Calcul de structures sous CATIA V5 – Partie III

Pascal MORENTON

pascal.morenton@ecp.fr

http://cao.etudes.ecp.fr

0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

7 Analyse d 'un assemblage

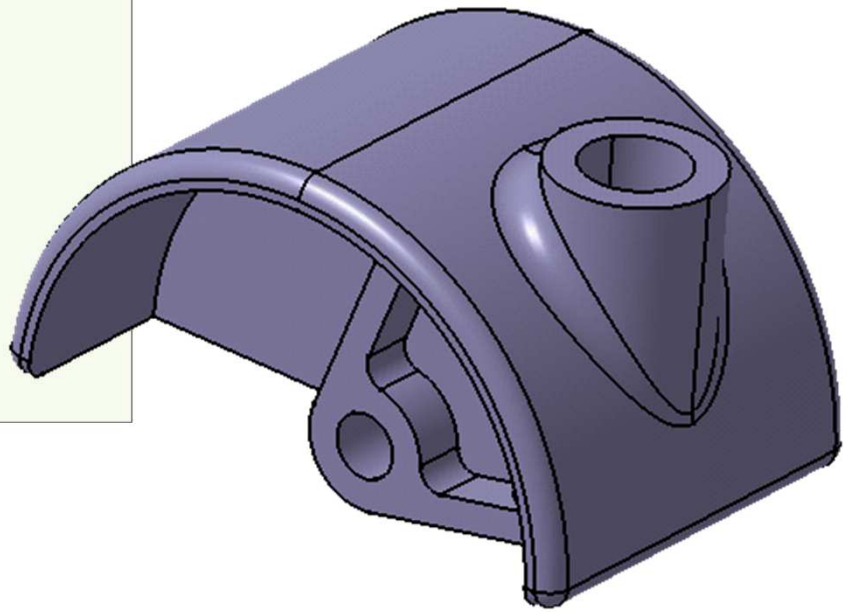
8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

0 - Rappel : « Chape de roulette »

