

CATIA V5 Calcul

Stage V5CAL

CADÉCOLE

S5O14

261 rue de Paris
93556 MONTREUIL Cedex
tel: 01.43 60 25 60
www.spring.fr/cadecole

CHAPITRE I - L'ENVIRONNEMENT4

Entrer dans GSA.....	4
Les menus	5

CHAPITRE II – CREATION DU MODELE.....6

1- LE MAILLAGE	6
1.1. Le maillage 1D (maillage d'entité filaire).....	6
1.2. Application d'un matériau type poutre	6
1.3. Le maillage 2D (maillage de surface)	8
1.4. La propriété coque	10
1.5. Maillage 3D (maillage de volumes).....	11
1.6. La propriété solide	12
1.7. La modification de maillage	13
2- LES PIECES VIRTUELLES.....	15
2.1 Pièce virtuelle souple	15
2.2 Pièce virtuelle de contact	16
2.3 Pièce virtuelle rigide	17
2.4 Pièce virtuelle ressort rigide	18
2.5 Pièce virtuelle ressort souple	19
3- DEFINITION DES CONDITIONS AUX LIMITES.....	21
3.1 Liaison encastrement.....	21
3.2 Liaison glissement surfacique.....	22
3.3 Liaison glissière	22
3.4 Liaison pivot glissant.....	23
3.5 Liaison rotule.....	24
3.6 Liaison pivot	25
3.7 Contrainte avancée.....	26
4- DEFINITION DES CAS DE CHARGES	27
4.1 Pression	27
4.2 Force	27
4.2.1 Force distribuée	27
4.2.2 Moment	29
4.2.3 Chargement de type palier.....	30
4.3 Accélération	33
4.3.1 Accélération linéaire.....	33
4.3.2 Force de rotation	34
4.4 Densité de force	35
4.4.1 Force linéique.....	35
4.4.2 Force surfacique	37
4.4.3 Force volumique	38
4.4.4 Densité de force	40
4.5 Déplacement imposé	41
4.6 Champ de température	42
4.7 Masse.....	43
4.7.1 Masse distribuée	43
4.7.2 Masse linéique	43
4.7.3 Masse surfacique	44
4.7.4 Inertie sur pièce virtuelle	45
5- DEFINITION DES GROUPES	46
5.1 Groupe de points	46
5.2 Groupe de ligne	46
5.3 Groupe de surface	47
5.4 Groupe de corps	47
5.5 Groupe de type boîte	48
5.6 Groupe de type sphère	49

6-	CONNEXION D'ANALYSE GENERALE	50
6.1	Connexion d'analyse	50
6.2	Connexion d'analyse avec point	50
6.3	Auto-connexion d'analyse avec point	52
6.4	Connexion d'analyse avec droite	52
6.5	Auto-connexion d'analyse avec droite	53
6.6	Connexion d'analyse avec surface	53
6.7	Auto-connexion d'analyse avec surface	53
7-	DEFINITION DES CONNEXIONS D'ANALYSE	55
7.1	Connexion face/face	55
7.1.1	Connexion glissière	55
7.1.2	Connexion contact	56
7.1.3	Connexion soudée	57
7.1.4	Connexion ressort soudé	58
7.1.5	Connexion frettage	60
7.1.6	Connexion serrage	61
7.2	Connexion distant	62
7.2.1	Connexion rigide	62
7.2.2	Connexion souple	64
7.2.3	Connexion virtuelle rigide de serrage	65
7.2.4	Connexion virtuelle ressort de serrage	66
7.2.5	Connexion personnalisée	68
7.3	Connexion soudure	70
7.3.1	Connexion point de soudure	70
7.3.2	Connexion cordon de soudure	71
7.3.3	Connexion surface de soudure	71

CHAPITRE III – CALCUL ET VISUALISATION

1-	CALCUL	73
1.1	Vérification du modèle	73
1.2	Calcul	74
2-	VISUALISATION	75
2.1	Visualisation de la déformée	75
2.2	Visualisation de la déformée	76
2.3	Visualisation des déplacements	77
2.4	Visualisation des contraintes principales	79
2.5	Visualisation des erreurs locale estimée	81
3-	ANALYSE DES RESULTATS	83
3.1	Animation	83
3.2	Plan de coupe	84
3.3	Amplitude de la déformée	85
3.4	Extrema	85
3.5	Information	86
3.6	Positionnement des images	86
4-	GENERATION DES RAPPORTS	89
4.1	Rapport automatique	89
4.2	Rapport manuel	89

ANNEXE A:	Le stockage des données de calcul	91
ANNEXE B:	Les groupes par proximité	92
ANNEXE C:	le fichier ELFINI et l'erreur en énergie de déformation	93
ANNEXE D:	Les algorithmes de résolution	95
ANNEXE E:	Comment diviser des surfaces?	96

CHAPITRE I - L'ENVIRONNEMENT

ENTRER DANS GSA

Generative Structural Analysis est l'atelier calcul de Catia V5R14

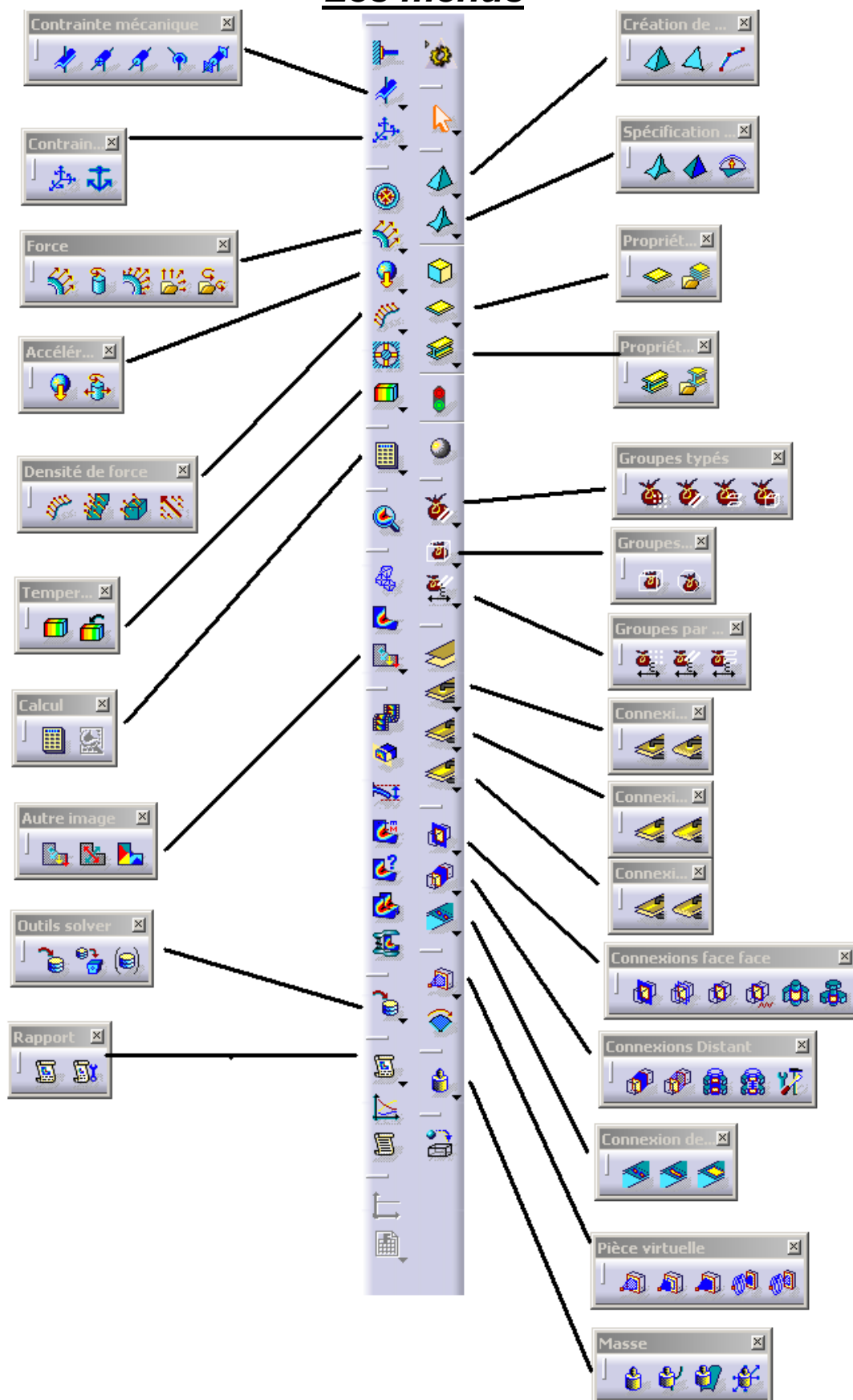


Cet atelier permet d'effectuer des analyses par éléments finis sur des pièces ou assemblages simples ou complexes. A l'aide de cet atelier, Un calcul de pré-dimensionnement est possible et rapidement mis en œuvre afin de choisir la solution idéale parmi toutes celles proposées par les concepteurs.

Il est important de savoir que cet atelier propose les mailleurs automatiques linéique, surfacique et volumique permettant d'étudier les modèles géométriques sous leur plus simple forme dès lors que les hypothèses inhérentes à chacun des mailleurs sont respectées.

Les conditions aux limites ainsi que les chargements s'appliquant sur la géométrie, l'associativité

Les menus




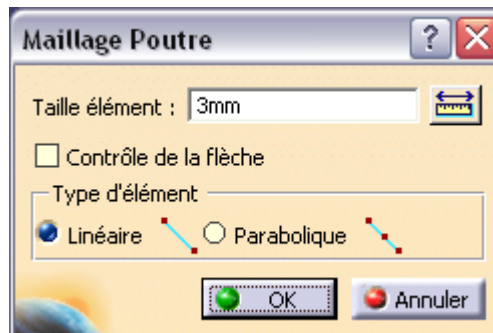
CHAPITRE II – CREATION DU MODELE

LE MAILLAGE

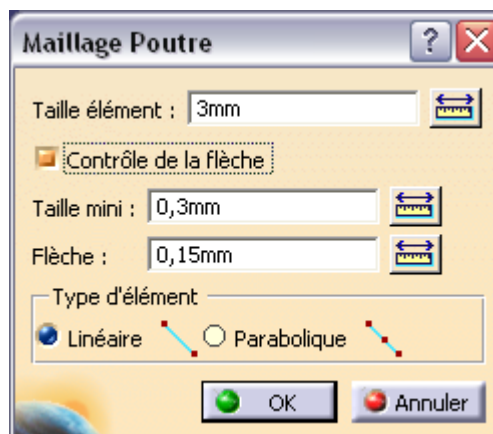
1.1. Le maillage 1D (maillage d'entité filaire)

Le maillage 1D permet de représenter des modèles géométriques ayant une section petite comparée à leur longueur caractéristique.

En cliquant sur  puis en sélectionnant la géométrie filaire à mailler, la boîte de dialogue suivante apparaît :




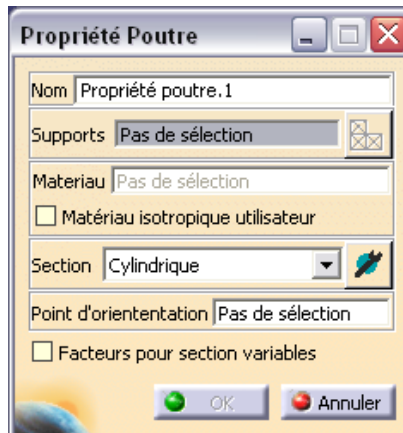
Dans cette boîte de dialogue on peut sélectionner la taille des éléments ainsi que leur type. De plus, on peut sélectionner le contrôle de la flèche permettant d'obtenir plus ou moins des modèles facétissés: une boîte de dialogue étendue s'affiche alors :



1.2. Application d'un matériau type poutre

Après avoir maillé en 1D une géométrie filaire, il faut lui affecter des propriétés de type poutre. En effet, la matière a déjà été définie dans le fichier « .CATPart » mais on n'a pas encore défini

la section de la poutre. Pour ce faire, il suffit de cliquer sur l'icône  et la boîte de dialogue suivante s'affiche.




Dans cette boîte 5 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le maillage 1D sur lequel on veut appliquer la section de poutre.
- **Le champ matériau** : Ce champ se remplit automatiquement par la matière appliquée dans le fichier .CATPart. On peut sélectionner manuellement la matière en cochant la case « Matériau isotropique utilisateur » puis en sélectionnant dans l'arborescence un

matériau utilisateur préalablement renseigné en utilisant la fonction :

- **Le champ section** : Permet de sélectionner le type de section à appliquer au



Cylindrique
Tubulaire
Rectangulaire
Poutre caisson mince
Poutre en U mince
Poutre en I mince
Poutre en T mince
Poutre en X mince
Personnalisée

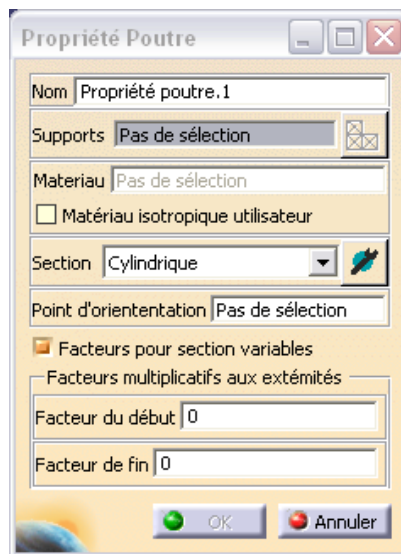
maillage. Tout les choix suivants sont possibles : . Après avoir sélectionné la section de poutre à appliquer, il faut la paramétrer en appuyant sur

l'icône :




- **Le champ point d'orientation** : Permet de sélectionner un point à l'écran pour orienter notre profil. Le point permettra de spécifier la direction de l'axe d'inertie Y de la section.

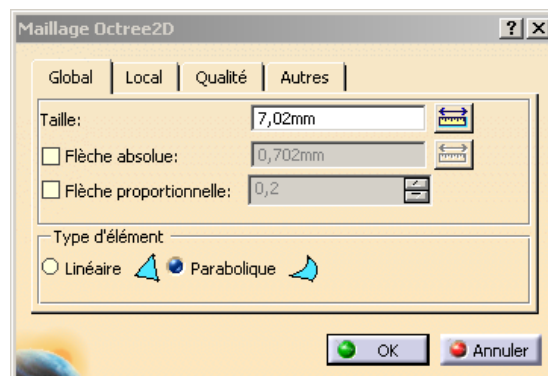
Enfin, un bouton facteur pour section variable permet de faire varier la section le long du maillage. Les côtes de la section sont multipliées par le facteur précisé.



1.3. Le maillage 2D (maillage de surface)

Le maillage 2D permet de décomposer une surface en une multitude de triangles (coques) dont on choisit la longueur des arêtes. Il permet de représenter des géométries élancées (faible épaisseur comparée à la longueur caractéristique).

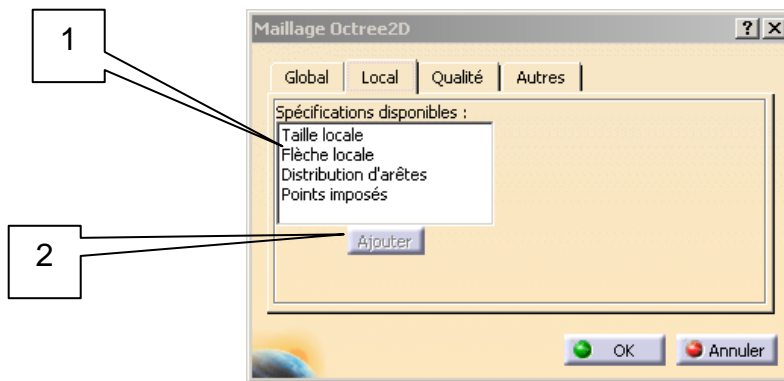
En cliquant sur  puis en sélectionnant la surface à mailler la boîte de dialogue suivante apparaît :



Sous l'onglet global nous avons deux champs à renseigner :

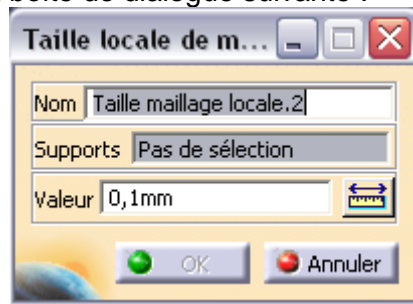
- **Le champ taille** : Permet de préciser la taille de notre maillage triangulaire c'est à dire la longueur des arêtes du triangle ainsi que la valeur de la flèche. La flèche est la valeur maximum séparant le contour 3D du bord de l'élément. Si le bouton flèche absolue est décoché ce paramètre n'est plus modifiable.
- **Le champ type d'élément** : Permet de choisir le type de maillage, linéaire ou parabolique. Un maillage linéaire est constitué de triangle avec 1 nœud à chaque coin ce qui donne 3 arêtes et 3 nœuds. Un maillage parabolique est constitué de triangle avec 1 nœud à chaque coin et 1 nœud au milieu de chaque arêtes ce qui donne 3 arêtes et 6 nœuds.

L'onglet local permet de définir un maillage local de la pièce :




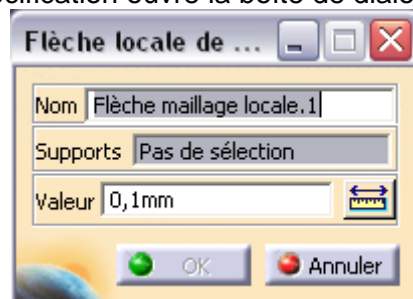
3 paramètres différents permettent de définir localement un maillage : « Taille locale », « Flèche imposée » et « Point imposé ». Pour choisir un mode de définition du maillage local, il suffit de sélectionner la spécification choisie puis de cliquer sur « ajouter ».

- **Taille locale** : Permet de modifier localement la taille des mailles. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

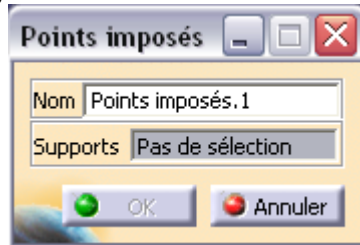
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
 - **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la taille du maillage va être modifiée.
 - **Le champ valeur** : permet de rentrer manuellement la nouvelle longueur de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.
- **Flèche imposée** : Permet de modifier localement la valeur de la flèche du maillage. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante:



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis:

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la flèche du maillage va être modifiée.

- **Le champ valeur** : permet de rentrer manuellement la nouvelle flèche de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.
- **Point imposé** : Permet d'imposer un point de passage au maillage. Un des nœuds du maillage sera en coïncidence avec le point sélectionné. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante:



L'intérêt est de disposer d'un nœud à l'endroit où l'on souhaite imposer une condition aux limites ou bien un chargement.

1.4. La propriété coque

La propriété coque permet de spécifier une épaisseur à un maillage surfacique. Cette propriété est indispensable au calcul.

En cliquant sur  la boîte de dialogue suivante apparaît :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le maillage 2D sur lequel nous voulons appliquer la fonction coque.
- **Le champ matériau** : Ce champ se remplit automatiquement par la matière appliquée dans le fichier .CATPart. On peut sélectionner manuellement la matière en cochant la case « Matériau isotropique utilisateur » puis en sélectionnant dans l'arborescence un


matériau utilisateur préalablement renseigné en utilisant la fonction :

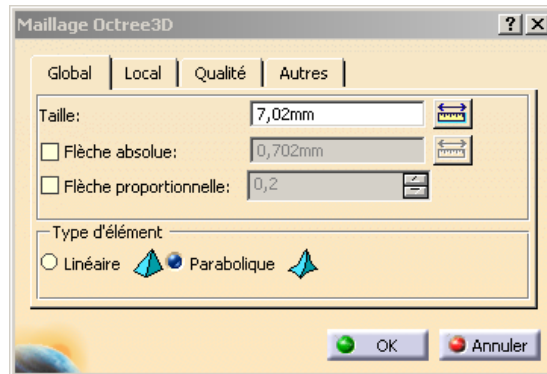


- **Le champ épaisseur** : Permet de rentrer la valeur de l'épaisseur de la surface.

1.5. Maillage 3D (maillage volumique)

Le maillage 3D permet de décomposer une pièce massive en une multitude de tétraèdres dont on choisit la longueur des arêtes.

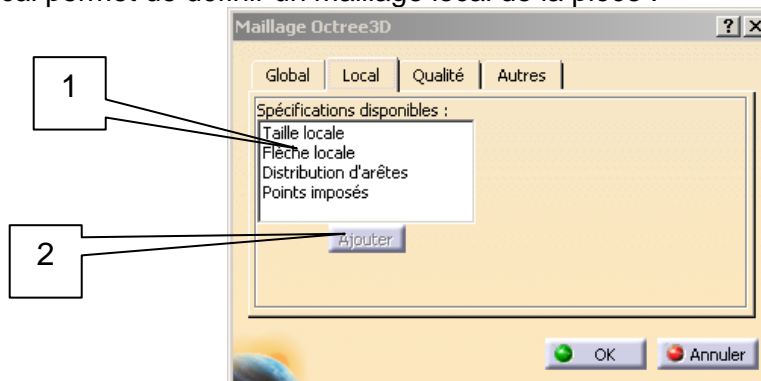
En cliquant sur  puis en sélectionnant la géométrie volumique à mailler la boîte de dialogue suivante apparaît :



Sous l'onglet *global* nous avons deux champs à renseigner :

- **Le champ taille** : Permet de rentrer la taille de notre maillage tétraédrique, c'est à dire la longueur des arêtes du tétraèdre ainsi que la valeur de la flèche. La flèche est la valeur maximum séparant le contour géométrique de l'arête d'une maille. Si le bouton « flèche absolue » est décoché ce paramètre n'est plus modifiable.
- **Le champ type d'élément** : Permet de choisir le type de maillage, linéaire ou parabolique. Un maillage linéaire est constitué de tétraèdre avec 1 nœud à chaque coin ce qui donne 6 arêtes et 4 nœuds. Un maillage parabolique est constitué de tétraèdre avec 1 nœud à chaque coin et 1 nœud au milieu de chaque arêtes ce qui donne 6 arêtes et 10 nœuds.

L'onglet *local* permet de définir un maillage local de la pièce :




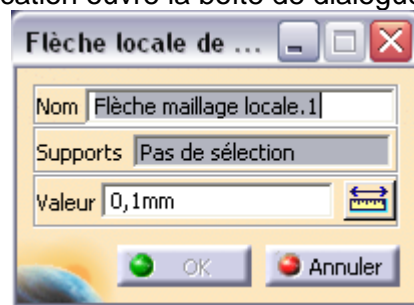
3 paramètres différents permettent de définir localement un maillage. « Taille locale », « Flèche imposée » et « Point imposé ». Pour choisir un mode de définition du maillage local, il suffit de sélectionner la spécification choisie puis de cliquer sur « ajouter ».

- **Taille locale** : Permet de modifier localement la longueur des arêtes du tétraèdre de maillage. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante :




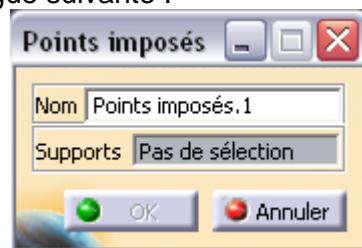
Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
 - Le champ support : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la taille du maillage va être modifiée.
 - Le champ valeur : permet de rentrer manuellement la nouvelle longueur de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.
- **Flèche locale** : Permet de modifier localement la valeur de la flèche du maillage. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

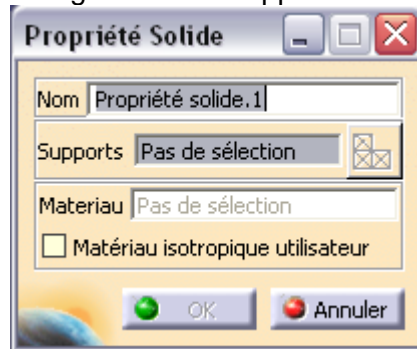
- Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
 - Le champ support : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la flèche du maillage va être modifiée.
 - Le champ valeur : permet de rentrer manuellement la nouvelle flèche de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.
- **Point imposé** : Permet d'imposer un point de passage au maillage. Un des nœuds du maillage sera en coïncidence avec le point sélectionné. Le choix de cette spécification ouvre la boîte de dialogue suivante :



1.6. La propriété solide

La propriété solide permet de faire correspondre les propriétés d'un matériau avec un maillage.

En cliquant sur  la boîte de dialogue suivante apparaît :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le maillage 3D sur lequel nous voulons appliquer la fonction coque.
- **Le champ matériau** : Ce champ se remplit automatiquement par la matière appliquée dans le fichier ".CATPart". On peut sélectionner manuellement la matière en cochant la case « Matériau isotropique utilisateur » puis en sélectionnant dans l'arborescence


un matériau utilisateur préalablement renseigné en utilisant la fonction : 

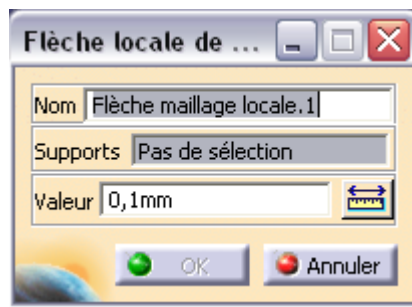
1.7. La modification de maillage

- Modification du type d'éléments : On accède à cette fonction en appuyant sur le bouton  ce qui ouvre automatiquement la boîte de dialogue suivante :




Ainsi, dans cette boîte on peut modifier rapidement le mode de maillage

- Modification de la flèche de maillage : On accède à cette fonction en appuyant sur le bouton  ce qui ouvre automatiquement la boîte de dialogue suivante :



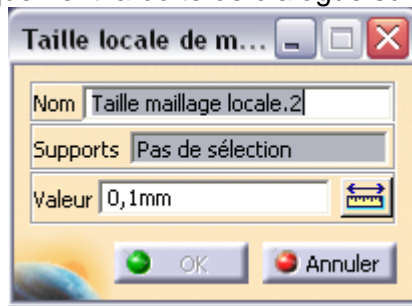
Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la flèche du maillage va être modifiée.
- **Le champ valeur** : permet de rentrer manuellement la nouvelle flèche de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.


- Modification de la taille de maillage : On accède à cette fonction en appuyant sur le bouton



ce qui ouvre automatiquement la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique autour duquel la taille du maillage va être modifiée.
- **Le champ valeur** : permet de rentrer manuellement la nouvelle longueur de la maille. Le bouton  permet de rentrer la longueur à l'aide d'une mesure à l'écran.

L'intérêt de ces commandes est d'obtenir un maillage épousant parfaitement les contours de la géométrie, autrement dit d'obtenir un maillage représentant fidèlement la géométrie.

LES PIÈCES VIRTUELLES

Les pièces virtuelles sont des structures créées sans support géométrique. Elles représentent des corps pour lesquels il n'existe pas de modélisation géométrique mais qui jouent un rôle dans l'analyse d'une pièce ou d'un assemblage. Il s'agit de tenir compte (ou de recréer) de l'environnement de la structure que l'on souhaite analysée. Les différents types de pièces virtuelles acceptées sont les suivants : souple, de contact, rigide, ressort rigide ou ressort souple. Les pièces virtuelles sont utilisées pour transmettre une action à distance. Elles peuvent donc s'apparenter à des corps rigides.

