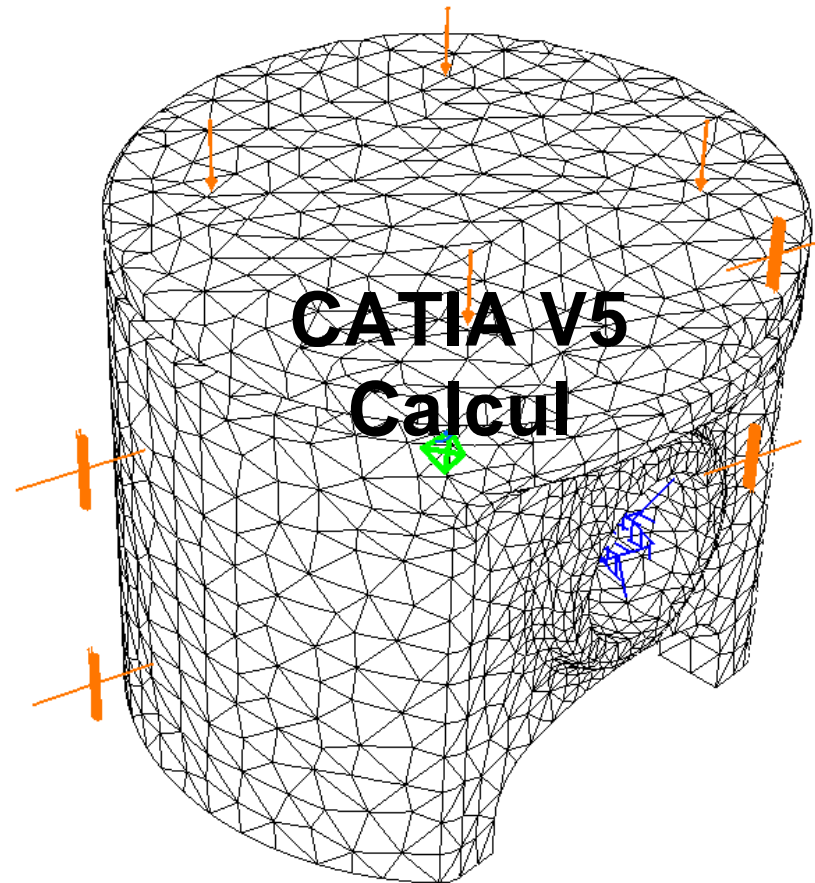


SPRING TECHNOLOGIES

CADécole



CADÉCOLE

Concept de formation CADécole

Nos méthodes de formation encouragent une utilisation orientée objet de CATIA V5, c'est-à-dire que nous présentons les fonctions dans le processus de leur utilisation.

Le manuel de formation CADécole décrit le cours chronologiquement, et reprend le contenu des transparents qui seront présentés :

Déroulement de la formation

Objectifs d'apprentissage

Explications

Énoncés des tâches

Exercices

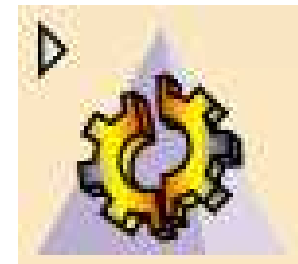
Une description complète des fonctions peut être consultée dans le logiciel CATIA lui-même (documentation en ligne au format HTML).

CONTENU DE LA FORMATION

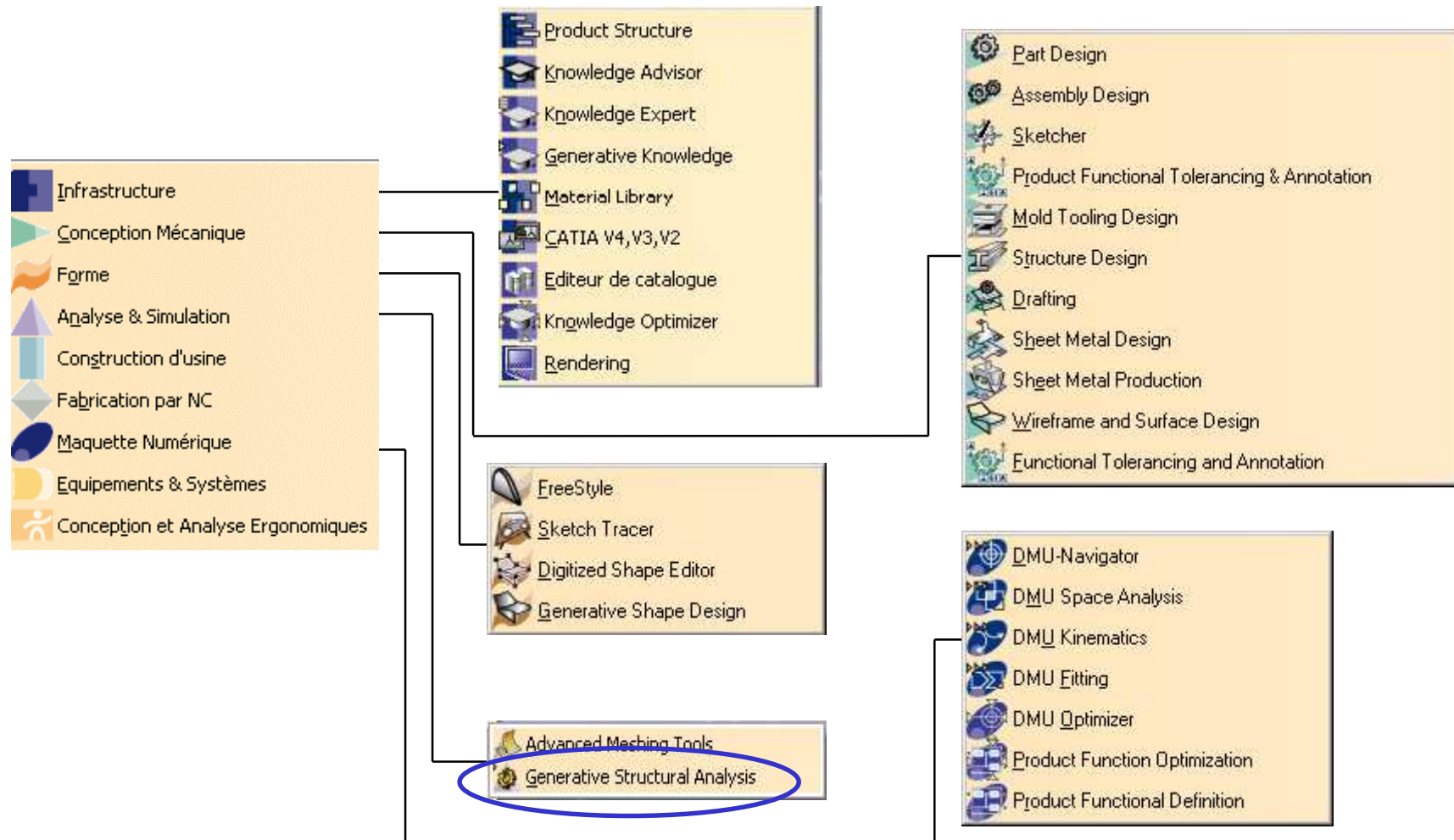
- 📄 **PRESENTATION GENERALE**
- 📄 **ANALYSE STATIQUE LINEAIRE SUR UNE PIECE**
- 📄 **ANALYSE MODALE SUR UNE PIECE**
- 📄 **ANALYSE STATIQUE LINEAIRE SUR UN ASSEMBLAGE**

PRESENTATION GENERALE

- 📄 **Structure modulaire**
- 📄 **Accès au module**
- 📄 **Arborescence des spécifications**
- 📄 **Présentation de l'interface**
- 📄 **Utilisation du setting**