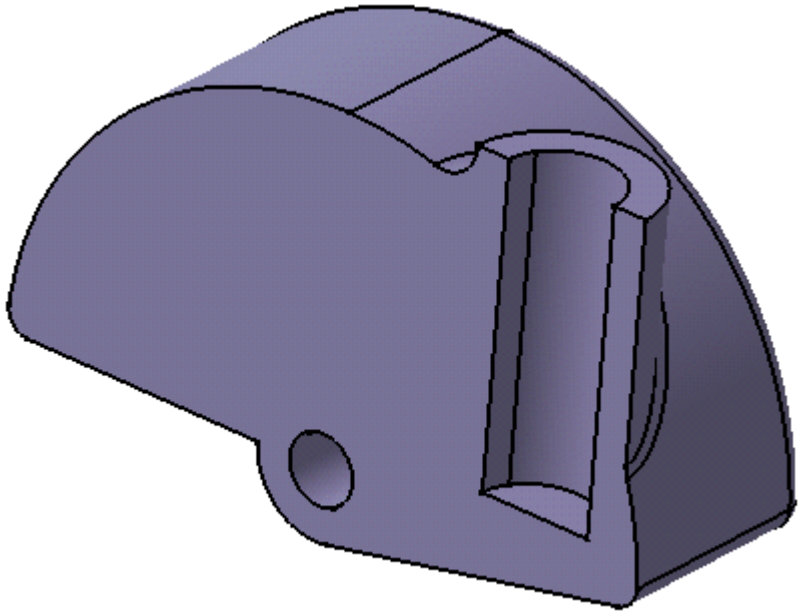
Charge statique totale
2500 N



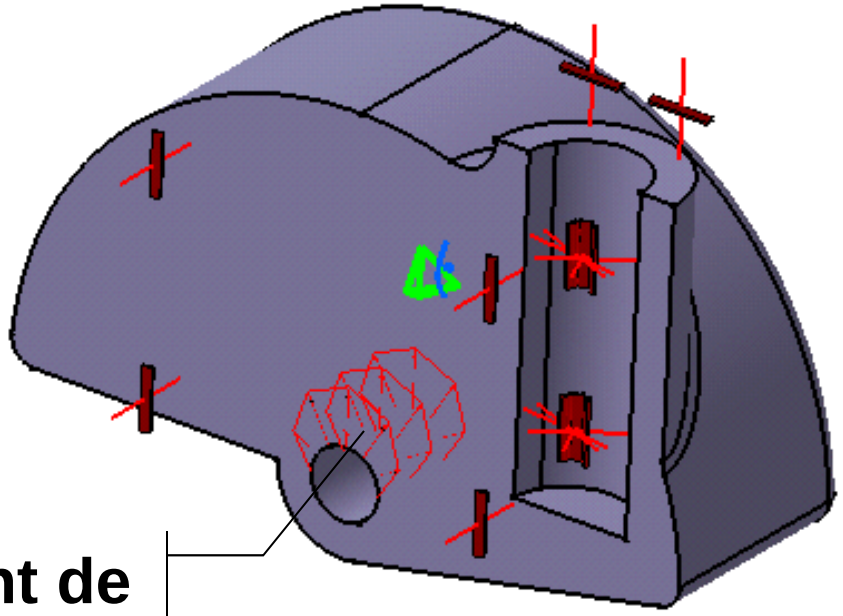
Thème original de l 'étude fourni par Hervé Laurent (IUP de Lorient)

0 - Rappel : « Chape de roulette »

Préparation du modèle géométrique

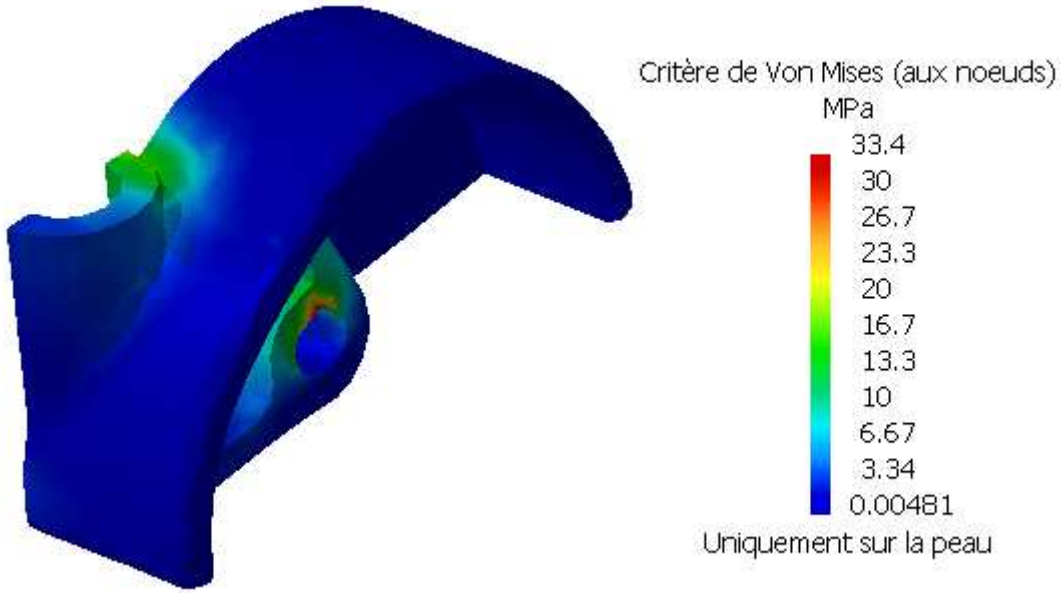


Chargement et contraintes aux limites



Chargement de type palier 500 N

Résultats


Critère de Von Mises (aux noeuds)
MPa
33.4
30
26.7
23.3
20
16.7
13.3
10
6.67
3.34
0.00481
Uniquement sur la peau