2.1 Pièce virtuelle souple


Une pièce virtuelle souple est un corps rigide qui connecte un point spécifié (poignée) à des géométries spécifiées (éléments sélectionnés) et qui se comporte comme un objet rigide de masse nulle transmettant de façon souple des actions (masses, contraintes et charges) appliquées à la poignée, sans rigidifier le corps déformable ou les corps qui y sont fixés. La pièce virtuelle souple prend en compte de manière approximative la capacité de déformation élastique des pièces auxquelles elle est attachée.

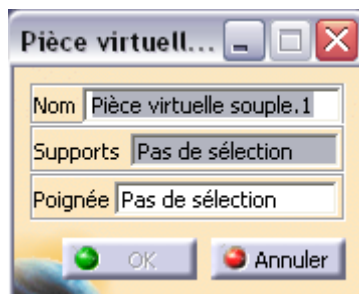
Le programme procède de la manière suivante :

- Un nœud est créé de façon à coïncider avec la poignée spécifiée.
- Tous les nœuds des maillages de supports de géométrie spécifiés sont connectés par un élément de connexion cinématique au nœud décalé.
- Un ensemble de relations est généré entre le degré de liberté du nœud décalé et le degré de liberté des nœuds connectés.

Les pièces virtuelles souples peuvent être appliquées aux types de supports suivants :

- Courbe ou arrête.
- Surface ou face.

La création d'une pièce virtuelle souple se fait en appuyant sur le bouton  qui ouvre la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner les éléments géométriques sur lesquels sera fixée la pièce virtuelle souple. (droite, segment, plan et/ou surface)
- **Le champ poigné** : permet de rentrer la position de la poignée si elle est différente de celle proposée par défaut.

2.2 Pièce virtuelle de contact

Une pièce virtuelle de contact est un corps rigide reliant un point spécifié aux géométries d'une pièce spécifiée, qui se comporte comme un objet rigide sans masse transmettant des actions (masses, contraintes et charges) appliquées à la poignée, tout en empêchant les corps de s'interpénétrer sans rigidifier les corps déformables auxquels elle est fixée.

La pièce virtuelle de contact prend en compte la capacité de déformation élastique des pièces auxquelles elle est attachée.


Le programme procède de la manière suivante :

- Un nœud est créé de façon à coïncider avec la poignée spécifiée.
- Chaque nœud des maillages de support de géométrie spécifiés est légèrement décalé dans la direction normale locale et un élément de contact est généré entre chaque paire de nœuds décalés, créant ainsi un ensemble de relations de contact dont l'expression de droite est égale à l'espacement défini par l'utilisateur.
- Chaque nœud décalé est connecté par un élément cinématique rig-beam au nœud de manipulation.
- Un ensemble de relations rig-beam est généré entre le degré de liberté du nœud de manipulation et le degré de liberté des nœuds connectés.

Ainsi, la pièce virtuelle de contact génère autant d'éléments cinématiques rig-beam et autant d'éléments de contact qu'il existe de nœuds sur les maillages de support spécifiés. La pièce virtuelle contact est générée avec un croisillon rigide et des tiges de contact.

Les pièces virtuelles de contact peuvent être appliquées aux types de supports suivants :

- Courbe ou arrête.
- Surface ou face.

La création d'une pièce virtuelle de contact se fait en appuyant sur le bouton  qui ouvre la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixée la pièce virtuelle de contact. (droite, segment, plan et/ou surface)
- **Le champ poigné** : permet de rentrer la position de la poignée si elle est différente de celle proposée.
- **Le champ jeu** : Permet de rentrer la cote d'un jeu entre les deux pièces.

2.3 Pièce virtuelle rigide

Une pièce virtuelle rigide est un corps rigide qui connecte un point spécifié à des géométries spécifiées et qui se comporte comme un objet rigide de masse nulle transmettant des actions de manière souple (masses, contraintes et charges) appliquées à la poignée, tout en rigidifiant le corps déformable ou les corps qui y sont fixés.

La pièce virtuelle rigide ne tient pas compte de la capacité de déformation élastique des pièces auxquelles elle est attachée.

Le programme procède de la manière suivante :


- Un nœud est créé de façon à coïncider avec la poignée spécifiée.
- Chaque nœud des maillages des supports de géométrie est connecté par un élément cinématique rig-beam au nœud de manipulation de la pièce.
- Un ensemble de relations rig-beam est généré entre le degré de liberté du nœud de manipulation et le degré de liberté des nœuds connectés.

Ainsi, la pièce virtuelle rigide génère autant d'éléments cinématiques rig-beam qu'il existe de nœuds sur les maillages de support spécifiés.

La pièce virtuelle rigide est générée avec un croisillon rigide.

Les pièces virtuelles rigide peuvent être appliquées aux types de supports suivants:

- Courbe ou arrête.
- Surface ou face.

La création d'une pièce virtuelle rigide se fait en appuyant sur le bouton  qui ouvre la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixée la pièce virtuelle rigide. (droite, segment, plan et/ou surface)
- **Le champ poignée** : permet de rentrer la position de la poignée si elle est différente de celle proposée.

2.4 Pièce virtuelle ressort rigide

Une pièce virtuelle rigide ressort est un corps élastique reliant un point spécifié à une géométrie spécifiée, qui se comporte comme un ressort à 6 degrés de liberté avec un corps rigide sans masse qui transmet des actions de manière rigide (masses, fixations et chargements) appliquées à la poignée, tout en rigidifiant les corps déformables auxquels elle est fixée.

La pièce virtuelle ressort ne tient pas compte de la capacité de déformation élastique des pièces auxquelles elle est attachée.


Le programme procède de la manière suivante :

- Un nœud est créé de façon à coïncider avec la poignée spécifiée.
- Un second nœud, décalé par rapport au premier, est créé dans une direction définie par l'utilisateur.
- Le nœud décalé est connecté par un élément ressort défini par l'utilisateur au nœud de manipulation.
- Tous les nœuds des maillages de supports de géométrie spécifiés sont connectés par des éléments cinématiques rig-beam au nœud décalé.
- Un ensemble de relations rig-beam est généré entre le degré de liberté du nœud décalé et le degré de liberté des nœuds connectés.

La pièce virtuelle rigide est générée avec un croisillon rigide et un ressort.

Les pièces virtuelles ressort rigide peuvent être appliquées aux types de supports suivants :

- Courbe ou arrête.
- Surface ou face.

La création d'une pièce virtuelle ressort rigide se fait en appuyant sur le bouton  qui ouvre la boîte de dialogue suivante :

Dans cette boîte 6 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixée la pièce virtuelle ressort rigide. (droite, segment, plan et/ou surface)
- Le champ poigné : permet de rentrer la position de la poignée si elle est différente de celle proposée.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.
- **Le champ raideur translation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur linéaire de la pièce suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).
- **Le champ raideur rotation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur en rotation de la pièce suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).

2.5 Pièce virtuelle ressort souple

Une pièce virtuelle ressort souple est un corps élastique reliant un point spécifié à une géométrie spécifiée, se comporte comme un ressort possédant 6 degrés de liberté en série avec un corps rigide sans masse qui transmet des actions en souplesse (masses, fixations et chargements) appliquées à la poignée, sans rigidifier les corps déformables auxquels elle est fixée.

La pièce virtuelle ressort souple prend en compte de manière approximative la capacité de déformation élastique des pièces auxquelles elle est attachée.


Le programme procède de la manière suivante :

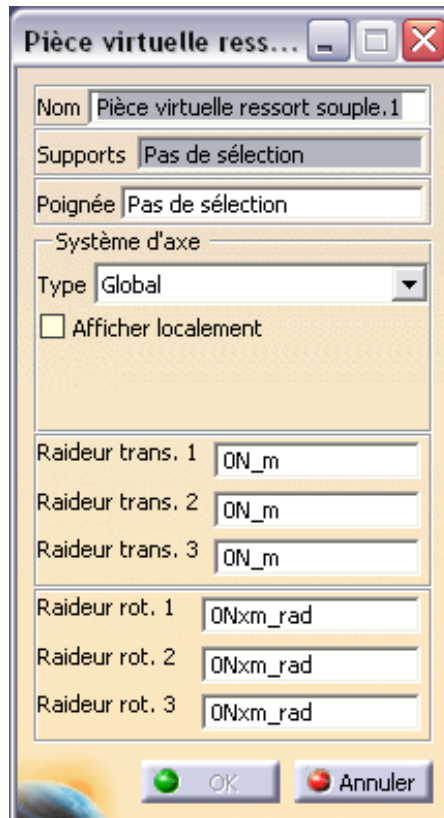
- Un nœud est créé de façon à coïncider avec la poignée spécifiée.
- Un second nœud, décalé par rapport au premier, est créé dans une direction définie par l'utilisateur.
- Le nœud décalé est connecté par un élément ressort défini par l'utilisateur au nœud de manipulation.
- Tous les nœuds des maillages de supports de géométrie spécifiés sont connectés par un élément de connexion cinématique au nœud décalé.
- Un ensemble de relations moyennes (constr-n) est généré entre le degré de liberté du nœud de décalage et le degré de liberté des nœuds connectés.

La pièce virtuelle ressort souple est générée avec un croisillon souple et un ressort.

Les pièces virtuelles ressort rigide peuvent être appliquées aux types de supports suivants :

- Courbe ou arrête.
- Surface ou face.

La création d'une pièce virtuelle ressort souple se fait en appuyant sur le bouton  qui ouvre la boîte de dialogue suivante :



Pièce virtuelle ressort...

Nom: Pièce virtuelle ressort souple.1

Supports: Pas de sélection

Poignée: Pas de sélection

Système d'axe

Type: Global

☐ Afficher localement

Raideur trans. 1: 0N_m

Raideur trans. 2: 0N_m

Raideur trans. 3: 0N_m

Raideur rot. 1: 0Nxm_rad

Raideur rot. 2: 0Nxm_rad

Raideur rot. 3: 0Nxm_rad

OK Annuler

Dans cette boîte 6 champs peuvent être remplis :


- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixée la pièce virtuelle ressort souple. (droite, segment, plan et/ou surface)
- Le champ poigné : permet de rentrer la position de la poignée si elle est différente de celle proposée.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.
- **Le champ raideur translation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur linéaire de la pièce suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).
- **Le champ raideur rotation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur en rotation de la pièce suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).

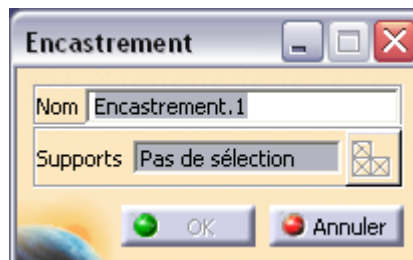
DEFINITION DES CONDITIONS AUX LIMITES

3.1 Liaison encastrement

Les encastrements sont des fixations appliquées à des géométries surfaciques ou courbes, pour lesquelles tous les points doivent être bloqués dans l'analyse ultérieure.

Un encastrement peut être appliqué à une géométrie 3D comme à une pièce virtuelle.

La création d'un encastrement se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

- Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- Le champ support : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixé l'encastrement. (droite, segment, plan, surface et/ou pièce virtuelle)

3.2 Liaison glissement surfacique

Les glissières surfaciques sont des liaisons de fixations surfaciques permettant aux points d'une surface de glisser le long d'une surface rigide coïncidente.

Une liaison glissement surfacique ne peut être appliquée qu'à des droites des courbes ou des surfaces

La création d'un glissement surfacique se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

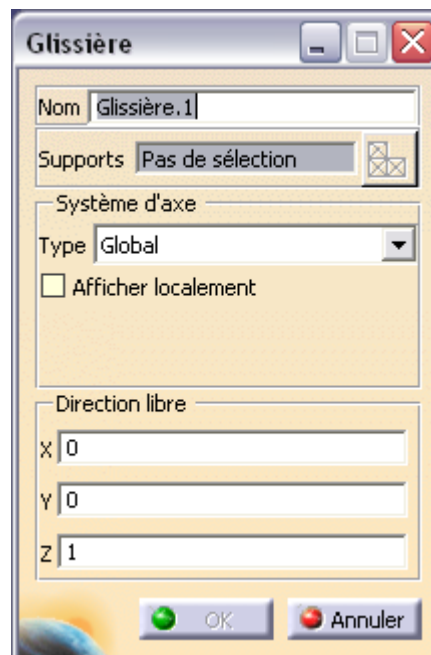
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixé le glissement surfacique. (droite, segment, plan, surface)

3.3 Liaison glissière

Les glissières sont des fixations de type liaison prismatique appliquées aux poignées des pièces virtuelles qui ont pour effet de forcer le point à glisser le long d'un axe donné. Elles peuvent être considérées comme des cas particuliers de liaisons prismatiques, lesquelles permettent une translation relative entre deux points.

Une liaison glissière ne peut être appliquée qu'à des pièces virtuelles.

La création d'une glissière se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

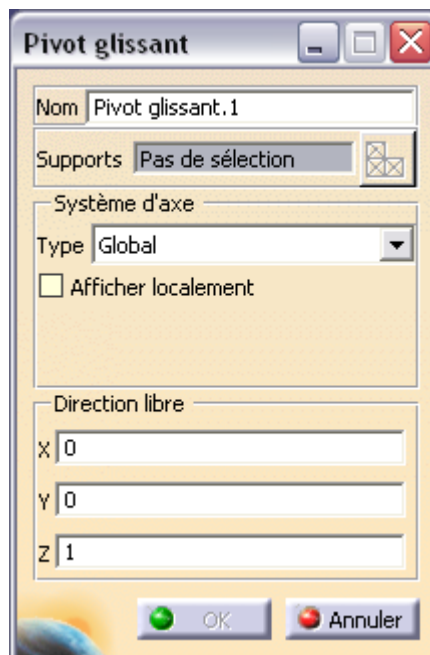
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel sur lesquels sera fixé la glissière.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ direction libre** : Permet de sélectionner les axes de glissement. Dans le cas présent l'axe libre est l'axe z.

3.4 Liaison pivot glissant

Les Pivots glissants sont des fixations de liaison cylindrique appliquées aux poignées des pièces virtuelles qui ont pour effet de forcer le point à se déplacer à la fois le long d'un axe donné et à effectuer une rotation autour. Ils peuvent être considérés comme des cas particuliers de liaisons cylindriques, permettant une translation et une rotation combinées entre deux points (dans le cas du pivot glissant, un des deux points est fixe le long de l'axe du pivot glissant).

Une liaison pivot glissant ne peut être appliquée qu'à des pièces virtuelles.

La création d'un pivot glissant se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

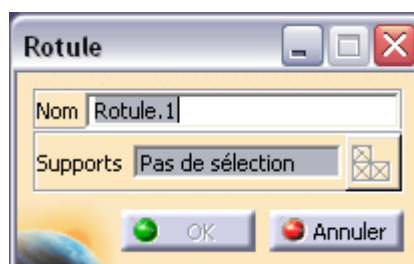
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel sur lesquels sera fixé le pivot glissant.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ direction libre** : Permet de sélectionner les axes de glissement. Dans le cas présent l'axe libre est l'axe z.

3.5 Liaison rotule

Les rotules sont des fixations de liaisons sphériques appliquées aux poignées des pièces virtuelles qui ont pour effet de forcer le point à pivoter autour d'un point fixe coïncident. Elles peuvent être considérées comme des cas particuliers de liaisons sphériques, qui permettent une rotation relative entre deux points.

Une rotule peut être appliquée à des pièces virtuelles ou à des points.

La création d'une rotule se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

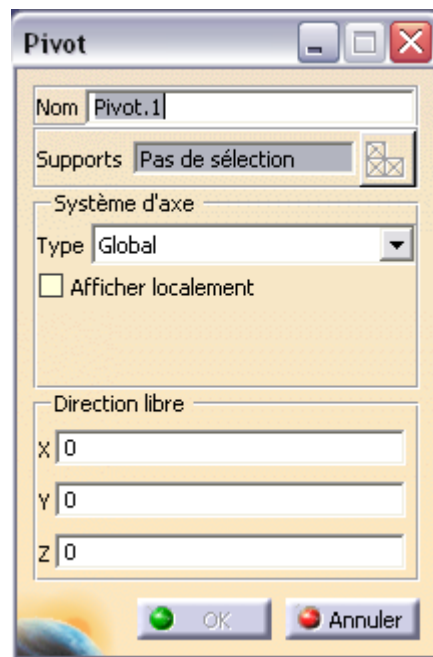
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément géométrique sur lesquels sera fixée la rotule. (point ou pièce virtuelle)

3.6 Liaison pivot

Les pivots sont des fixations de type charnière (liaison conique) appliquées aux poignées des pièces virtuelles et qui ont pour effet de forcer le point à pivoter autour d'un axe donné. Ils peuvent être considérés comme des cas particuliers de liaisons charnières, permettant une rotation relative entre deux points (dans le cas d'un pivot, un des deux points est fixe, le long de l'axe du pivot).

Une liaison pivot ne peut être appliquée qu'à des pièces virtuelles.

La création d'un pivot se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :




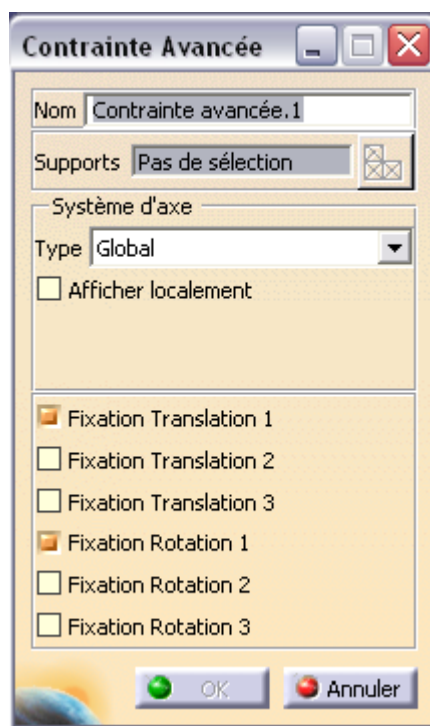
Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel sur lesquels sera fixé le pivot.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ direction libre** : Permet de sélectionner les axes de rotation.

3.7 Contrainte avancée

Les contraintes avancées sont des fixations génériques permettant de fixer une combinaison de degrés de liberté nodaux disponible sur des géométries arbitraires. Il existe trois degrés de liberté de translation par nœud pour les maillages d'élément continu, trois degrés de liberté de translation et trois degrés de liberté de rotation par nœud pour les maillages d'élément structural. Une contrainte avancée peut être appliquée à des pièces virtuelles comme à des géométries 3D (point, ligne, surface, pièce).

La création d'une contrainte avancée se fait en appuyant sur le bouton  ce qui fait apparaître la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel ou la géométrie sur lequel sera fixée la contrainte.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la pièce. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ fixation** : Permet de sélectionner les axes de translation et de rotation à bloquer. Dans le cas présent, toutes les translations en x ainsi que toutes les rotations en x sont bloquées.


DEFINITION DES CAS DE CHARGES

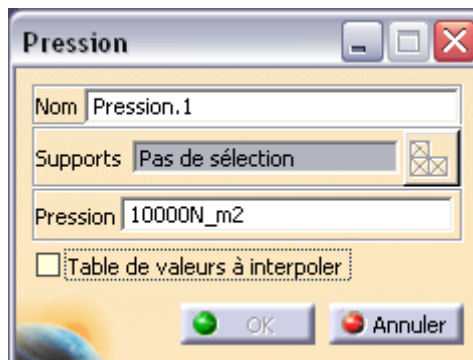
4.1 Pression

Les pressions sont des chargements intensifs représentant des champs de pression scalaire appliqués à des géométries de surface et caractérisées par le fait que la direction de la force est toujours perpendiculaire à la surface.

Les unités utilisées sont des unités de pression (en général le N/m² dans le système international des unités).

Une pression ne peut être appliquée que sur une surface.

La création d'une pression s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la géométrie sur laquelle sera appliquée la pression.
- **Le champ pression** : Permet de saisir la valeur de la pression appliquée sur la surface.

Le bouton table de valeurs à interpoler permet de sélectionner un tableau Excel comme pour piloter la pression appliquée sur la surface.


4.2 Force

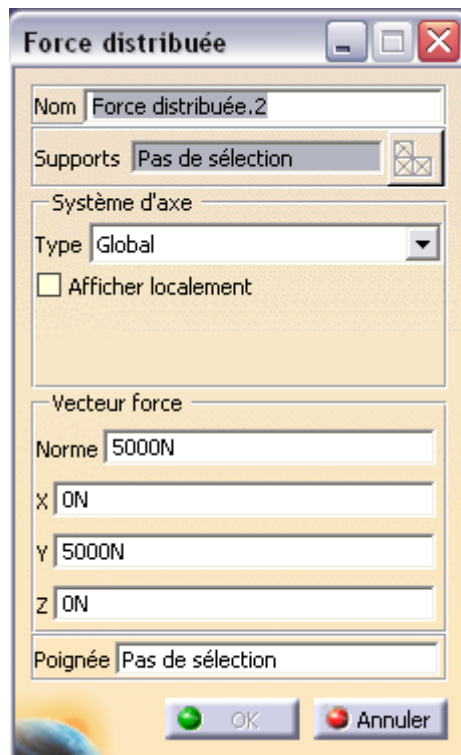
4.2.1 Force distribuée

Les forces distribuées sont des systèmes de force équivalant statiquement à une force pure résultante à un point donné, distribuée sur une pièce virtuelle ou sur une sélection géométrique.

Les objets Force distribuée appartiennent aux jeux d'objets Chargements.

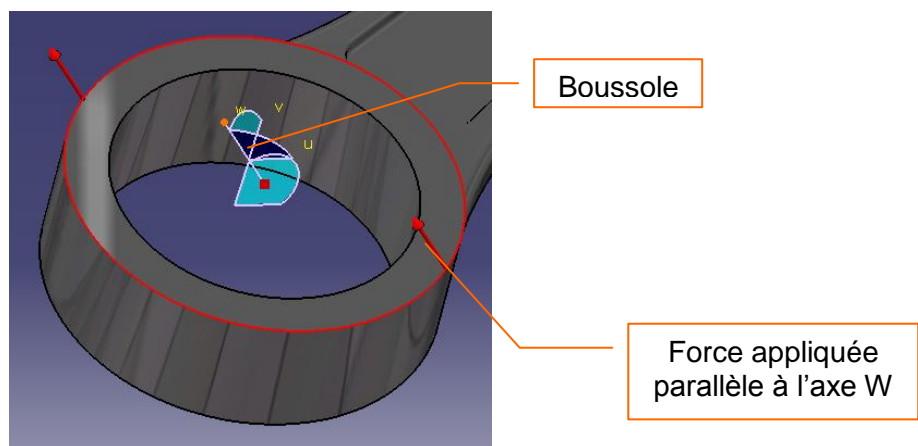
Une force distribuée s'applique à un point, une droite, une surface ou une pièce virtuelle.

La création d'une force distribuée s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :


- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel ou la géométrie sur lequel sera appliquée la force.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme ainsi que la direction de la force. Pour simplifier le réglage de l'orientation de la force, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière la force prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.

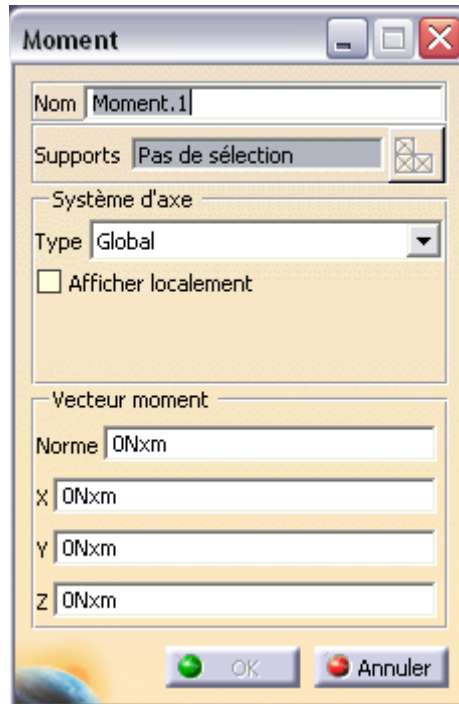


4.2.2 Moment

Les moments sont des systèmes de force équivalant statiquement à un couple pur donné (résultant du moment simple), distribués sur une pièce virtuelle ou une sélection géométrique. Les objets Moment appartiennent aux jeux d'objets chargements.

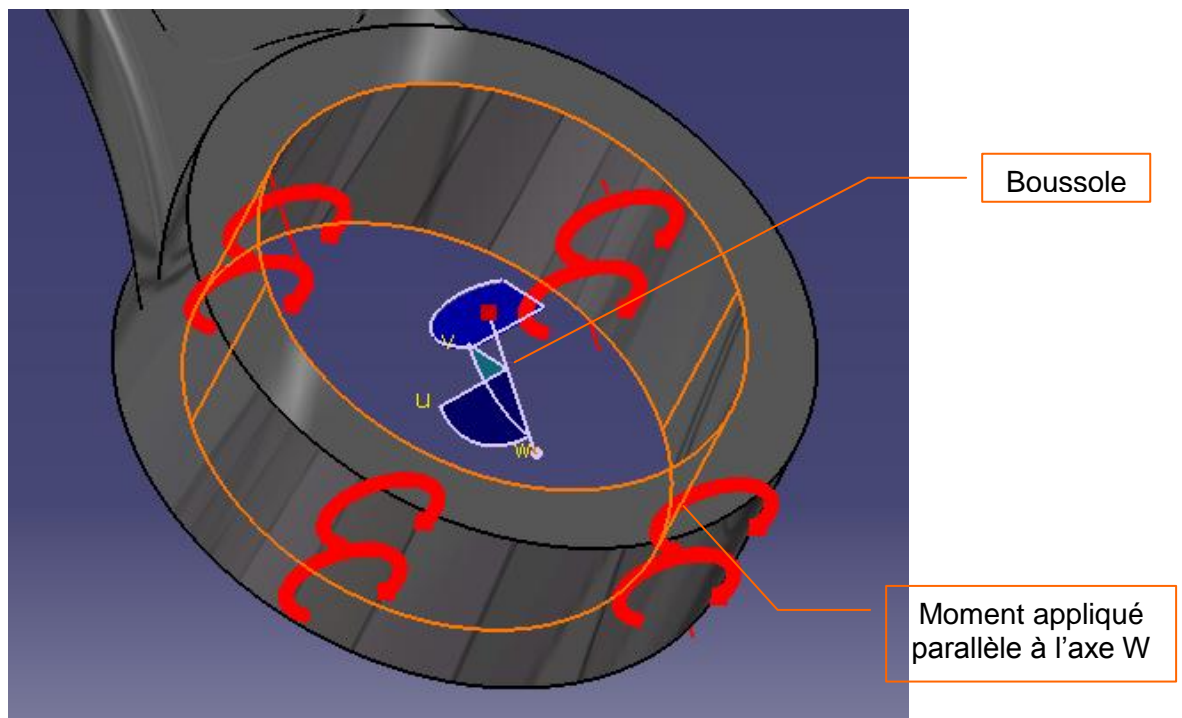
Un moment s'applique à un composant mécanique, un point, une surface ou une pièce virtuelle.

La création d'un moment s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner le corps virtuel ou la géométrie sur lequel sera appliqué le moment.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur moment** : Permet de régler la norme ainsi que la direction du moment. Pour simplifier le réglage de l'orientation du moment, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière le moment prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.