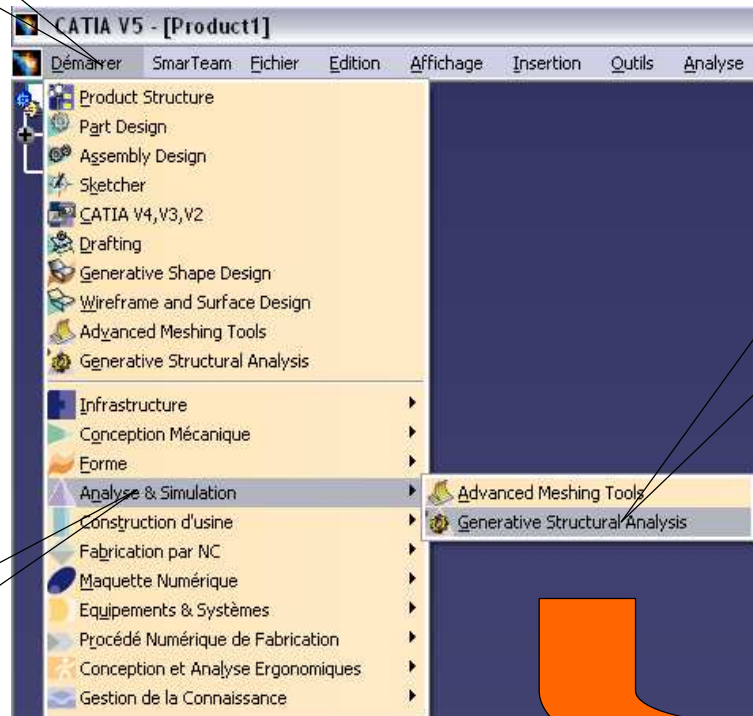
Structure modulaire



Accès au module

1- Démarrer

2- Analyse et simulation

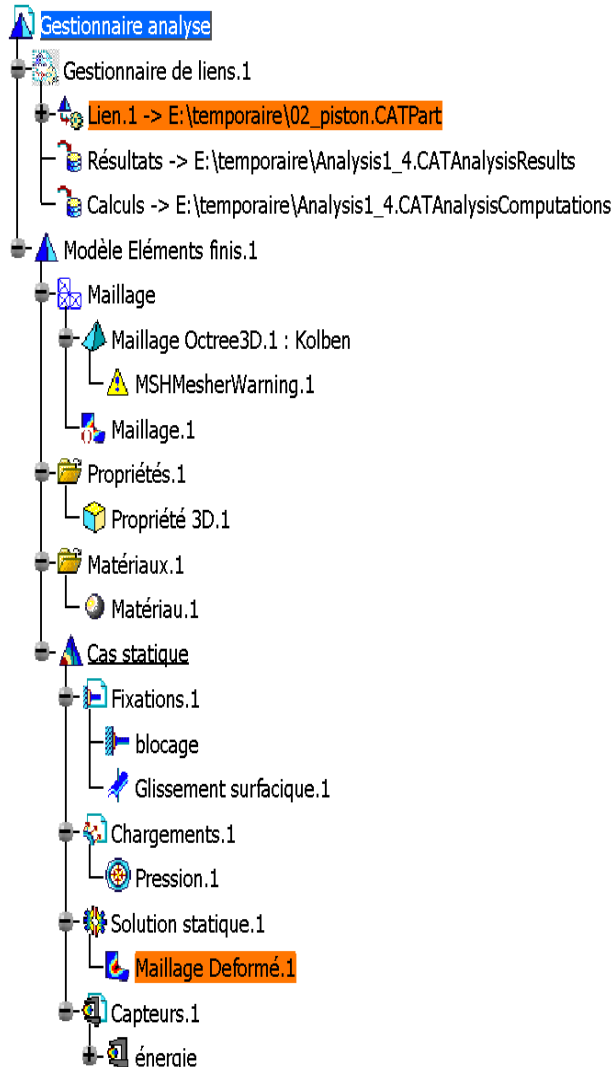


3- Generative Structural Analysis : Un nouveau document .CATAnalysis sera créé

4- Choix du type de calcul :
 - Statique linéaire
 - Analyse modale
 - Analyse modale libre-libre



Arborescence des spécifications



Modèle Elements finis :

Domaine contenant toutes les informations relatives au calcul

Maillage :

Domaine contenant toutes les informations relatives au maillage:
Type, ordre des éléments, taille et flèche des éléments

Propriétés :

Domaine contenant toutes les informations relatives aux attributs affectés aux éléments finis qui constituent le modèle

Materiaux :

Domaine contenant toutes les informations relatives aux matériaux affectés au modèle (pièce et assemblage)

Cas Statique :

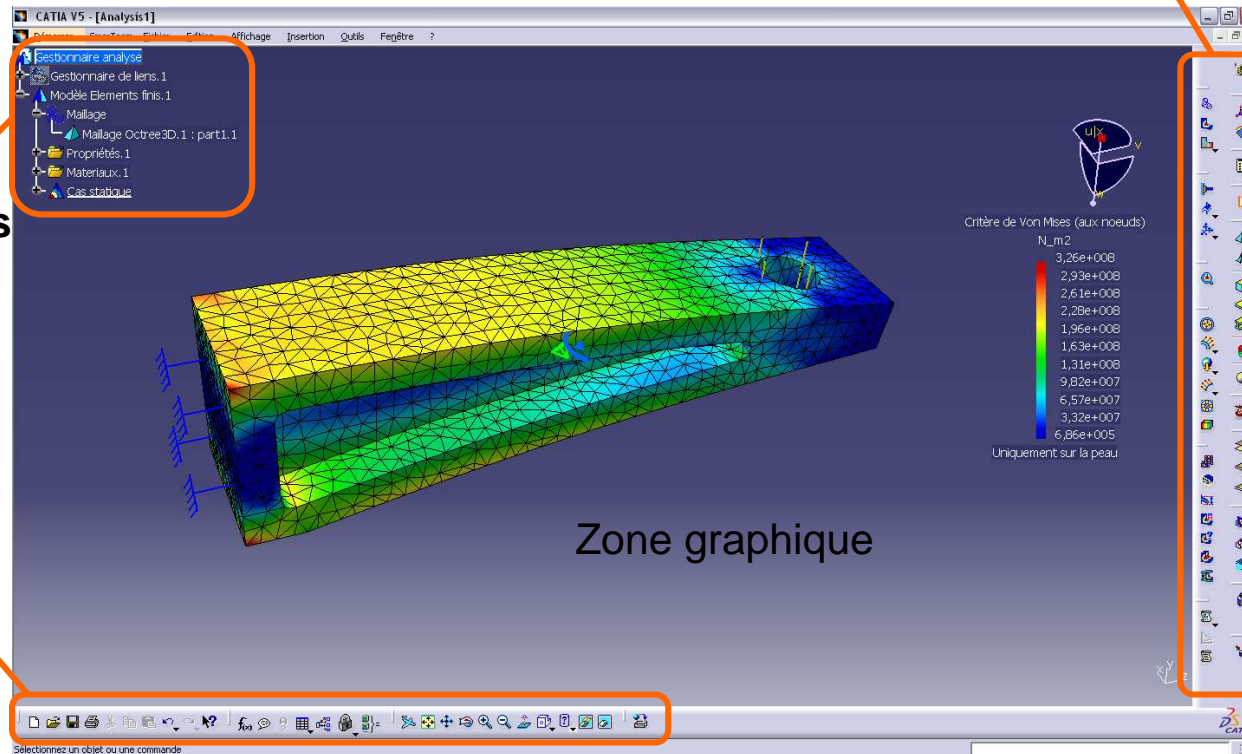
Domaine contenant toutes les informations relatives aux différentes fixations et chargements appliqués à la pièce ainsi que les résultats de calcul

Présentation de l'interface

Barre d'icônes de l'atelier Generative Structural Analysis

Arbre des spécifications

Barre d'outils standard



Gestion du modèle



Outils de maillage

Type de maillage

Pièces virtuelles



Création de pièces virtuelles

Connexion



Connexion face/face

Connexion distant

Connexion soudure

Chargement



Pression

Force distribuée

Accélération

Force linéique

Déplacement imposé

Chargement de température

Masse



Masse distribuée

Calcul



Lancement du calcul

Conditions aux limites



Encastrement

Contrainte classique (Rotule, glissière ...)