0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

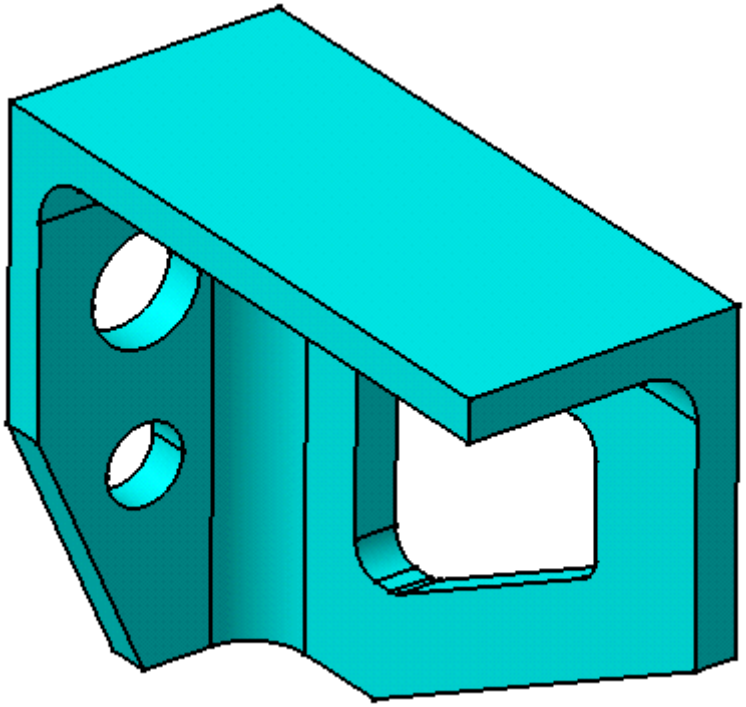
7 Analyse d 'un assemblage

8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

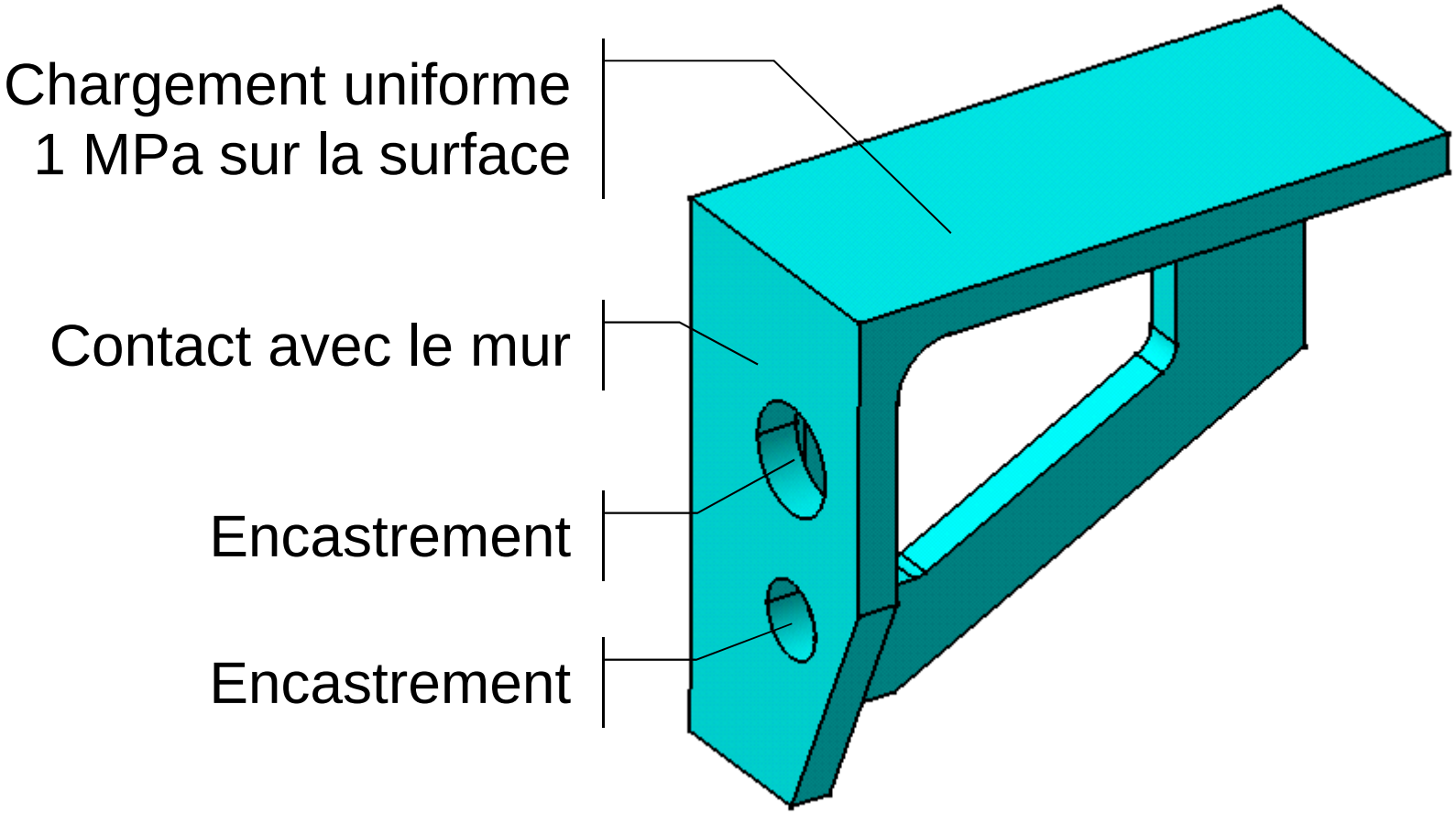
