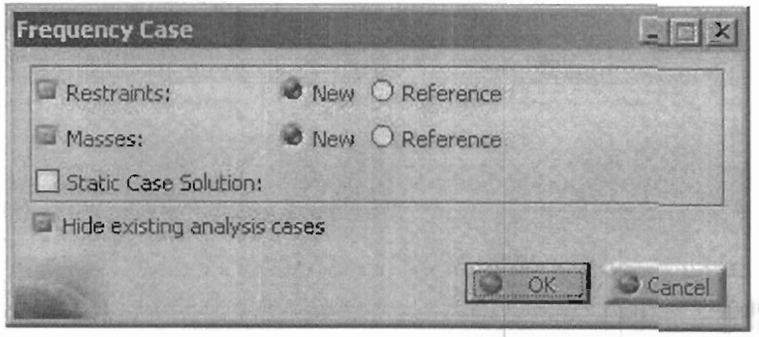
Student Notes:

Analyse modale/Analyse modale libre

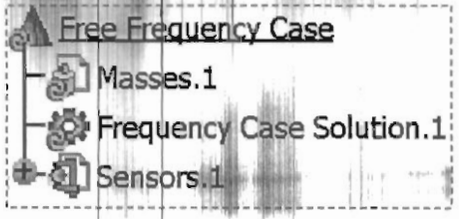
Comme vous l'avez vu dans l'introduction, il existe 2 types d'analyse modale, dont vous allez apprendre les spécificités. Quel que soit le type d'analyse modale, vous ne pouvez pas appliquer des chargements.
Vous avez la possibilité de démarrer à partir de zéro (New (Nouveau)) ou d'utiliser des références pour la définition de contraintes et de masses. Si vous choisissez Reference (Référence), cela implique que vous avez préalablement calculé d'autres cas et que vous devez simplement les sélectionner dans l'arbre de spécifications. Vous apprendrez à appliquer une masse supplémentaire dans les diapositives suivantes.

Analyse modale





Analyse modale libre



Comme vous pouvez le voir dans l'arbre, Free Frequency Analysis (Analyse modale libre) ne permet pas la création de contrainte. Vous pouvez ajouter uniquement des masses. L'analyse modale libre permet de calculer des cas de vibration.

Si l'option Restraints (Fixations) est décochée dans Frequency Case (Cas de fréquence), l'analyse devient une analyse modale libre, ce qui équivaut aux modes de vibration.

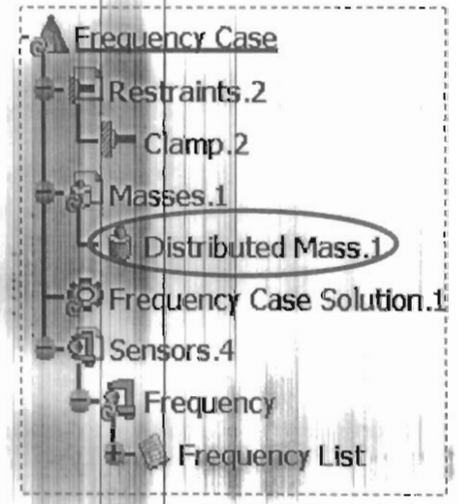
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

A propos d'une masse distribuée

Les masses distribuées servent à modéliser des caractéristiques système purement inertielles (non structurelle), comme un équipement supplémentaire.

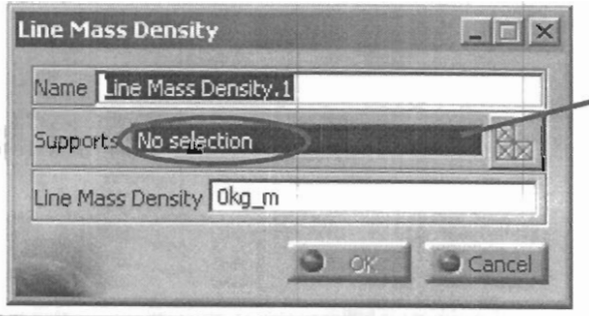
Elles représentent des champs de masse à point scalaire et sont équivalentes à une masse totale concentrée en un point donné (centre de gravité géométrique). Elles peuvent être distribuées sur une pièce virtuelle ou sur une sélection géométrique. Elles ne s'utilisent qu'en cas d'analyse modale. Elles ne sont pas traitées comme un chargement structurel.

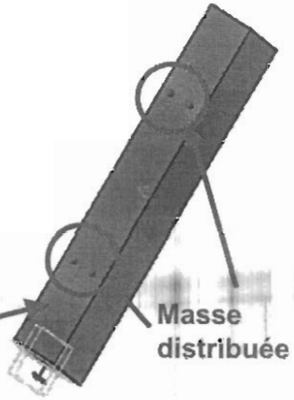


Vous pouvez les utiliser dans un cas de fréquence pour modéliser une pièce supplémentaire dans votre analyse.

Il peut s'agir de :

- Line Mass Density (Masse linéique)
- Surface Mass Density (Masse surfacique)
- Inertia on virtual parts (Inertie sur pièce virtuelle)





La masse structurelle est toujours prise en compte lors du calcul d'un cas de fréquence.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

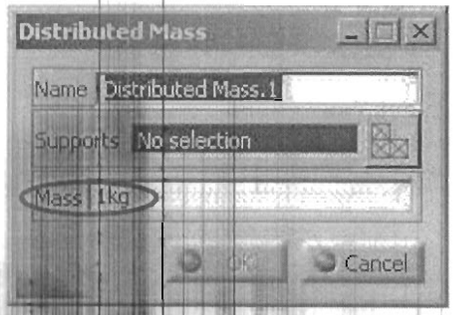
Student Notes:

Application d'une masse distribuée

Une fois la masse distribuée précisée, la masse totale reste indépendante du support géométrique. Le point dans lequel est concentrée la masse totale représente le centre de gravité de la géométrie sélectionnée ou le manipulateur de la pièce virtuelle.

1. Cliquez sur l'icône Masse distribuée.

La boîte de dialogue Distributed Mass (Masse distribuée) s'ouvre

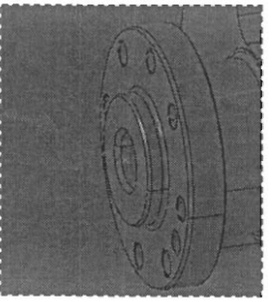


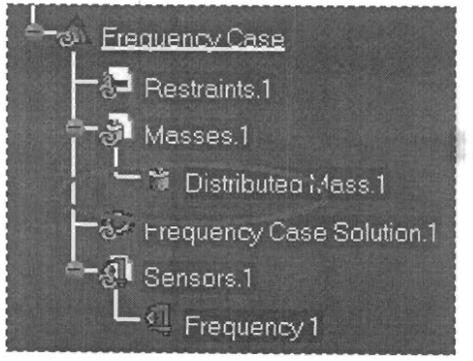
3. Entrez la valeur de la masse totale

4. Cliquez sur OK

2. Sélectionnez le support (une pièce virtuelle ou une géométrie).

Le symbole de masse distribuée s'affiche (ici, un vilebrequin)





Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

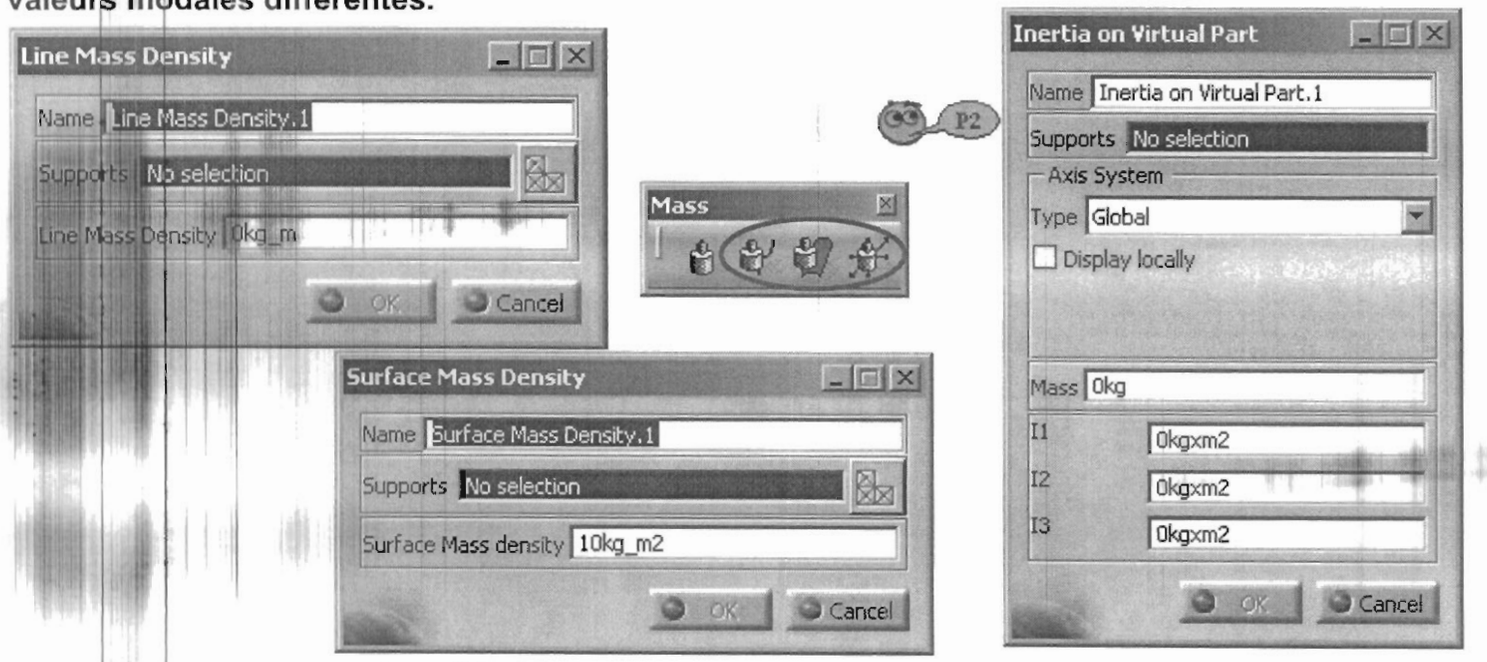
Student Notes:

A propos des masses (linéique et surfacique) et de l'inertie sur pièce virtuelle

Les masses servent à modéliser des caractéristiques système purement inertielles (non structurelles), comme un équipement supplémentaire.

Les masses représentent des champs de densité de masse scalaire d'une intensité donnée, appliqués à des géométries. Elles peuvent être distribuées sur des courbes/arêtes, faces/surfaces et groupes. Cette quantité reste constante indépendamment de la sélection géométrique. Les ensembles de masses peuvent être inclus dans des cas statiques : dans ce cas, ils sont utilisés pour les effets d'inertie basés sur des chargements.

L'inertie sur pièce virtuelle représente les valeurs de masse d'application et d'inertie sur des pièces virtuelles. Des valeurs d'inertie différentes pour une même distribution des masses génère des valeurs modales différentes.

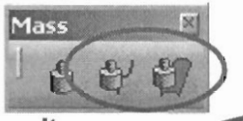


Copyright DASSAULT SYSTEMES

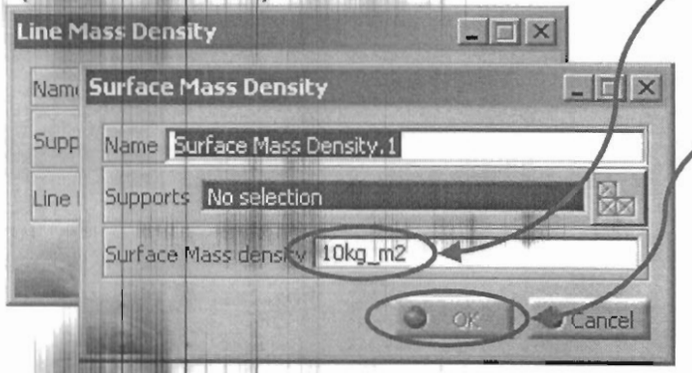
Application d'une densité de masse

Les densités de masse représentent des champs de densité de masse scalaire d'une intensité donnée, appliqués à des géométries. L'utilisateur spécifie la densité de masse. La masse totale dépend donc du choix de la géométrie.

1 Cliquez sur une icône Densité de masse



Une boîte de dialogue de type Mass Density (Densité de masse) s'affiche

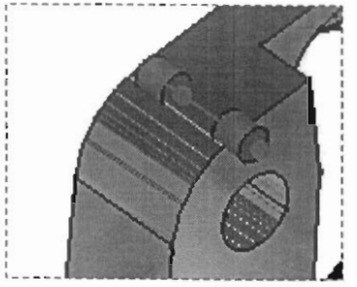


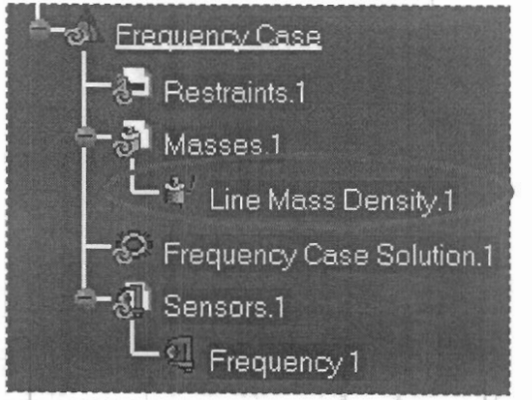
3 Spécifiez la densité de masse

4 Cliquez sur OK

2 Sélectionnez le support :

- courbes/arêtes en cas de Line Mass Density (Densité de masse Linéique)
- faces/surfaces en cas de Surface Mass Densities (Densité de masse Surfacique)
- groupes





Copyright DASSAULT SYSTEMES

Application d'une inertie sur une pièce virtuelle

L'inertie sur pièce virtuelle permet d'appliquer différentes valeurs de masse et d'inertie sur des pièces virtuelles.

1 Cliquez sur l'icône Inertie sur pièce virtuelle

2 Sélectionnez le support comme pièce virtuelle

3 Sélectionnez le type d'Axis System (Repère)

4 Spécifiez les valeurs de masse et d'inertie

5 Confirmez avec OK

Mass

Inertia on Virtual Part

Name: Inertia on Virtual Part.2

Supports: 1 Virtual part

Axis System

Type: Global

Display locally

Mass: 12kg

I1: 10kgxm2

I2: 10kgxm2

I3: 10kgxm2

OK Cancel

Pièce virtuelle

Icône Inertie sur pièce virtuelle

Frequency Case

Restraints.1

Masses.1

Inertia on Virtual Part.1

Frequency Case Solution.1

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pour résumer...