Contrainte avancée

Visualisation des résultats



configuration déformée

Champ de contrainte de Von Mises

Champ de déplacement

Outils d'analyse



Animation de la visualisation

Résultat dans un plan de coupe

Amplitude de la déformée

Recherche d'extremum

Information sur une sélection

Positionnement des images

Représentation simplifiée

Édition des rapports



Rapport d'analyse

Graphique des résultats

Listing

ANALYSE STATIQUE LINEAIRE SUR UNE PIECE

- 📄 **Application d'un matériau**
- 📄 **Création d'un document d'analyse**
- 📄 **Sauvegarde du document analyse (fortement conseillé)**
- 📄 **Définition du maillage linéique, surfacique et volumique**
- 📄 **Définition des conditions aux limites**
- 📄 **Application des cas de charges**
- 📄 **lancement du calcul**
- 📄 **Visualisation des résultats**
- 📄 **Utilisation des groupes**
- 📄 **Analyse des résultats**
- 📄 **Génération des rapports**

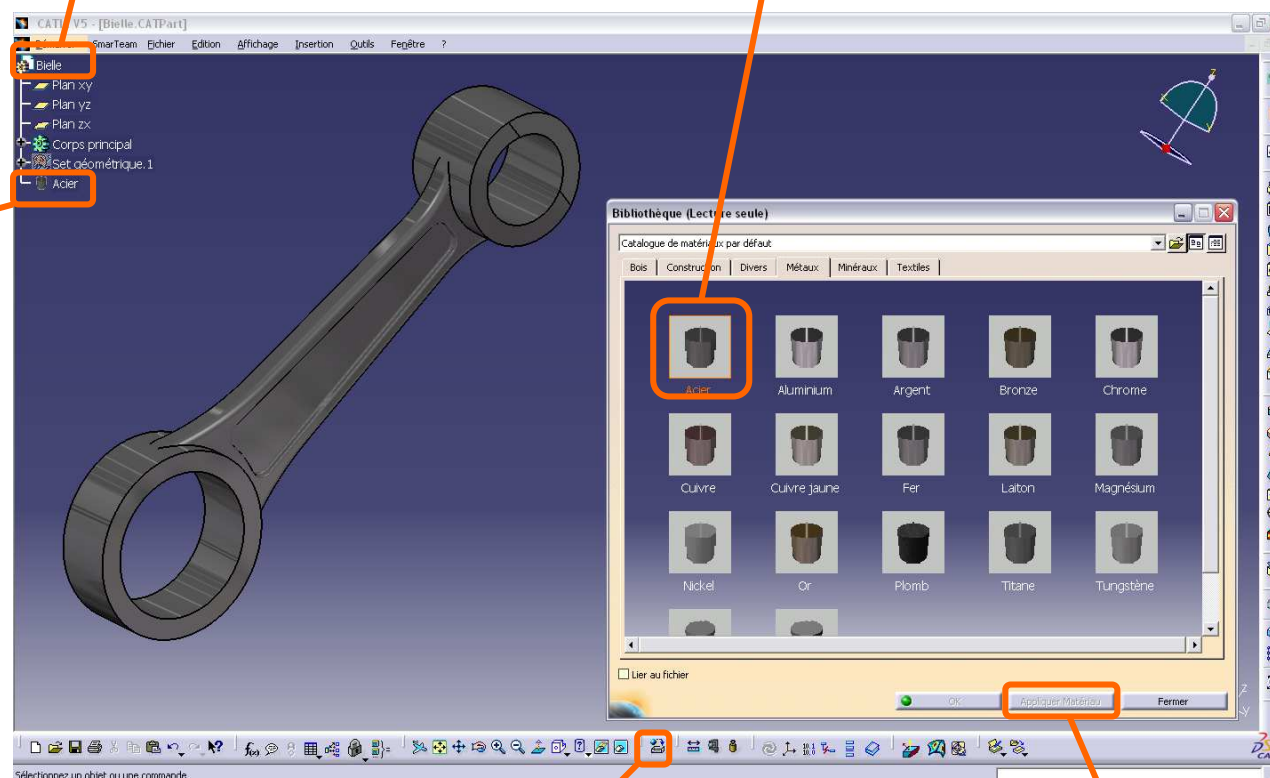


Application d'un matériau

3- Sélectionner la pièce
(de préférence dans l'arborescence)