Import de la géométrie au format STEP



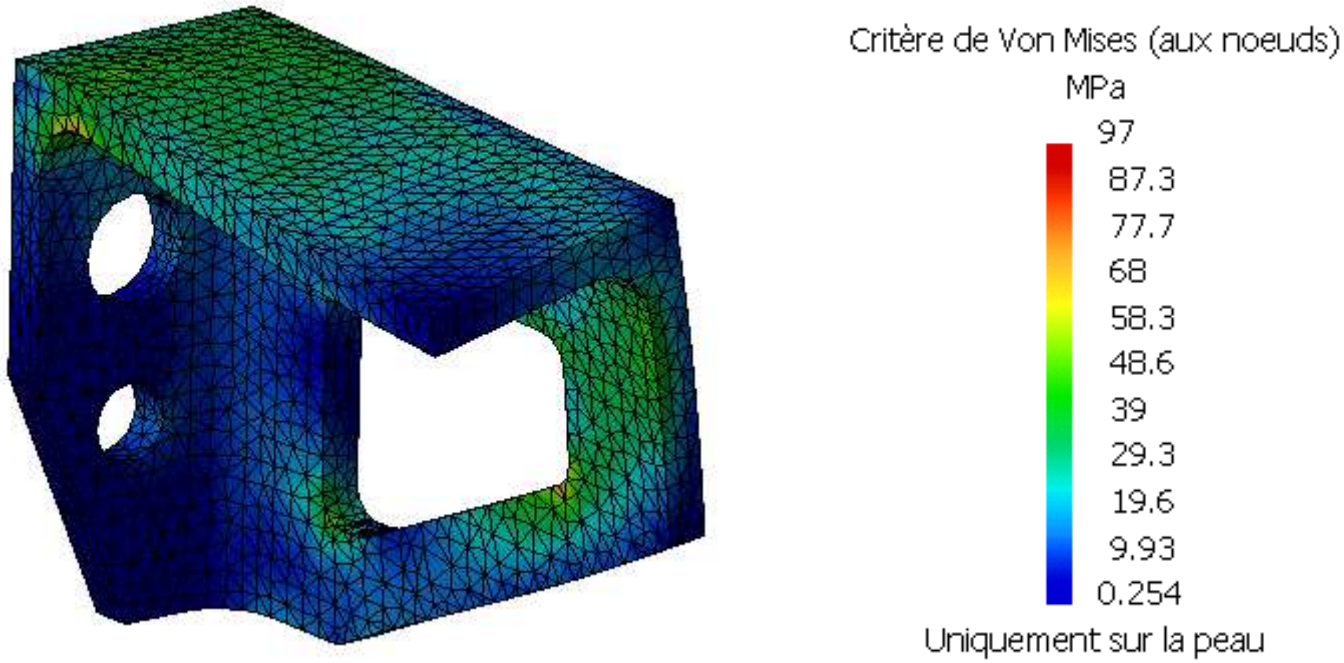
- Volume « mort » : l 'arbre des spécifications n 'est pas conservé lors de l 'import

- Des fonctions Catia peuvent s 'appuyer sur la géométrie importée

Modèle « mécanique »