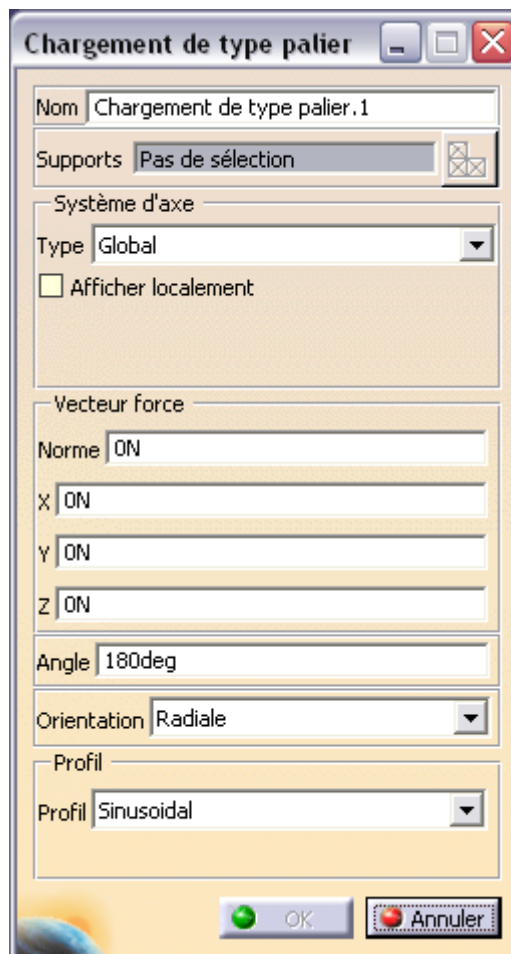
4.2.3 Chargement de type palier

Les chargements de type palier sont des chargements de contact simulé appliqués à des pièces cylindriques.

La création de chargements de type palier s'effectue en une seule opération et s'avère beaucoup plus rapide que la création d'une pièce virtuelle puis d'un chargement. Les calculs sont également moins longs car ce type de chargement ne génère pas d'éléments poutre de contact ou de maillages virtuels lourds.

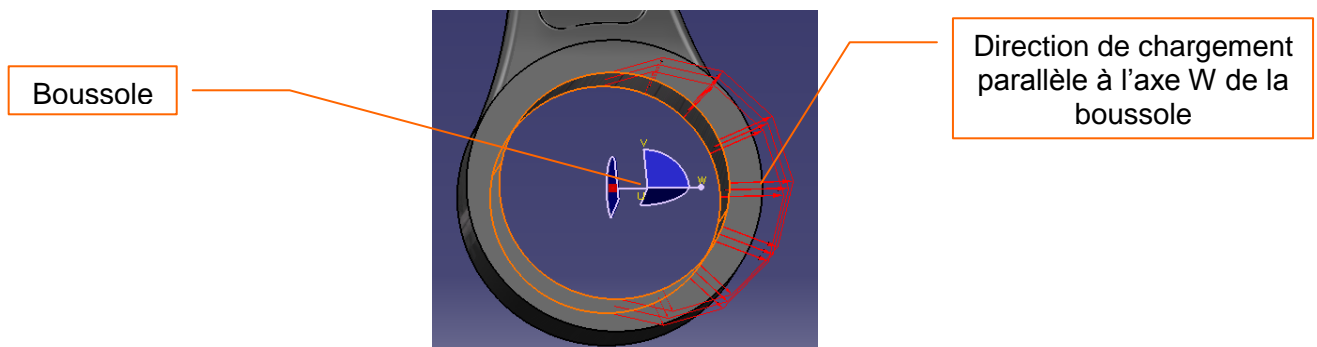
Un chargement de type palier ne peut être appliqué que sur une surface cylindrique.

La création d'un chargement de type palier s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

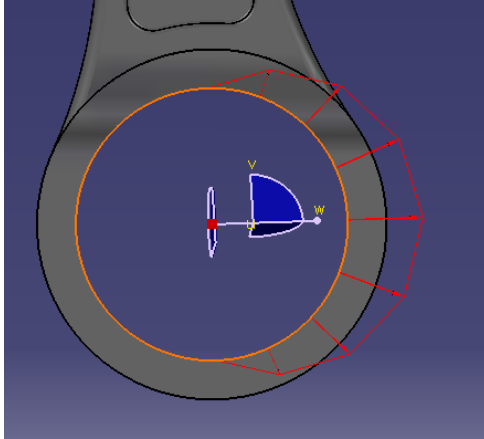
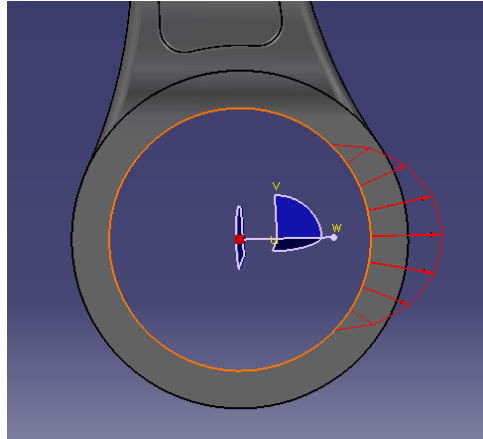


Dans cette boîte 7 champs peuvent être remplis :

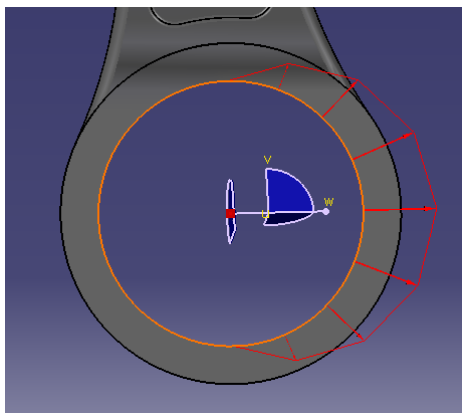
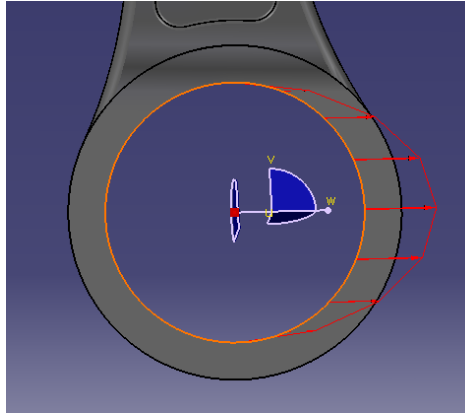
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la surface cylindrique sur laquelle sera appliquée le chargement.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme ainsi que la direction du chargement. Pour simplifier le réglage de l'orientation du chargement, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière le chargement prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.



- **Le champ angle** : Permet de modifier l'angle d'ouverture du chargement. En effet, si l'angle est réglé sur 180° la répartition du chargement se fera à 90° de chaque côté de la direction du chargement. De la même manière si l'angle est réglé à 90° la répartition du chargement se fera à 45° de chaque côté de la direction du chargement.

Chargement à 180° Chargement à 90°

- **Le champ orientation** : Permet de choisir l'orientation des contraintes. Orientation **radiale**, les directions des contraintes passeront toutes par le centre et auront un décalage angulaire. Orientation **parallèle**, les directions des contraintes seront toutes parallèles à la direction de chargement.

Orientation **radiale**Orientation **parallèle**


- **Le champ profil** : Permet de modifier la loi de répartition du chargement : sinusoïdale, parabolique ou loi (saisie préalablement).

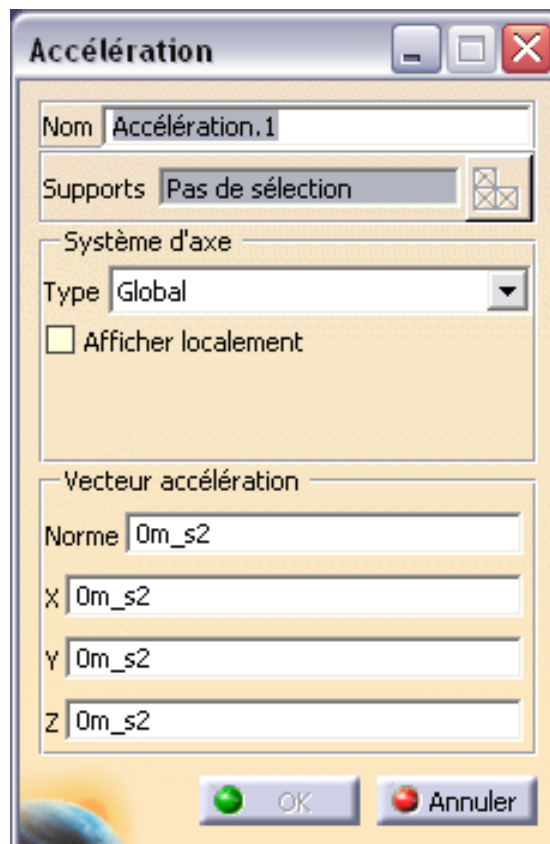
4.3 Accélération

4.3.1 Accélération linéaire

Les accélérations sont des chargements intensifs représentant des champs (accélération) de force volumique de magnitude uniforme appliquée à des pièces.

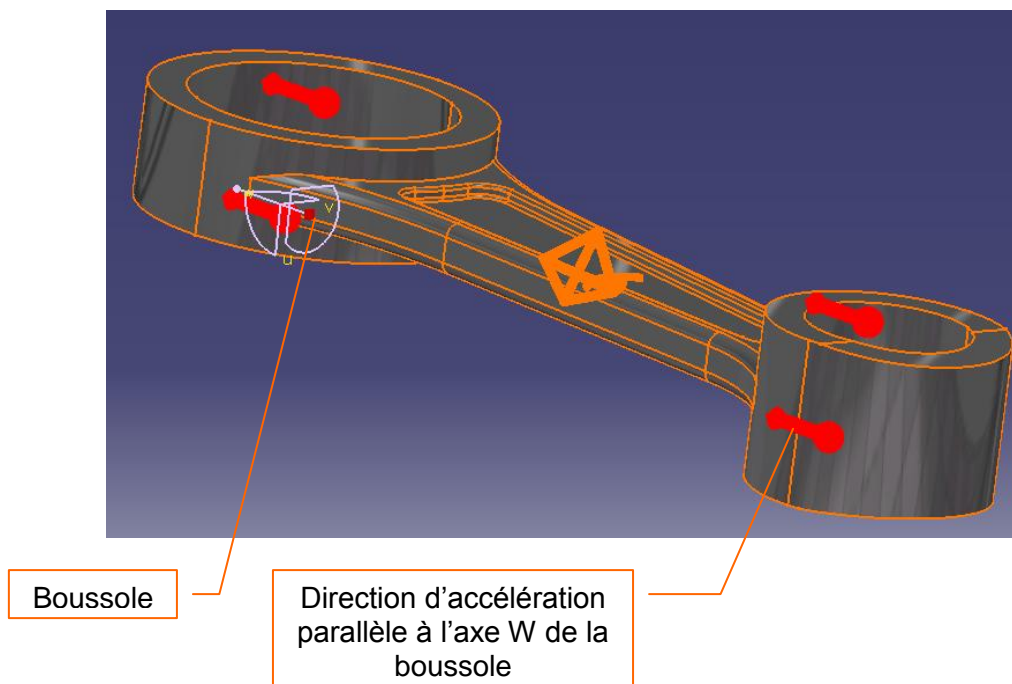
Les accélérations s'appliquent aux pièces ou aux maillages.

La création d'une accélération s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :


- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la pièce ou le maillage sur lequel sera appliqué la l'accélération.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur accélération** : Permet de régler la norme ainsi que la direction de l'accélération. Pour simplifier le réglage de l'orientation de l'accélération, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière l'accélération prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.

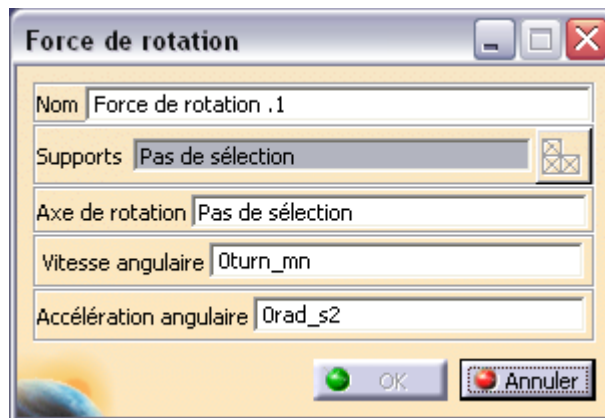


4.3.2 Force de rotation

Les forces de rotation sont des chargements intensifs représentant des champs (accélération) de force volumique induits par le mouvement de rotation appliqué aux pièces.

Les forces de rotation s'appliquent aux pièces ou aux maillages.

La création d'une force de rotation s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

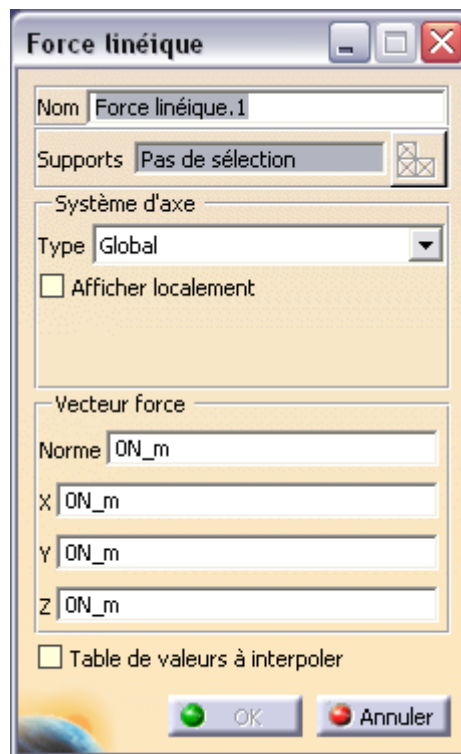
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la pièce ou le maillage sur lequel sera appliqué la force.
- **Le champ axe de rotation** : Permet de sélectionner à l'écran l'axe de la force de rotation.
- **Le champ vitesse angulaire** : Permet de rentrer la vitesse angulaire de la pièce en tour/min.
- **Le champ accélération angulaire** : Permet de rentrer la valeur de l'accélération angulaire de la pièce en rad/s².

4.4 Densité de force

4.4.1 Force linéique

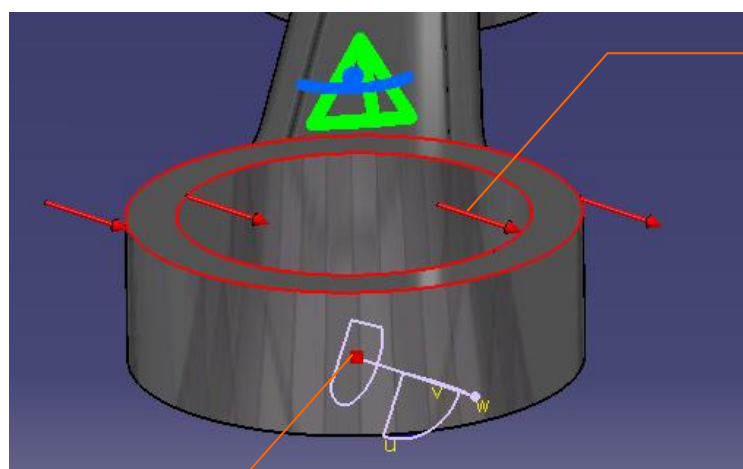
Les forces linéiques sont des chargements intensifs représentant des champs de traction linéique de magnitude uniforme appliquée à des géométries courbes. Les forces linéiques ne peuvent donc s'appliquer qu'à des courbes ou des droites.

La création d'une force linéique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la droite ou la courbe sur laquelle sera appliquée la force.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme (en N/m) ainsi que la direction de la force linéique. Pour simplifier le réglage de l'orientation de la force, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière la force prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.




Direction de la force
parallèle à l'axe W de la
boussole

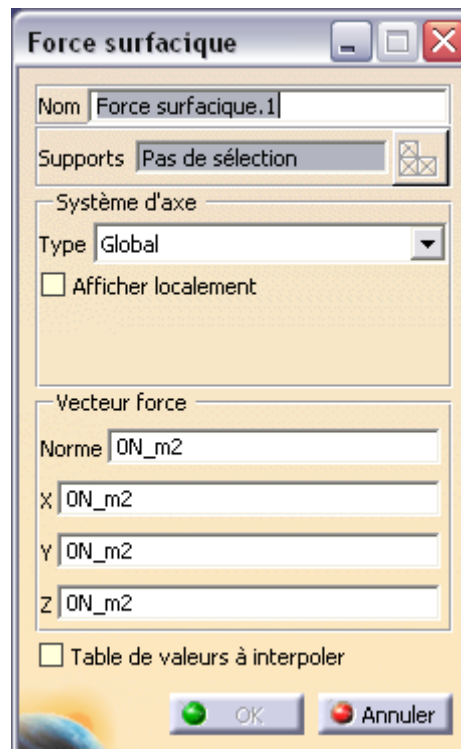
Boussole

4.4.2 Force surfacique

Les forces surfaciques sont des chargements intensifs représentant des champs de traction surfacique de magnitude uniforme appliquée à des géométries surfaciques.

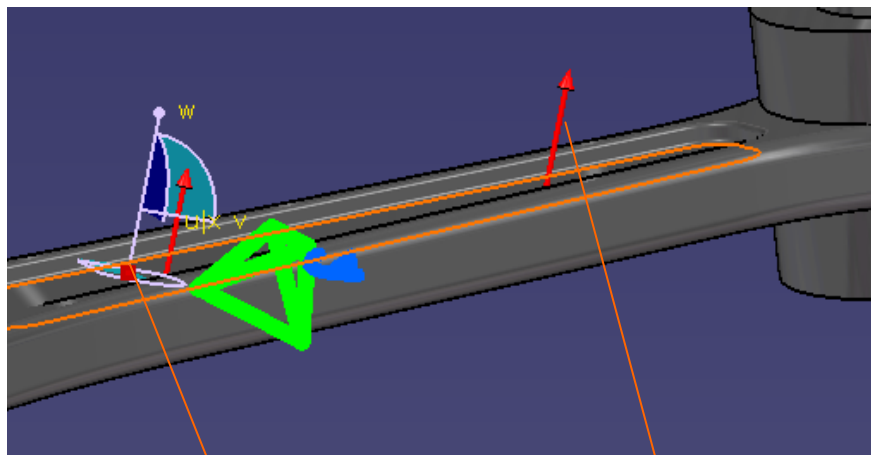
Les forces surfaciques ne peuvent donc s'appliquer qu'à des surface ou des plan.

La création d'une force surfacique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la surface ou le plan sur lequel sera appliquée la force.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme (en N/m²) ainsi que la direction de la force surfacique. Pour simplifier le réglage de l'orientation de la force, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière la force prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.




Boussole

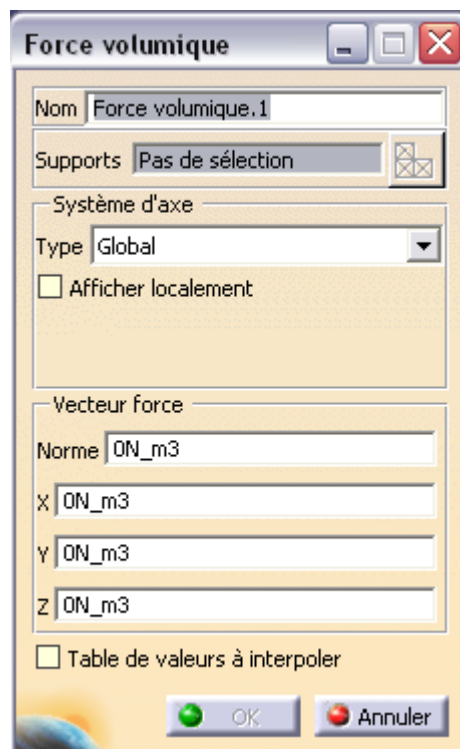
Direction de la force
parallèle à l'axe W de la
boussole

4.4.3 Force volumique

Les forces volumiques sont des chargements intensifs représentant des champs de force volumique de magnitude uniforme appliquée à des pièces.

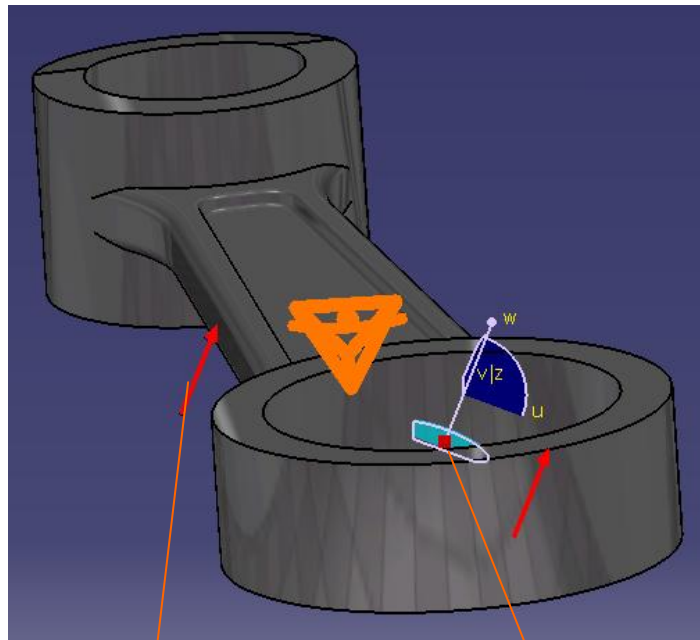
Les forces volumiques ne peuvent donc s'appliquer qu'à des pièces ou des maillages.

La création d'une force volumique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la pièce ou le maillage sur lequel sera appliquée la force.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme (en N/m^3) ainsi que la direction de la force volumique. Pour simplifier le réglage de l'orientation de la force, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière la force prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.




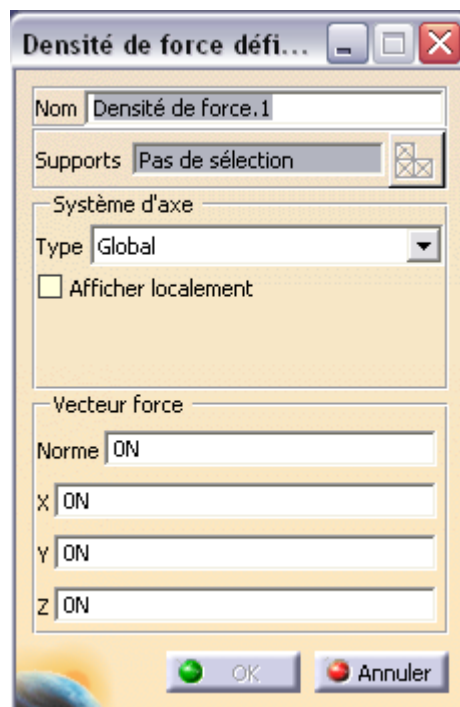
Direction de la force
parallèle à l'axe W de la
boussole

Boussole

4.4.4 Densité de force

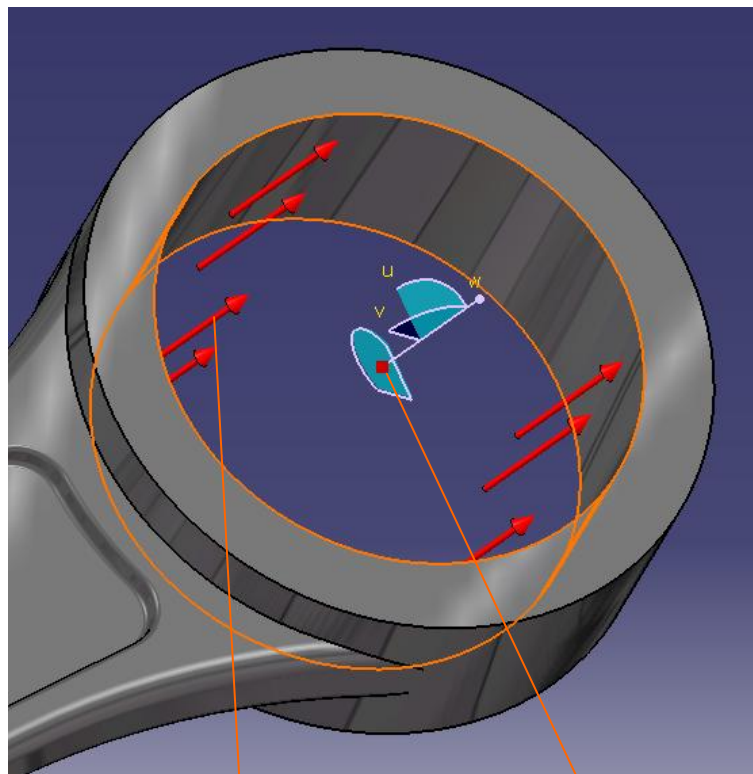
Une densité de force est l'équivalent d'une force linéique, d'une force surfacique ou d'une force volumique, seulement, la norme de cette densité de force est entrée en Newton et le type de force (linéique, surfacique et volumique) est défini par type d'élément sélectionné (ligne, surface ou volume).

La création d'une densité de force s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la ligne, la surface, la pièce ou le maillage sur lequel sera appliquée la densité de force.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ vecteur force** : Permet de régler la norme (en N) ainsi que la direction de la densité de force. Pour simplifier le réglage de l'orientation de la force, il suffit, lorsque cette boîte de dialogue est active, de placer la boussole sur la géométrie à contraindre. De cette manière la force prend automatiquement l'orientation de l'axe W de la boussole.




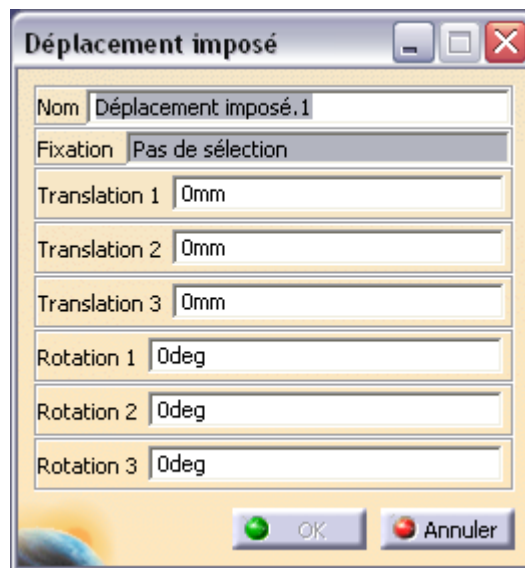
Direction de la force
parallèle à l'axe W de la
boussole

Boussole

4.5 Déplacement imposé

Les déplacements imposés sont des chargements appliqués à des géométries de support, qui consistent, pour l'analyse qui suit, à affecter des valeurs différentes de zéro aux déplacements dans les directions auxquelles des fixations ont été appliquées précédemment. Un déplacement ne peut donc s'appliquer que sur des conditions aux limites.

La création d'un déplacement imposé s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ fixation** : Permet de sélectionner condition au limite (fixation) sur lequel sera appliquée un déplacement.
- **Le champ translation** : Permet de choisir la longueur du déplacement linéaire dans les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).
- **Le champ rotation** : Permet de choisir l'angle du déplacement angulaire dans les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).

4.6 Champ de température

Un champ de température permet de simuler sur un corps l'influence de la température sur les déformés.