2- Sélectionner la matière

5- Visualisation
de la matière
Permet
d'accéder aux
propriétés
associées



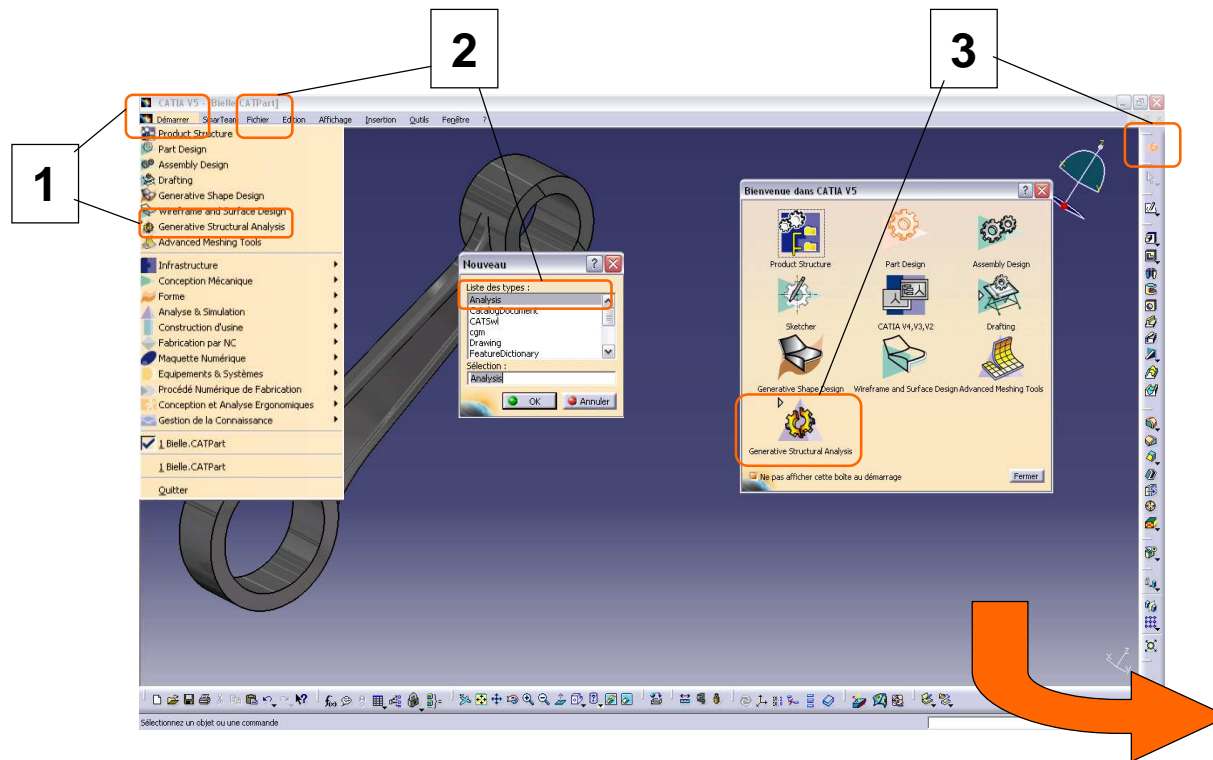
1- Cliquer sur l'icône matière

4- Appliquer le matériau

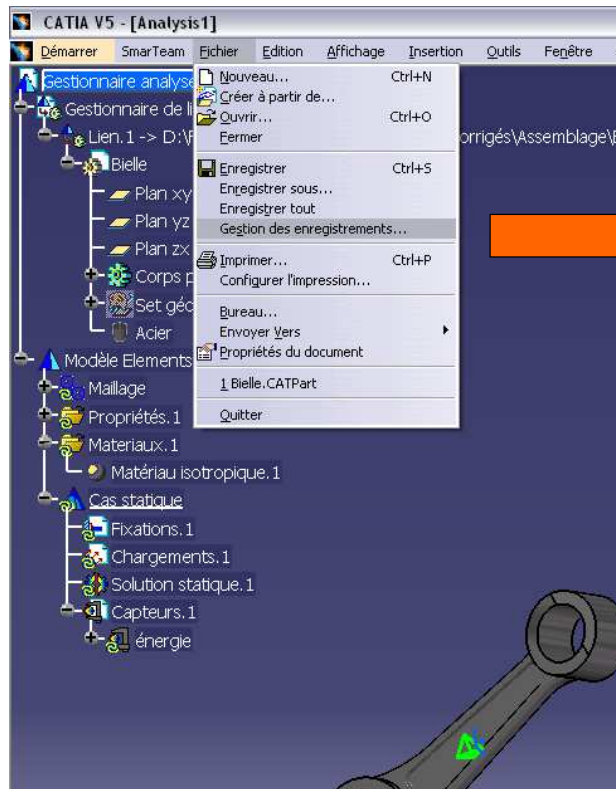
Création d'un document d'analyse

La création d'un document d'analyse peut se faire de 3 façons différentes :

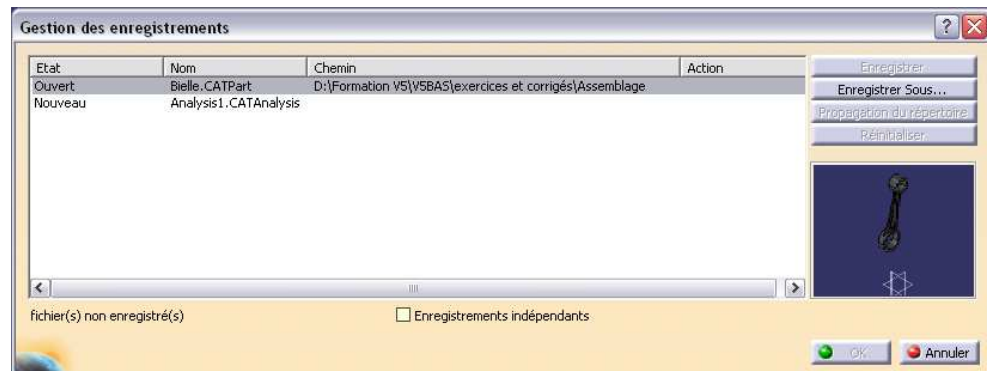
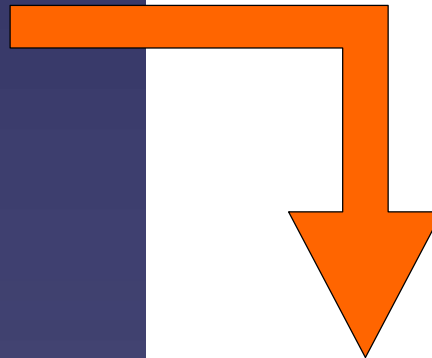
- 1- Cliquer sur le menu Démarrer puis sélectionner l'atelier *analyse et simulation*.
- 2- Cliquer sur *fichier/Nouveau* puis sélectionner *analyse*.
- 3- Cliquer sur l'icône de la fenêtre de bienvenue et sélectionner l'atelier calcul.



Sauvegarde d'un document analyse



- 1- Sélectionner « Fichier / Gestion des enregistrements »
- 2- Sélectionner le fichier à sauvegarder puis appuyer sur « enregistrer sous »



Localisation des fichiers temporaires

Objectif : Modification de l'emplacement des fichiers temporaires générés au cours du calcul

Méthodologie : Catia V5 génère des fichiers temporaires de grande taille pendant les opérations de maillage et de calcul. Il faut orienter le stockage de ces données vers un disque de taille suffisante

Outils : Stockage

**Stockage
externe**



**Destruction
du stockage**



**Données
temporaires**



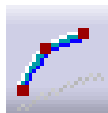
Définition du maillage linéique

Objectif : Génération du maillage d'une pièce filaire

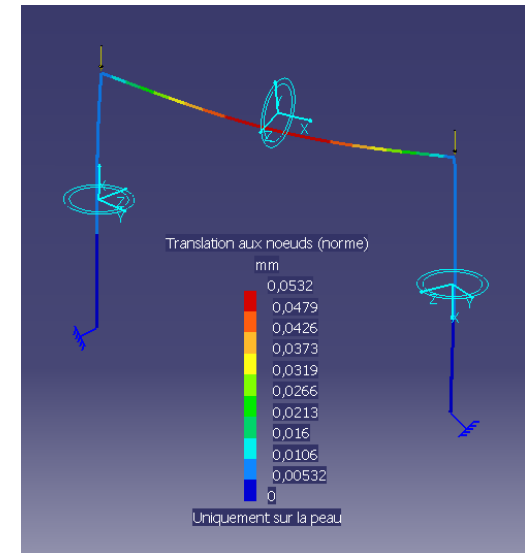
Méthodologie : Créer l'ensemble du filaire en segments pour ensuite appliquer des propriétés de poutre.

Outils : Mailleur poutre

Mailleur
poutre



Propriété
poutre



Définition du maillage surfacique

Objectif : Génération du maillage d'une surface

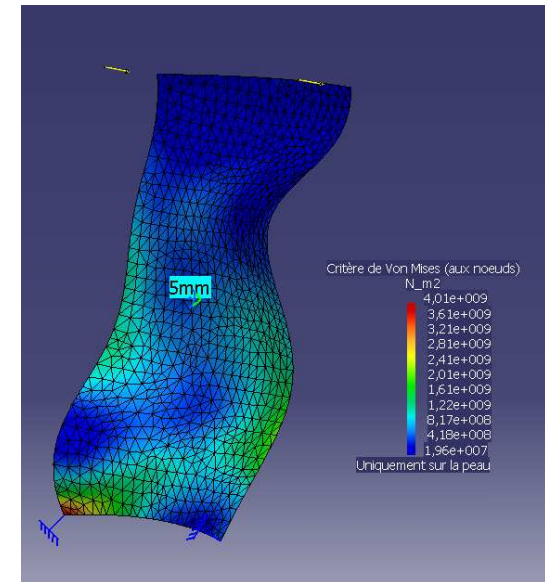
Méthodologie : Décomposition d'une surface en éléments triangulaires dont on choisit la longueur des arêtes pour ensuite leur donner une propriété type épaisseur

Outils : Mailleur triangle octree

**Mailleur
Triangle octree**

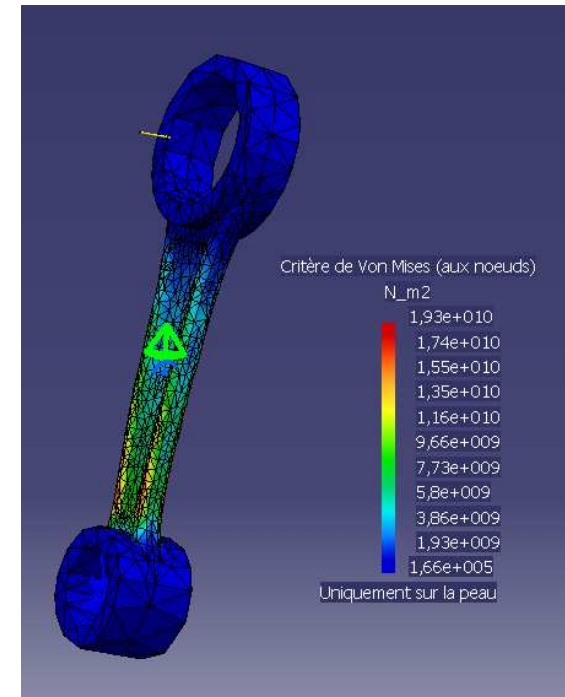


**Propriété
coque**



Définition du maillage volumique

- Objectif :** Génération du maillage d'une pièce massive
- Méthodologie :** Découpage du solide en tétraèdres et application des propriétés du solide
- Outils :** Mailleur tétraèdre octree