Résultat d ’analyse



0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

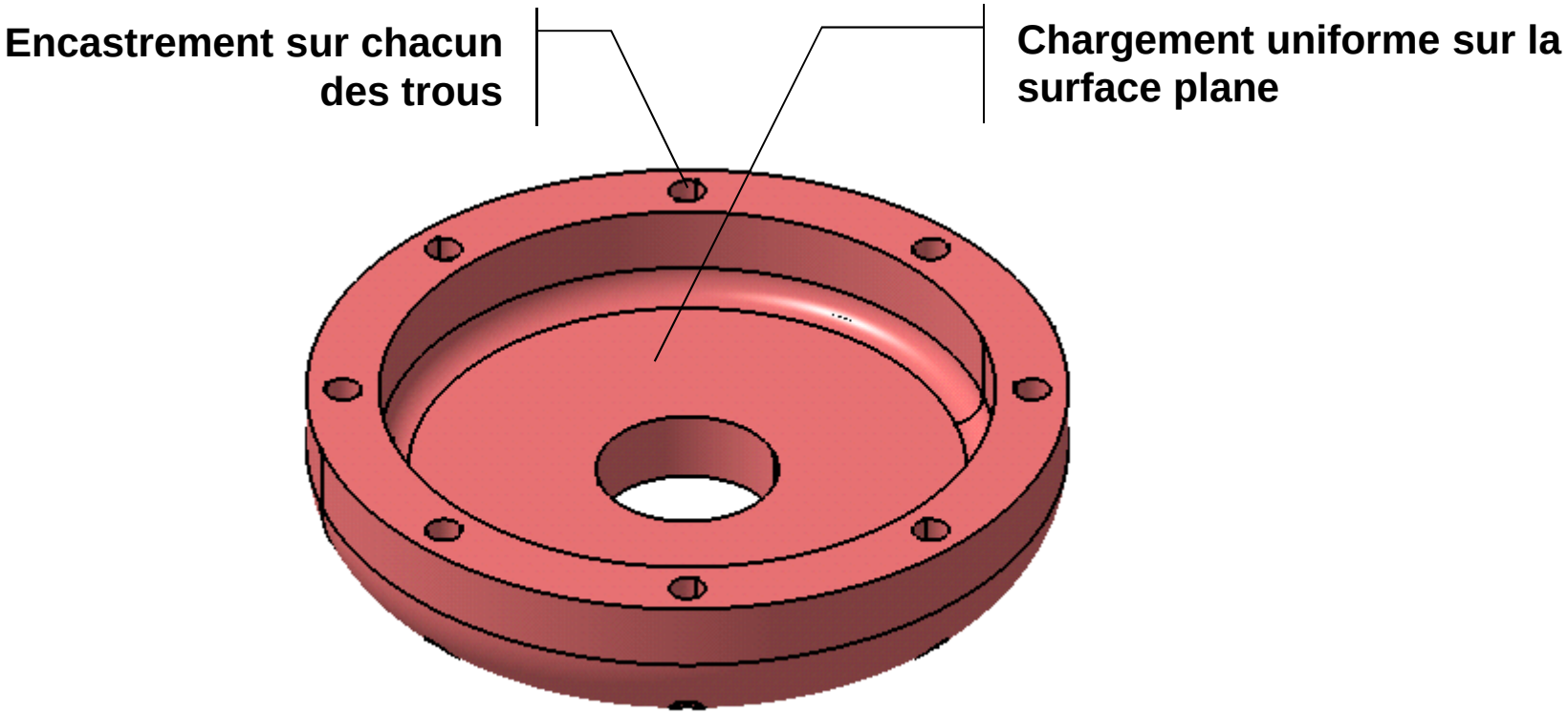
7 Analyse d 'un assemblage

8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

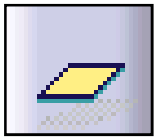
10 Automatisation du processus d'optimisation