La création d'un champ de température s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la pièce ou le maillage sur lequel sera appliquée un champ de température.
- **Le champ température** : Permet de rentrer la température d'essai de la pièce en degrés Kelvin ($0^{\circ}\text{C} = 273,15^{\circ}\text{K}$).

4.7 Masse

4.7.1 Masse distribuée

Les masses distribuées sont utilisées pour modéliser des caractéristiques purement inertielles (non structurales) du système telles que des équipements supplémentaires. Elles représentent des champs scalaires de masse en un point qui sont équivalents à une masse totale concentrée en un point donné et sont réparties sur une pièce virtuelle ou sur une sélection géométrique.

La création d'une masse distribuée s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner l'élément sur lequel la masse sera appliquée.
- **Le champ masse** : Permet saisir la valeur de la masse en kilogrammes.

4.7.2 Masse linéique

Les masses linéiques sont utilisées pour modéliser des caractéristiques purement inertielles (non structurales) du système telles que des équipements supplémentaires. Elles représentent des champs scalaires de densité de masse linéiques d'intensité donnée, appliqués à des géométries courbes.

La création d'une masse linéique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante:




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la courbe sur laquelle la masse sera appliquée.
- **Le champ densité** : Permet saisir la valeur de la masse linéique en kilogrammes/mètres.

4.7.3 Masse surfacique

Les masses surfaciques sont utilisées pour modéliser des caractéristiques système purement inertielles (non structurales) comme des équipements supplémentaires. Elles représentent des champs scalaires de masse surfacique, appliqués à des géométries surfaciques.

La création d'une masse surfacique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




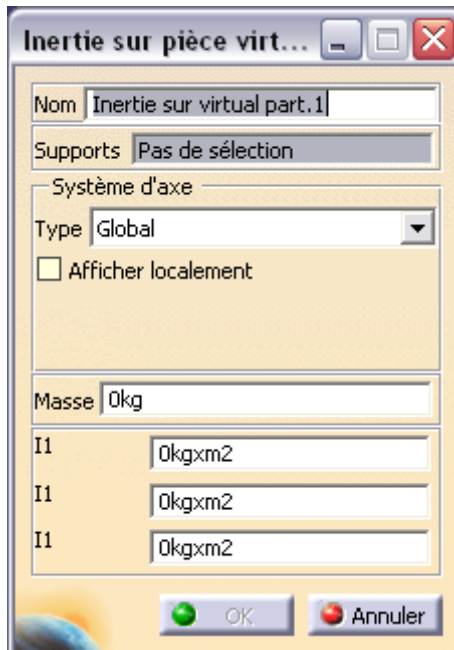
Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la surface sur laquelle la masse sera appliquée.
- **Le champ densité** : Permet saisir la valeur de la masse surfacique en kilogrammes/mètres².

4.7.4 Inertie sur pièce virtuelle

La fonction Inertie sur pièce virtuelle vous permet de prendre en compte une répartition spatiale de la masse sur une pièce virtuelle.

La création d'une inertie sur pièce virtuelle s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 5 champs peuvent être remplis :


- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner la pièce virtuelle sur laquelle la masse sera appliquée.
- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant dans la part.
- **Le champ masse** : Permet de choisir la norme de la masse en kg.
- **Le champ direction** : Permet d'orienter la masse.

DEFINITION DES GROUPES

Les groupes sont des sous-ensembles (points, lignes, surfaces, corps) d'un modèle éléments finis. Ils permettent, par exemple, de concentrer l'analyse des résultats sur une partie du modèle, en particulier la zone à fort gradient de contraintes.

5.1 Groupe de points

Un groupe de point permet de regrouper plusieurs points, pour ensuite générer une image autour de ces points.

La création d'un groupe de point s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner les points que l'on veut intégrer au groupe.

5.2 Groupe de ligne

Un groupe de ligne permet de regrouper plusieurs lignes, pour ensuite générer une image autour du contenu du groupe.

La création d'un groupe de ligne s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner les lignes que l'on veut intégrer au groupe.

5.3 Groupe de surface

Un groupe de surface permet de regrouper plusieurs surfaces, pour ensuite générer une image autour de ces surfaces.

La création d'un groupe de surface s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner les surfaces que l'on veut intégrer au groupe.

5.4 Groupe de corps

Un groupe de corps permet de regrouper plusieurs corps, pour ensuite générer une image autour de ces corps.

La création d'un groupe de corps s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ support** : Permet de sélectionner les corps que l'on veut intégrer au groupe.

5.5 Groupe de type boîte

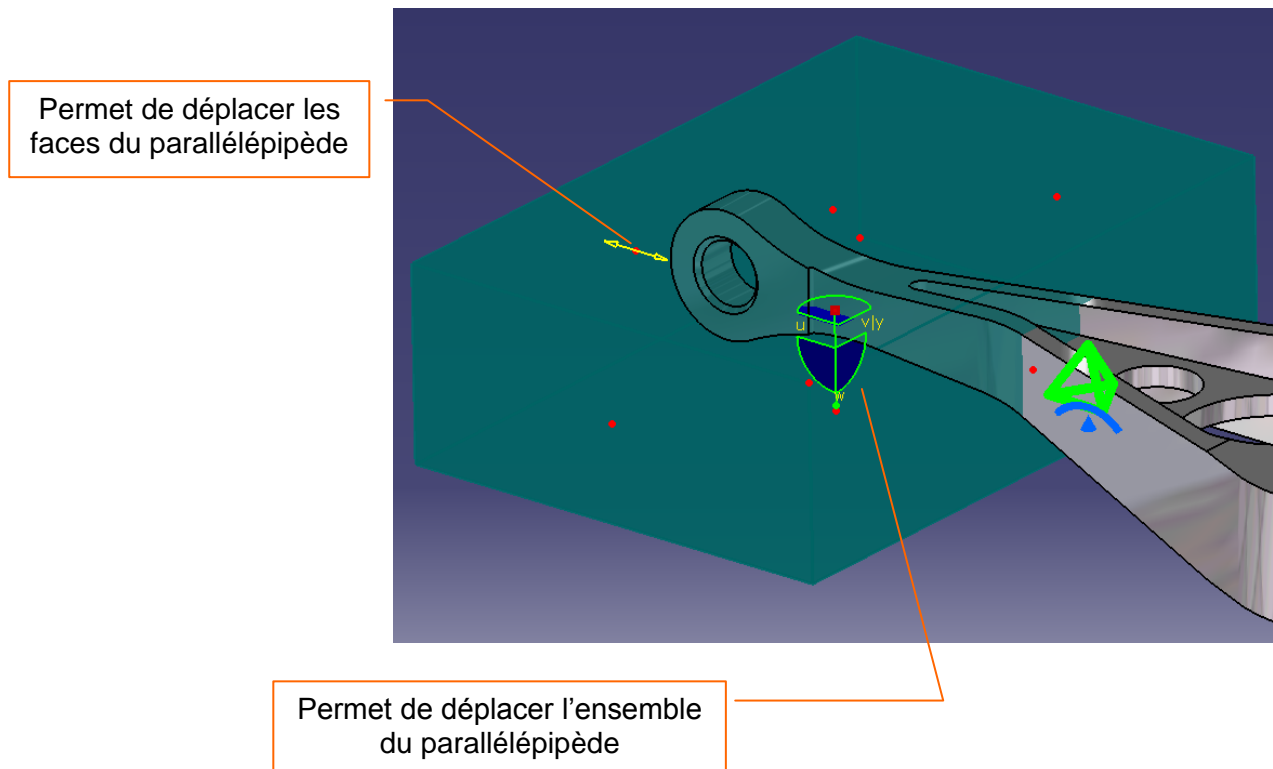
Un groupe de type boîte permet de générer une boîte cubique en 3D puis de ne faire afficher à l'écran que les résultats associés aux éléments contenus dans le groupe.

La création d'un groupe type boîte s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ boîte active** : Lorsque le bouton boîte active est enfoncé une boîte s'affiche à l'écran et est modifiable par l'intermédiaire de la sphère rouge fixé sur les faces. Il suffit de glisser la souris sur les sphères de les sélectionner avec le bouton gauche de la souris et tout en maintenant le bouton enfoncé de déplacer la souris.
- **Le champ sélectionner un extremum** : Permet en enfonçant le bouton de sélectionner un extremum calculer à l'écran.



5.6 Groupe de type sphère

Un groupe de type sphère permet de générer un sous-ensemble de forme sphérique en 3D puis d'afficher uniquement les résultats associés aux entités contenues dans ce sous-ensemble.

La création d'un groupe type sphère s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

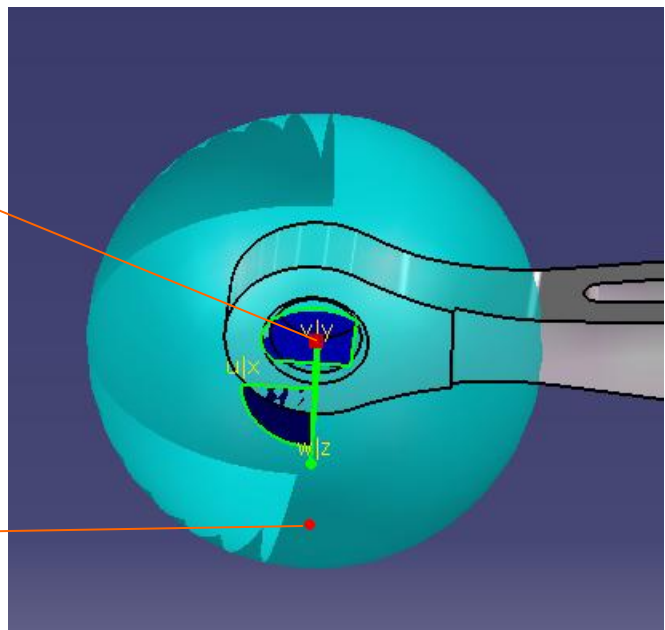


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ boîte active** : Lorsque le bouton boîte active est enfoncé une sphère s'affiche à l'écran et est modifiable par l'intermédiaire de la sphère rouge. Il suffit de glisser la souris sur la sphère de la sélectionner avec le bouton gauche de la souris et tout en maintenant le bouton enfoncé de déplacer la souris.
- **Le champ sélectionner un extremum** : Permet en enfonçant le bouton de sélectionner un extremum calculer à l'écran.

Permet de déplacer l'ensemble de la sphère

Permet de modifier le diamètre de la sphère



CONNEXION D'ANALYSE GENERALE

Les connexions d'analyse générales permettent de créer des liaisons virtuelles ou bien des mécanismes entre plusieurs éléments géométriques appartenant à deux pièces différentes. Avec ces outils, nous définissons les couples d'éléments géométrique qui sont connectés ensuite nous verrons d'autres outils permettant de définir le comportement de ces connexions.


6.1 Connexion d'analyse

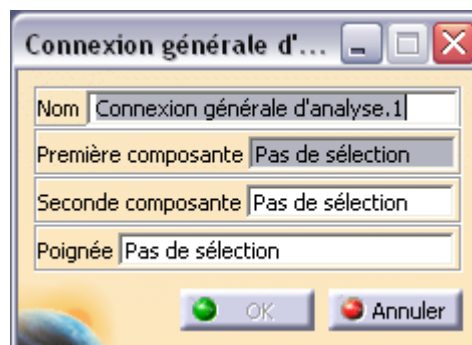
Les connexions d'analyse sont utilisées pour relier une partie d'un assemblage avec ou sans poignée sur une autre partie d'un d'assemblage.

Cette opération peut être effectuée entre tous les types de géométrie.

Cette fonction s'avère très utile lorsque vous souhaitez bénéficier de la représentation de la pièce sans avoir à concevoir réellement cette pièce.

Le logiciel joint les nœuds de chaque élément sélectionné entre eux en passant par la poignés.

La création d'une connexion d'analyse s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




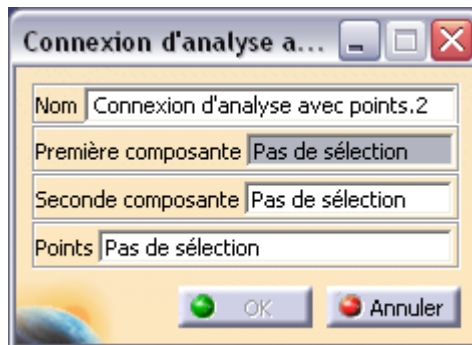
Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner les entité géométrique (point, courbe, surface) de la première pièce à connecter.
- **Le champ seconde composante** : Permet de sélectionner les entité géométrique (point, courbe, surface) de la seconde pièce à connecter.
- **Le champ poignet** : Permet de sélectionner un point pour définir une poignée.

6.2 Connexion d'analyse avec point

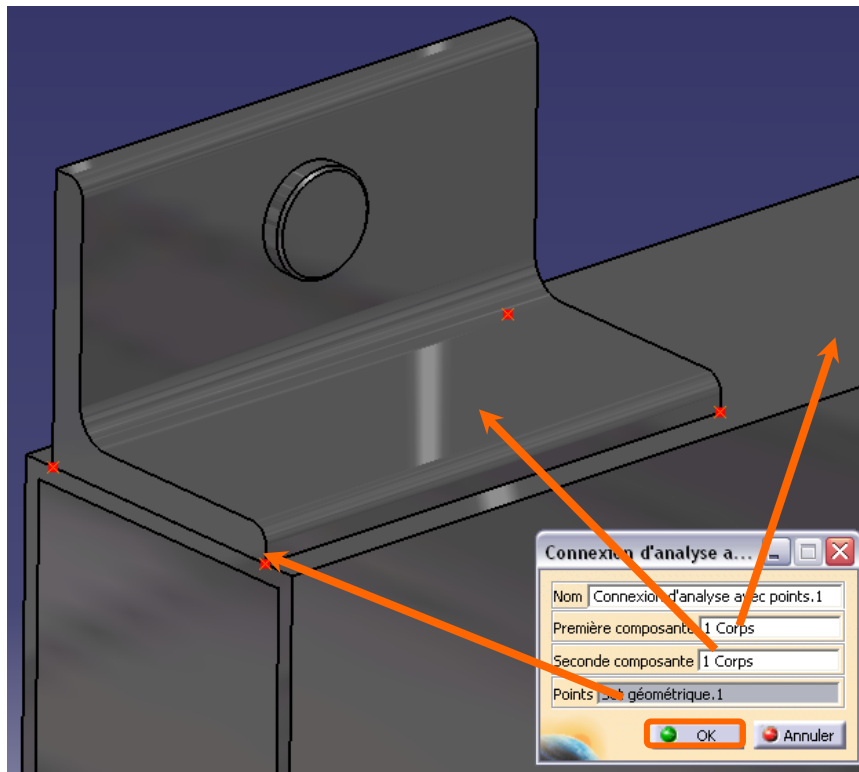
Les connexions d'analyse avec point permettent de simuler une soudure par point entre deux pièces d'un assemblage. Cette fonction permet de créer le point de soudure mais d'autres outils sont nécessaires pour définir la caractéristique de cette soudure.

La création d'une connexion d'analyse avec point s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

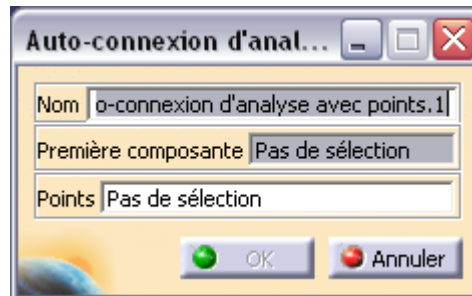
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner la première pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ seconde composante** : Permet de sélectionner la seconde pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ point** : Permet de sélectionner les points définissent les points de soudure. Ces points doivent être créés dans un corps surfacique dans une des deux parties à souder. Lorsque l'on sélectionne un point le logiciel sélectionne automatiquement tous les points se trouvant dans le même corps surfacique. Attention les points doivent être créés sur une droite ou un plan coïncident à la deuxième pièce à souder.



6.3 Auto-connexion d'analyse avec point

Une auto-connexion d'analyse avec point fonctionne de la même façon qu'une connexion d'analyse avec point, mais au lieu de créer une connexion soudure par point entre deux pièces différentes elle crée cette connexion par point dans la même pièce.

La création d'une auto-connexion d'analyse avec point s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




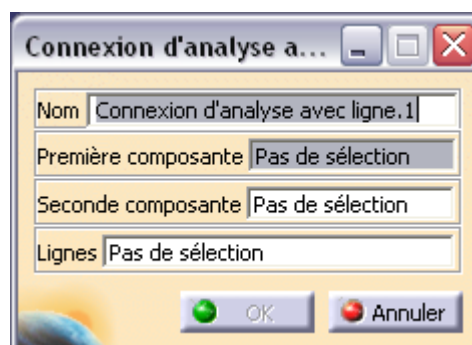
Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner la pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ point** : Permet de sélectionner les points définissent les points de soudure. Ces points doivent être créés dans un corps surfacique dans la part à souder. Lorsque l'on sélectionne un point le logiciel sélectionne automatiquement tous les points se trouvant dans le même corps surfacique.

6.4 Connexion d'analyse avec droite

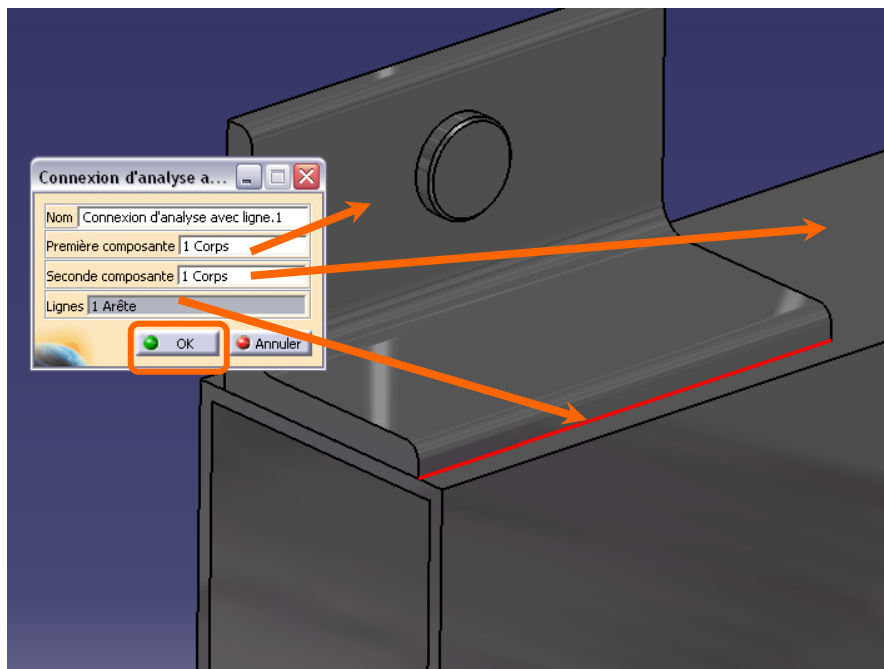
Les connexions d'analyse avec droite permettent de simuler une soudure par cordon entre deux pièces d'un assemblage. Cette fonction permet de créer le cordon de soudure mais d'autres outils sont nécessaires pour définir les caractéristiques de cette soudure.

La création d'une connexion d'analyse avec droite s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

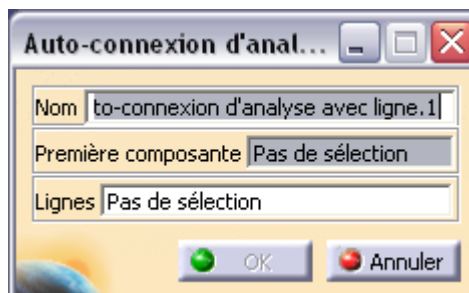
- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner la première pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ seconde composante** : Permet de sélectionner la seconde pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ ligne** : Permet de sélectionner les ligne définissent les cordon de soudure. Les lignes sélectionnées sont soit des arêtes de pièce soit des droites tracées à l'intérieur d'un corps surfacique dans la pièce.



6.5 Auto-connexion d'analyse avec droite

Une auto-connexion d'analyse avec droite fonctionne de la même façon qu'une connexion d'analyse avec droite, mais au lieu de créer une connexion soudure par droite entre deux pièce différentes elle crée cette connexion par droite dans la même pièce.

La création d'une auto-connexion d'analyse avec droite s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




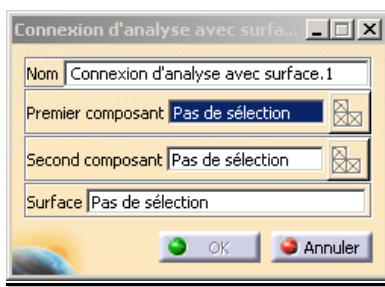
Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner la pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ ligne** : Permet de sélectionner les lignes définissant les cordons de soudure. Les lignes sélectionnées soit des arêtes de pièce soient des droites tracées à l'intérieur d'un corps surfacique dans la pièce.

6.6 Connexion d'analyse avec surface

Les connexions d'analyse avec surface permettent de simuler une soudure par bande entre deux pièces d'un assemblage. Cette fonction permet de créer la bande adhésive mais d'autres outils sont nécessaires pour définir les caractéristiques de cette soudure.

La création d'une connexion d'analyse avec surface s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

- **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- **Le champ première composante** : Permet de sélectionner la première pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.
- **Le champ seconde composante** : Permet de sélectionner la seconde pièce. On peut sélectionner n'importe quelle entité à l'écran le logiciel sélectionnera automatiquement l'ensemble de la pièce.

Le champ surface : Permet de sélectionner les surfaces définissant le contour de la bande adhésive de type soudure.

6.7 Auto Connexion d'analyse avec surface

La commande est identique à celles des points, sauf qu'elle s'applique aux surfaces.

DEFINITION DES CONNEXIONS D'ANALYSE

Dans la partie précédente nous avons vu comment créer des connexions entre 2 pièces, maintenant nous allons voir comment définir les caractéristiques mécaniques de ces connexions.


7.1 Connexion face/faces

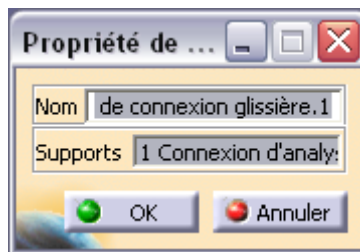
Les connexions face/face s'applique à des connexions d'analyse générale définit sur deux pièces en contact ou à des contraintes assemblage de type coïncidence ou contact.

7.1.1 Connexion glissière

Une connexion glissière est le lien entre deux corps contraints à se déplacer ensemble dans la direction normale locale au niveau de leur frontière commune et qui se comportent comme s'ils étaient autorisés à glisser l'un par rapport à l'autre sur le plan tangentiel commun. Dans la mesure où les corps peuvent être maillés indépendamment, la connexion glissière est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

Les relations de la connexion glissière prennent en compte la capacité de déformation élastique de l'interface.

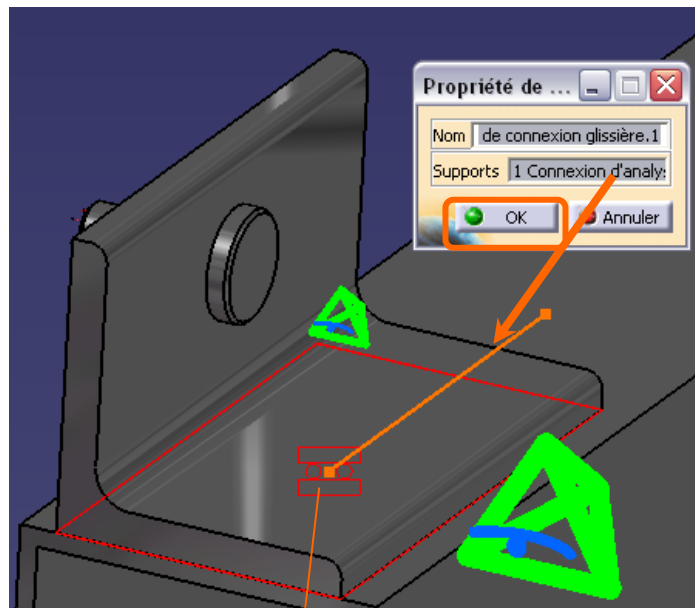
La création d'une connexion glissière s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence ou contact) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion glissière.




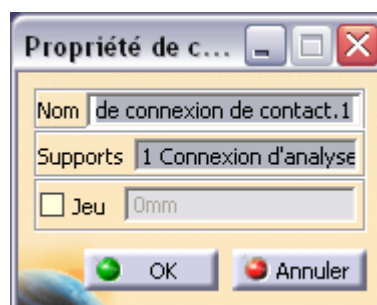
Une fois le support sélectionné
un symbole glissière est attaché
au support

7.1.2 Connexion contact

Une connexion de contact est le lien entre deux corps de pièce qui ne sont pas autorisés à s'interpénétrer au niveau de leur frontière commune et qui se comportent comme s'ils étaient autorisés à bouger arbitrairement par rapport l'un à l'autre car ils n'entrent pas en contact dans un dégagement normal personnalisé. Lorsqu'ils entrent en contact, ils peuvent encore être séparés ou glisser l'un par rapport à l'autre dans le plan tangentiel mais le jeu normal relatif ne peut être réduit. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion de contact est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

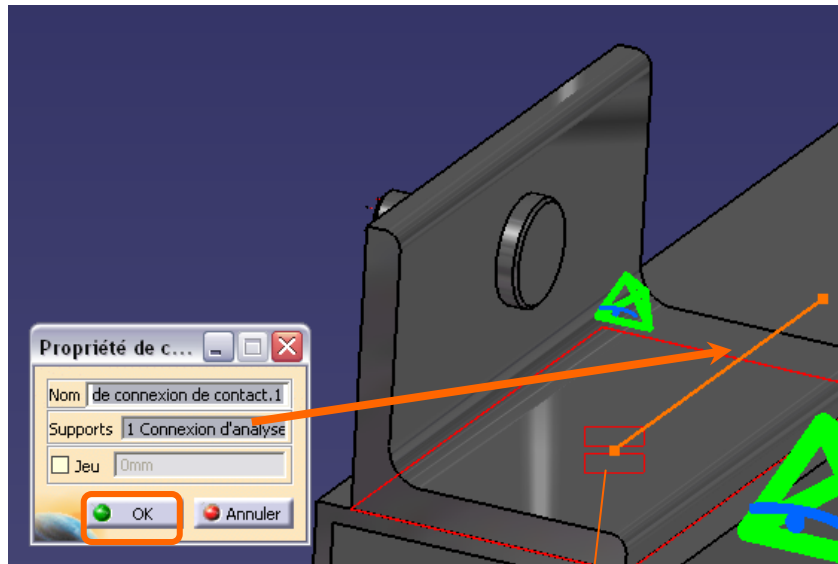
Les relations de connexion de contact tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion contact s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- 7 **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- 8 **Le champ support** : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence ou contact) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion contact.
- 9 **Le champ jeu** : Si le bouton jeu et coché, nous pouvons saisir la valeur d'un jeu autorisé entre les deux pièces en contact




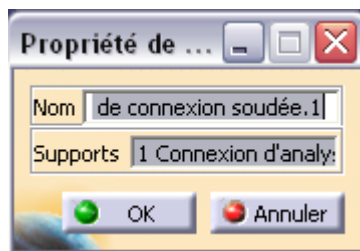
Une fois le support sélectionné
un symbole contact est attaché
au support

7.1.3 Connexion soudée

Une connexion soudée est le lien entre deux corps soudés ensemble au niveau de la frontière commune et qui se comportent comme s'ils ne formaient qu'un corps. Dans un modèle Eléments finis, ceci équivaut à la fusion des nœuds correspondants de deux maillages compatibles. Toutefois, les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion soudée est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

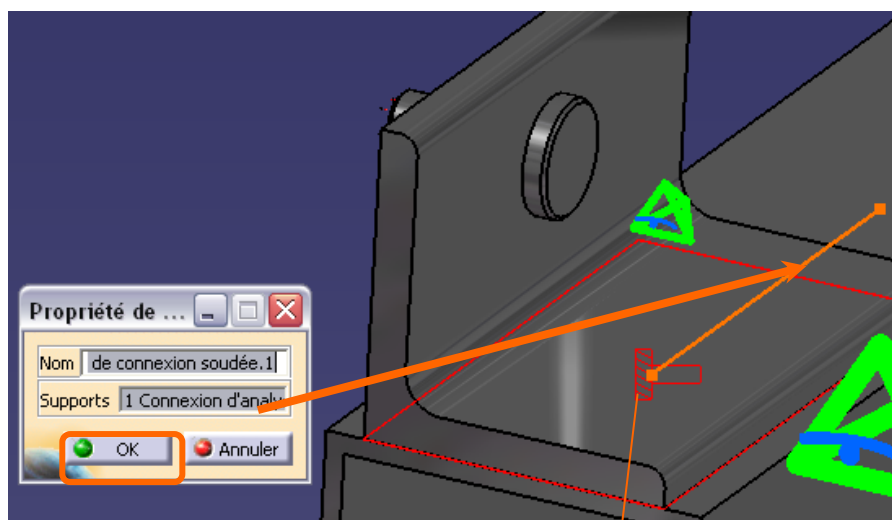
Les relations de connexion soudée tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion contact s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 2 champs peuvent être remplis :


- 10 **Le champ nom** : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.
- 11 **Le champ support** : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence ou contact) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion soudée.