**Mailleur
tétraèdre**



**Propriété
solide**



**Type
d'élément**



**Taille de maillage
locale**



**Taille de flèche
locale**



Définition des pièces virtuelles

Objectif : Génération de pièces virtuelles

Méthodologie : Mise en place de pièces virtuelles autour de la pièce à calculer afin de lui simuler un environnement (non représenté dans le détail)
 Certaines pièces virtuelles, de part leur définition sont libres dans l'espace: il faudra donc leurs appliquer des conditions aux limites



Outils : Pièces virtuelles souple, contact, rigide, ressort

**Pièce virtuelle
souple**



**Pièce virtuelle
contact**



**Pièce virtuelle
rigide**



**Pièce virtuelle
ressort rigide**



**Pièce virtuelle
ressort souple**



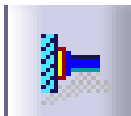
Définition des conditions aux limites

Objectif : Génération des conditions aux limites sur une pièce

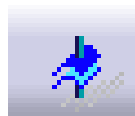
Méthodologie : Mise en place des conditions aux limites afin de supprimer les degrés de liberté de la pièce
Ces conditions aux limites peuvent être appliquées à la pièce comme aux pièces virtuelles

Outils : encastrement, rotule, glissière ...

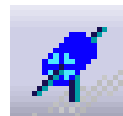
Encastrement



Glissement surfacique



Glissière



Pivot glissant



Rotule


























































Pivot



Contrainte avancée

Tableau récapitulatif des conditions aux limites












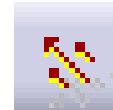

CONDITIONS AUX LIMITES		GEOMETRIE			PIECE VIRTUELLE				
		 Point	 Ligne	 Face	 Souple	 Contact	 Rigide	 Ressort rigide	 Ressort souple
Encastrement									
Glissement surfacique									
Glissière									
Pivot glissant									
Rotule									
Pivot									
Contrainte avancée									

Définition des cas de charges

Objectif : Mise en place des efforts mécaniques appliqués sur la pièce

Méthodologie : Reproduire les efforts sur la pièce

Outils : Insertion de chargements

Pression	Force répartie	Moment	Chargement Type palier	Force importée	Moment importé	Accélération
				 F1		
Force rotation	Force linéique	Force surfacique	Force volumique	Densité de force	Déplacement imposé	
						

Calcul

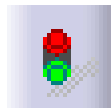
Objectif : Calcul de l'ensemble des contraintes internes à la pièce

Méthodologie : Vérification du modèle, lancement du calcul
 Avant chaque calcul, s'assurer que tous les degrés de liberté de la pièce sont bien verrouillés



Outils : Vérification, calcul

Vérification
du calcul



Calcul



Visualisation du résultat

Objectif : Visualisation en 3D des résultats de calcul

Méthodologie : Affichage de la configuration déformée

Affichage du champ de contraintes

Affichage du champ de déplacements

Outils : Image

Déformée



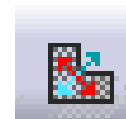
Contraintes de
Von MISES



Déplacement



Contraintes
principales



Précision



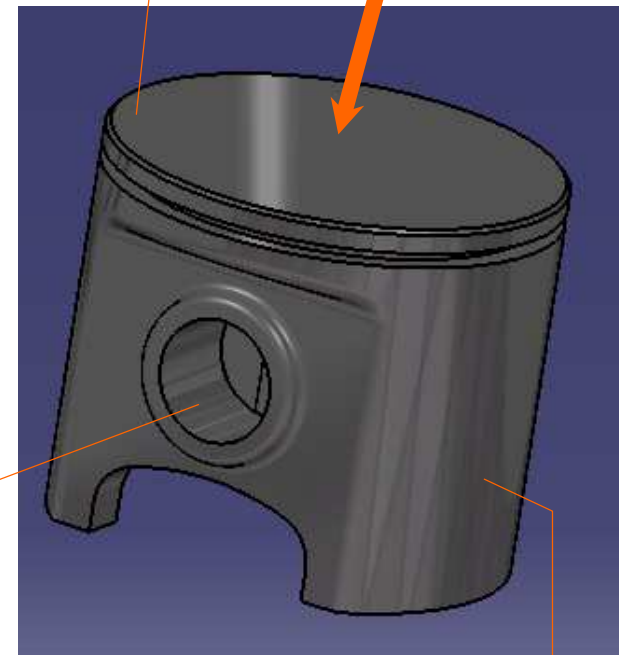
Calcul sur un piston

- Ouvrir le modèle : piston.Catpart
- Matière : Acier
- Verrouiller les surfaces de portée de l'axe piston, simuler la chemise et appliquer une pression $1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ sur la surface supérieure du piston
- Raffiner le maillage autour de l'axe piston

Portée de l'axe piston

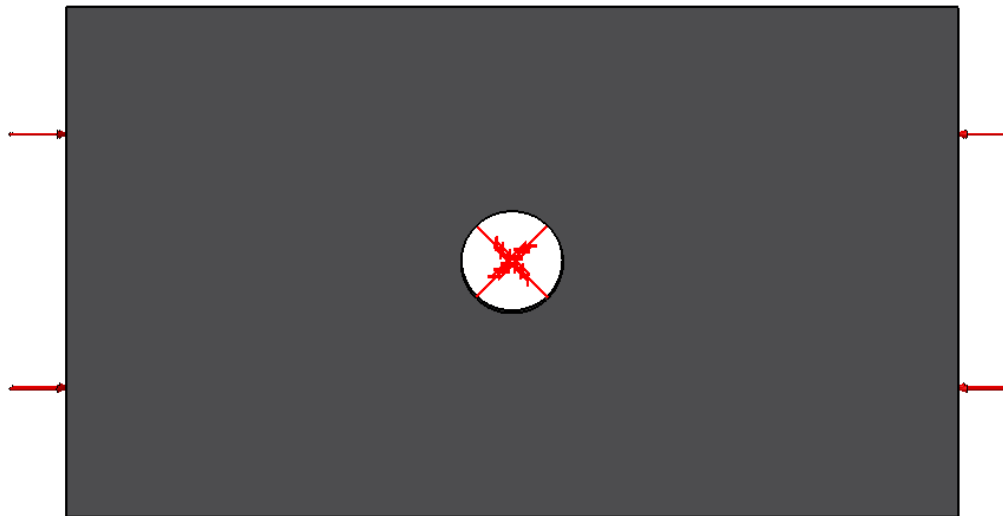
Surface d'appui de la chemise

Pression $1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$



Calcul d'une plaque trouée

Dessiner une plaque 70*40*2 (mm) percée d'un trou encastré de 8mm de diamètre en son centre. La plaque subit une compression de 25 N/m² de part et d'autre du trou selon la direction horizontale.



Analyser les champs de déplacements, contraintes et d'énergie de déformation

Est-t-il nécessaire de raffiner le maillage pour obtenir des résultats plus précis ?