Modèle mécanique

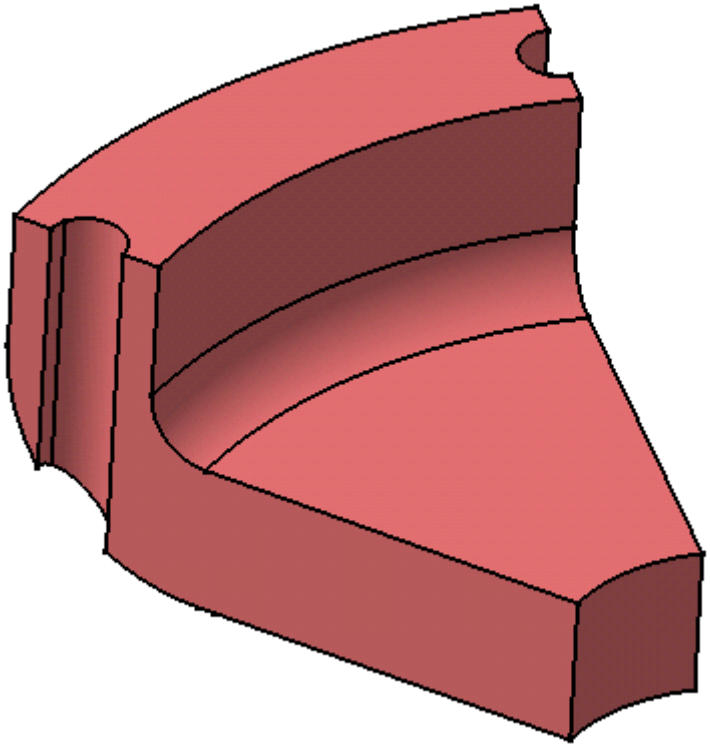


Préparation du modèle géométrique

Coupe

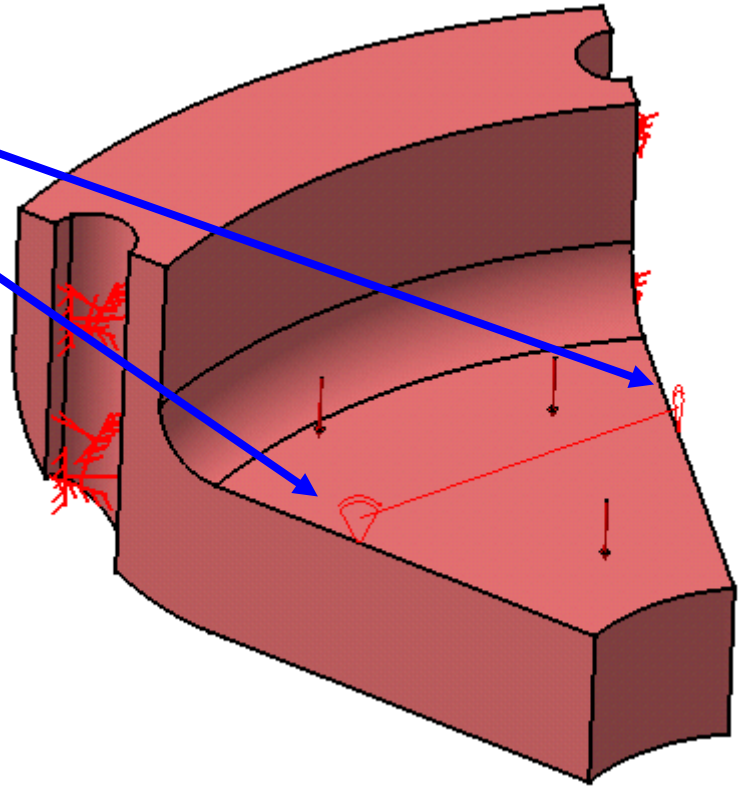


Plan

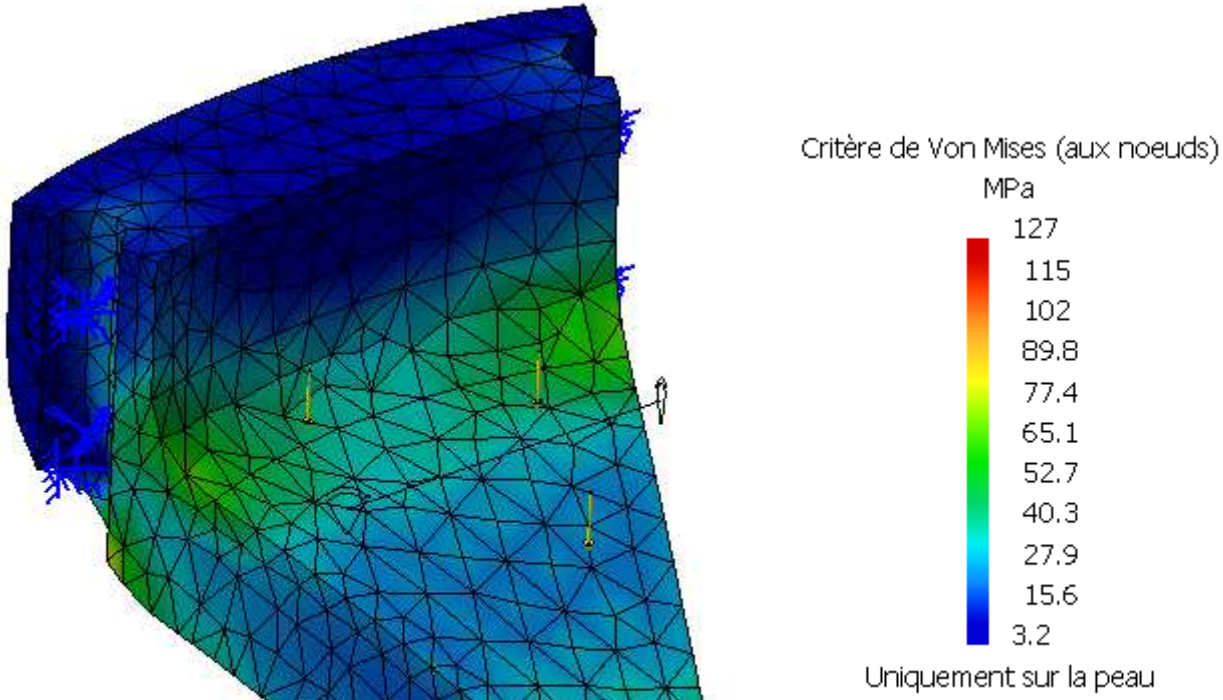


Modèle d ’analyse

Condition de périodicité



Résultats d 'analyse