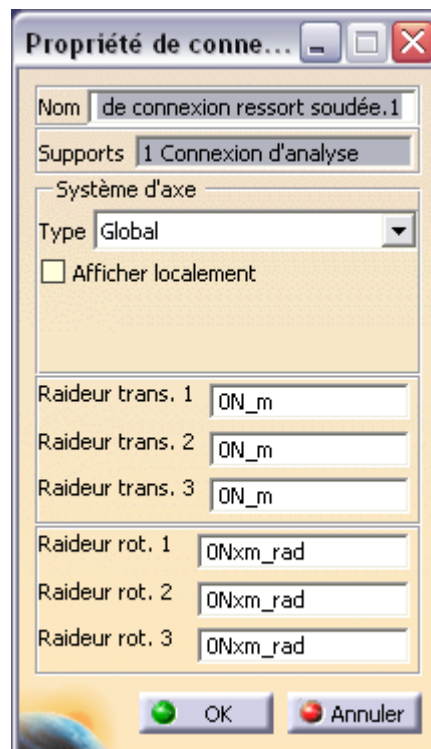


Une fois le support sélectionné
un symbole soudé est attaché au
support

7.1.4 Connexion ressort soudé

Une connexion ressort soudé est une liaison élastique entre deux faces. Dans un modèle Eléments finis, ceci équivaut à la fusion des nœuds correspondants de deux maillages compatibles. Toutefois, les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion ressort soudée est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles. Les relations de connexion ressort soudée tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion ressort soudé s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 5 champs peuvent être remplis :

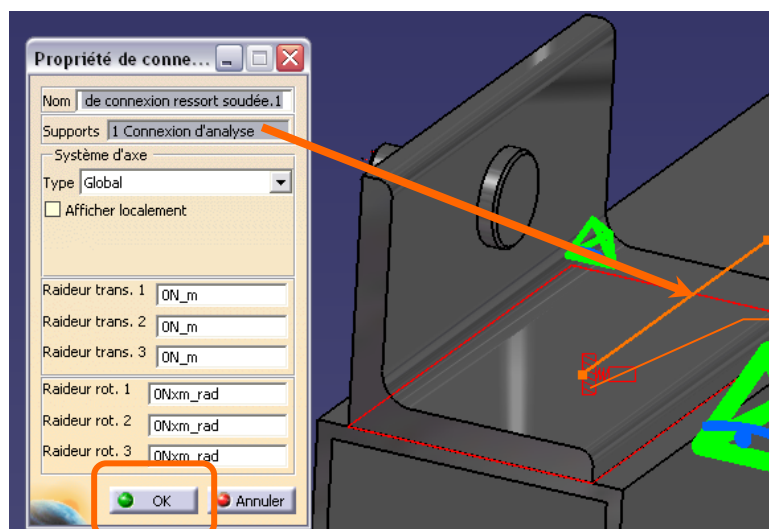
Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence ou contact) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion ressort soudé.

Le champ système d'axe : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.

Le champ raideur translation : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur linéaire de la connexion suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).

Le champ raideur rotation : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur en rotation de la connexion suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).




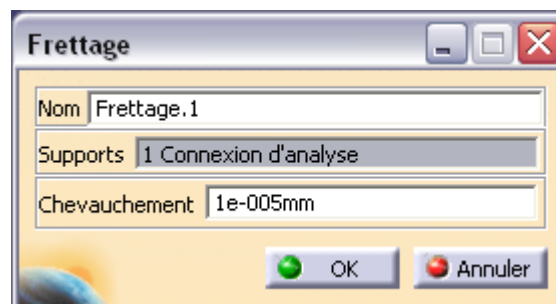
Une fois le support sélectionné un symbole ressort soudé est attaché au support

7.1.5 Connexion frettage

Le frettage utilise une contrainte de contact surfacique comme support. Un frettage est le lien entre deux corps assemblés dans une configuration de frettage, plus précisément en cas d'interférence ou de chevauchement entre les deux pièces. Le long de la normale à la surface, la connexion se comporte comme une connexion de contact avec une valeur de jeu négative (chevauchement positif). La différence réside dans les directions tangentielles où les deux pièces sont liées l'une à l'autre. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion frettage est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

Les relations de connexion frettage tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion frettage s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

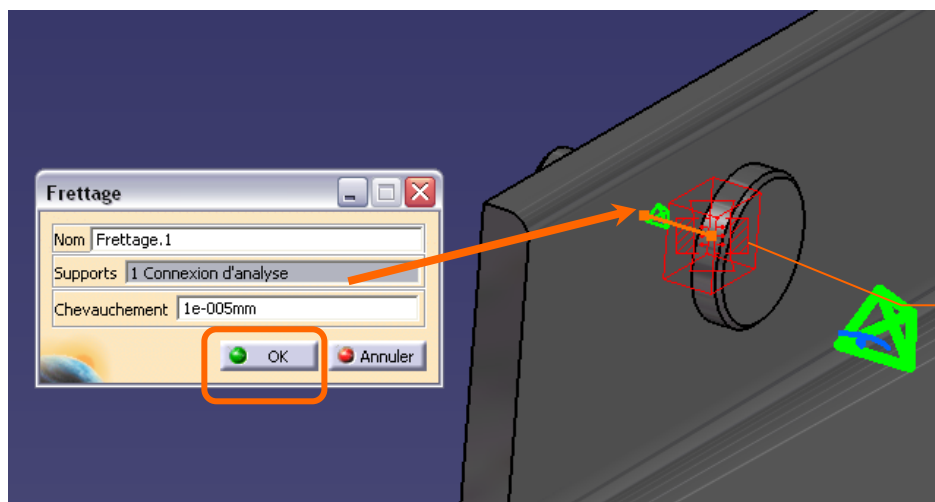


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion frettage.


Le champ chevauchement : Permet de rentrer la valeur du chevauchement en mm.

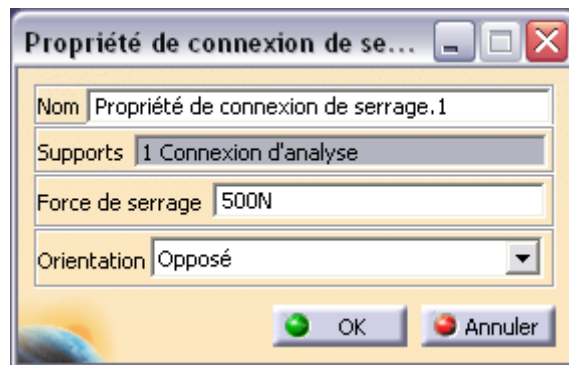


Une fois le support sélectionné un symbole frettage est attaché au support

7.1.6 Connexion serrage

Une connexion de serrage est une connexion qui tient compte de la pré-tension dans les assemblages de serrage. Le calcul est effectué selon l'approche classique en deux étapes. Lors de la première étape, le modèle est soumis à des forces de tension relatives au serrage par l'application de forces opposées sur le filetage de la vis et sur le support taraudé, respectivement. Puis, dans la seconde étape, le déplacement relatif des deux surfaces (obtenu lors de la première étape) est imposé alors que le modèle est soumis à des chargements utilisateur. Durant ces deux étapes, les déplacements de la vis et du support sont liés dans la direction normale à l'axe de la vis. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion de serrage est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles. Les relations de connexion de contact tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion serrage s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



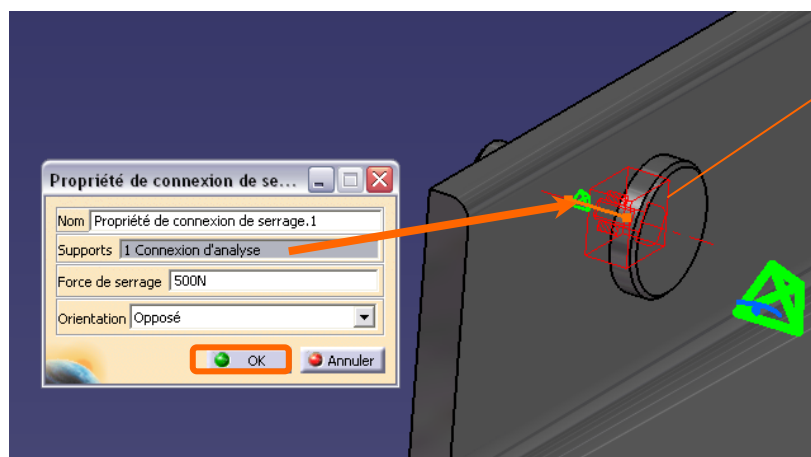
Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion serrage.

Le champ force de serrage : Permet de rentrer la valeur de la force de serrage en N.

Le champ orientation : Permet d'inverser la direction de serrage.



Une fois le support sélectionné un symbole serrage est attaché au support


7.2 Connexion distant

Les connexions distant s'applique à des connexions d'analyse générale définit sur deux pièces distantes ou à des contraintes assemblage de type coïncidence ou distance.

7.2.1 Connexion rigide

Une connexion rigide est le lien entre deux corps qui sont rigidifiés et fixés l'un à l'autre au niveau de leur frontière commune, et qui se comportent comme si leur interface était infiniment rigide. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion rigide est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

Les relations de connexion rigide tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces.

La création d'une connexion rigide s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

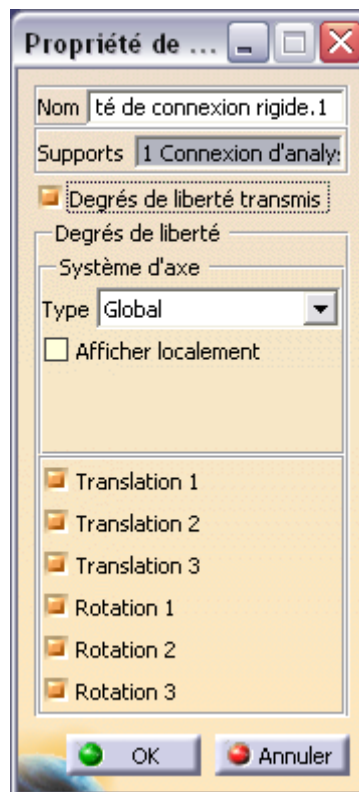


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion rigide.

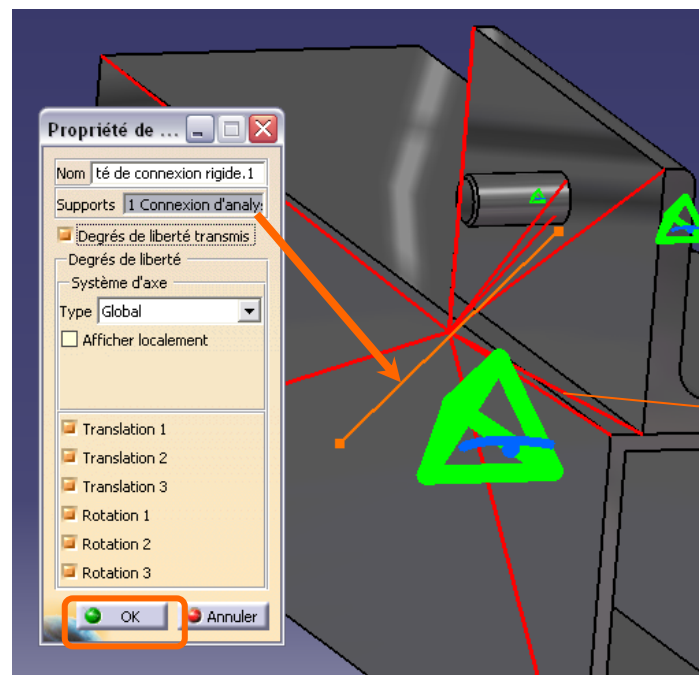
Le champ degrés de liberté transmis : Permet de personnaliser la connexion rigide en libérant des degrés de liberté. Lorsque cette option est cochée la boîte de dialogue suivante s'affiche :



Dans cette boîte 2 champs restent à être remplis :

Le champ système d'axe : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.

Le champ degrés de liberté : Permet de libérer des degrés de liberté en rotation ou en translation (1 = x ; 2 = y ; 3 = z). Pour libérer un degré de liberté il suffit de décocher la case correspondante.




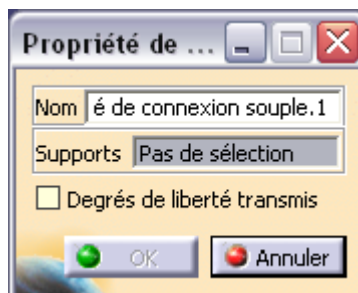
Une fois le support sélectionné un symbole connexion rigide est attaché au support

7.2.2 Connexion souple

Une connexion souple est le lien entre deux corps qui sont fixés l'un à l'autre au niveau de leur frontière commune, et qui se comportent approximativement comme si leur interface était souple. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion souple est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

Les relations de connexion souple tiennent compte de la capacité de déformation élastique des interfaces. L'approximation repose sur la méthode des moindres carrés appliquée au degré de liberté d'un nœud esclave lié de façon rigide aux nœuds maîtres (les fonctions de forme de l'élément sont ignorées).

La création d'une connexion souple s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

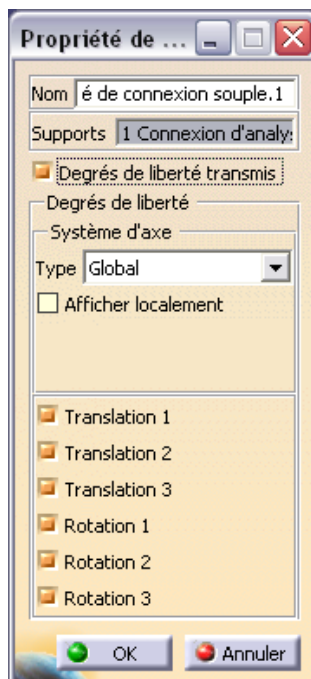


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion souple.

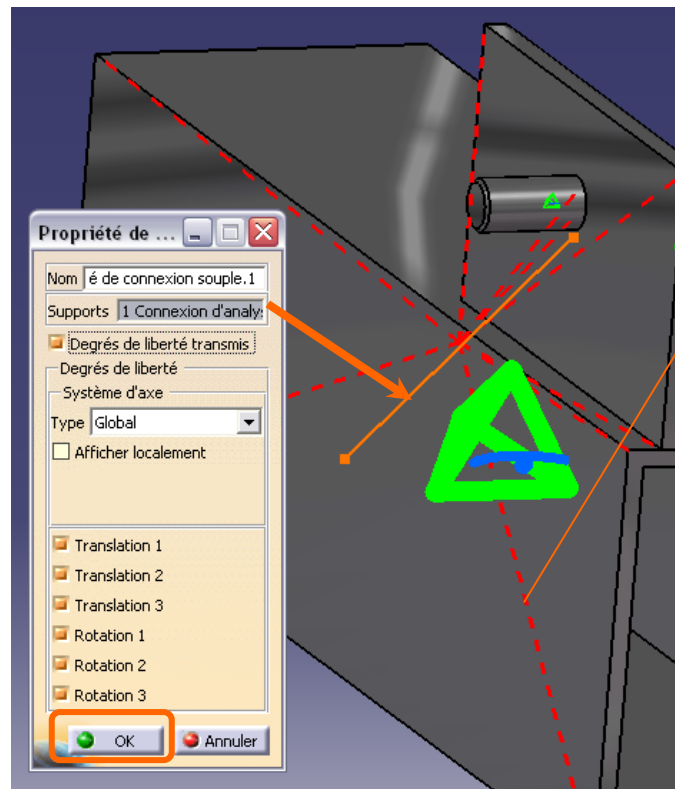
Le champ degrés de liberté transmis : Permet de personnaliser la connexion souple en libérant des degrés de liberté. Lorsque cette option est cochée la boîte de dialogue suivante s'affiche :



Dans cette boîte 2 champs restent à être remplis :

Le champ système d'axe : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.

Le champ degrés de liberté : Permet de libérer des degrés de liberté en rotation ou en translation (1 = x ; 2 = y ; 3 = z). Pour libérer un degrés de liberté il suffit de décocher la case correspondante.




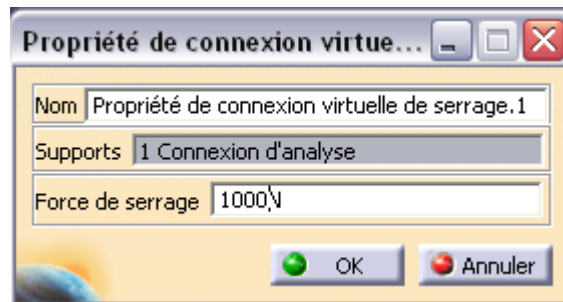
Une fois le support sélectionné un symbole connexion souple est attaché au support

7.2.3 Connexion virtuelle rigide de serrage

Les connexions virtuelles rigides de serrage sont utilisées pour spécifier l'interaction aux frontières entre les corps appartenant à un assemblage. Une fois que les contraintes de positionnement d'un assemblage géométrique sont définies au niveau du produit, l'utilisateur peut préciser la nature physique de ces contraintes. Lors de la création de cette connexion, les contraintes de coïncidence et les connexions d'analyse générales peuvent être sélectionnées.

Une connexion virtuelle rigide de serrage est une connexion qui tient compte de la pré-tension d'un assemblage avec serrage dans lequel le boulon n'est pas inclus. Le calcul est effectué selon l'approche classique en deux étapes. Lors de la première étape, le modèle est soumis à des forces de tension relatives au serrage par l'application de forces opposées sur la première et la seconde surface, (S1) et (S2), de la contrainte d'assemblage, respectivement. Puis, dans la seconde étape, le déplacement relatif des deux surfaces (obtenu lors de la première étape) est imposé alors que le modèle est soumis à des chargements utilisateur. Durant ces deux étapes, les rotations des deux surfaces et les translations perpendiculaires à l'axe de la contrainte de coïncidence sont liées, tout en tenant compte de la déformabilité élastique des surfaces. Les corps pouvant être maillés indépendamment, la connexion virtuelle rigide de serrage est conçue pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

La création d'une connexion virtuelle rigide de serrage s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

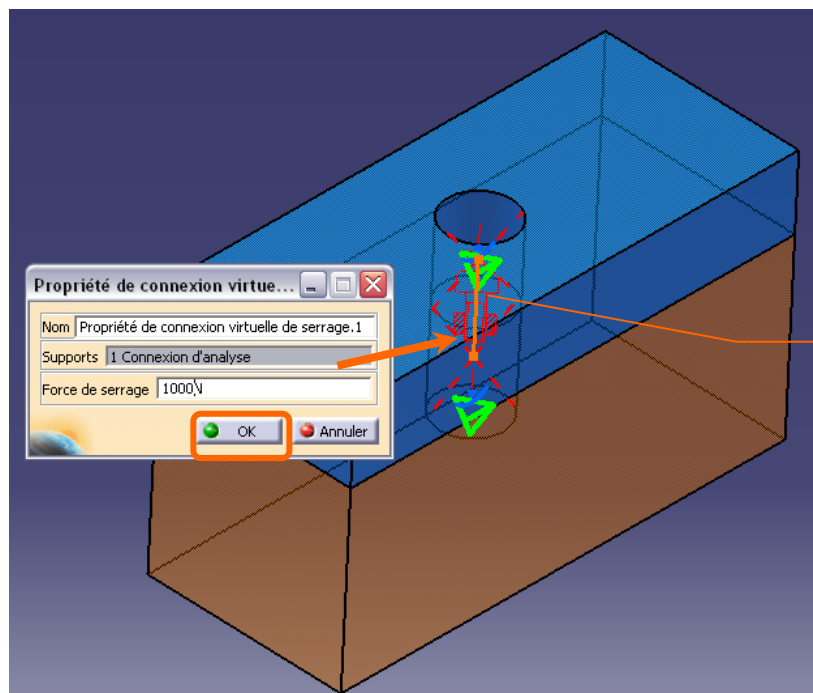


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion virtuelle rigide de serrage.

Le champ force de serrage : Permet de rentrer la valeur de la force de serrage en N.




Une fois le support sélectionné un symbole connexion virtuelle rigide de serrage est attaché au support

7.2.4 Connexion virtuelle ressort de serrage

Les connexions virtuelles de serrage ressort sont utilisées pour spécifier l'interaction aux frontières entre des corps appartenant à un assemblage. Une fois que les contraintes de positionnement d'un assemblage géométrique sont définies au niveau du produit, l'utilisateur peut préciser la nature physique de ces contraintes. Lors de la création de cette connexion, les contraintes de coïncidence et les connexions d'analyse générales peuvent être sélectionnées.

Une connexion virtuelle ressort de serrage est une connexion qui tient compte de la pré-tension d'un assemblage avec serrage dans lequel le boulon n'est pas inclus. Le calcul est effectué selon l'approche classique en deux étapes. Lors de la première étape, le modèle est soumis à des forces de tension relatives au serrage par l'application de forces opposées sur la première et la seconde surface, (S1) et (S2), de la contrainte d'assemblage, respectivement. Puis, dans la seconde étape, le déplacement relatif des deux surfaces (obtenu lors de la première étape) est imposé alors que le modèle est soumis à des chargements utilisateur. La connexion virtuelle ressort de serrage tient compte de l'élasticité des surfaces et, les corps pouvant être maillés indépendamment, ce type de connexion est conçu pour s'appliquer à des maillages incompatibles.

La création d'une connexion virtuelle ressort de serrage s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 5 champs peuvent être remplis :

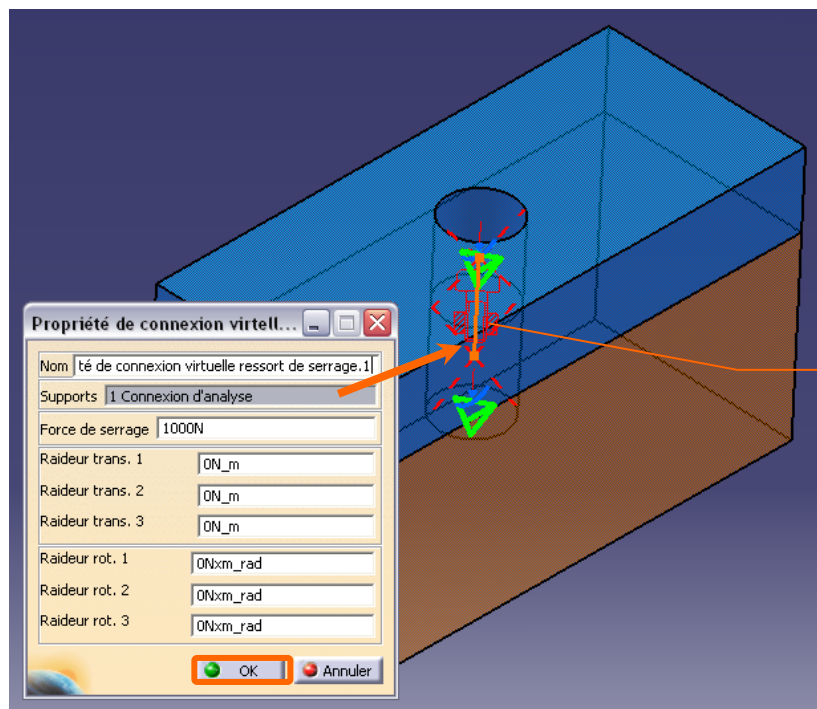
Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion virtuelle ressort de serrage.

Le champ force de serrage : Permet de rentrer la valeur de la force de serrage en N.

Le champ raideur translation : Permet de rentrer le coefficient de raideur en translation de la connexion dans les 3 direction (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).


Le champ raideur rotation : Permet de rentrer le coefficient de raideur en rotation de la connexion dans les 3 direction (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).



Une fois le support sélectionné un symbole connexion virtuelle ressort de serrage est attaché au support

7.2.5 Connexion personnalisée

La personnalisation de connexions à distance permet de spécifier les types d'élément ainsi que les propriétés associées comprises dans une connexion à distance.

La création d'une connexion personnalisée s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

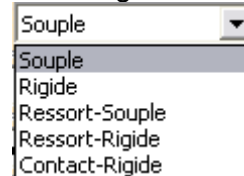


Dans cette boîte 5 champs peuvent être remplis :

Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

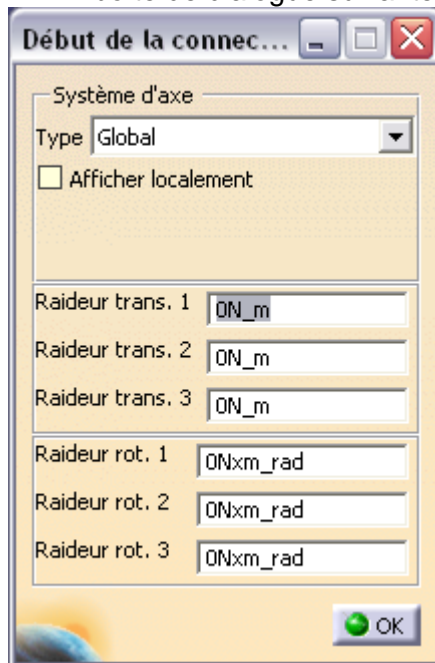
Le champ support : Permet de sélectionner la contrainte d'assemblage (coïncidence ou distance) ou la connexion d'analyse générale sur laquelle nous voulons appliquer les propriétés de connexion personnalisée.