Dans les outils de pré-traitement, vous avez découvert comment :

- Définir des chargements avancés
- Définir des contraintes avancées
- Sélectionner une pièce 'maillage'
- Définir une pièce virtuelle
- Définir un matériau isotrope
- Définir une analyse de fréquence

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Calcul

Dans cette leçon vous allez apprendre à calculer une analyse de fréquence et utiliser quelques outils de calcul avancé.

- Calcul d'un cas de fréquence
- Calcul avec adaptivité
- Historique des calculs
- Pour résumer...

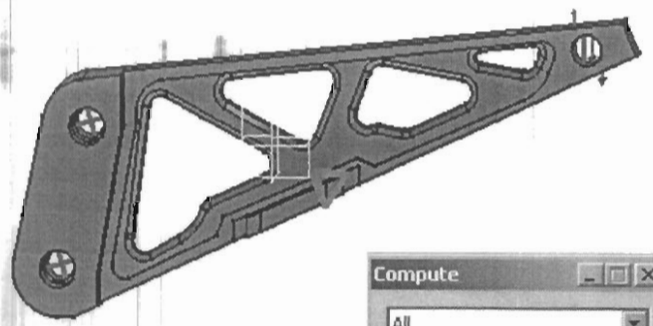
Copyright DASSAULT SYSTEMES

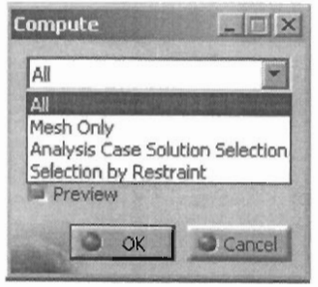
Copyright DASSAULT SYSTEMES

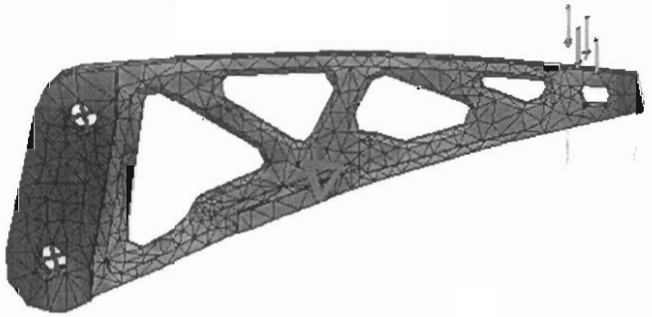
Student Notes:

Calcul d'un cas de fréquence

Vous allez apprendre à calculer un cas de fréquence.







Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Introduction

A ce stade du travail, vous devez vérifier que vos matériaux, contraintes et chargements sont correctement définis. Le calcul va générer la solution de cas d'analyse, avec des résultats partiels pour tous les objets impliqués dans la définition de ce cas.

Le premier résultat du calcul de solution de cas de fréquence consiste en un jeu de fréquences et en vecteurs de forme de vibration modale dont les composants représentent les valeurs du DDL système pour les différents modes de vibration.

Le programme peut calculer simultanément plusieurs ensembles d'objets de solution, avec calcul optimal parallèle applicable à tout moment.

La zone de liste permet de choisir entre plusieurs options pour l'ensemble d'objets à mettre à jour :

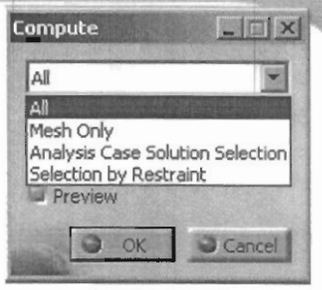
- All (Tout) : tous les objets définis dans l'arbre d'éléments d'analyse sont calculés
- Mesh only (Seulement le maillage) : les pièces et connexions de pré-traitement sont maillées. Les données de pré-traitement (chargements, contraintes, etc.) sont appliquées sur le maillage. En cas d'activation préalable de cette option, vous pouvez visualiser les données appliquées sur le maillage à l'aide de l'option Visualization on Mesh (Visualisation du maillage), dans le menu contextuel
- Analysis Case Solution Selection (Sélection de la solution de cas d'analyse) : seulement une sélection de solutions de cas d'analyse définies par l'utilisateur est calculée, avec la stratégie de calcul optimal parallèle
- Selection by Restraint (Sélection d'une fixation) : seulement les caractéristiques sélectionnées sont calculées (Properties (Propriétés), Restraints (Fixations), Loads (Chargements), Masses).

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

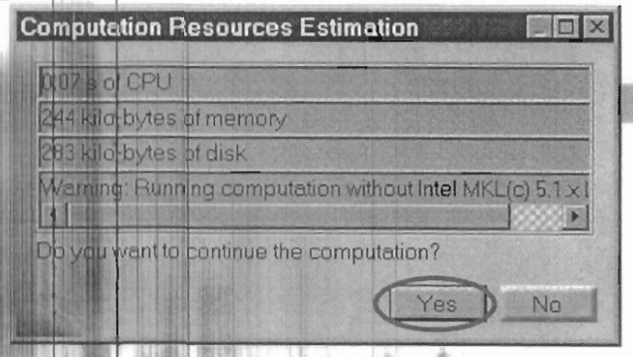
Calcul d'une solution modale

1 Cliquez sur l'icône Calcul



2 Choisissez l'option de calcul voulue

3 Cochez Preview (Aperçu) pour une estimation du temps de calcul.



4 Cliquez sur Yes (Oui) pour lancer le calcul

- Une série de messages de statut (Maillage, Factorisation, Solution) vous informe de l'avancement du calcul.
- Une fois que le calcul est exécuté avec succès, le maillage FE est visualisé sur votre pièce, et le statut de tous les objets dans l'arbre de spécifications de l'analyse jusqu'au jeu d'objets de la solution du cas de fréquence est valide.
- Etudiez le rapport de l'analyse
- Visualisez les images des différents résultats

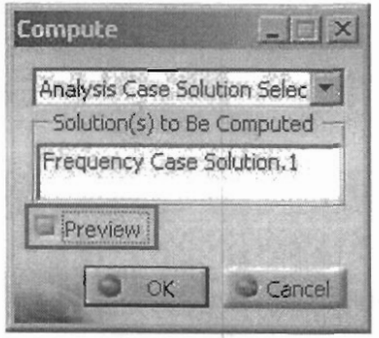
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Informations complémentaires

- Si vous avez défini plusieurs cas d'analyse modale, vous pouvez les calculer simultanément, en suivant la même procédure.
- Vous pouvez également calculer une sélection de cas en sélectionnant Analysis Cases Solution Selection (Sélection de la solution de cas d'analyse) . Vous pouvez spécifier les cas dans la boîte de dialogue du calcul.
- Vous pouvez calculer des modes de vibration soit pour le système libre soit pour le système piloté par les supports. Dans le premier cas, il n'y a pas de contraintes, donc, votre cas d'analyse ne doit contenir aucun ensemble d'objets de contraintes.
- Pour afficher le temps CPU et les besoins de mémoire, avant de lancer tout calcul, il faut activer l'option Estimates (Estimation des ressources du calcul) dans la boîte de dialogue Update (Mise à jour).

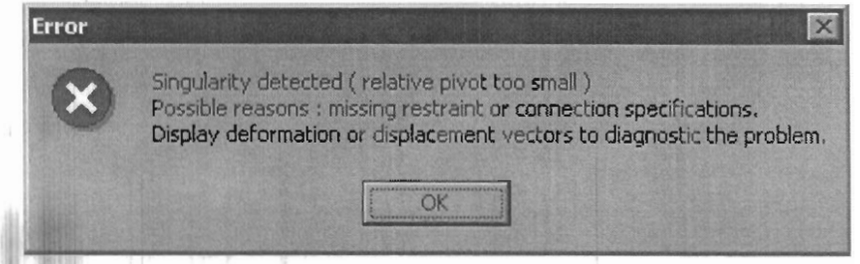


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Dépannage

Lors du calcul d'une analyse de cas de fréquence, certains messages d'erreur sont possibles.



Ce message s'affiche si vous calculez une analyse modale et que vous avez oublié d'appliquer des contraintes (pour corriger la pièce).

Solution : Appliquez une contrainte en un point quelconque de la pièce et effectuez à nouveau le calcul.

Remarque : Si vous voulez calculer le mode de vibration d'une pièce (ce qui ne nécessite aucune contrainte), une analyse modale n'est pas adaptée. Vous devez définir une analyse modale libre qui ne nécessite aucun jeu de contraintes.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Sélection des paramètres d'une solution de fréquence

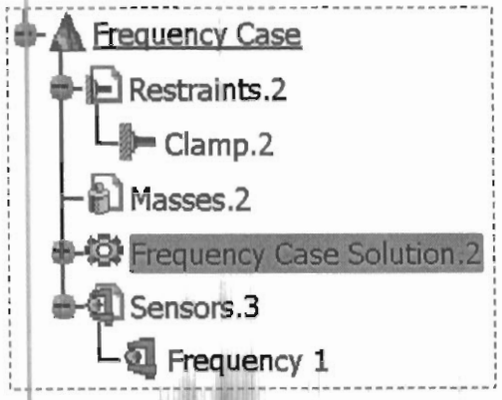
Les paramètres de définition du cas d'analyse, (disponibles, dans le produit d'analyse structurelle ELFINI, dans la boîte de dialogue Nouveau cas pendant l'insertion d'un cas) ne peuvent pas être modifiés une fois que le cas a été créé. Il ne faut pas les confondre avec les paramètres de calcul de la solution de cas, qui sont proposés par défaut lors de la création, et sont ensuite modifiables.

La boîte de dialogue Frequency Solution Parameters (Paramètres solution modale) contient les paramètres suivants :

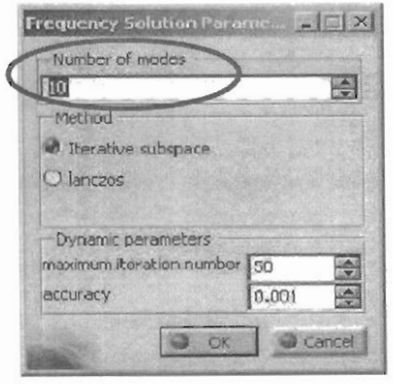
- Number of modes (Nombre de modes)
- Method (Iterative subspace ou lanczos) [Méthode (Sous-espace itératif ou Lanczos)]

  Le sous-espace itératif est utilisé pour les problèmes complexes, mais nécessite plus de temps tandis que la méthode Lanczos, plus rapide, est adaptée aux problèmes simples.
- Dynamic parameters (Maximum iteration number et Accuracy) [Paramètres dynamiques (Nombre maximum d'itération et Précision)]

1 Cliquez deux fois sur l'ensemble des objets de solution dans l'arbre des éléments d'analyse pour afficher la boîte de dialogue Définition de calcul.



2 Modifiez les paramètres voulus.



3 Cliquez sur OK.

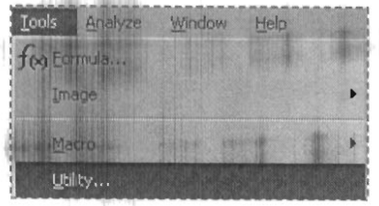
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

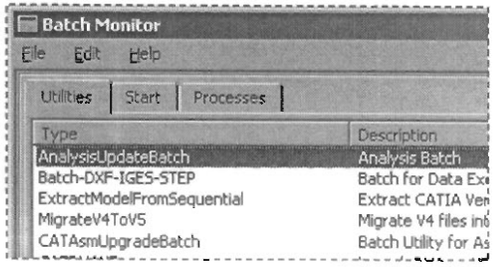
Lancement d'un traitement par lots

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

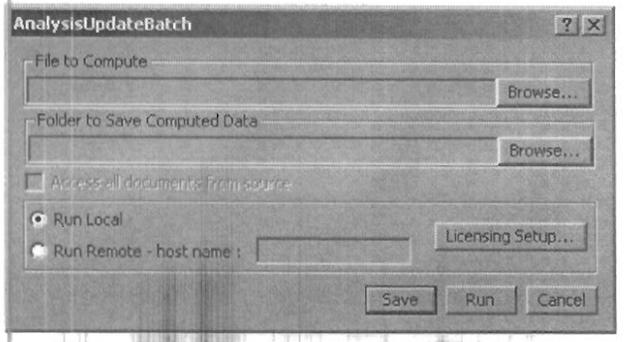
1. Cliquez sur Tools > Utility... (Outils > Utilitaires...)