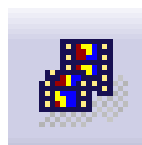
Analyse des résultats

Objectif : Analyse des résultats de calcul

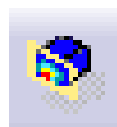
Méthodologie : Animation des résultats de calcul
 Modification de l'amplitude de la déformée
 Recherche extrema

Outils : Outils d'analyse

Animation



Plan de
coupe



Positionnement
des images



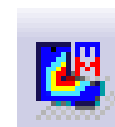
Amplitude de
la déformée



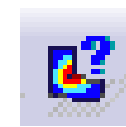
Représentation
simplifiée



Extrema



Information



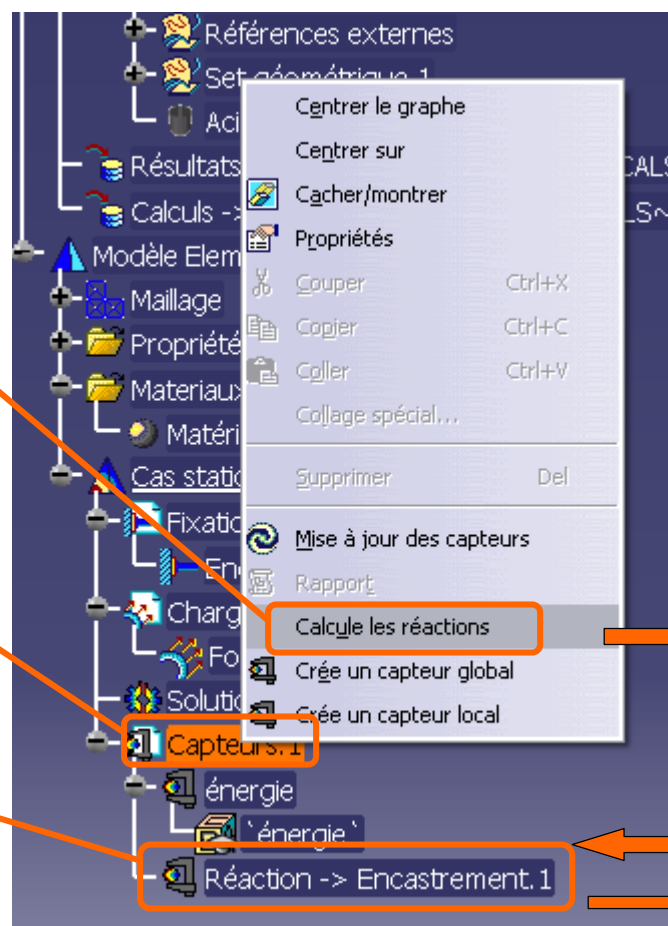
Analyse des résultats

5- Visualiser les contraintes

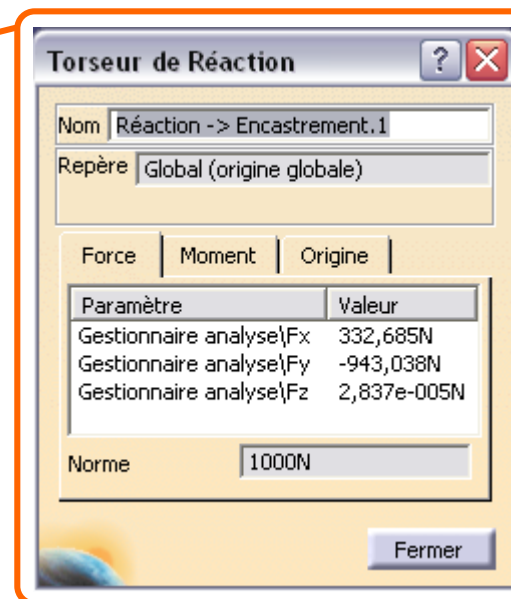
2- Choisir « calcule les réactions »

1- Clic droit sur « capteur »

4- Double clic sur la réaction créée



3- Choisir une entité à mesurer



Utilisation des groupes

Objectif : Générer une image locale du modèle éléments finis afin de faciliter le post-traitement

Méthodologie : Choix des entités de définition Génération de l'image

Outils : Groupes

Groupe de points



Groupe de droites



Groupe de surfaces



Groupe de corps



Groupe de type boîte



Groupe de type sphère



Groupe de points par proximité



Groupe de droites par proximité



Groupe de surfaces par proximité

Génération des rapports

Objectif: Génération de rapports de calcul

Méthodologie: Choix du format et des données utiles

Outils: Rapport d'analyse

**Rapport
d'analyse**



**Génération du
rapport**

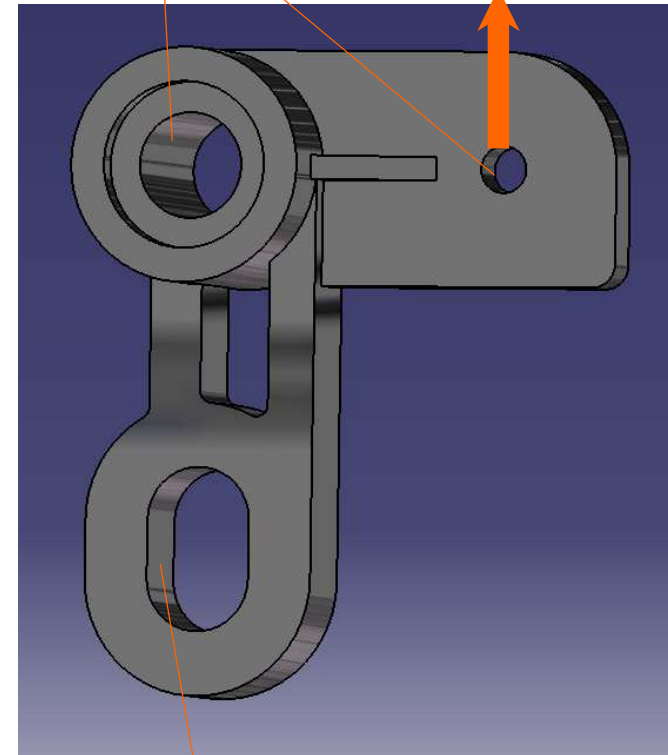


Calcul d'un levier

- Ouvrir le modèle: Exemple levier.Catpart
Matière : Aluminium
- Verrouiller le trou oblong
- Appliquer un effort de 500 N à la verticale sur le trou de broche. Cet effort doit être appliqué en simulant un axe libre à l'intérieur du trou.
- Créer une liaison de type pivot au niveau du trou palier
- Raffiner les résultats au niveau des concentrations de contraintes. Constaté l'évolution des contraintes de Von Mises.
- Créer un groupe afin de visualiser une image locale de la zone sensible.
- Mesurer le torseur au niveau du oblong
- Générer un rapport complet en HTML

Trou palier

Trou de broche



Oblong

ANALYSE MODALE SUR UNE PIECE

- 📄 **Calcul**
- 📄 **Visualisation des résultats**
- 📄 **Analyse des résultats**



Calcul

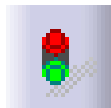
Objectif : Calcul des fréquences propres et modes propres d'une structure

Méthodologie : Vérification du modèle et lancement du calcul
 Avant chaque calcul, s'assurer que tous les degrés de liberté de la pièce sont bien verrouillés afin que le calcul aboutisse (sinon, détection de pivots (modes de corps rigides))



Outils : Vérification, calcul

Vérification
du calcul



Calcul



Visualisation du résultat

Objectif : Visualisation en 3D des résultats de calcul

Méthodologie : Affichage de la déformée
Affichage des contraintes
Affichage des déplacements

Outils : Image

Déformation



**Contraintes de
Von MISES**



Déplacement



Analyse des résultats

Objectif : Analyse des résultats de calcul

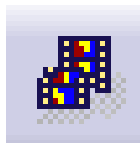
Méthodologie : Animation des résultats de calcul