Le champ début : Permet de modifier les propriétés d'accrochage de la connexion sur la




première pièce. Le menu déroulant propose 5 choix :

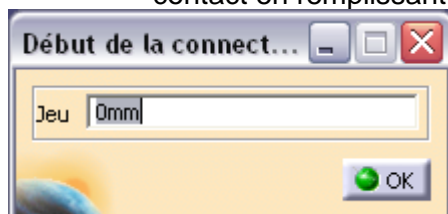
Si le type de connexion comporte un ressort l'icône suivant  apparaît à la droite du menu déroulant. Cliquer dessus permet de modifier les propriétés de connexion ressort en remplissant la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- **Le champ système d'axe** : Permet de choisir le système d'axe. Global, c'est le système d'axe de la part. Utilisateur, c'est un système d'axe à sélectionner. Ce dernier doit être créé avant la création de la pièce virtuelle dans la part.
- **Le champ raideur translation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur linéaire de la connexion suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).
- **Le champ raideur rotation** : Permet de rentrer manuellement le coefficient de raideur en rotation de la connexion suivant les 3 directions (1 = x ; 2 = y ; 3 = z).


Si le type de connexion comporte un contact l'icône suivant  apparaît à la droite du menu déroulant. Cliquer dessus permet de modifier les propriétés de connexion contact en remplissant la boîte de dialogue suivante :

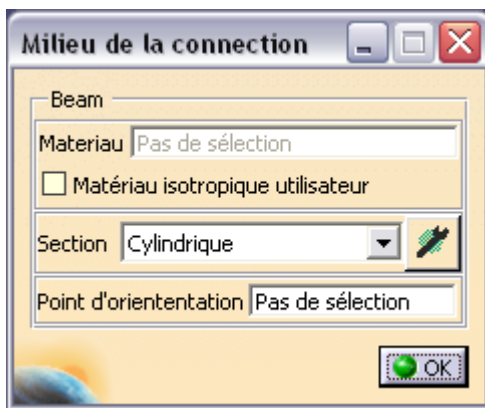


Dans cette boîte 1 champ peut être remplis :

- **Le champ jeu** : Permet de définir la valeur du jeu de la connexion contact.


12 **Le champ milieu** : Permet de sélectionner les propriétés de la connexion. Le menu déroulant propose 16 choix. Si le type de connexion est un ressort ou un contact voir champ

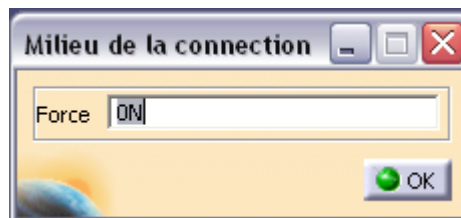
de début. Si le type de connexion comporte un contact l'icône suivant  apparaît à la droite du menu déroulant. Cliquer dessus permet de modifier les propriétés de connexion contact en remplissant la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

- Le champ matériaux : Permet de définir type de matériau appliqué à la poutre.
- Le champ section : Permet de choisir la section de la poutre utilisée
- Le champ point d'orientation : Permet de sélectionner un point pour orienter la section de la

Si le type de connexion comporte un serrage l'icône suivant  apparaît à la droite du menu déroulant. Cliquer dessus permet de modifier les propriétés de connexion serrage en indiquant la force de serrage à appliquer par l'intermédiaire de la boîte de dialogue suivante :




- 13 Le champ fin : Permet de modifier les propriétés d'accrochage de la connexion sur la deuxième pièce. Ce champ se remplit de la même façon que le champ début.

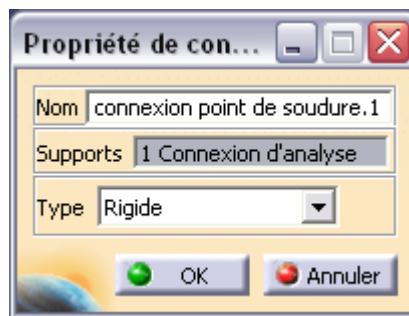
7.3 Connexion soudure

Les connexions soudure s'appliquent à des connexions point ou ligne appliquées sur une même ou deux pièces différentes afin de déterminer des propriétés de soudure par points ou par cordons.

7.3.1 Connexion point de soudure

Une connexion point de soudure définit une connexion soudure par point, elle s'applique à une connexion d'analyse avec point (Chap. 6.2, soudure par point entre 2 pièces) ou à une auto-connexion d'analyse avec point (Chap. 6.3, soudure par point dans une pièce).

La création d'une connexion point de soudure s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

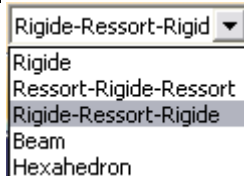


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

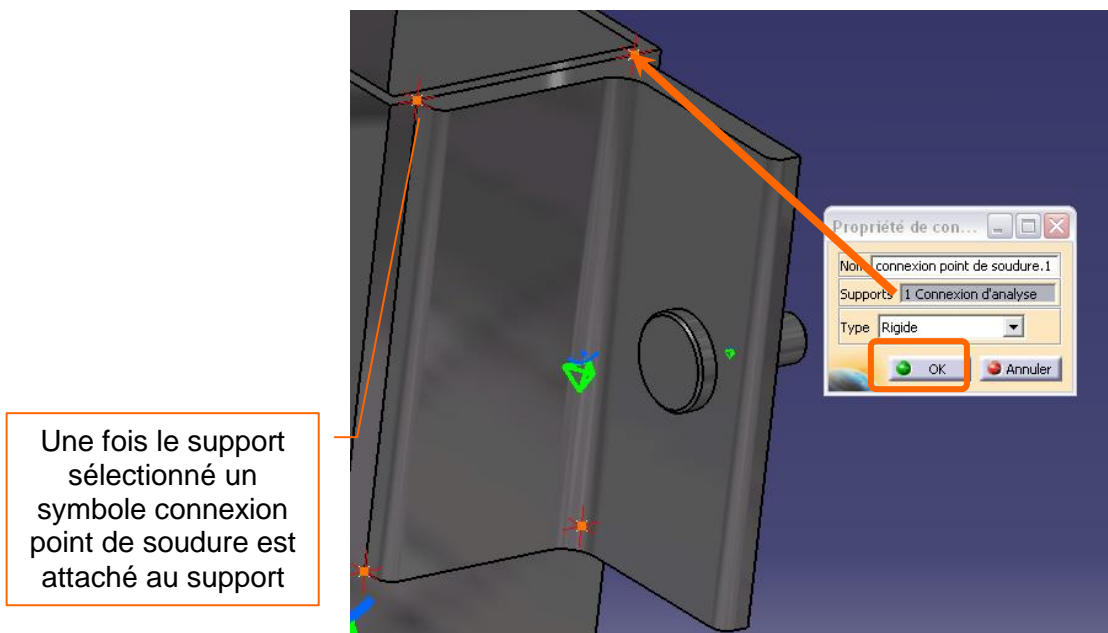
Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la connexion d'analyse avec point sur laquelle on souhaite appliquer une propriété de soudure par point.

Le champ type : Permet de choisir le type de soudure à appliquer. Le menu déroulant




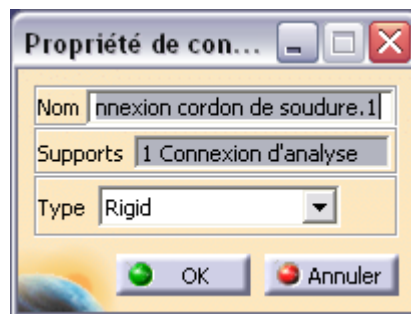
propose 5 choix et l'icône placée à droite de ce menu permet d'accéder aux propriétés du type de soudure appliquée.



7.3.2 Connexion cordon de soudure

Une connexion cordon de soudure définit une connexion soudure par cordon, elle s'applique à une connexion d'analyse avec droite (Chap. 6.4, soudure par cordon entre 2 pièce) ou à une auto-connexion d'analyse avec droite (Chap. 6.5, soudure par cordon dans une pièce).

La création d'une connexion cordon de soudure s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

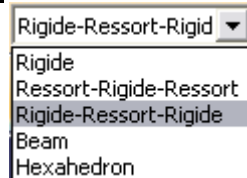


Dans cette boîte 3 champs peuvent être remplis :

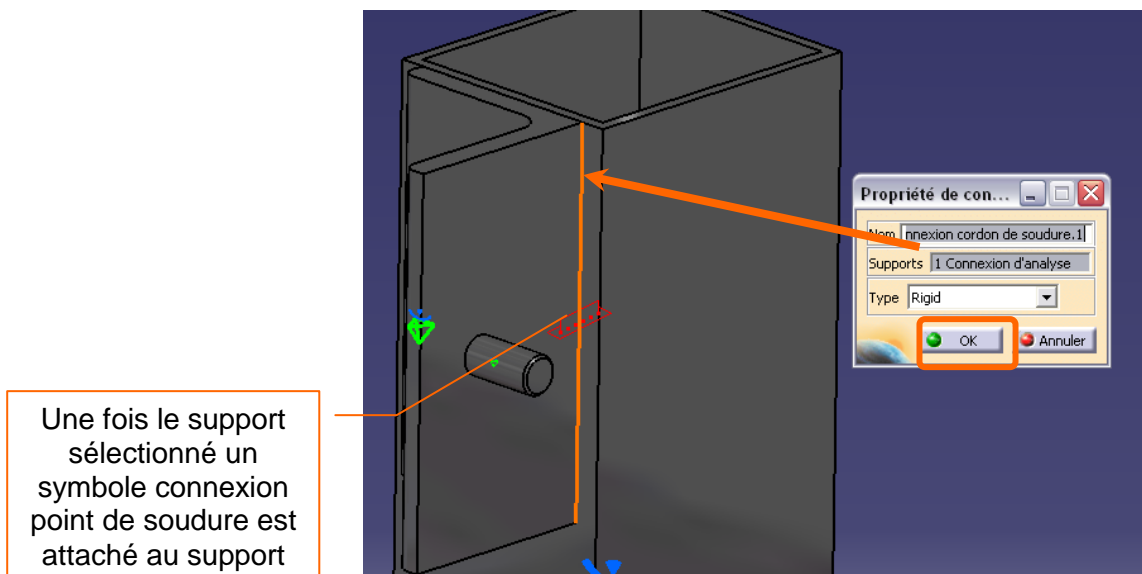
Le champ nom : Permet de modifier le nom de la fonction pour la retrouver plus facilement dans l'arborescence.

Le champ support : Permet de sélectionner la connexion d'analyse avec droite sur laquelle on souhaite appliquer une propriété de soudure par cordon.

Le champ type : Permet de choisir le type de soudure à appliquer. Le menu déroulant



propose 5 choix et l'icône placée à droite de ce menu permet d'accéder aux propriétés du type de soudure appliquée.



7.3.3 Connexion bande adhésive de soudure

Une connexion de surfaces de soudure définit une connexion de type bande adhésive. Elle s'applique à une connexion d'analyse avec surface (Chap. 6.4, soudure par cordon entre 2 pièces) ou à une auto-connexion d'analyse avec surface (Chap. 6.5, soudure par cordon dans une pièce).

La création d'une connexion soudure de surface s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :


CHAPITRE III – CALCUL ET

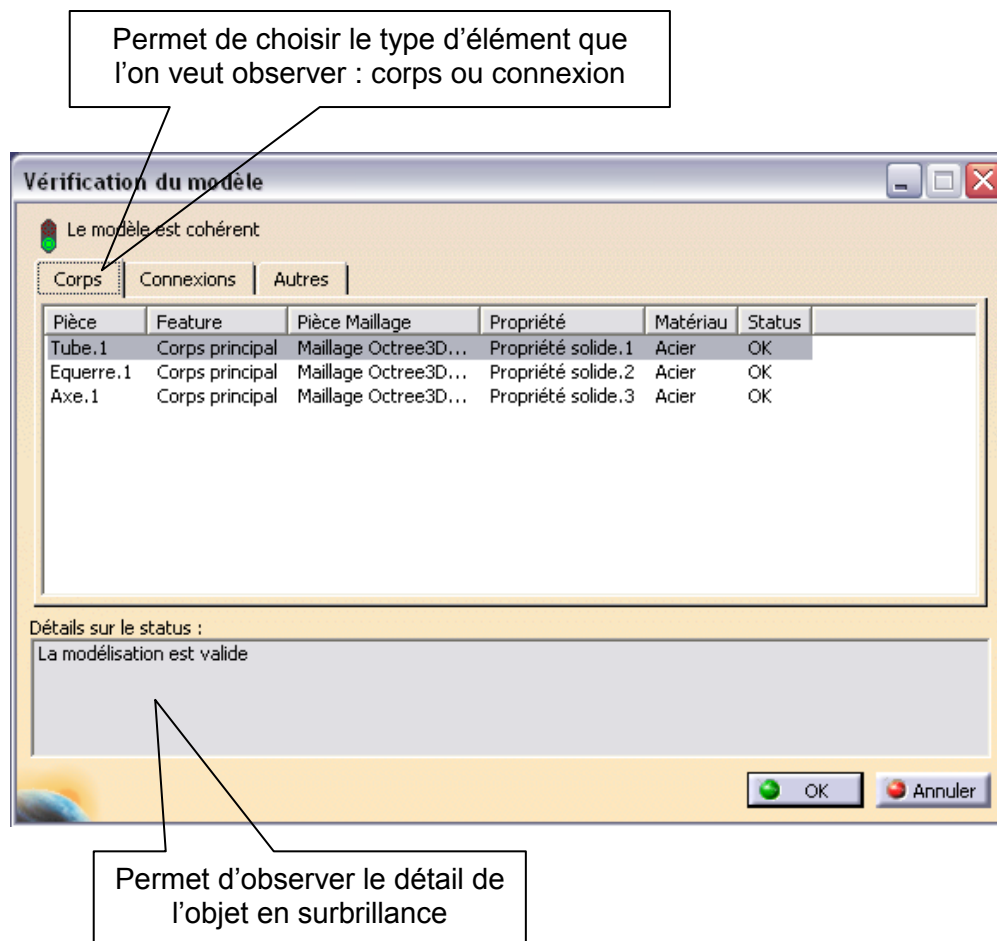
VISUALISATION

CALCUL

1.1 Vérification du modèle

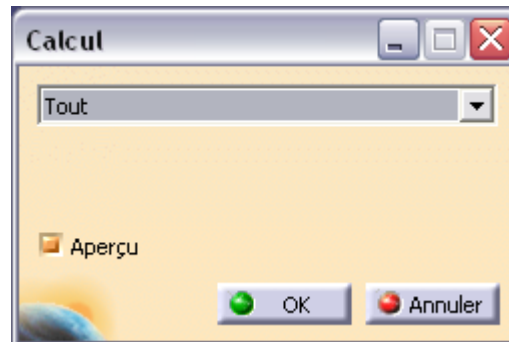
L'outil de vérification permet de contrôler la cohérence du modèle à calculer. Cet outil est indispensable car il évite de lancer un calcul sur un modèle incohérent qui ne pourra aboutir.

La vérification du modèle s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

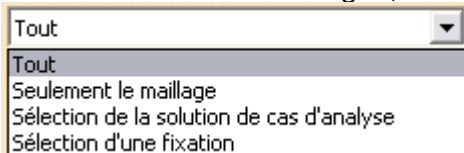


1.2 Calcul

Le calcul s'effectue en cliquant sur l'icône , ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte de dialogue, le menu déroulant nous propose les quatre solutions suivantes:



Tout : Le logiciel calculera le maillage puis les solutions de cas d'analyse.

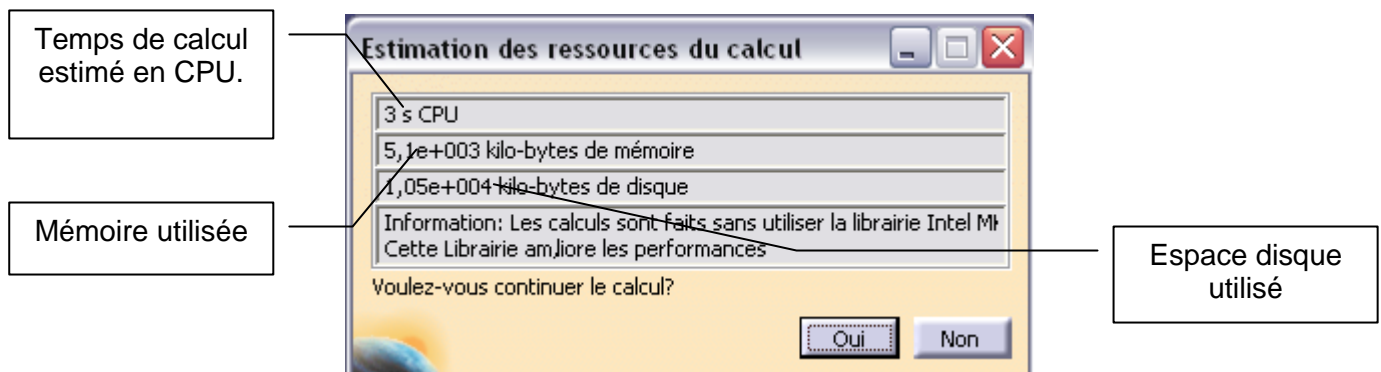
Seulement le maillage : Le logiciel calculera que le maillage.

Sélection de la solution du cas d'analyse : Permet de choisir dans une liste un cas d'analyse.

Sélection de fixation : Permet de choisir dans une liste les fixations à calculer.

Le bouton aperçu permet au logiciel de faire une pose après le maillage afin d'afficher le temps de calcul estimé pour l'analyse ainsi que l'espace disque et mémoire nécessaire.

Validation de la boîte de dialogue par le bouton . La boîte de dialogue suivante s'affiche :

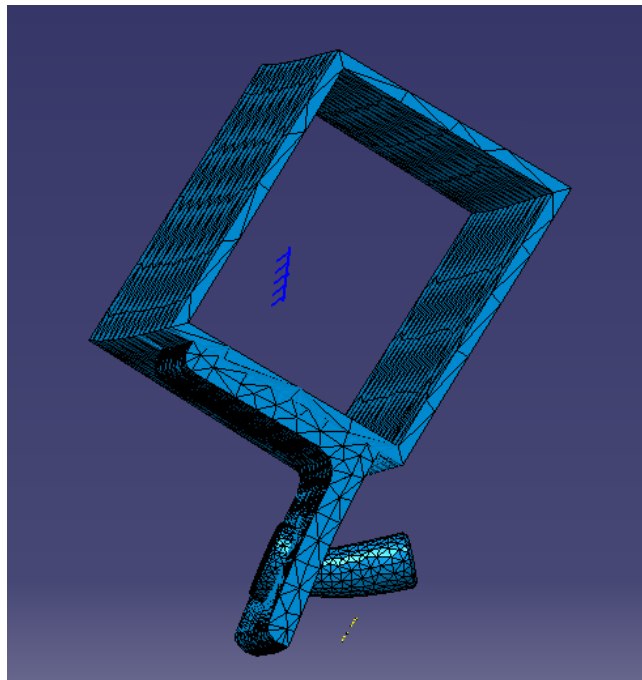


VISUALISATION

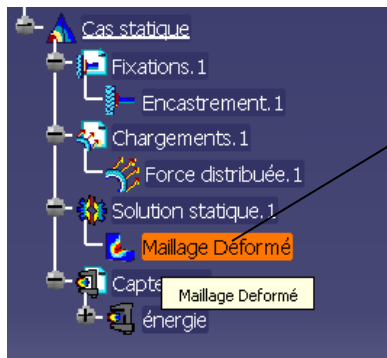
2.1 Visualisation de la déformée

L'outil maillage déformé est utilisé pour visualiser le maillage par éléments finis dans la configuration déformée du système, conséquence d'une action de l'environnement (application des chargements). Les objets Image de maillage déformé appartiennent aux jeux d'objets Solution statique ou Solution modale.

L'affichage de la déformée se fait en appuyant sur l'icône :



On peut personnaliser l'affichage de la déformée en faisant un double clic sur « Maillage déformé » dans l'arborescence.



Double clic



Dans cette boîte de dialogue, il y a deux onglets :

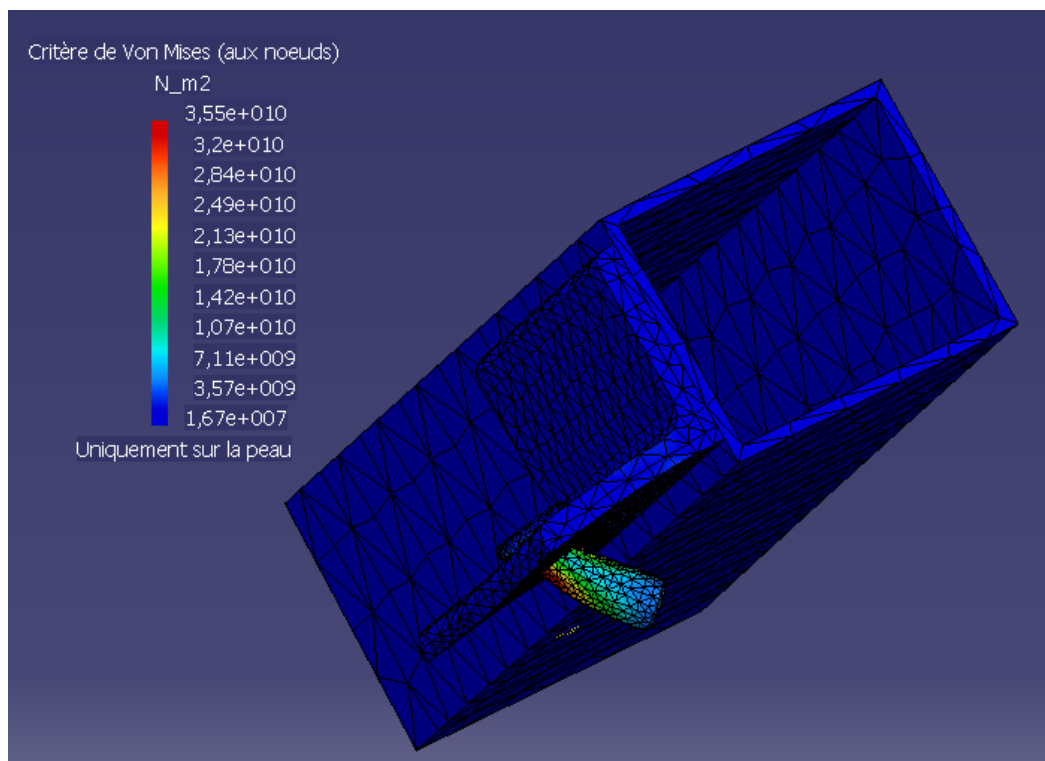
Onglet maillage : Permet de paramétrer l'affichage du maillage.

Onglet sélection : Permet de choisir les géométries à afficher à l'écran.

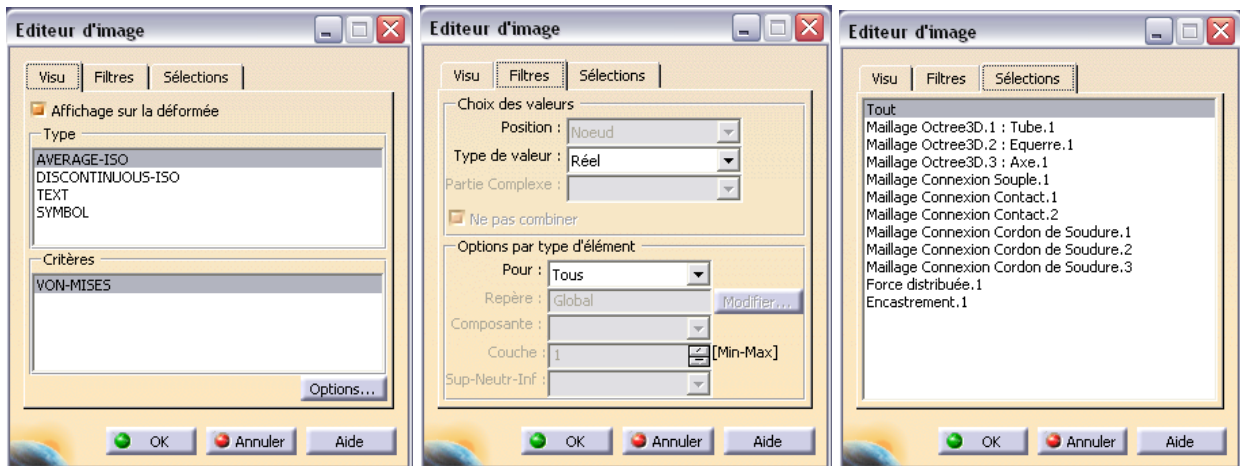
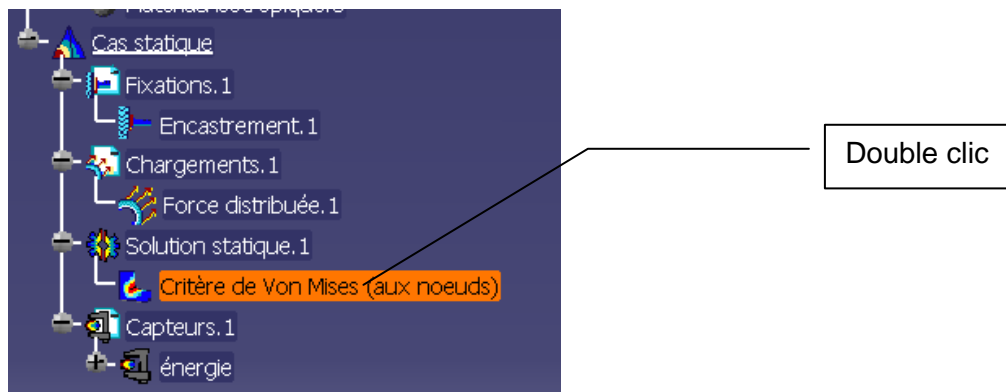
2.2 Visualisation de la déformée

L'image Contrainte de Von Mises est utilisée pour visualiser le champ de contrainte de Von Mises, qui représentent une quantité scalaire obtenue à partir de la densité énergétique de la distorsion volumique. Les objets Contraintes Von Mises appartiennent aux jeux d'objets Solution statique.

L'affichage des contraintes de Von Mises se fait par l'intermédiaire de l'icône suivant :



On peut personnaliser l'affichage des contraintes de Von Mises en double cliquant sur « Critères de Von Mises » dans l'arborescence.



Dans cette boîte de dialogue, il y a trois onglets :

Onglet Visu : Permet de sélectionner le type d'affichage des contraintes (code de couleurs, valeurs ...)

Onglet filtre : Permet d'appliquer des filtres sur la visualisation.