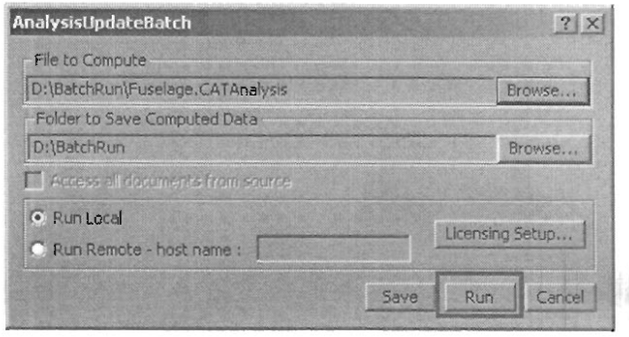
2. Cliquez deux fois sur AnalysisUpdateBatch



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



Copyright DASSAULT SYSTEMES

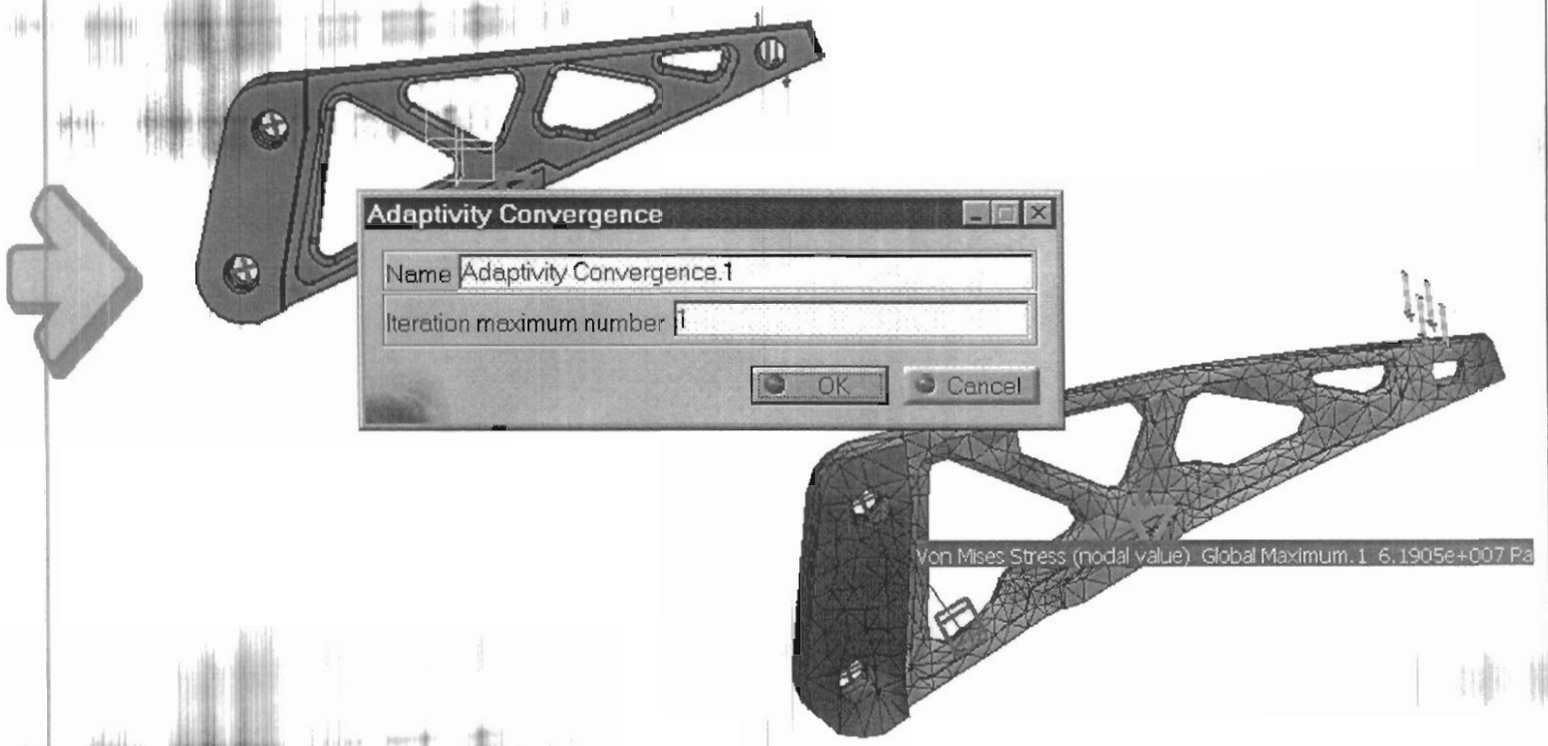
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Calcul avec adaptivité

P2

Vous allez apprendre à calculer une analyse en prenant en compte l'erreur d'objectif définie grâce aux outils d'adaptivité (Post-traitement).



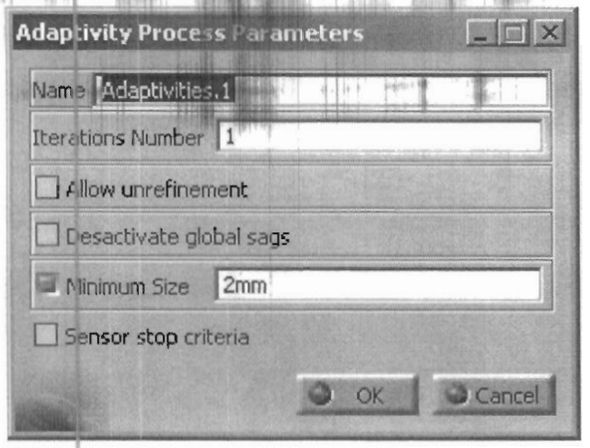
Remarque : Pour toute information concernant l'adaptivité, veuillez consulter la skillet 'Adaptivité du maillage' dans la leçon sur le post-traitement.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de l'adaptivité

L'adaptivité consiste en un affinage sélectif du maillage en vue d'obtenir la précision résultante voulue dans une zone spécifiée (voir la leçon sur le post-traitement).



- Les critères d'affinage du maillage sont basés sur la technique "Estimation d'erreur prédictive", qui détermine la distribution du champ d'estimation de l'erreur locale pour un cas d'analyse statique. La gestion d'adaptivité consiste en une définition des spécifications d'adaptivité globale et en un calcul de solutions d'adaptation.
- Les fonctionnalités d'adaptivité sont disponibles uniquement avec une solution d'analyse statique ou avec une solution combinée faisant référence à une solution d'analyse statique.
- Une fois le "Calcul avec adaptivité" lancé, vous pouvez retourner dans la solution statique et vérifier que le maillage a été affiné selon vos spécifications dans les boîtes d'adaptivité.
- Vous pouvez créer plusieurs objets "boîte d'adaptivité" associés à différentes solutions statiques et correspondant aux différentes zones de votre pièce, c'est-à-dire :

  Créer plusieurs objets "boîte d'adaptivité" associés à la même solution statique et correspondant à différentes zones de votre pièce

  Créer plusieurs objets "boîte d'adaptivité" associés à différentes solutions statiques et correspondant à la même zone de votre pièce
- Le calcul respecte toutes les spécifications d'adaptivité grâce au nombre d'itérations maximum du processus d'adaptivité globale.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Calcul avec paramètres du processus adaptatif

Une fois l'adaptativité définie, vous devez calculer l'analyse en tenant compte de ce paramètre.

1 Entrez le nombre d'itérations

2 Cochez les différentes options, le cas échéant :

Allow Unrefinement (Autoriser le déraffinement) : permet d'augmenter la taille globale du maillage dans certaines zones.

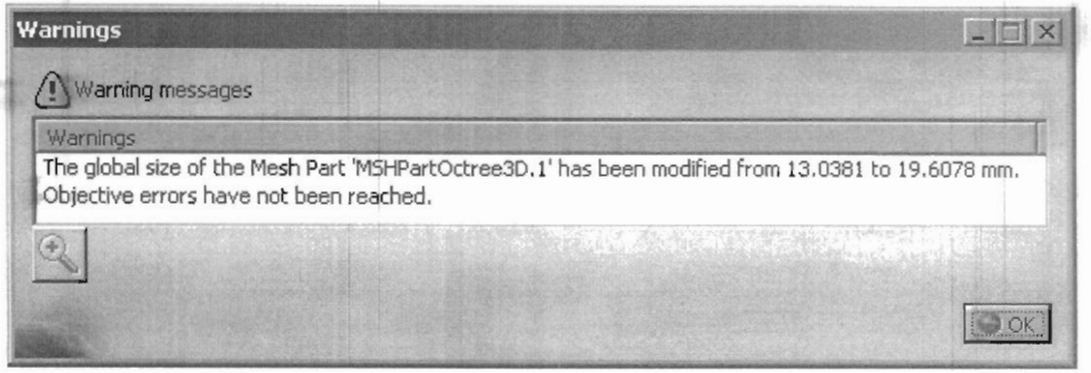
"Deactivate global sags (Désactiver les flèches globales) : permet de désactiver les flèches globales définies dans les propriétés du maillage

Minimum Size (Taille minimale): permet d'imposer la taille minimale de l'élément

Critère d'arrêt type capteur : permet d'arrêter le calcul lorsque le capteur a convergé

3 Cliquez sur OK

A la fin du calcul, un message d'avertissement s'affiche et vous informe si l'erreur objectif n'a pas été atteinte :

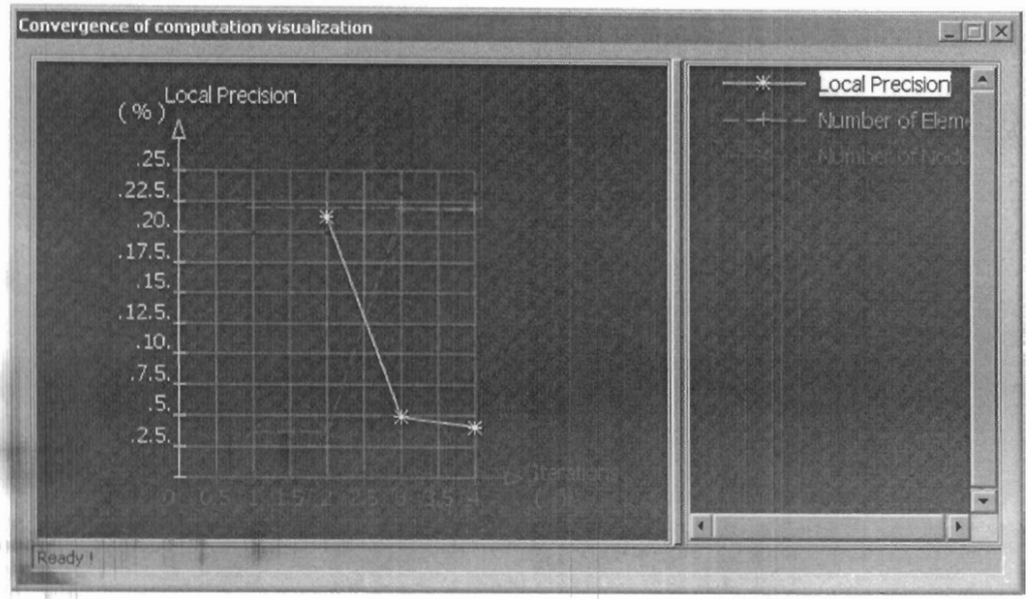


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Historique des calculs

Vous allez apprendre à comparer les évolutions de paramètres des calculs successifs.



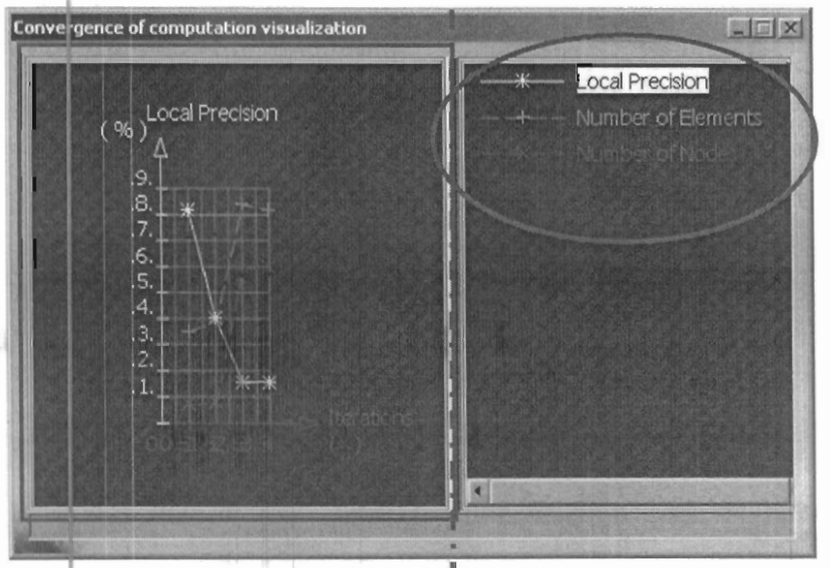
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de l'historique

Un historique des calculs vous permet de comparer de nouvelles valeurs éventuellement attribuées à un CATAnalysis. Vous devez exécuter au moins deux opérations de calcul. Vous pouvez sélectionner les différentes options à droite dans la boîte de dialogue et ainsi afficher les informations de convergence selon vos besoins.



A droite, vous voyez :

- By default (Par défaut) : nombre d'éléments et de noeuds
- Static Case (Cas statique) : énergie, Von Mises maximum, déplacement maximum, erreur globale (résultats basés sur les analyses créées). Si des "boîtes d'adaptivité" ont déjà été créées, le graphique présente une erreur locale par boîte
- Frequency Case (Cas de fréquence) : la fréquence pour chaque mode requis pendant l'opération de calcul (résultats basés sur les analyses créées).

Sur le côté gauche de la boîte de dialogue, vous pouvez voir l'évolution du paramètre sélectionné sur la droite de chaque calcul (un calcul est représenté par une croix). Les unités et l'échelle sont définies automatiquement suivant le paramètre sélectionné.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

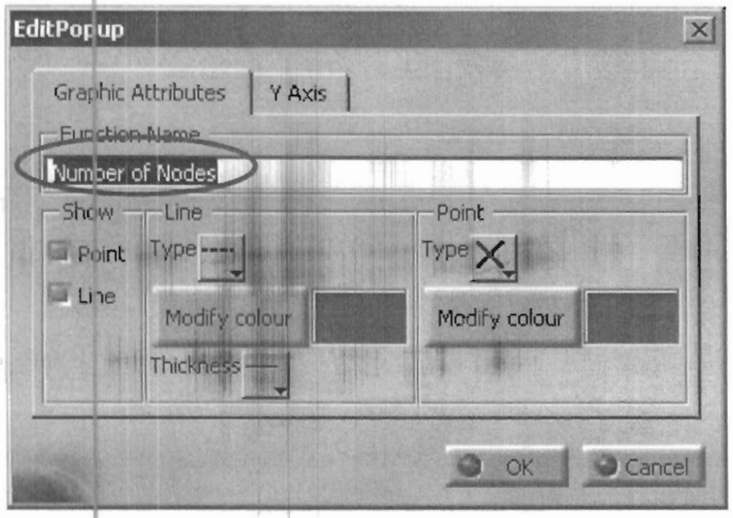
Copyright DASSAULT SYSTEMES

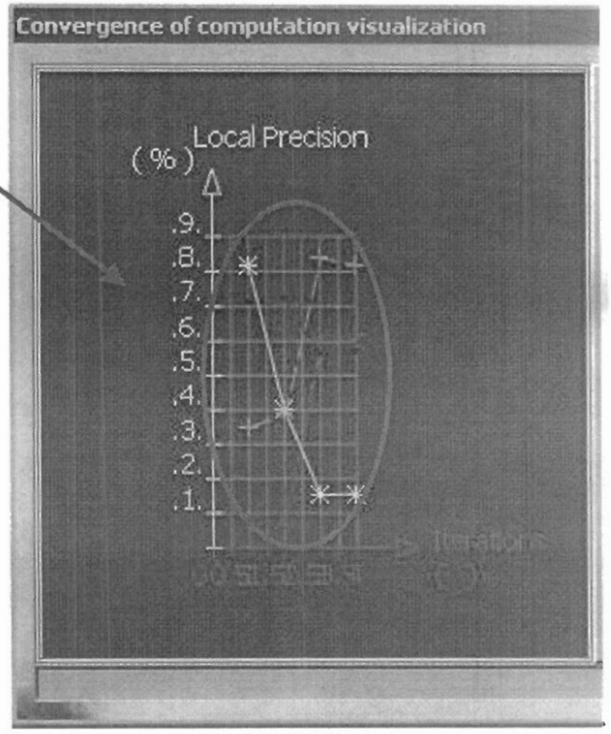
Student Notes:

A propos de l'édition des lignes

Vous pouvez éditer le graphe et modifier ses attributs.