Modification de l'amplitude de la déformée

Recherche extrema

Outils : Outils d'analyse

Animation



Plan de
coupe



Positionnement
des images



Amplitude de
la déformée



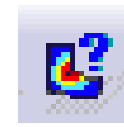
Représentation
simplifiée



Extrema



Information



Analyse modale d'une équerre

- Ouvrir le modèle: Exemple equerre.Catpart
Matière: Acier
- Verrouiller les trous de fixation et la face de fixation
- Lancer un premier calcul
- Visualiser la déformée
- Simuler la présence d'axes dans les 4 trous de broche et d'une masse de 50 kg sur la surface du dessus
- Lancer un deuxième calcul
- Visualiser la déformée et mesurer l'amplitude maximum de la déformée



ANALYSE STATIQUE LINEAIRE D'UN ASSEMBLAGE

- 📄 **Application des matériaux**
- 📄 **Définition des connexions d'analyse générale**
- 📄 **Définition des connexions face/face ou/et distants**
- 📄 **Tableau récapitulatif des connexions**
- 📄 **Définition des conditions aux limites et des cas de charges**
- 📄 **Calcul**
- 📄 **Visualisation des résultats**
- 📄 **Analyse des résultats**

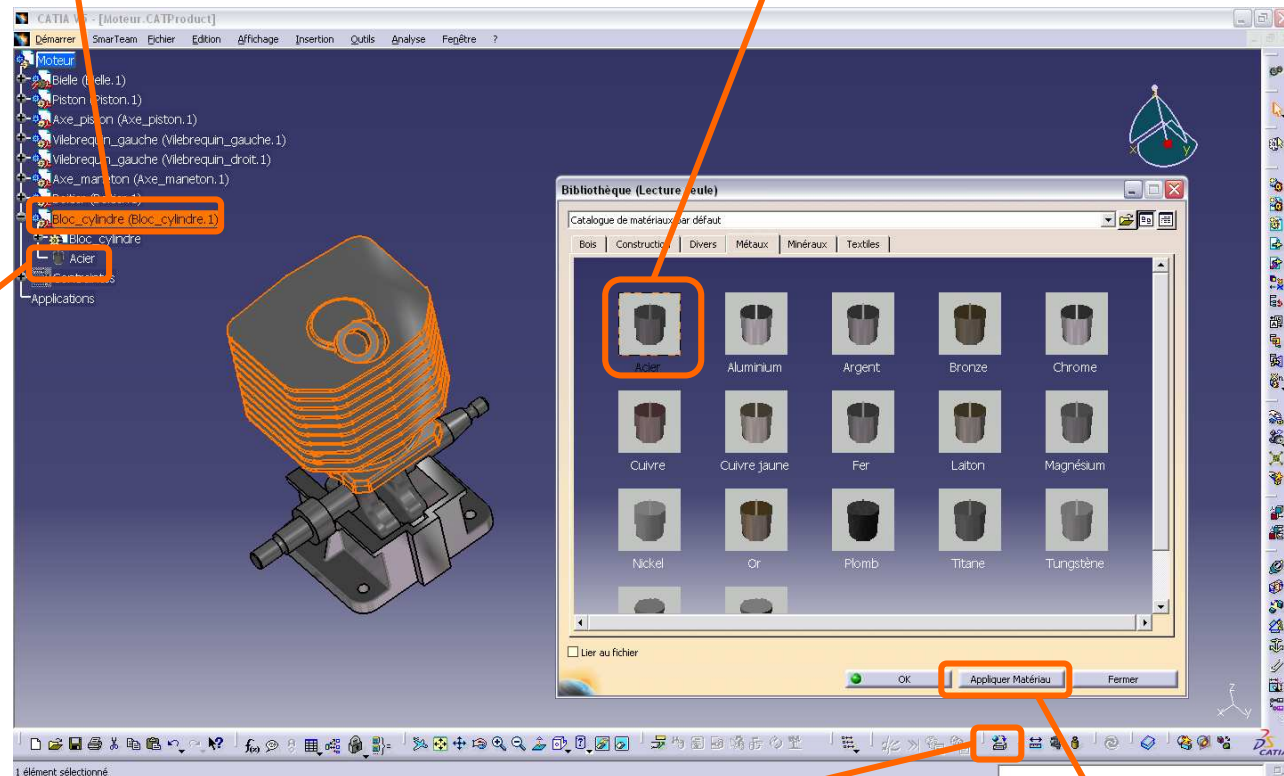


Application d'un matériau

**3- Sélectionner la pièce
(de préférence dans l'arborescence)**

2- Sélectionner la matière

**5- Visualisation
de la matière
Permet
d'accéder aux
propriétés
associées**



**Répéter l'opération autant
de fois qu'il y a de pièces**

1- Cliquer sur l'icône matière

4- Appliquer le matériau

Définition des connexions d'analyse générale

Objectif : Créer des connexions d'analyse générale

Méthodologie : Une connexion d'analyse générale permet de créer une liaison entre deux pièces d'un assemblage.

Cette liaison peut être considérée comme une pièce virtuelle reliant deux pièces.

Ces outils permettent juste de créer la connexion; d'autres outils nous permettrons de définir leurs comportements.

Outils : Outils de connexion d'analyse générale

**Connexion
d'analyse**



**Connexion
point**



**Connexion
ligne**




**Connexion
surface**



Définition des connexions face/face

Objectif : Créer les propriétés de connexion entre des pièces en contact

Méthodologie : Définir les propriétés de connexion sur des contraintes assemblage (défini dans l'atelier assembly design) ou sur des connexions d'analyses générales (voir page précédente).
 Les connexions créées avec ces outils ne sont valables que pour des pièces en contact

Outils : Connexions glissière, contact, soudure, frettage ...

**Connexion
glissière**



**Connexion
contact**



**Connexion
soudée**



**Connexion
ressort soudé**



**Connexion
frettage**



**Connexion
serrage**



Définition des connexions distantes

Objectif : Créer les propriétés de connexion entre des pièces distantes

Méthodologie : Définir les propriétés de connexion sur des contraintes assemblage (définies dans l'atelier assembly design) ou sur des connexions d'analyses générales (page 38).



Les connexions créées avec ces outils ne sont valables que pour des pièces distantes

Outils : Connexions rigide, souple, virtuelle de serrage...

Connexion rigide



Connexion souple



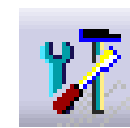
Connexion virtuelle de serrage



Connexion virtuelle ressort de serrage



Connexion personnalisée



Définition des connexions soudure

Objectif: Créer les propriétés de connexion de type soudure entre deux pièces

Méthodologie: Pour créer une connexion de type soudure, il faut au préalable définir une connexion d'analyse générale entre les pièces (voir page 38)

Une connexion de type point servira à créer une soudure par point, une connexion de type ligne servira à créer un cordon de soudure et une connexion de type surface servira à créer connexion adhésive

Outils: Connexion soudure de type point, cordon et connexion adhésive

**Connexion
Soudure par point**



**Connexion
Soudure par cordon**



**Connexion
Soudure « adhésive »**

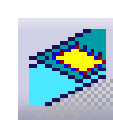


Tableau récapitulatif des connexions

* Création possible mais à ne pas utiliser

PROPRIETE DE CONNEXION			 ASSEMBLY DESIGN			 GENERATIVE STRUCTURAL ANALYSIS		
			 Coïncidence	 Contact	 Distance	 Face/Face	 Distant	 Soudure
Face/Face	Glissière						 *	
	Contact						 *	
	Soudé						 *	
	Ressort soudé						 *	
	Frettage							
	Serrage							
Distant	Rigide							
	Souple							
	Virtuelle de serrage						 *	
	Virtuelle ressort de serrage						 *	
	Personnalisée							
Soudure	Soudure par point							
	Soudure par cordon							

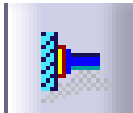
Définition des conditions aux limites

Objectif : Génération des conditions aux limites sur une pièce

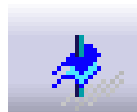
Méthodologie : Mise en place des conditions limites afin de supprimer tous les degrés de liberté de la pièce. Ces conditions aux limites peuvent être appliquées à la pièce comme aux pièces virtuelles ou aux connexions générales.