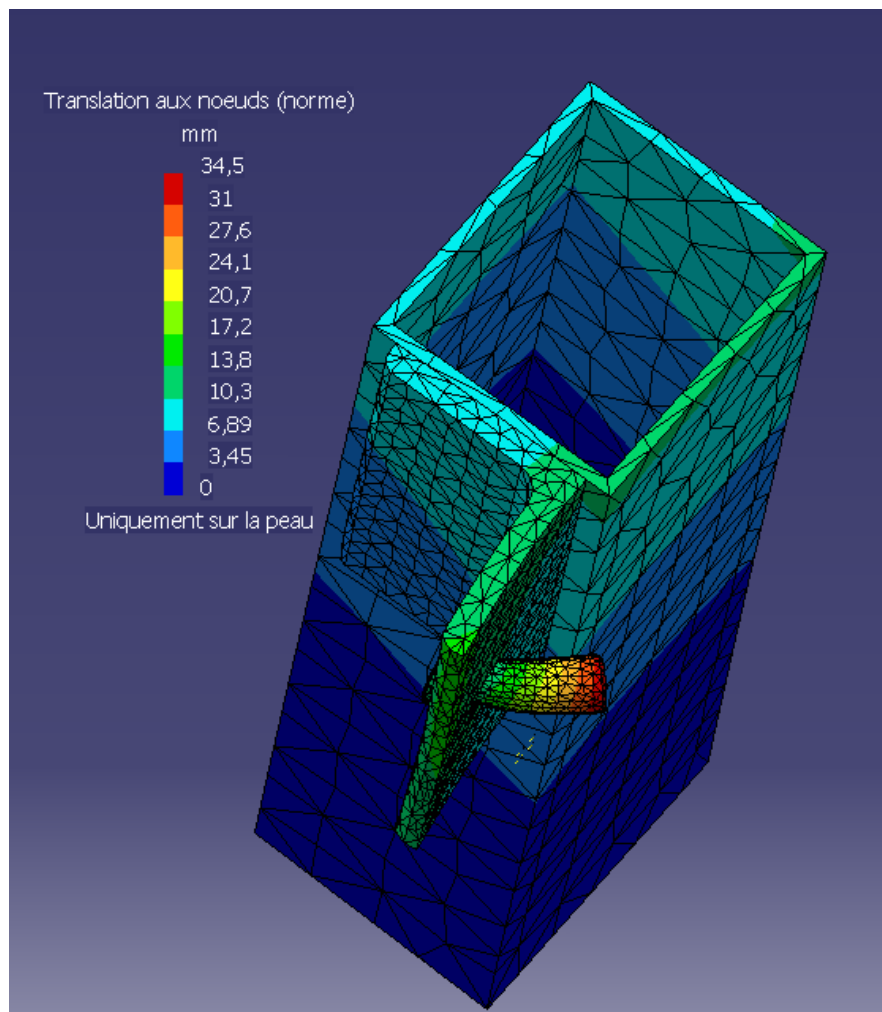
Onglet Sélection : Permet de sélectionner les entités que l'on souhaite afficher à l'écran.

2.3 Visualisation du champs de déplacement

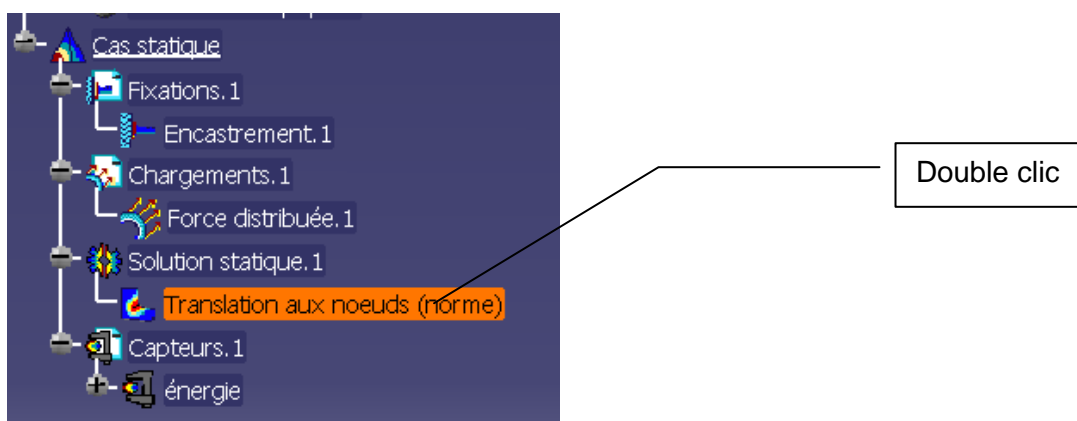
Les images champs de déplacement sont utilisées pour visualiser le déplacement (champ vectoriel) du système résultant d'une action sur l'environnement (application de chargements). Les objets Déplacements peuvent appartenir aux jeux d'objets Solution statique ou Solution modale.

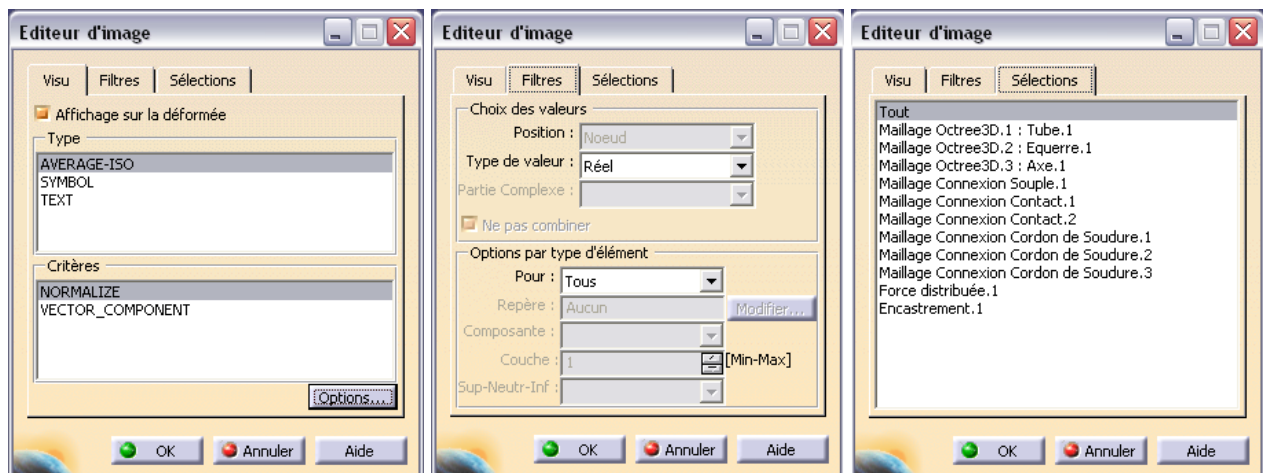
L'affichage des déplacements se fait par l'intermédiaire de l'icône suivant :





On peut personnaliser l'affichage des déplacements en faisant un double clic sur « Déplacement aux nœuds » dans l'arborescence.





Dans cette boîte de dialogue il y a trois onglets :

Onglet Visu : Permet de sélectionner le type d'affichage des contraintes (code de couleurs, valeurs ...)

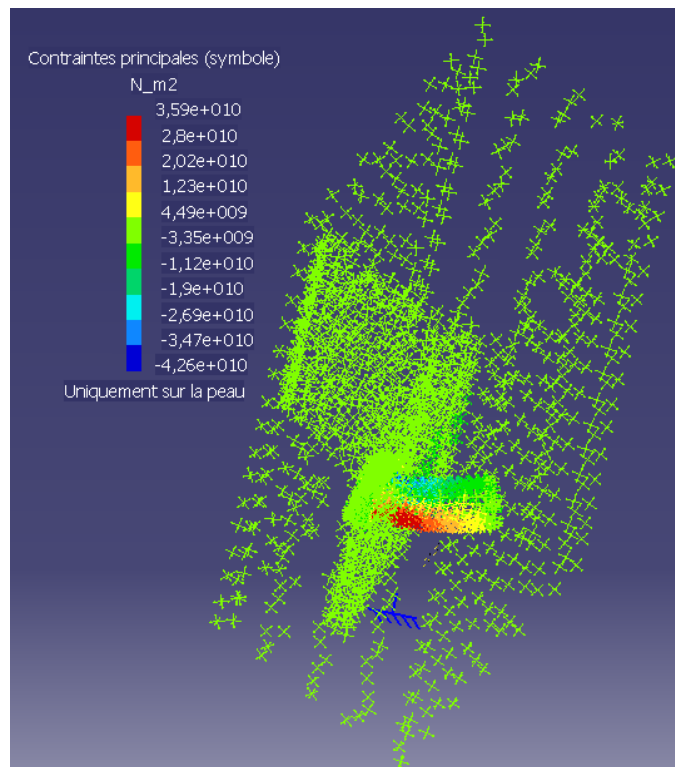
Onglet filtre : Permet d'appliquer des filtres sur la visualisation.

Onglet Sélection : Permet de sélectionner les entités que l'on souhaite afficher à l'écran.

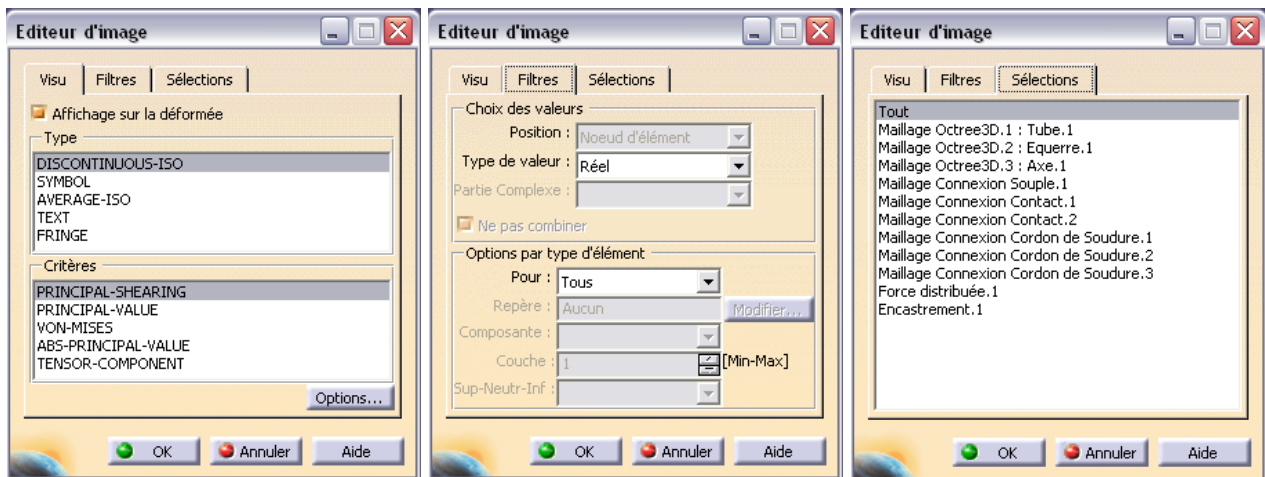
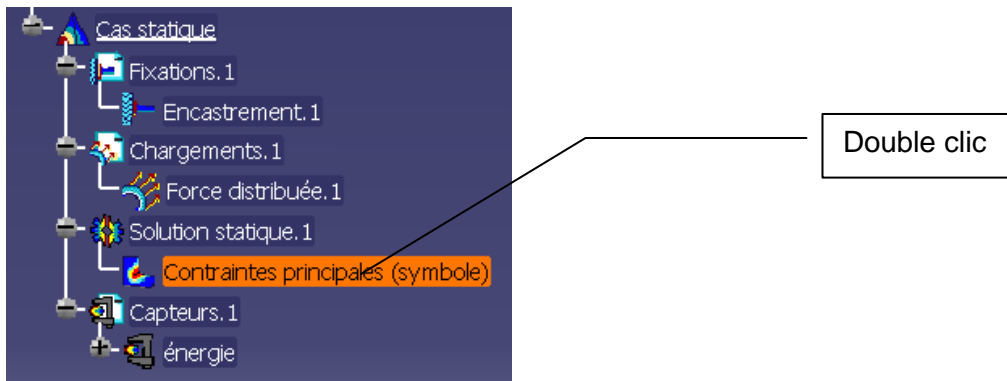
2.4 Visualisation des contraintes principales

Les images Symbole du tenseur principal de contraintes permettent de visualiser les modèles de champ de contraintes principales représentant une quantité de champ tensoriel utilisée pour mesurer l'état de contrainte et pour déterminer le chemin de chargement sur une pièce chargée.

L'affichage des contraintes principales se fait par l'intermédiaire de l'icône suivant :



On peut personnaliser l'affichage des contraintes principales en double cliquant sur « Contraintes principales» dans l'arborescence.



Dans cette boîte de dialogue il y a trois onglets :


Onglet Visu : Permet de sélectionner le type d'affichage des contraintes (code de couleurs, valeurs ...)

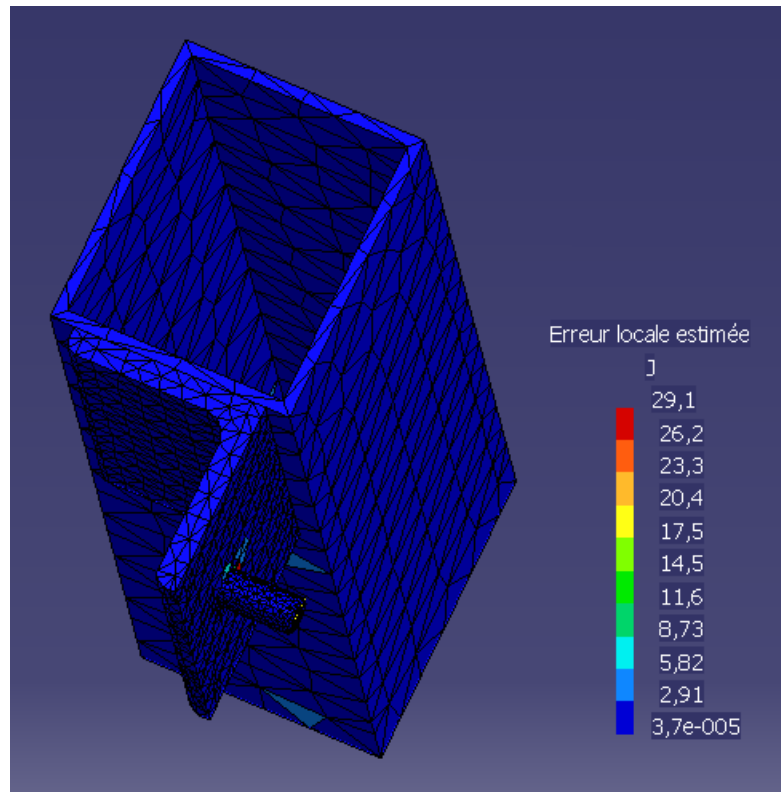
Onglet filtre : Permet d'appliquer des filtres sur la visualisation.

Onglet Sélection : Permet de sélectionner les entités que l'on souhaite afficher à l'écran.

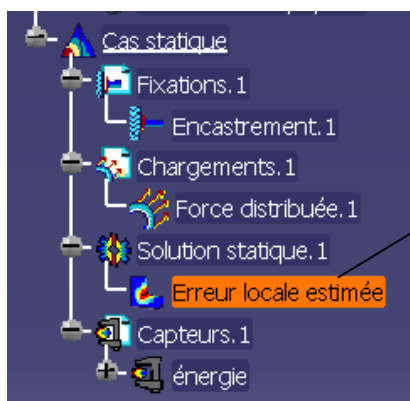
2.5 Visualisation des erreurs locale estimée

Les images Erreur locale estimée permettent de visualiser les cartes d'erreurs de calcul représentant des quantités de champ scalaires définies comme étant la distribution des estimations de la norme d'erreur d'énergie pour un calcul donné.

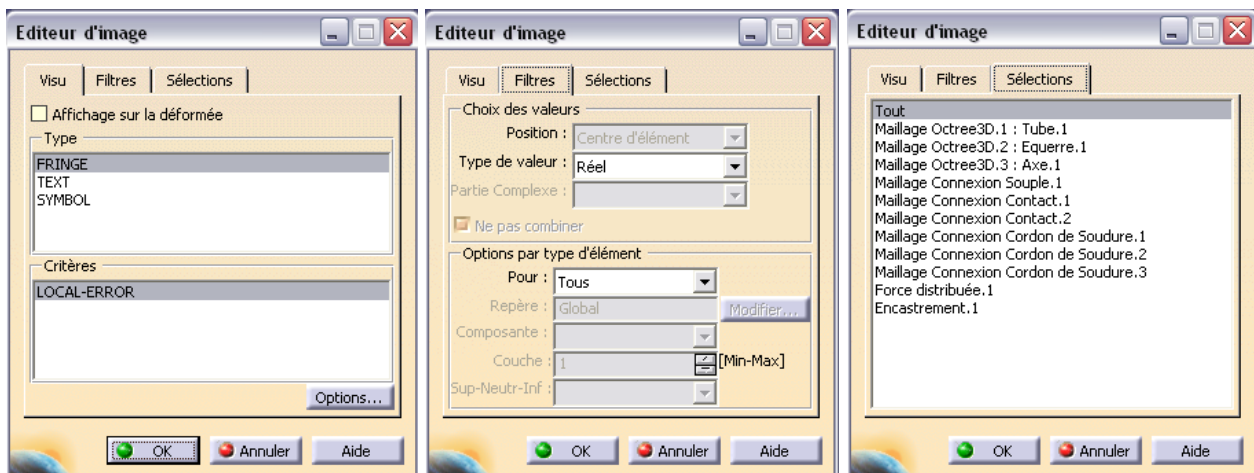
L'affichage des erreurs locales estimées se fait par l'intermédiaire de l'icône suivant : 



On peut personnaliser l'affichage de l'erreur locale en double cliquant sur « erreur locale estimée » dans l'arborescence.



Double clic



Dans cette boîte de dialogue il y a trois onglets :

Onglet Visu : Permet de sélectionner le type d'affichage des contraintes (code de couleurs, valeurs ...)

Onglet filtre : Permet d'appliquer des filtres sur la visualisation.


Onglet Sélection : Permet de sélectionner les entités que l'on souhaite afficher à l'écran.

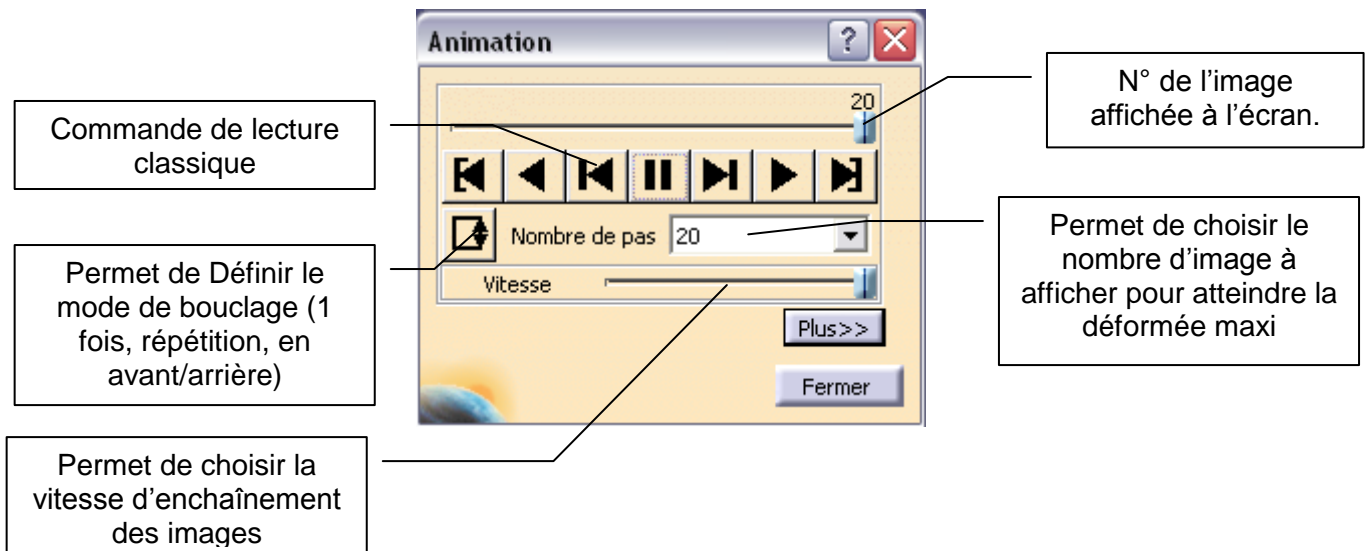
ANALYSE DES RESULTATS

3.1 Animation

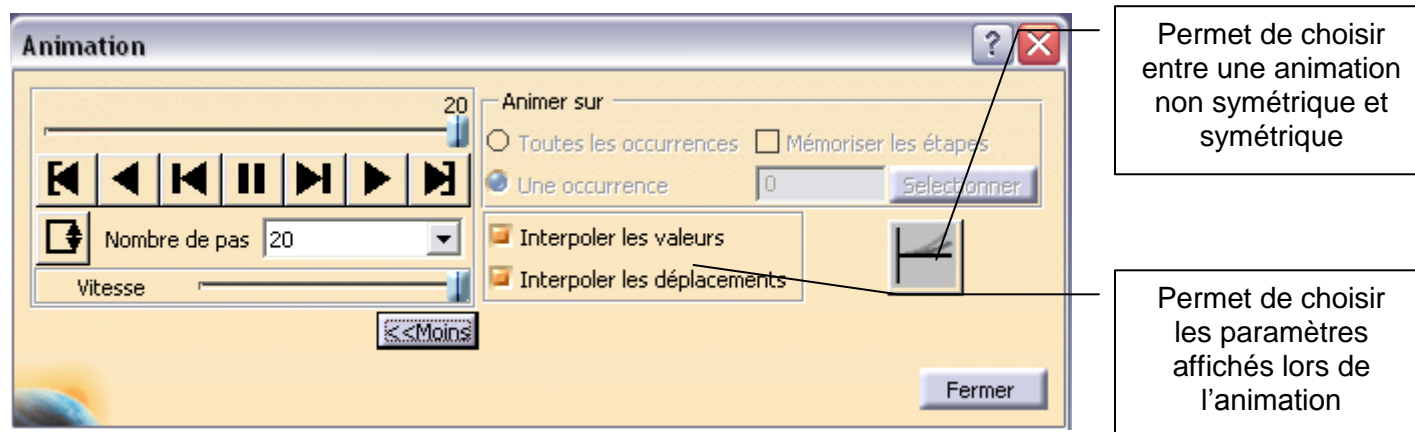
Une animation d'images est un affichage continu d'une séquence d'images obtenue à partir d'une image donnée. Chaque cadre correspond au résultat affiché avec une amplitude différente. Les cadres se succèdent rapidement, ce qui donne une impression de mouvement.

En animant une géométrie déformée ou un mode de vibration, vous obtenez une vision plus précise du comportement du système, pour arriver parfois à une meilleure compréhension de ce comportement.

L'animation s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante (lorsque plusieurs images sont à l'écran, après avoir cliqué sur l'icône il faut sélectionner l'image que l'on souhaite animer pour lancer l'animation) :



Il est possible de modifier plus de paramètre dans l'animation. En appuyant sur le bouton **Plus>>** la boîte de dialogue suivante s'affiche:




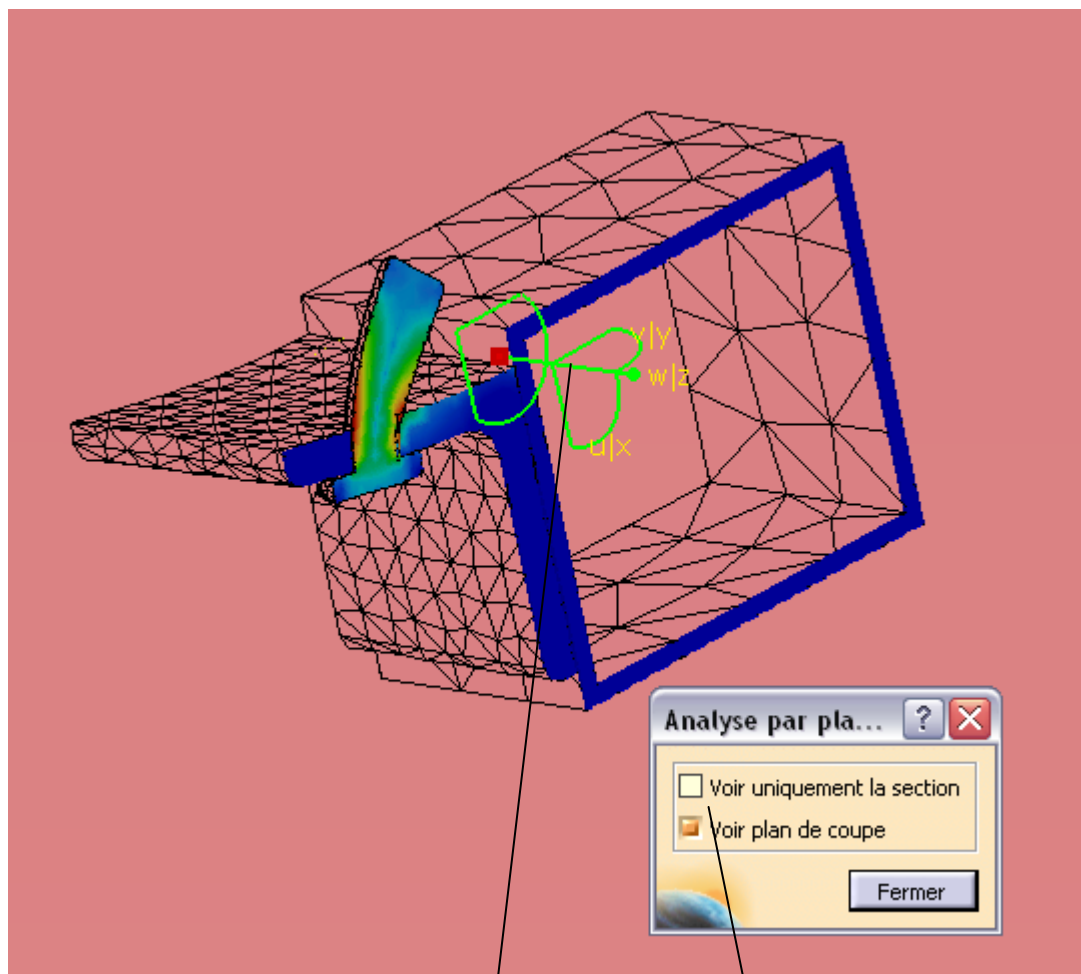
3.2 Plan de coupe

L'analyse par plan de coupe consiste à visualiser des résultats sur une section de la structure étudiée.

En modifiant dynamiquement la position et l'orientation du plan de coupe, vous pouvez analyser rapidement les résultats dans le système.

Avant d'utiliser la fonction plan de coupe, il est conseillé de placer la boussole sur la face de la pièce servant de référence à la coupe.

Le plan de coupe s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :




La boussole permet de déplacer le plan de coupe

Permet de personnaliser l'affichage

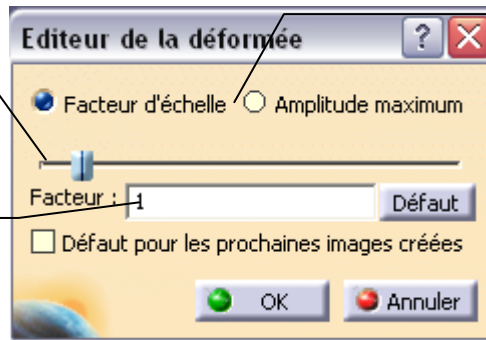
3.3 Amplitude de la déformée

La fonction Amplitude de la déformée consiste à adapter l'amplitude de déplacement maximal pour visualiser une image déformée.