Cliquez deux fois sur une ligne pour afficher la boîte de dialogue EditPopup (Fenêtre d'édition)





Vous pouvez modifier les valeurs Function Name (Nom de la fonction), afficher ou non les points et les lignes, modifier leurs caractéristiques.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pour résumer...

Dans la leçon Calcul, vous avez appris à :

- Calculer une analyse modale
- Calculer l'analyse avec adaptivité
- Visualiser l'historique de calcul

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

GPS Outils de post-traitement avancé

Dans cette leçon vous allez découvrir les outils de post-traitement avancé pour visualiser des résultats et optimiser l'analyse

- Visualisation des résultats
- Gestion de résultats
- Affinage
- Pour résumer...

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Visualisation des résultats

Dans cette leçon, vous allez vous familiariser avec les outils avancés permettant de visualiser les résultats

- Création d'images
- Plan de coupe
- Pour résumer...

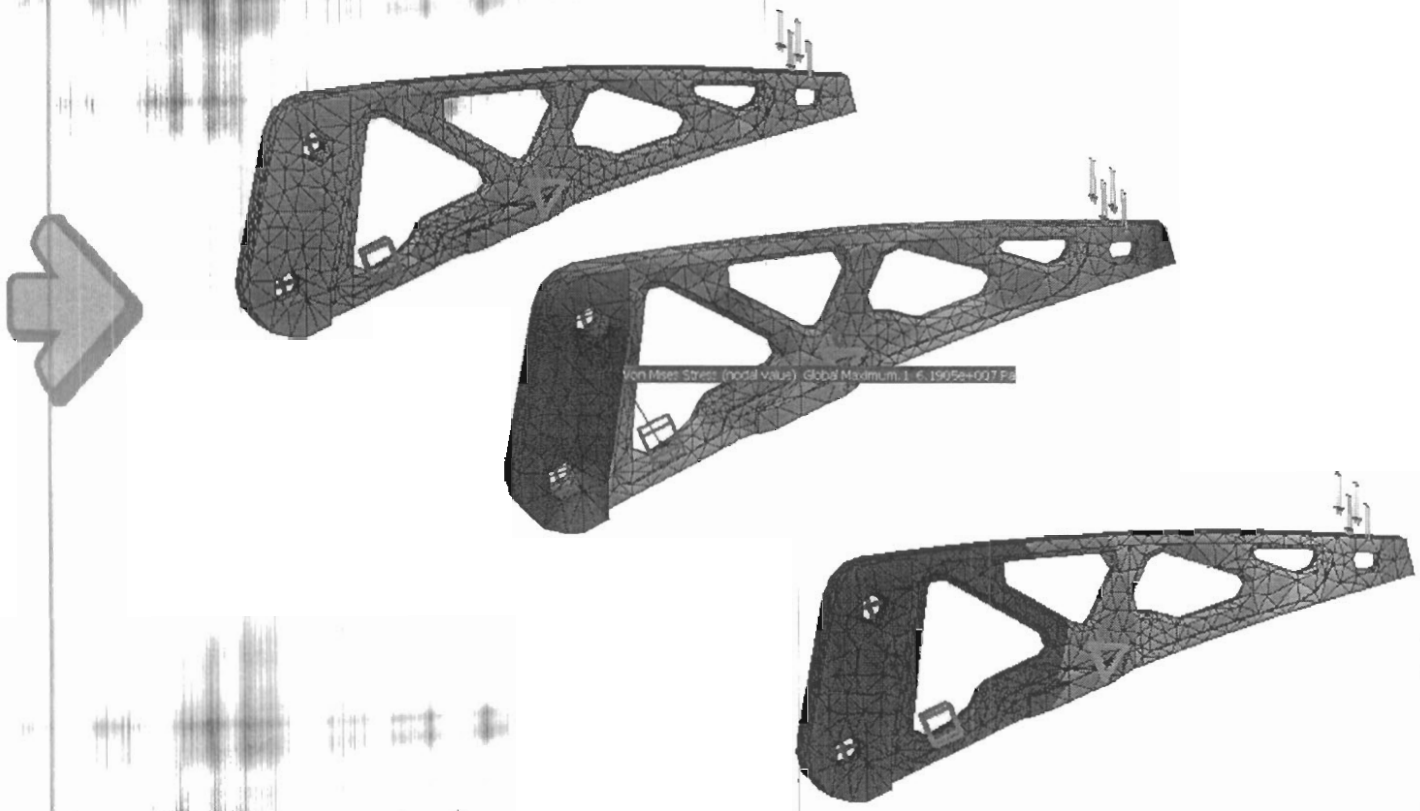
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Création d'images

Vous allez apprendre à créer des images correspondant aux résultats d'analyse.

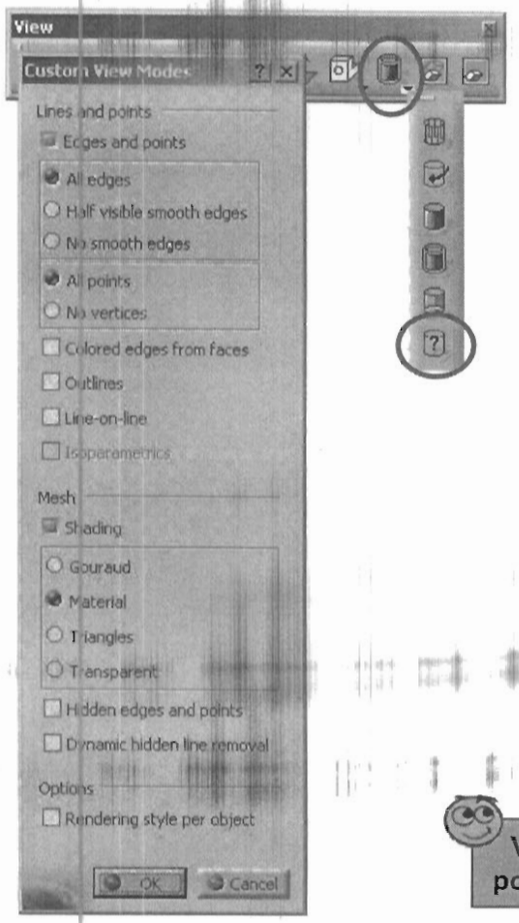


Copyright DASSAULT SYSTEMES

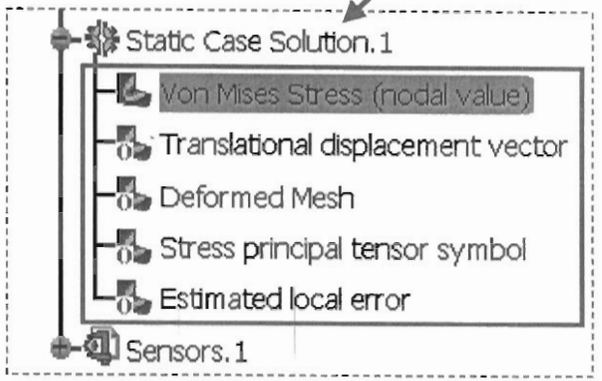
Student Notes:

Introduction

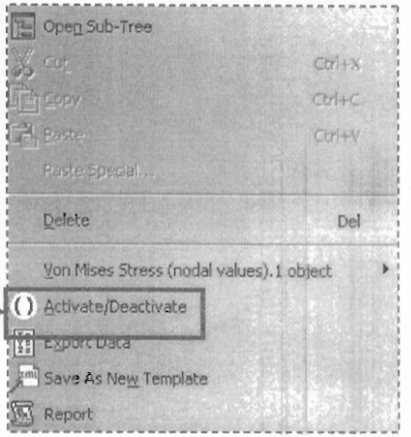
Vous ne pouvez visualiser des résultats que si vous avez réussi le calcul de votre analyse. Avant de commencer, vérifiez que les options Edges and points (Arêtes et Points), All edges (Toutes les arêtes), Shading (Rendu réaliste) et Material (Matériaux) sont activées dans la boîte de dialogue Custom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



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.



Vous verrez les différentes options pour la visualisation des résultats.

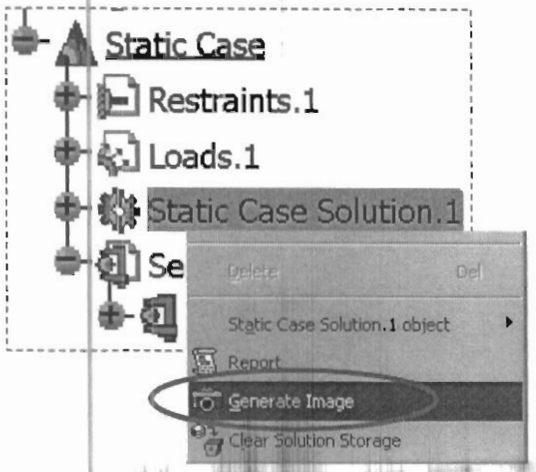
Copyright DASSAULT SYSTEMES

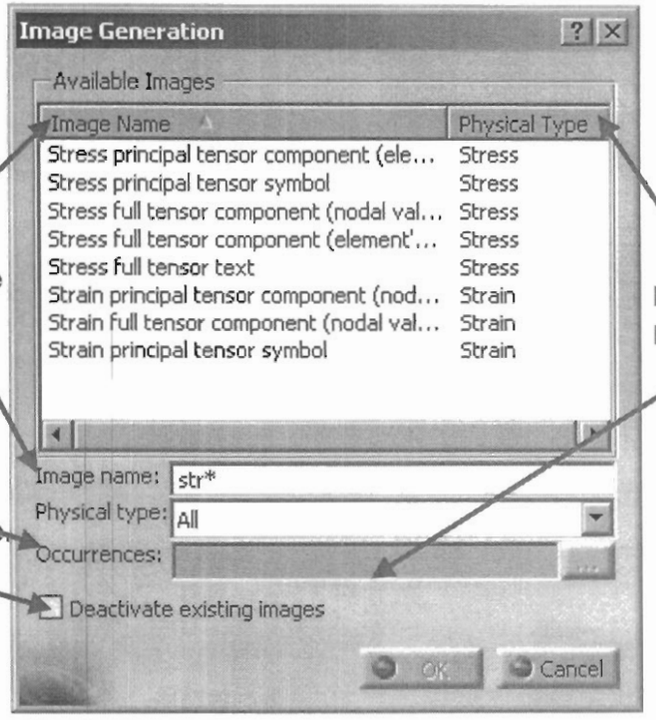
Student Notes:

Génération d'images

L'outil Generate Image (Génération d'image) est disponible à partir du menu contextuel de chaque Solution Case (Cas de solution).

Pour accéder à cet outil, cliquez avec le bouton droit de la souris sur le cas de solution dans l'arbre de spécifications. Vous pouvez créer de nombreuses images simultanément : la multi-sélection est autorisée (appuyez sur Ctrl).





Filtre par nom d'image

Filtre par type physique

Pour les cas non statiques, vous avez la possibilité de sélectionner l'occurrence active.

Si la case Deactivate existing Images (Désactive les images existantes) est cochée, vous obtenez le même comportement qu'avec la commande Image Generation (Images Prédéfinies) en utilisant la barre d'outil Image.

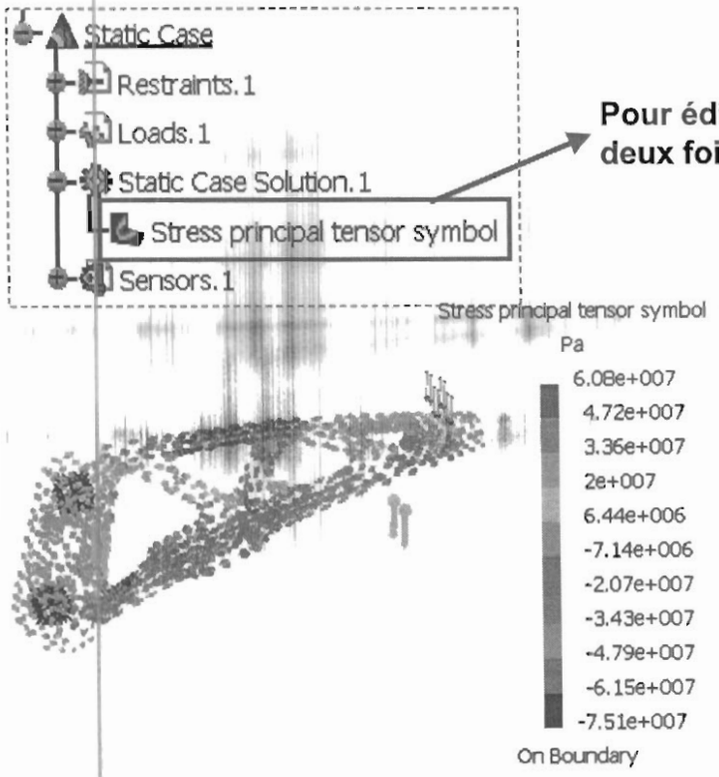
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos des contraintes principales

Les images de contraintes principales (symboles) sont utilisées pour visualiser les schémas de champs de contraintes principales, 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.