Outils : Conditions classiques : encastrement, rotule ...

Encastrement



Glissement surfacique



Glissière



Pivot glissant



Rotule



Pivot



Contrainte avancée

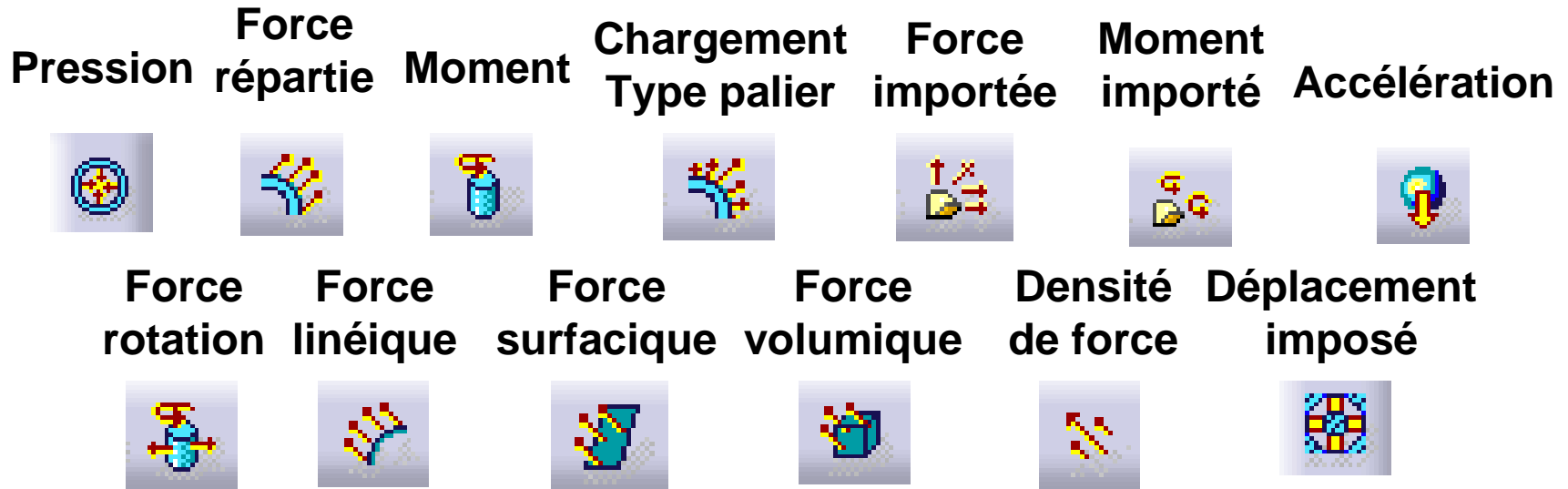


Définition des cas de charges

Objectif : Mise en place des efforts appliqués sur la pièce

Méthodologie : Reproduire les efforts sur l'assemblage

Outils : Insertion de contraintes



Calcul

Objectif : Calcul de l'ensemble des contraintes internes à la pièce

Méthodologie : Vérification du modèle
Lancement du calcul

Outils : Vérification, calcul

**Vérification
du calcul**



Calcul



Visualisation du résultat

Objectif : Visualisation en 3D des résultats de calcul

Méthodologie : Affichage de la déformée
Affichage des contraintes
Affichage des déplacements

Outils : Image

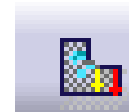
Déformation



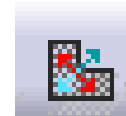
**Contraintes de
Von MISES**



Déplacement



**Contraintes
principales**



Précision



Analyse des résultats

Objectif : Analyse des résultats de calcul

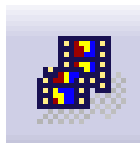
Méthodologie : Animation des résultats de calcul

Modification de l'amplitude de la déformée

Recherche extrema

Outils : Outils d'analyse

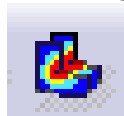
Animation



**Plan de
coupe**



**Positionnement
des images**



**Amplitude de
la déformée**



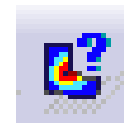
**Représentation
simplifiée**



Extrema



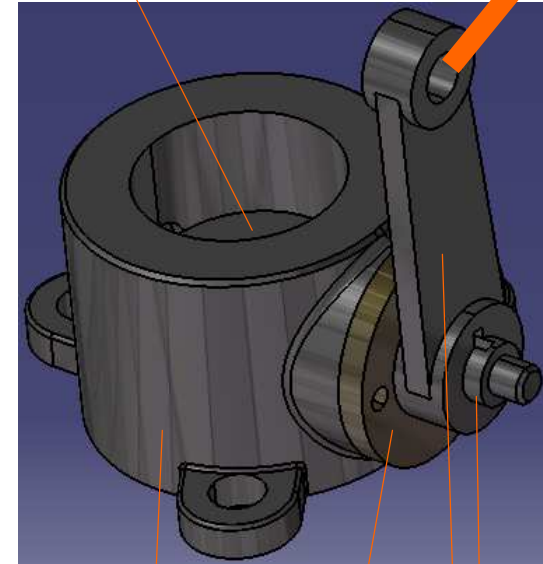
Information



Calcul d'une vanne

- Ouvrir le modèle: Vanne.CATProduct
Matière : Corps, bras, axe, clapet en acier et l'entretoise en bronze
- Verrouiller le corps et le clapet. Fixer l'entretoise sur le corps en simulant la présence de deux vis. Fixer le clapet sur l'axe par l'intermédiaire de deux vis. Verrouiller le bras par rapport à l'axe. Simuler une liaison pivot axe/entretoise et axe/corps
- Simuler un effort de 1000 N à l'horizontale sur le bras
- Lancer le calcul
- Visualiser la déformée et mesurer l'amplitude maximum de la déformée et éditer un rapport

Clapet



Corps

Axe

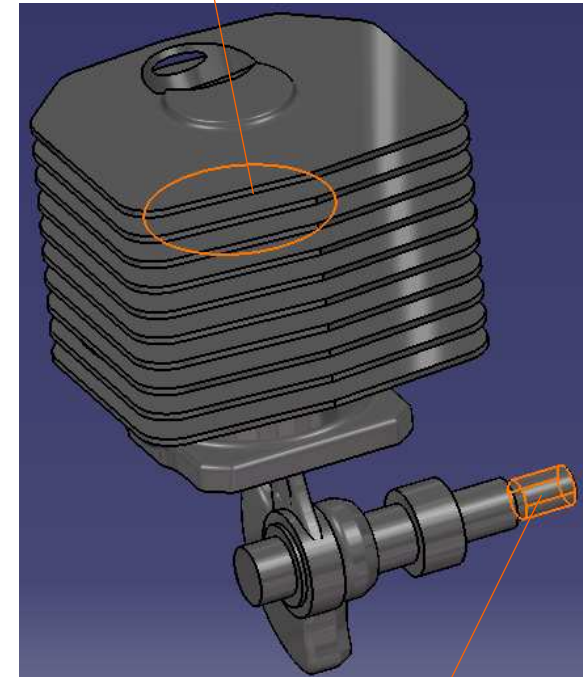
Entretoise

Bras

Calcul d'un moteur

- Ouvrir le modèle : Moteur.CATProduct
- Préparer le modèle pour diminuer le temps de calcul
- Verrouiller l'extrémité du vilebrequin. Simuler une pression de 100000 N/m² sur le piston
- Créer les connexions entre les pièces
- Lancer le calcul
- Visualiser la déformée et mesurer l'amplitude maximum de la déformée et éditer un rapport

Surface haute
du piston



Embout à bloquer