Le réglage de l'amplitude de la déformée s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :

Curseur permet de faire varier le paramètre en le faisant glisser

Permet de rentrer manuellement la valeur du paramètre




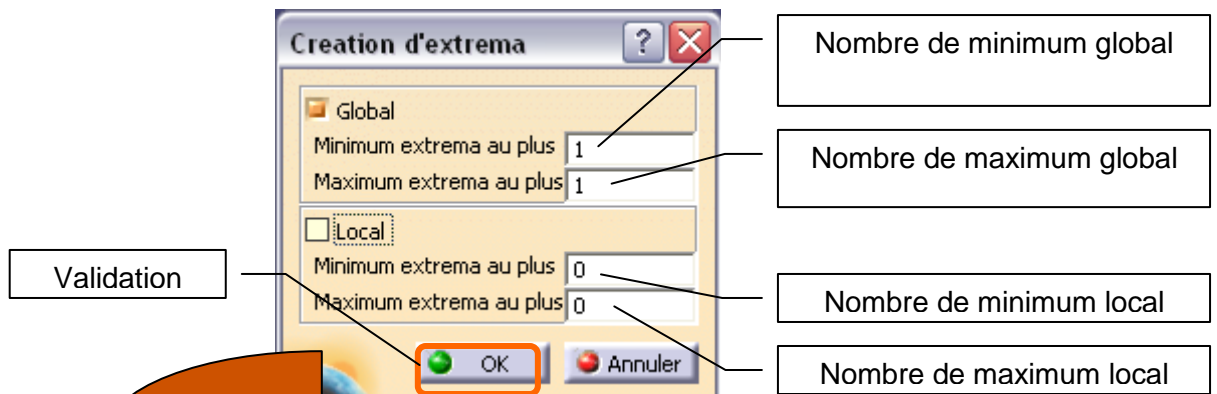
Permet de choisir le paramètre à régler :

- Facteur d'échelle : On rentre le coefficient multiplicateur de la déformée
- Amplitude maximum : On rentre la valeur en mm de la déformée maximum affichée

3.4 Extrema

La création d'extrema consiste à créer des annotations associées à des points pour lesquels un champ de résultats est maximal ou minimal. Le programme peut calculer l'un des extrema ou les deux et un nombre arbitraire d'extrema locaux.

La recherche d'extrema s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



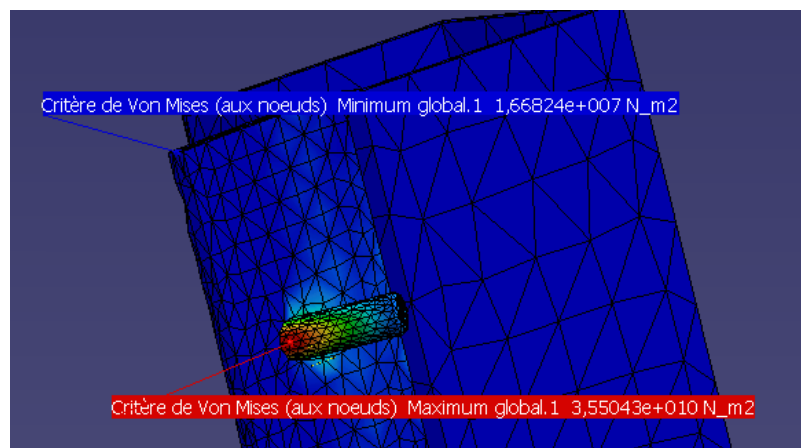
Validation

Nombre de minimum global


Nombre de maximum global

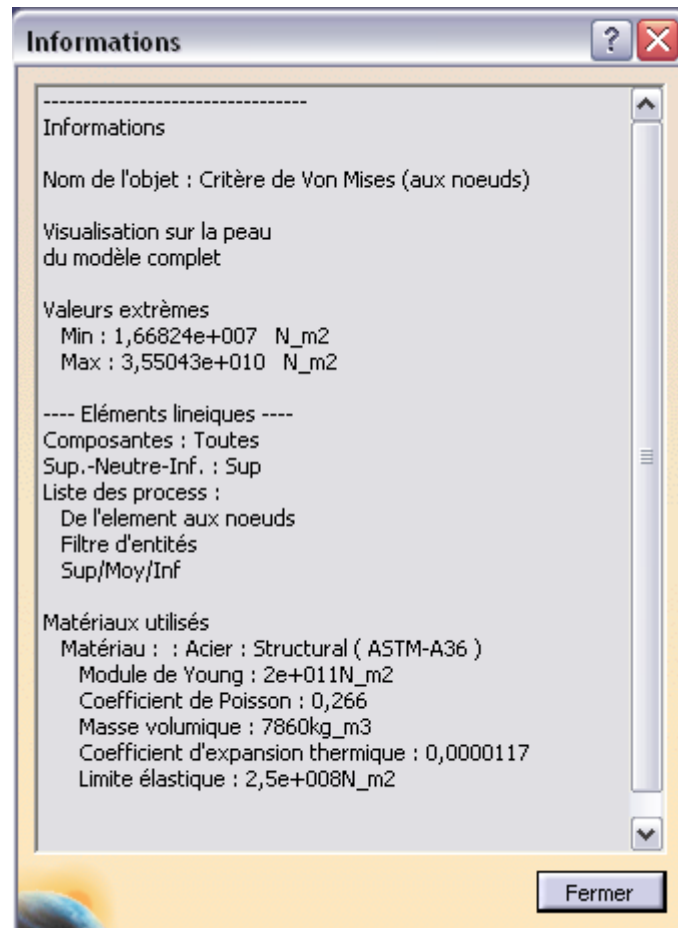
Nombre de minimum local

Nombre de maximum local



3.5 Information

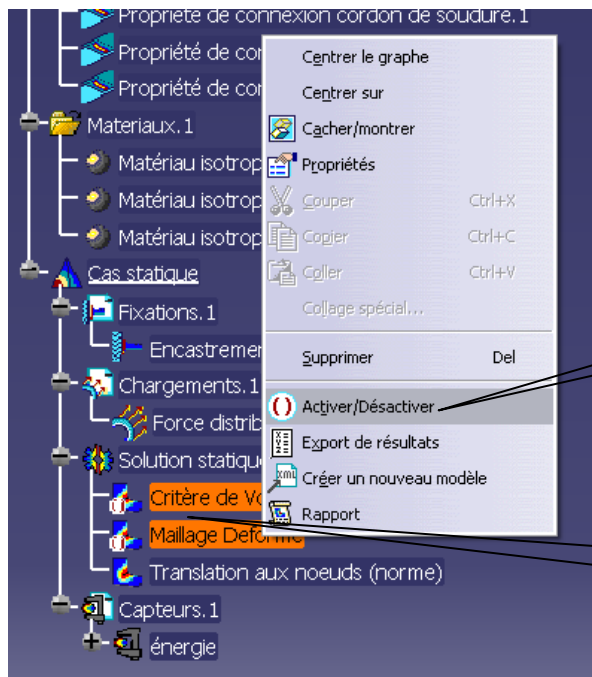
L'outil information permet d'avoir un récapitulatif sur les données du calcul. En appuyant sur l'icône , la boîte de dialogue suivante s'affiche :



3.6 Positionnement des images

Les images générées pour les résultats d'analyse sont superposées, ne laissant que difficilement voir une seule image. Vous pouvez éclater cette superposition en autant d'images que nécessaire dans la vue 3D.

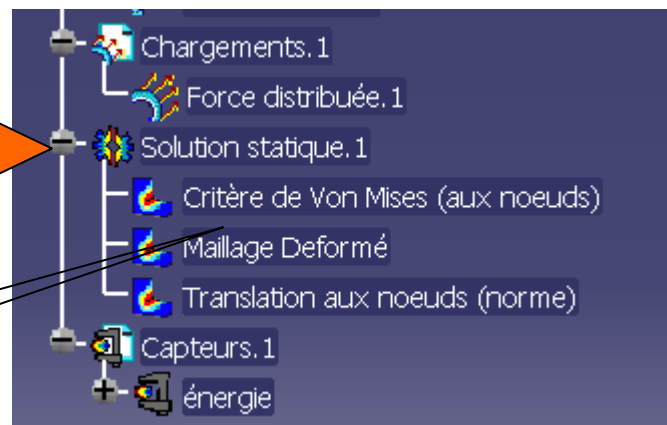
Il faut tout d'abord réactiver l'ensemble des visualisations dans l'arborescence :




Option
activer/désactiver

Clic droit sur les
visualisations

Les visualisations sont
réactivées

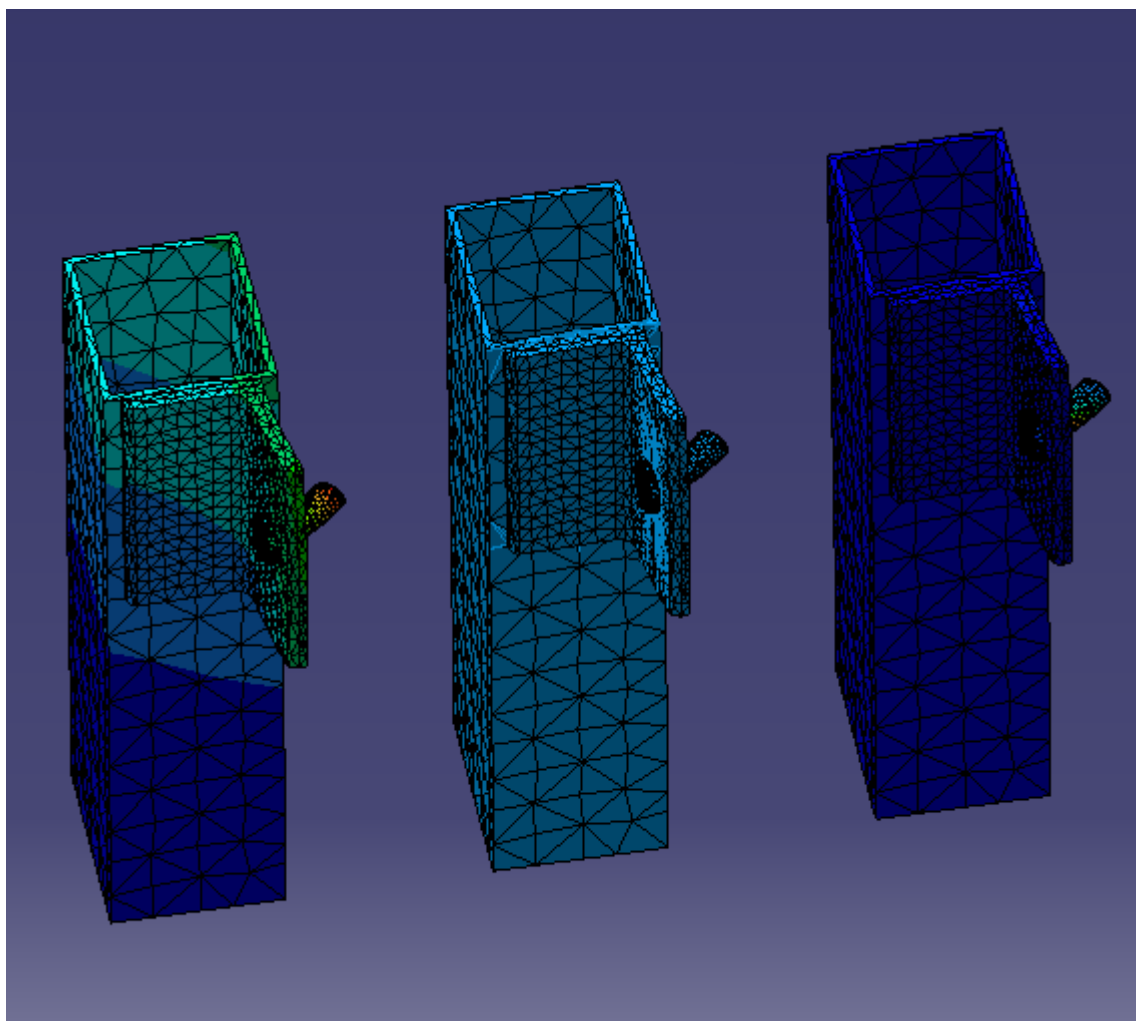


Le positionnement s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



Choix de l'axe
d'orientation du
décalage


Validation

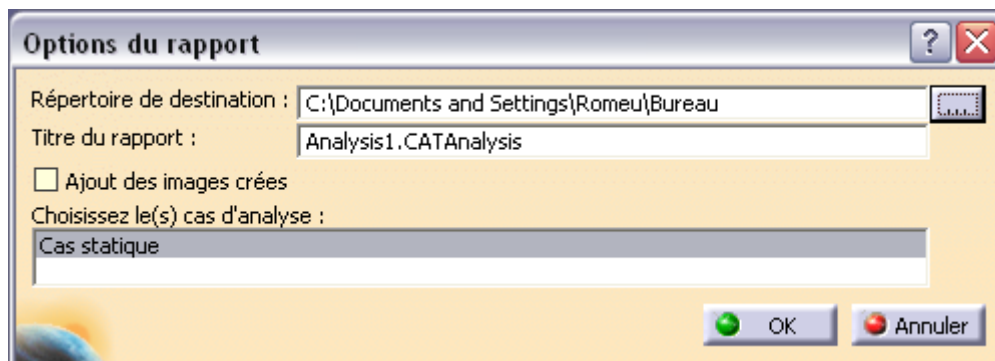


GENERATION DES RAPPORTS


4.1 Rapport automatique

Cet outil génère un rapport pour les solutions calculées.

La génération de rapport automatique s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante:



Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

Le champ répertoire de destination : Permet de modifier l'emplacement où sera enregistré le rapport par l'intermédiaire du bouton. 


Le champ titre du rapport : Permet de modifier le nom du rapport.

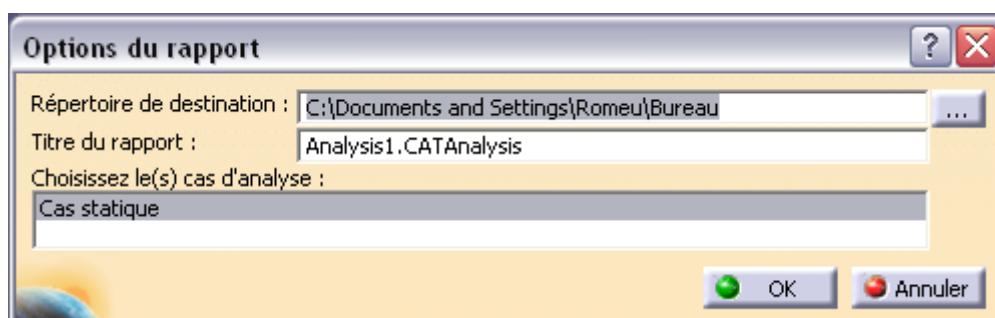
Le champ ajout des images créées : Permet de choisir si l'on souhaite intégrer les images au rapport.

Le champ choisissez le(s) cas d'analyse : Permet de choisir les cas à intégrer au rapport.

4.2 Rapport manuel

Cet outil génère un rapport pour les solutions calculées mais contrairement au rapport automatique, le rapport manuel permet de choisir les données à intégrer au rapport. Il peut être inséré au sein d'une note de calcul par exemple.

La génération de rapport manuel s'effectue en cliquant sur l'icône  ce qui affiche la boîte de dialogue suivante :



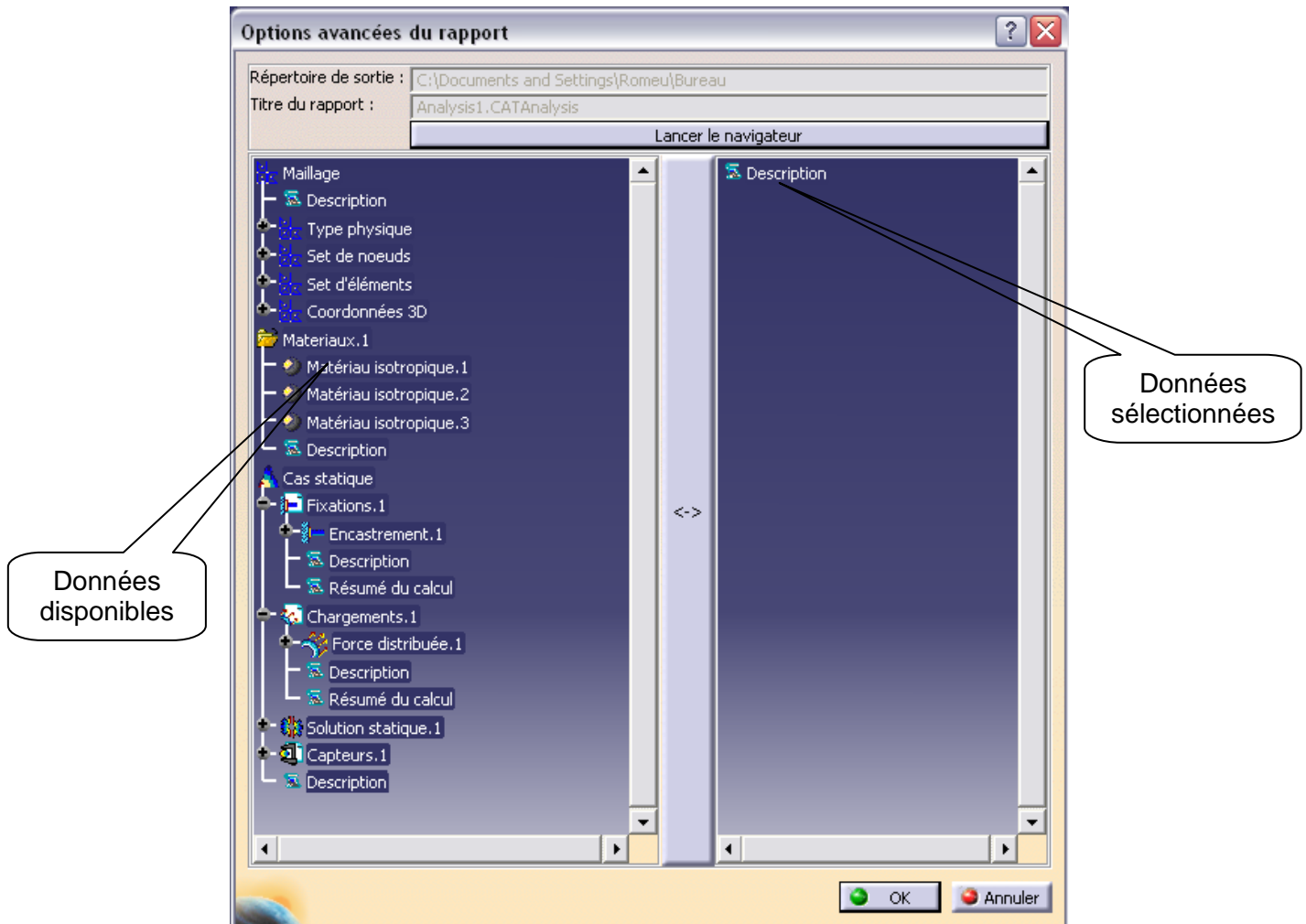
Dans cette boîte 4 champs peuvent être remplis :

Le champ répertoire de destination : Permet de modifier l'emplacement où sera enregistré le rapport par l'intermédiaire du bouton.

Le champ titre du rapport : Permet de modifier le nom du rapport.


Le champ choisissez les cas d'analyse : Permet de choisir les cas à intégrer au rapport.


Après avoir validé cette boîte par la touche  OK La boîte de dialogue suivante s'affiche :

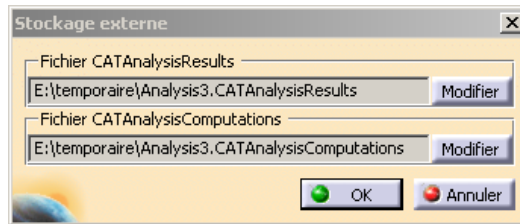


Cette boîte permet de choisir les données que l'on souhaite intégrer au rapport. Le bouton « lancer le navigateur » permet de visualiser le rapport avant sa génération.


ANNEXE A: LE STOCKAGE DES DONNEES DE CALCUL


L'outil stockage externe  permet de spécifier le répertoire dans lequel on souhaite stocker les données calculs et résultats issues d'une analyse.

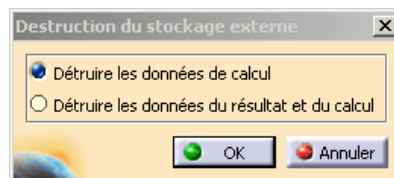
En cliquant sur , la boîte de dialogue suivante apparaît :





Dans chaque champ, le répertoire de stockage des données doit être indiqué via le bouton Modifier.

La commande de destruction du stockage externe  permet de détruire les données relatives aux calculs : les fichiers temporaires ou/et les résultats.

En sélectionnant l'icône , la boîte de dialogue suivante apparaît à partir de laquelle l'on choisit le type de données à détruire.



La fonction stockage externe temporaire  permet de préciser le répertoire temporaire de stockage des données du calcul avant éventuellement de les orienter vers un répertoire de stockage permanent. Il est possible de les détruire à l'aide la commande  décrite ci-dessus.

ANNEXE B: LES GROUPES PAR PROXIMITE

Il est possible de créer des groupes par proximité de points, droites et surfaces.



Groupe de points par proximité

Permet de créer des groupes de points en précisant une tolérance. L'utilisateur sélectionne un point de référence et ensuite précise une tolérance. Tout point distant de l'entité de référence d'une valeur en deçà de la tolérance fera partie du groupe.



Groupe de lignes par proximité

Permet de créer des groupes de lignes en précisant une tolérance. L'utilisateur sélectionne une ligne de référence et ensuite précise une tolérance. Tout point distant de l'entité de référence d'une valeur en deçà de la tolérance sera associé au groupe.



Groupe de surfaces par proximité

Permet de créer des groupes de surfaces en précisant une tolérance. L'utilisateur sélectionne une surface de référence et ensuite précise une tolérance. Toute surface distante de l'entité de référence d'une valeur en deçà de la tolérance sera associée au groupe.

ANNEXE C: LE fichier ELFINI et l'erreur en énergie de déformation

A l'issu d'une analyse (un calcul), GPS génère un fichier texte nommé ELFINI et le stocke dans



le répertoire spécifié à l'aide la commande . Dans ce fichier, on retrouve les process du calcul lancé pour résoudre le modèle éléments finis. Un process typique est l'assemblage de la matrice de rigidité [K] à partir des rigidités élémentaires ou bien la résolution de l'équation $[K] \cdot \{u\} = \{F\}$.

Il récapitule les données de ce dernier et fournit certains résultats principaux tel que la résultante des efforts de réaction dans le cas d'un calcul statique qui par ailleurs doit être comparée à celle des efforts appliqués pour s'assurer de l'équilibre de la structure. On retrouve également dans ce rapport les messages d'erreurs éventuels issus par exemple d'un mauvais conditionnement de la matrice de rigidité.

Ci-dessous un exemple de fichier ELFINI pour une analyse statique linéaire :

```

+-----+
                        Calcul de la STRUCTURE
+-----+

Nombre de noeuds           : 80048
Nombre d'éléments          : 49428
Nombre de D.D.L.           : 240144
Nombre de relations de contact : 0
Nombre de relations cinématiques : 0

Tétraèdre parabolique : 49428

cpu =    7,18 sec    écoulé =    10,27 sec    mémoire =    6,99 Mb

+-----+
                        Calcul des FIXATIONS
+-----+

Nom: RestraintSet.1

Nombre de fixations ponctuelles : 3843

cpu =    0,99 sec    écoulé =    1,13 sec    mémoire =    1,32 Mb

.....

+-----+
                        Calcul de la matrice de RIGIDITE
+-----+
Calcul de la matrice de rigidité 0
Calcul de la matrice de rigidité 10
....
Calcul de la matrice de rigidité 80
Calcul de la matrice de rigidité 90
Calcul de la matrice de rigidité 100

Nombre de lignes           :    240144

```

Taille de la matrice : 107.94 Mb

.....

Energie de déformation : 2.061e-005 J

Equilibre

* Composantes *	Forces	* Réactions	* Résidus	* Erreur
* * Appliquées *		* * Relative *		

* Fx (N)	* -8.1241e-010	* 8.0662e-010	* -5.7861e-012	* 1.7535e-012
* Fy (N)	* 3.8295e-010	* -3.8336e-010	* -4.0738e-013	* 1.2345e-013
* Fz (N)	* -5.0000e+001	* 5.0000e+001	* 4.5475e-013	* 1.3781e-013
* Mx (Nxm)	* 8.5019e-001	* -8.5019e-001	* -5.0404e-014	* 1.1934e-013
* My (Nxm)	* 2.3825e-001	* -2.3825e-001	* 9.1388e-013	* 2.1637e-012
* Mz (Nxm)	* -1.8913e-012	* 1.5285e-012	* -3.6279e-013	* 8.5892e-013

cpu = 28,80 sec écoulé = 139,59 sec mémoire = 37,19 Mb

Global Estimated Error rate: 7,23%

Comment analyser l'erreur globale en énergie de déformation ?

Le facteur « erreur en énergie de déformation » permet de s'assurer que le maillage est suffisamment fin dans les zones à forts gradients de contrainte: Plus l'erreur est importante, plus un raffinement s'impose, c'est à dire qu'une diminution de la taille des éléments est nécessaire afin de redistribuer l'énergie de déformation à un plus grand nombre d'éléments, autrement dit minimiser l'erreur en énergie de déformation.

On estime qu'une erreur globale de 10% est correcte afin de valider quantitativement les résultats en contrainte notamment.

Comment obtenir cette l'erreur global ?

Le pourcentage d'erreur global en énergie de déformation* est obtenu à l'aide de la commande

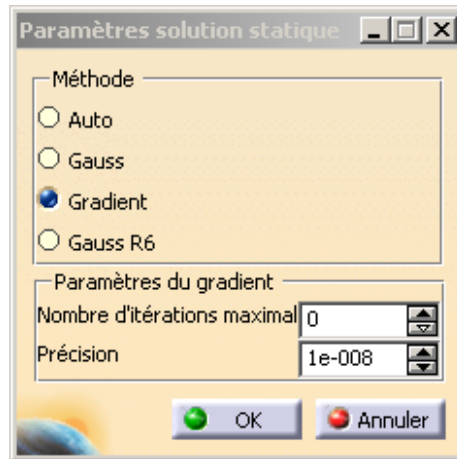
informations  après avoir créé et sélectionné le résultat erreur local  à partir de l'arborescence des spécifications.

```

---- Eléments volumiques ----
Composantes : Toutes
Liste des process :
  Filtre d'entités
Position de la précision : Global
Précision estimée : 7,31307e-006 J
Energie de déformation : 0,000344631 J
Pourcentage Erreur Global : 10,2463 % *
```

ANNEXE D: Les algorithmes de résolution

CATIA propose 2 méthodes principales de résolution:



La méthode de Gauss fait appel à la méthode directe (factorisation de Cholesky + élimination de Gauss) et la méthode du gradient à celle du gradient conjugué (méthode itérative ou indirecte dont le nombre d'itérations maxi et la précision sont contrôlés par l'utilisateur).

La première citée est adaptée aux modèles constitués exclusivement d'éléments 1D et/ou 2D alors que la méthode du gradient plutôt aux modèles 3D.




La méthode Gauss R6 correspond à la méthode de Gauss mais optimisée pour la résolution de modèles de tailles importantes.

ANNEXE E: Comment diviser des surfaces?

Je souhaite appliquer mon chargement sur une zone particulière d'une surface de mon modèle.

Comment isoler cette zone en tant que surface ?

Ci-dessous la démarche :

- lancer l' atelier GSD (Generative Shape Design)
- Extraire la surface sur laquelle l'on souhaite appliquer le chargement 
- Dessiner le filaire permettant de délimiter la zone sur laquelle sera appliquée le chargement (utiliser les outils filaire)
- Appliquer la commande découpage  afin de diviser la surface selon le filaire défini
- Coudre les surfaces à l'aide de la commande couture de l'atelier Part design  en n'oubliant pas de désactiver l'option simplifié géométrie.