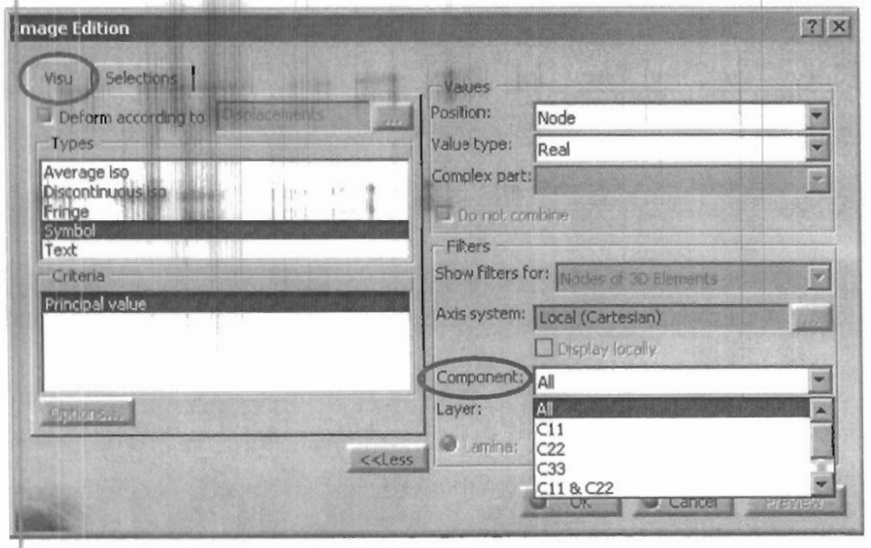
Copyright DASSAULT SYSTEMES

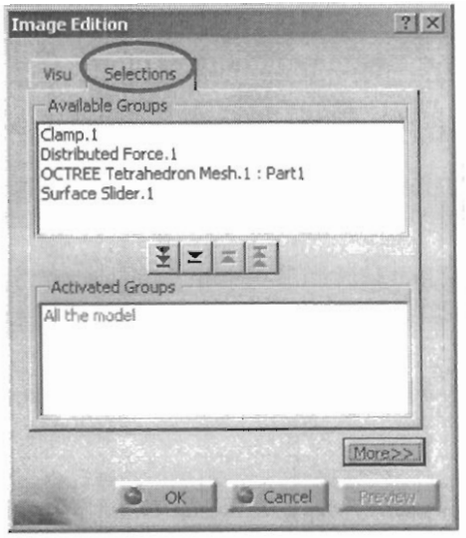
Student Notes:

Edition des images de contraintes principales

La boîte de dialogue Image Edition (Editeur d'image) est composée de 3 onglets :

- Visu : fournit une liste avec des types de visualisation, Average-Iso (Iso contours), Discontinuous-Iso (Iso discontinues), Text (Texte). ainsi qu'une liste de critères Principal Value (Valeur principale).
- Filters (Filtres) : fournit 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 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.





Copyright DASSAULT SYSTEMES

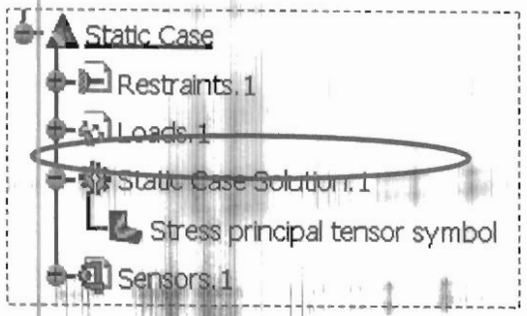
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

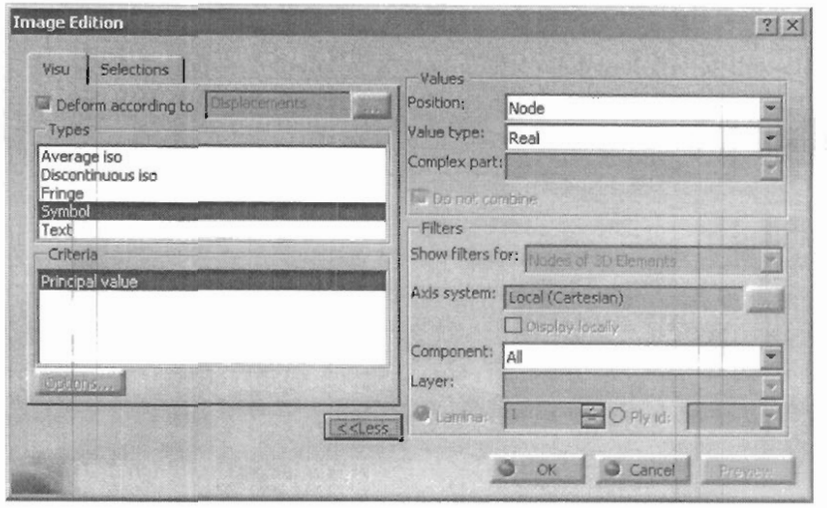
Visualisation des contraintes principales

Cette tâche explique comment générer des images de contraintes principales sur des pièces.

1. **Cliquez sur l'icône Contraintes principales**

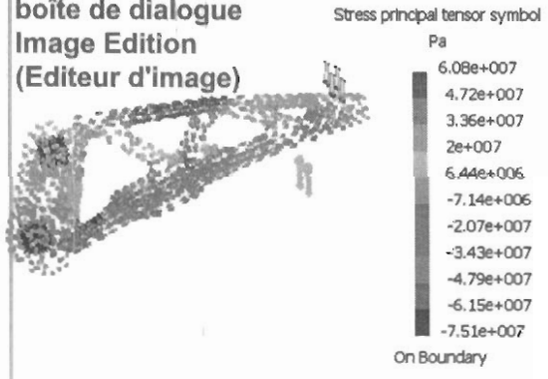


2. **Facultatif : cliquez deux fois sur l'objet Stress principal (Contrainte principale) généré dans l'arbre de spécifications pour modifier l'image**



Si nécessaire, modifiez les paramètres.

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



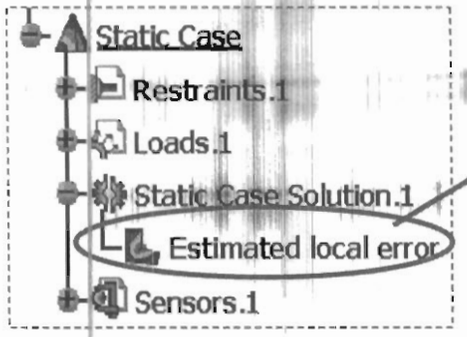
Copyright DASSAULT SYSTÈMES

Student Notes:

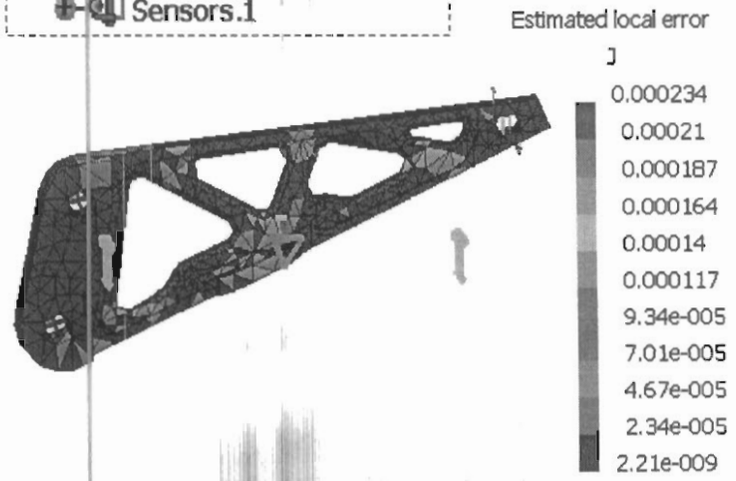
A propos des précisions

Les images Estimated local error (Erreur locale estimée) sont utilisées pour visualiser la palette d'erreurs de calcul, qui représentent les quantités de champs scalaires définies en tant que distribution d'estimations d'erreurs normales d'énergie.

Le programme évalue la validité du calcul et fournit un état global de cette validité. Il affiche aussi une palette d'erreurs normales d'énergie prédéfinies qui donne un aperçu significatif de la distribution d'erreur sur la pièce.



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



Cette représentation fournit des informations qualitatives sur la façon dont les erreurs de calcul estimées sont relativement distribuées sur la pièce.

- Si l'erreur est relativement importante dans une zone pertinente, il est possible que les résultats de calcul dans cette zone ne soient pas fiables. Un nouveau calcul peut être lancé pour obtenir une meilleure précision.
- Pour obtenir un maillage affiné dans une zone pertinente, utilisez des valeurs de tailles et de flèches absolues plus petites dans l'étape de définition de maillage.

Copyright DASSAULT SYSTEMES

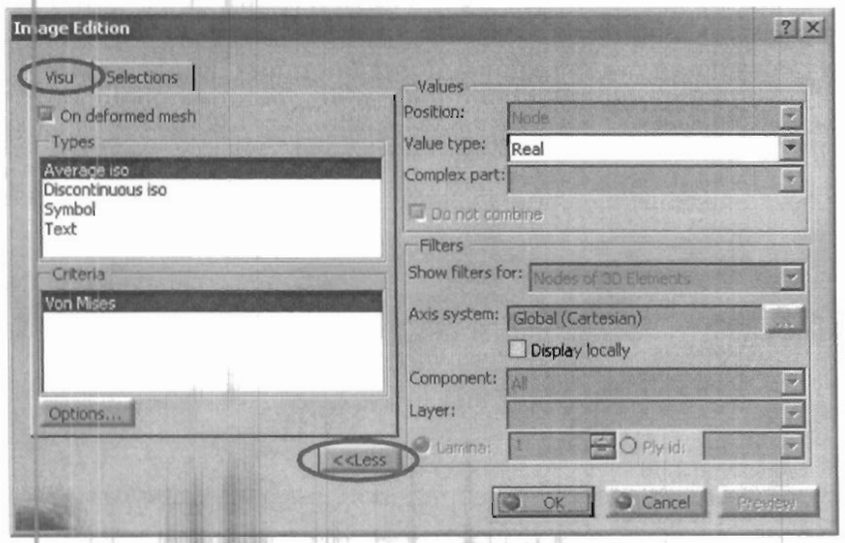
Copyright DASSAULT SYSTEMES

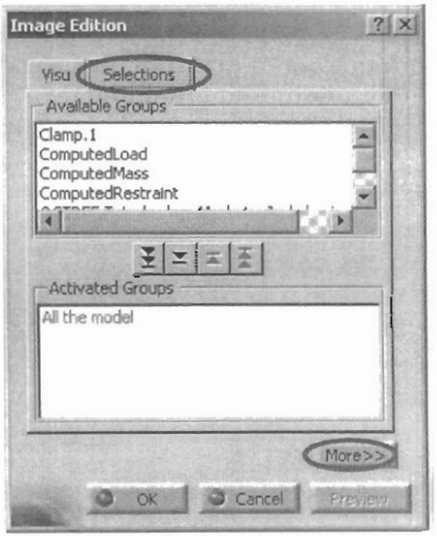
Student Notes:

Edition des images de précision

La boîte de dialogue Image Edition (Editeur d'image) est composée de 3 onglets :

- Visu : fournit une liste avec des types de visualisation Average-Iso (Iso contours), Discontinuous-Iso (Iso discontinues), Text (Texte), ainsi qu'une liste de critères Principal Value (Valeur principale).
- Filters (Filtres) : fournit 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 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.



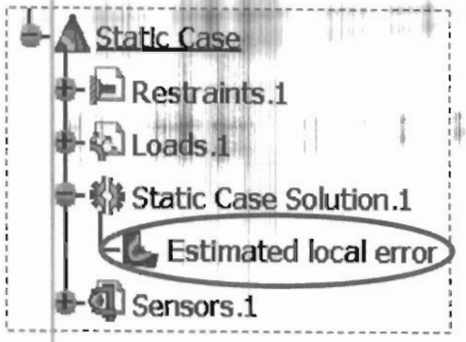


Copyright DASSAULT SYSTEMES

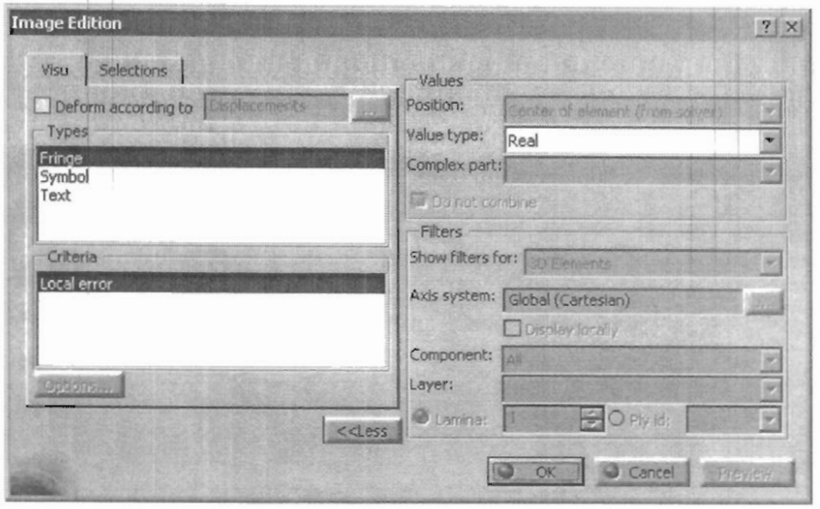
Visualisation de précision

Cette tâche explique comment générer des images de précision sur les pièces.

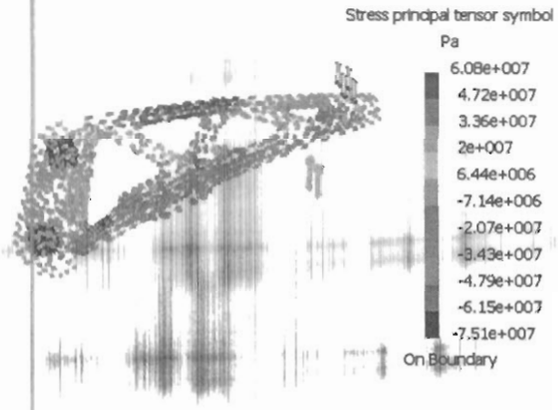
1 Cliquez sur l'icône Précision



2 Facultatif : cliquez deux fois sur Estimated local error (Erreur locale estimée) dans l'arbre de spécifications pour modifier l'image



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



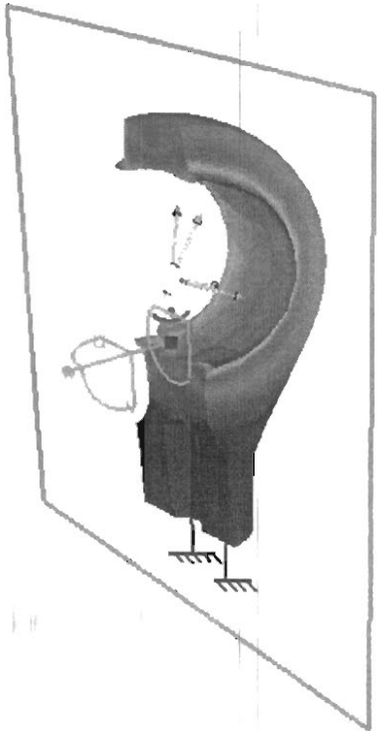
Si nécessaire, modifiez les paramètres

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Plan de coupe

Vous allez apprendre à créer des sections sur votre structure.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

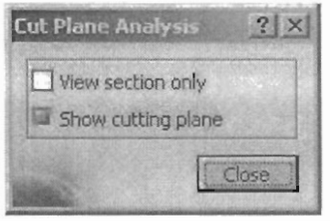
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

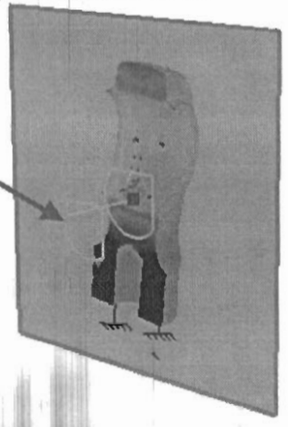
A propos du plan de coupe

L'outil Cut Plane Analysis (Analyse par plan de coupe) consiste à créer des sections de votre structure pour permettre de visualiser des résultats au sein du matériau.

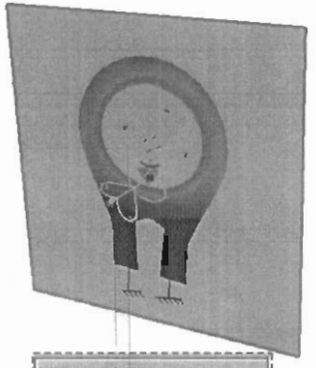
Vous pouvez déplacer ou faire pivoter le plan de coupe à l'aide de la boussole qui est automatiquement positionnée sur la pièce, avec le plan de découpe normal à sa direction principale.



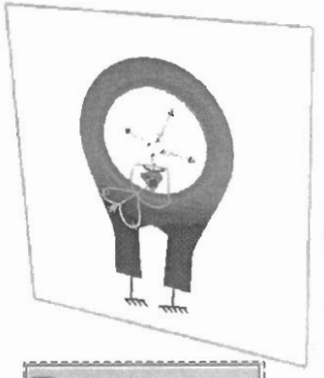
Boussole



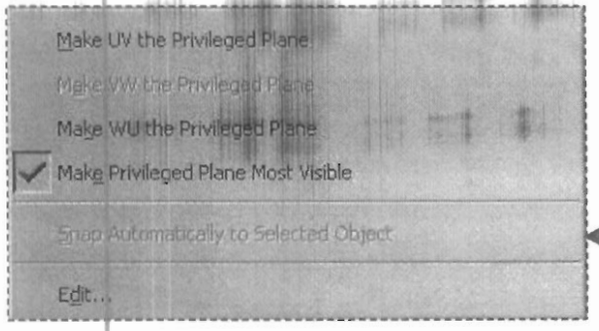
Vous pouvez décider d'afficher ou de cacher le plan de coupe, et de voir uniquement la section.



View section only
Show cutting plane



View section only
Show cutting plane



Pour déplacer le plan de coupe, vous pouvez faire glisser la boussole et la déposer à l'emplacement de destination voulu pour la pièce, ou éditer la boussole (avec un clic droit) et utiliser l'option Paramètres de manipulation de la boussole

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Utilisation de l'outil Plan de coupe

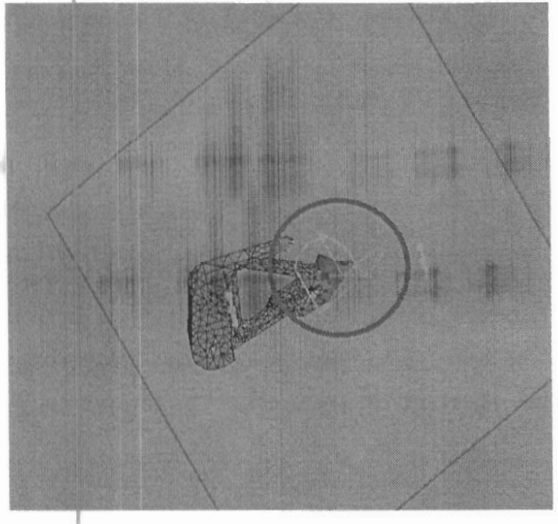
Cette tâche explique comment utiliser l'outil Plan de coupe.

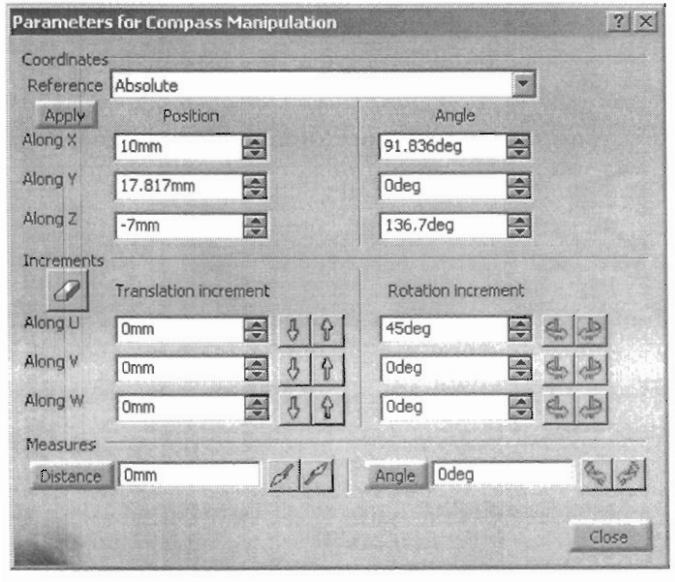
1. Sélectionnez l'image que vous voulez couper

Avant de cliquer sur l'icône Cutting Plane (Plan de coupe), vous pouvez sélectionner une face sur la structure. Elle détermine la première position du plan de la section.

2. Cliquez sur l'icône Plan de coupe

3. Vous pouvez éditer la boussole en vue d'obtenir des manipulations plus précises





Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pour résumer...

Vous avez appris à :

- Afficher des images
- Utiliser le plan de coupe

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Gestion de résultats

Dans cette leçon, vous allez apprendre à utiliser certains des outils destinés à l'exploitation des résultats

- Publication de rapports complets
- Pour résumer...

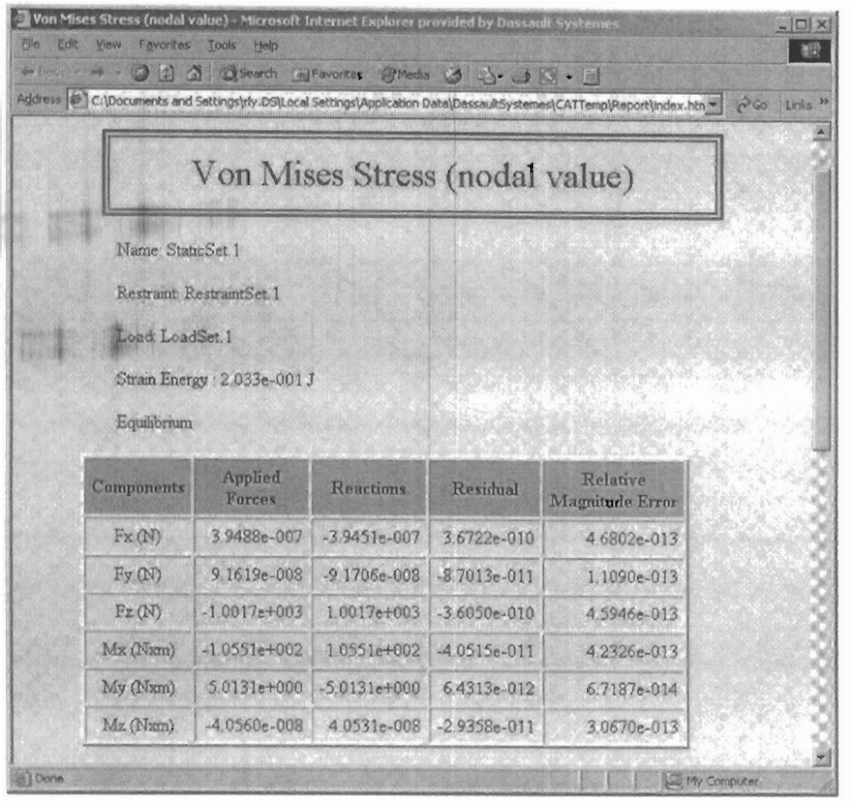
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Publication de rapports complets

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



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 (Nxm)	-1.0551e+002	1.0551e+002	-4.0515e-011	4.2326e-013
My (Nxm)	5.0131e+000	-5.0131e+000	6.4313e-012	6.7187e-014
Mz (Nxm)	-4.0560e-008	4.0531e-008	-2.9358e-011	3.0670e-013

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

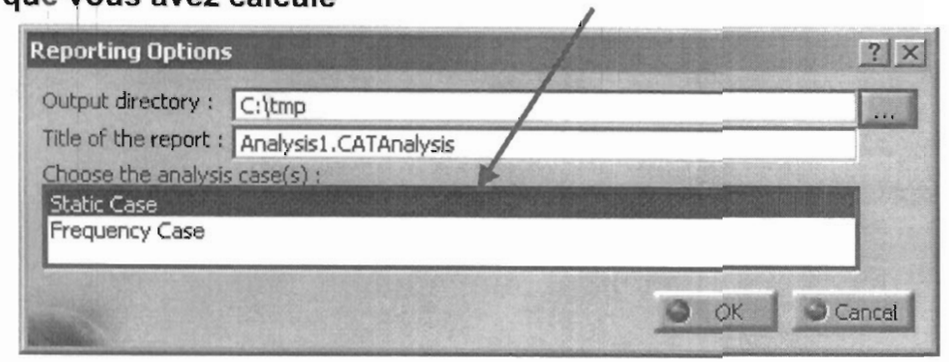
Student Notes:

Publication de rapports complets

Vous pouvez personnaliser entièrement le rapport que vous allez publier.

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

La boîte de dialogue Reporting Options (Options du rapport) vous permet de choisir l'un des cas d'analyse que vous avez calculé



Output directory (Répertoire de destination) : en appuyant sur le bouton à droite du champ, vous accédez à votre système de fichiers pour définir un chemin pour le fichier externe du rapport. Vous pouvez éditer le titre du rapport.

Title of the report (Titre du rapport) : si vous voulez, vous pouvez modifier le nom du rapport.

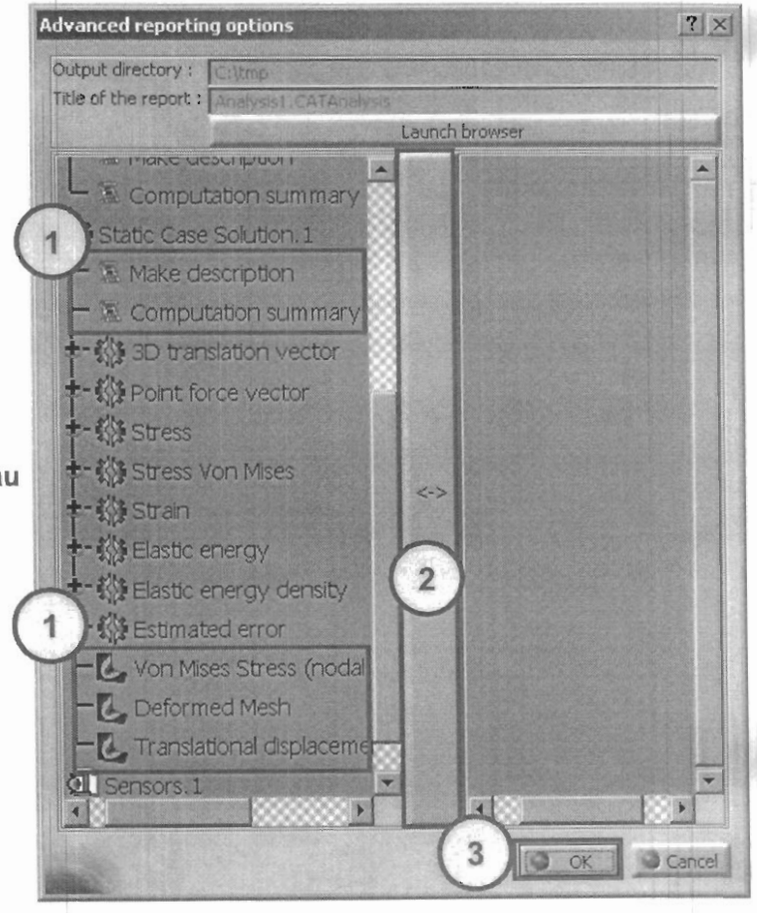
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Utilisation de l'outil de rapport avancé

Cet outil vous permet de définir quelles informations vous avez besoin d'extraire de toutes les spécifications avant de lancer le navigateur, de créer et de mettre à jour le fichier rapport.

1. **Sélectionnez les données que vous souhaitez avoir dans le rapport**
2. **Cliquez sur les flèches situées au milieu du panneau pour valider la sélection**
3. **Cliquez sur OK**



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pour résumer…

Vous avez appris à :

- Publier un rapport complet

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Refinement

Dans cette leçon vous allez découvrir différentes façons d'amélioration de la précision de vos résultats.

- Affinage du maillage
- Adaptivité du maillage
- Pour résumer...

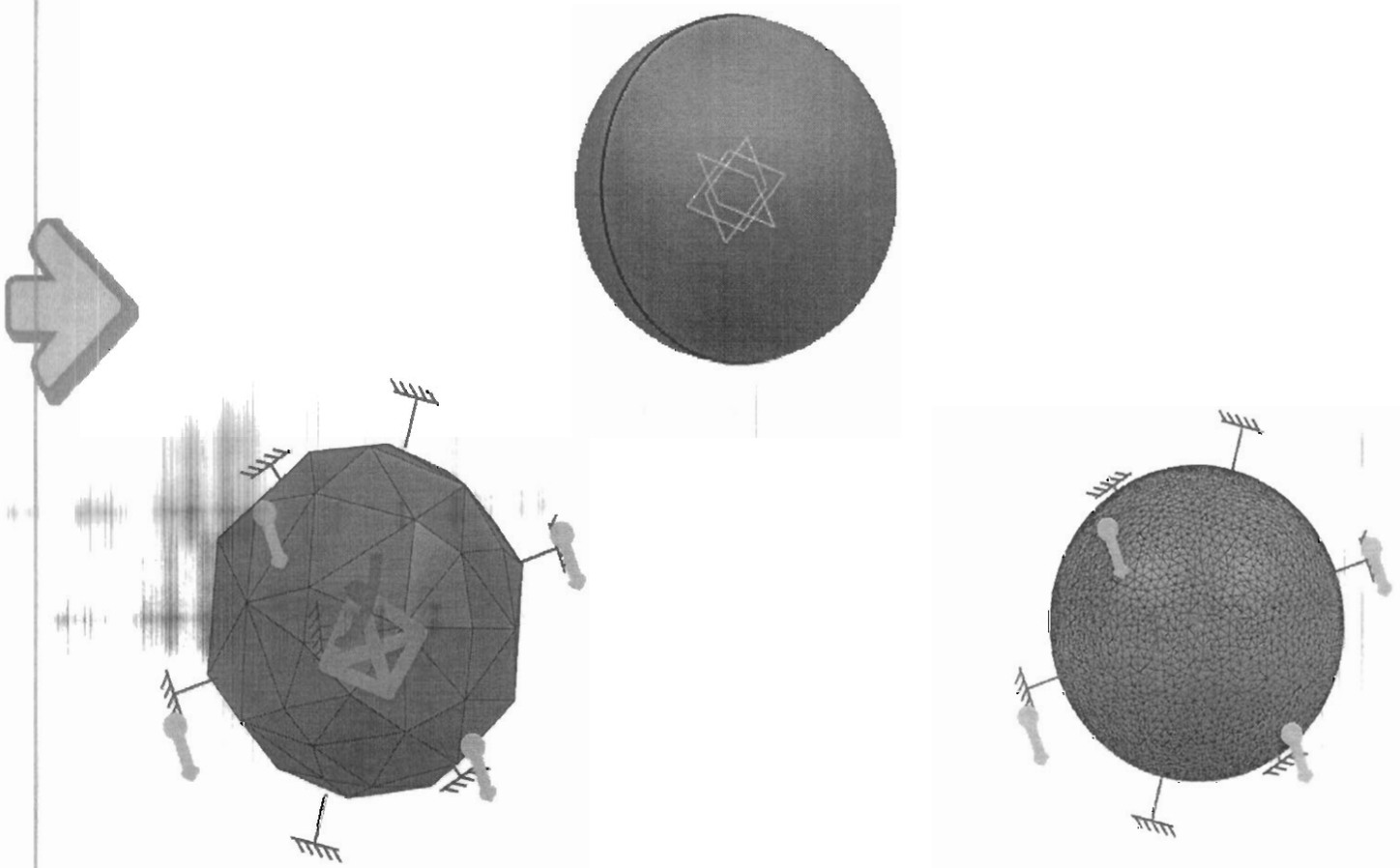
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Affinage du maillage

Vous allez apprendre à affiner un maillage pour obtenir des résultats d'analyse plus précis.



Copyright DASSAULT SYSTEMES

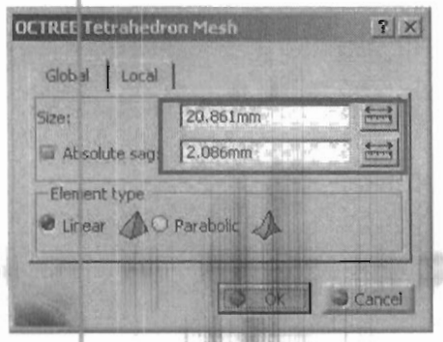
Copyright DASSAULT SYSTEMES

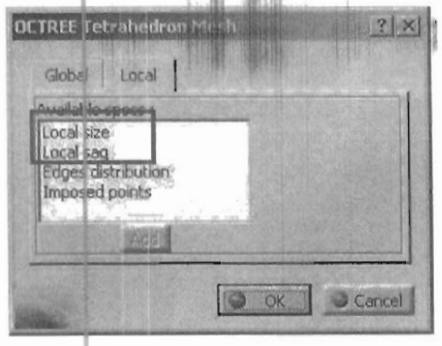
Student Notes:

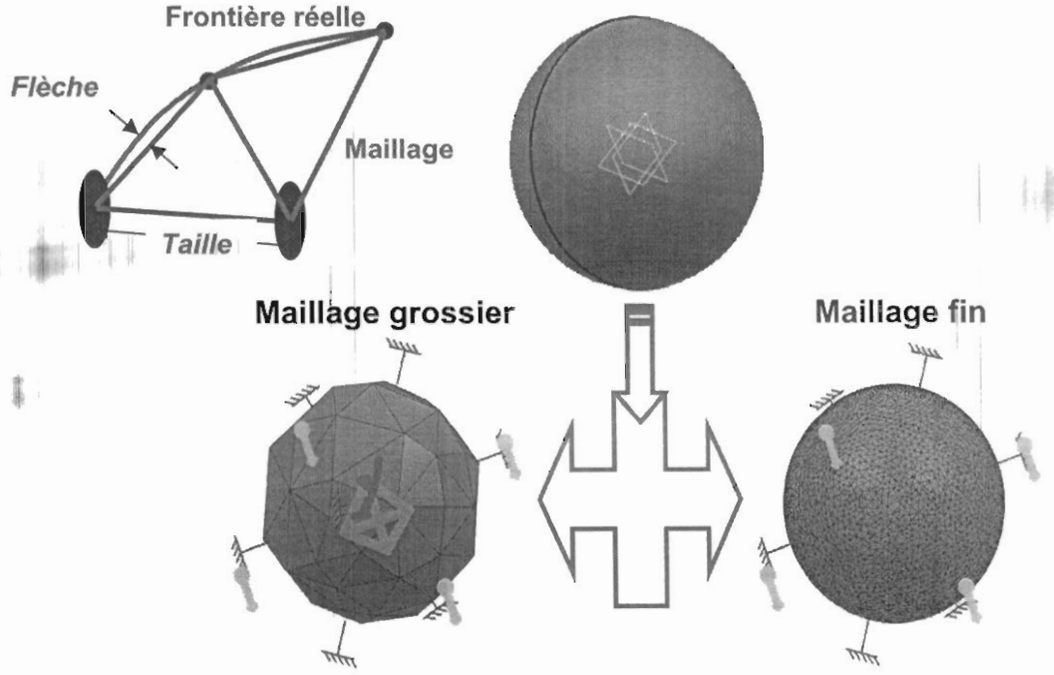
Affinage global et local du maillage

Lorsque vous voulez améliorer la précision des résultats de votre analyse, la première étape consiste à affiner le maillage de votre 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.

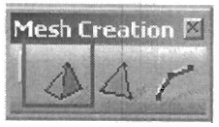




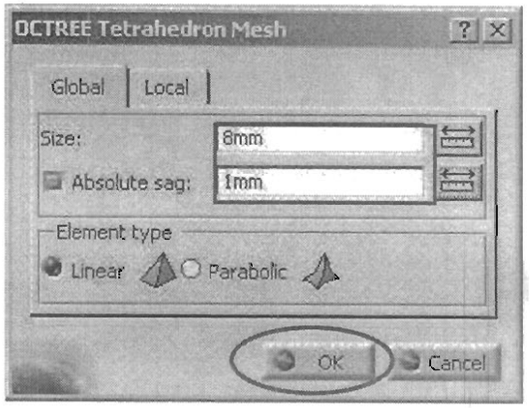


Copyright DASSAULT SYSTEMES

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 :

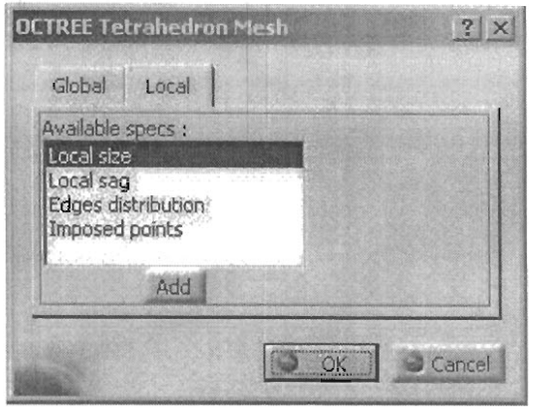
2'. Cliquez sur l'onglet Local :

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

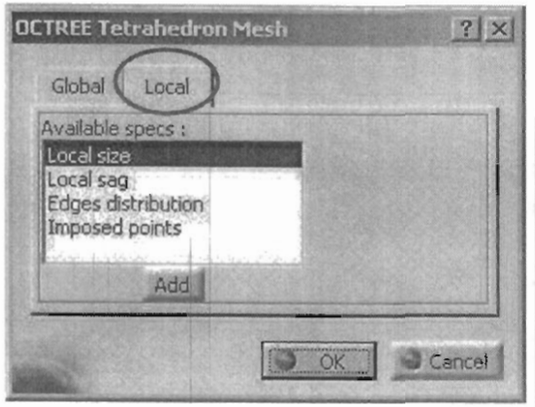
6. Cliquez sur OK

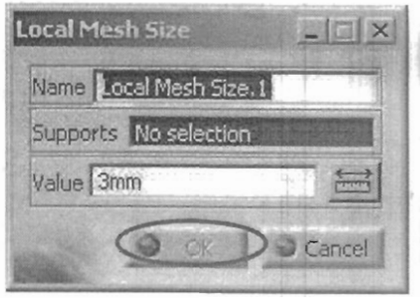


Copyright DASSAULT SYSTEMES

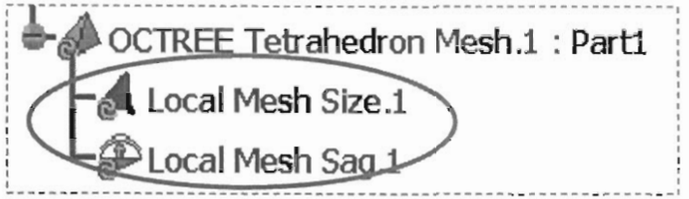
Affinage d'un maillage local

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



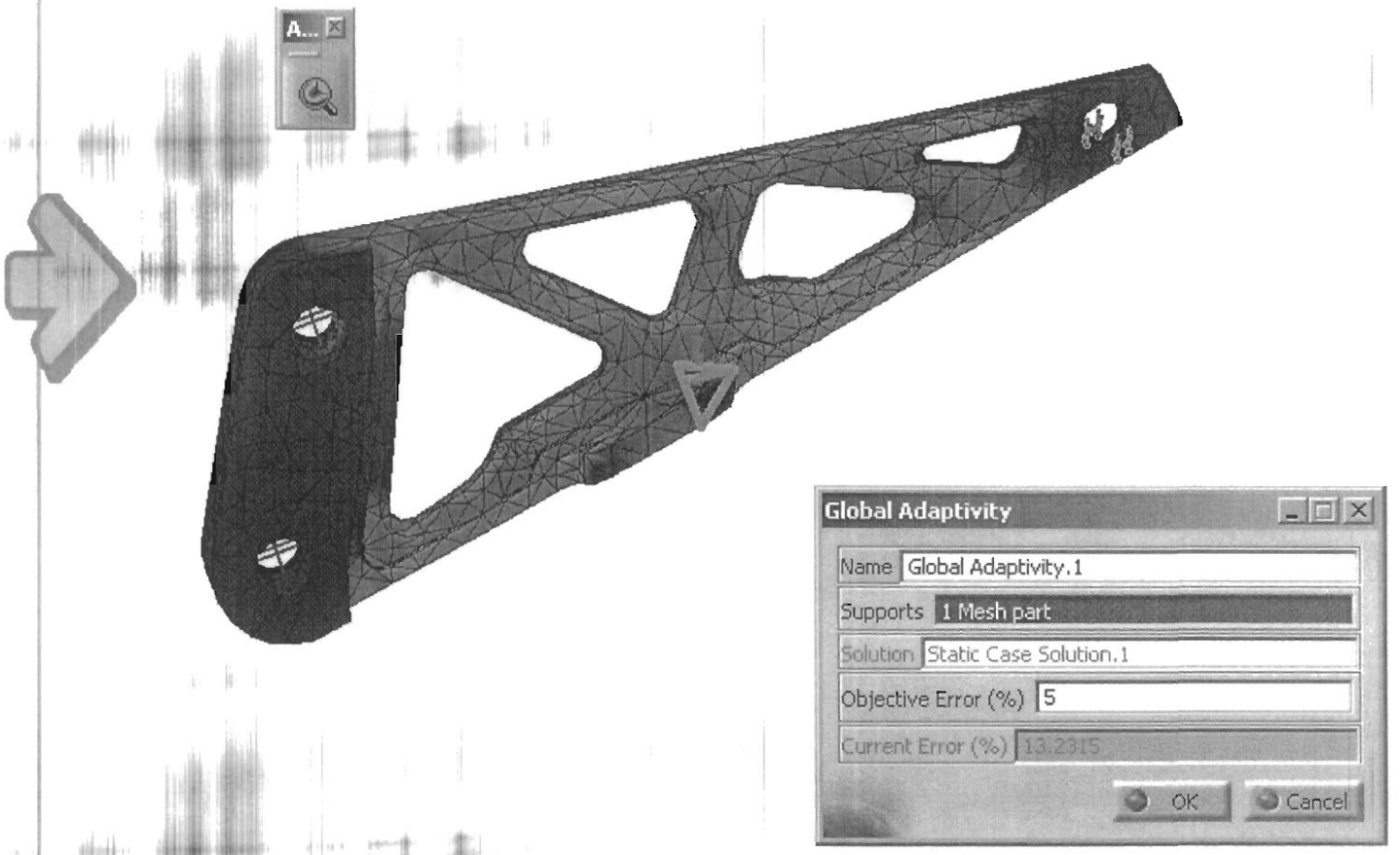
Symbole du maillage local
et de la flèche locale

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Adaptivité du maillage

Vous allez apprendre à affiner un maillage donné uniquement dans les zones d'intérêt.

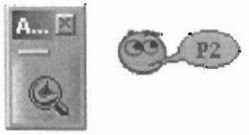


Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

A propos de l'adaptivité globale

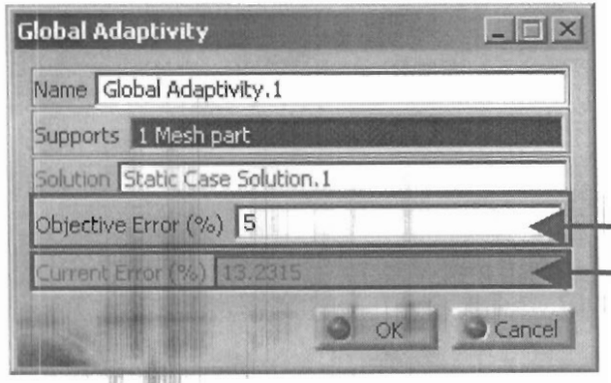


L'outil Global Adaptivity (Adaptivité globale) est un outil puissant de GPS qui vous permet d'affiner un maillage donné pour améliorer l'erreur courante.

Le maillage d'éléments finis est la collection de noeuds et d'éléments utilisée pour représenter le système en vue de transformer le problème mécanique continu en un problème numérique discret. Un maillage affiné est censé produire de meilleurs résultats qu'un maillage grossier, mais à un coût plus important (il faut utiliser plus de mémoire et de temps pour générer les résultats). Cela est aussi vrai localement : les résultats sont plus précis dans une zone où le maillage est affiné.

Les critères d'affinage du maillage sont basés sur la technique d'estimation d'erreur prédictive, qui détermine la distribution du champ d'estimation de l'erreur locale pour un cas d'analyse statique.

Les spécifications d'adaptivité globale sont appliquées sur un corps et sont relatives à l'erreur maximale dans la solution calculée approximativement liée à la solution exacte. Tous les éléments de la pièce maillée associée sont pris automatiquement en considération.



Voici l'erreur cible

Voici l'erreur au moment présent

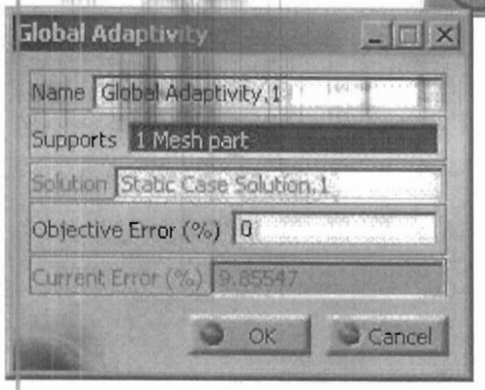
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

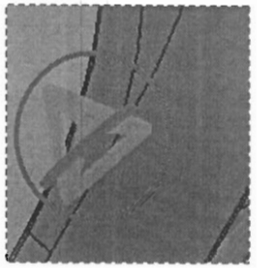
Définition d'une adaptivité globale

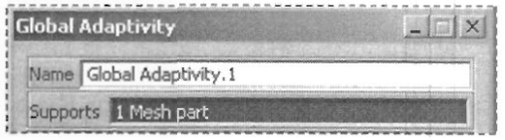
Avant de définir une adaptivité globale, la pièce doit avoir été maillée.

1 Cliquez sur l'icône Adaptivité

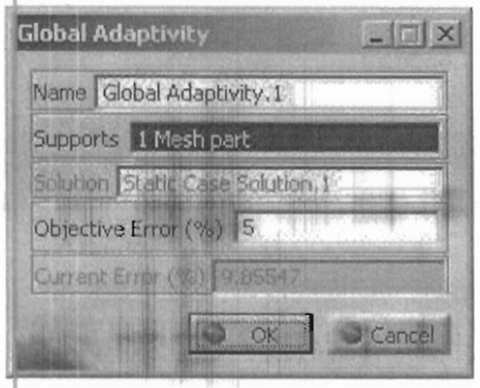


2 Vous devez sélectionner un support : cliquez sur le tétraèdre vert

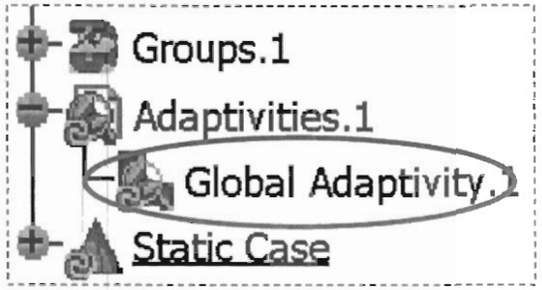




3 Renseignez la zone Objective Error (Erreur objectif)



4 Cliquez sur OK



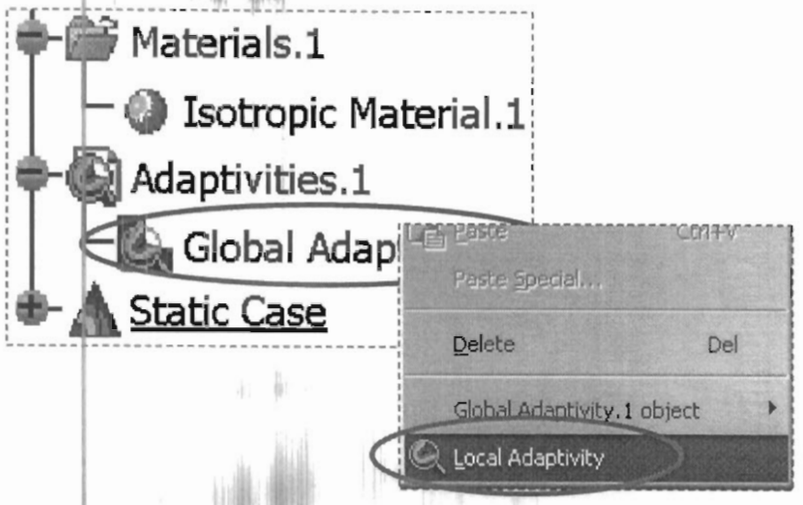
Copyright DASSAULT SYSTEMES

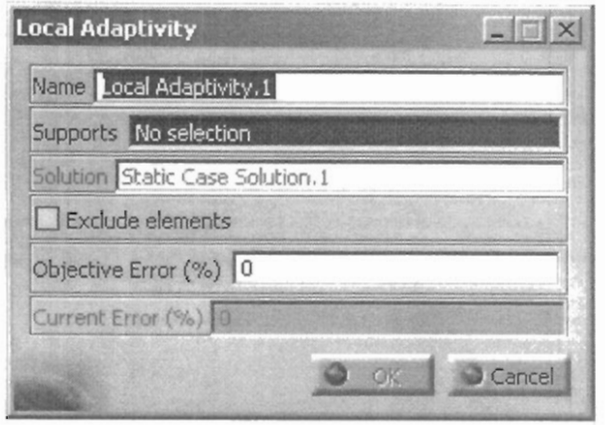
Student Notes:

A propos de l'adaptivité locale

L'utilisateur peut définir une spécification d'adaptivité locale, pour remplacer localement les objectifs globaux.

Il est nécessaire de définir une spécification d'adaptivité globale. L'adaptivité locale est une option, qui peut être définie dans le menu contextuel :





Les spécifications d'adaptivité locale peuvent s'appliquer à différents types de groupes :

- Un groupe de géométrie (éléments connectés à une arête, une surface, un sommet)
- Un groupe de boîte.

Les groupes de boîte (cube ou sphère) sont plus faciles à manipuler : leur volume est rempli et transparent pour montrer la pièce intersectée de la géométrie. Ils peuvent en outre être positionnés sur un extremum, quelle que soit leur nature.

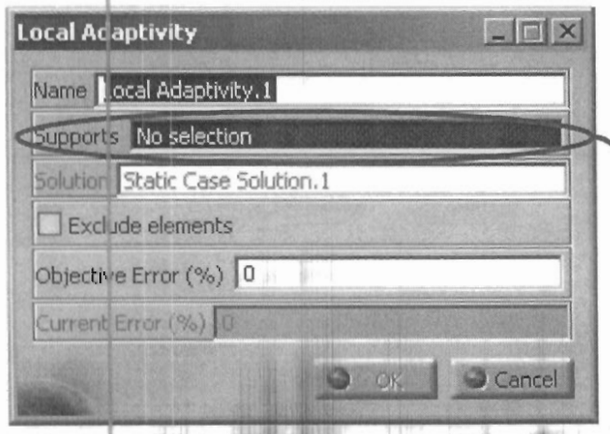
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

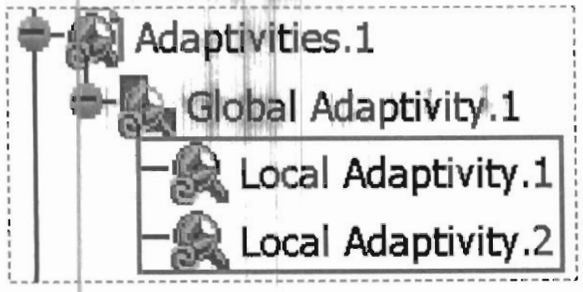
Rôle de l'affinage local du maillage

L'adaptivité consiste à affiner le maillage de façon sélective pour obtenir la précision résultante voulue dans une zone spécifiée.

Vous pouvez donc appliquer une adaptivité locale là où la contrainte, l'erreur, le déplacement... sont maximum et, par conséquent, optimiser le maillage dans une zone locale très limitée.



Des spécifications de Local Adaptivity (Adaptivité locale) peuvent s'appliquer sur différents types de groupes



Copyright DASSAULT SYSTEMES

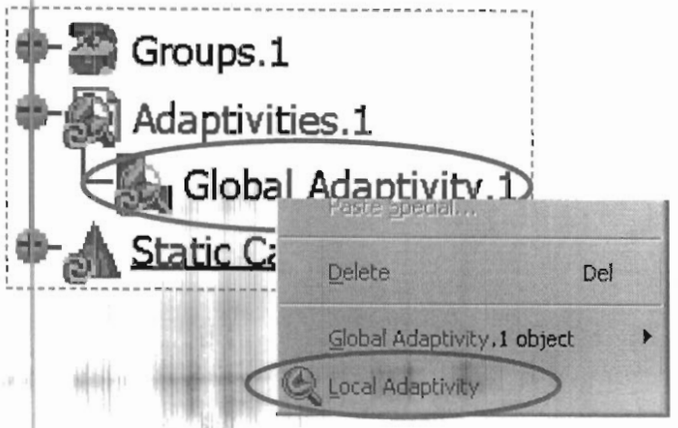
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

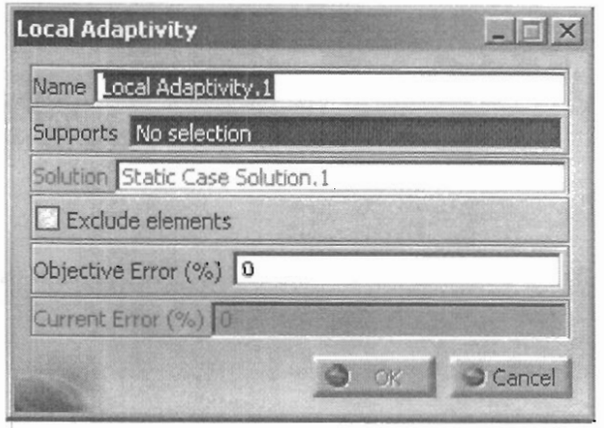
Définition d'une adaptivité locale

Pour définir une adaptivité locale, vous devez avoir déjà défini une adaptivité globale.

1. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur Global Adaptivity (Adaptivité globale) dans l'arborescence



La boîte de dialogue apparaît :



2. Cliquez sur Local Adaptivity (Adaptivité locale)
3. Sélectionnez un support
4. Indiquez une valeur Objective Error (Erreur objectif)
5. Cliquez sur OK

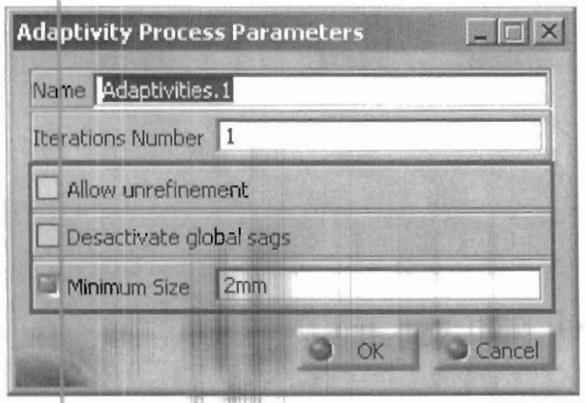
Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Calcul avec paramètres du processus adaptatif

Une fois l'adaptativité définie, vous devez calculer l'analyse en tenant compte de ce paramètre.

1 Entrez le nombre d'itérations



2 Cochez les différentes options, le cas échéant :

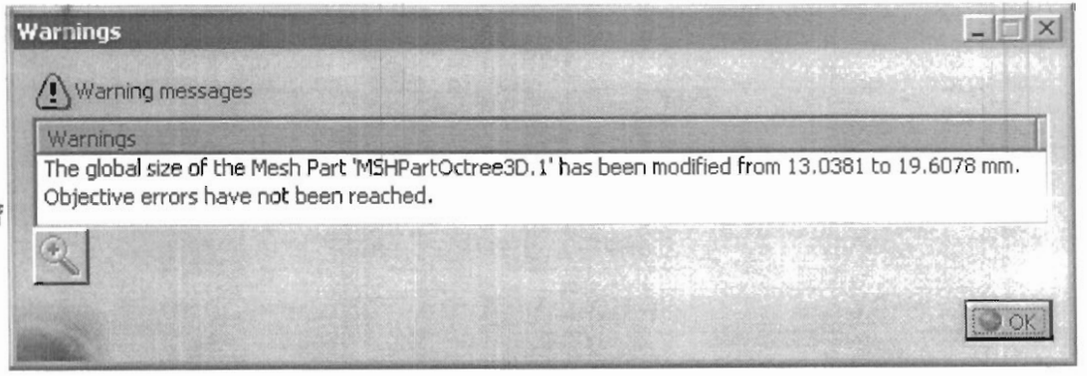
Allow Unrefinement (Autoriser le déraffinement) : permet d'augmenter la taille globale du maillage dans certaines zones.

Deactivate global sags (Désactiver les flèches globales) : permet de désactiver les flèches globales définies dans les propriétés du maillage

Minimum Size (Taille minimale): permet d'imposer la taille minimale de l'élément

3 Cliquez sur OK

A la fin du calcul, un message d'avertissement s'affiche et vous informe si l'erreur objectif n'a pas été atteinte :



Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Pour résumer...

Dans la leçon de post-traitement avancé, vous avez découvert comment :

- Visualiser les résultats
- Gérer les résultats
- Affiner l'analyse

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Student Notes:

Récapitulatif

Dans ce cours, vous avez appris comment :

- Utiliser les outils avancés de pré-traitement
- Calculer des cas d'analyses de fréquences
- Utiliser les outils avancés de post-traitement

Copyright DASSAULT SYSTEMES

Copyright DASSAULT SYSTEMES