0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d ’étude - Support de canalisation

4 Cas d ’étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l ’atelier « Assembly Design »

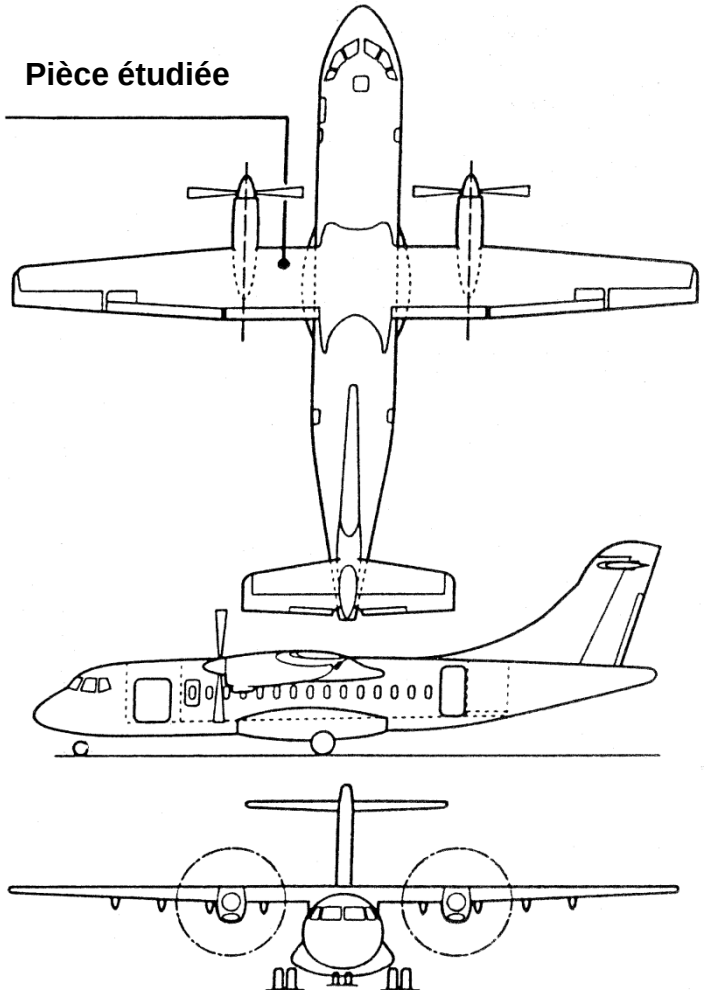
7 Analyse d ’un assemblage

8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d’optimisation

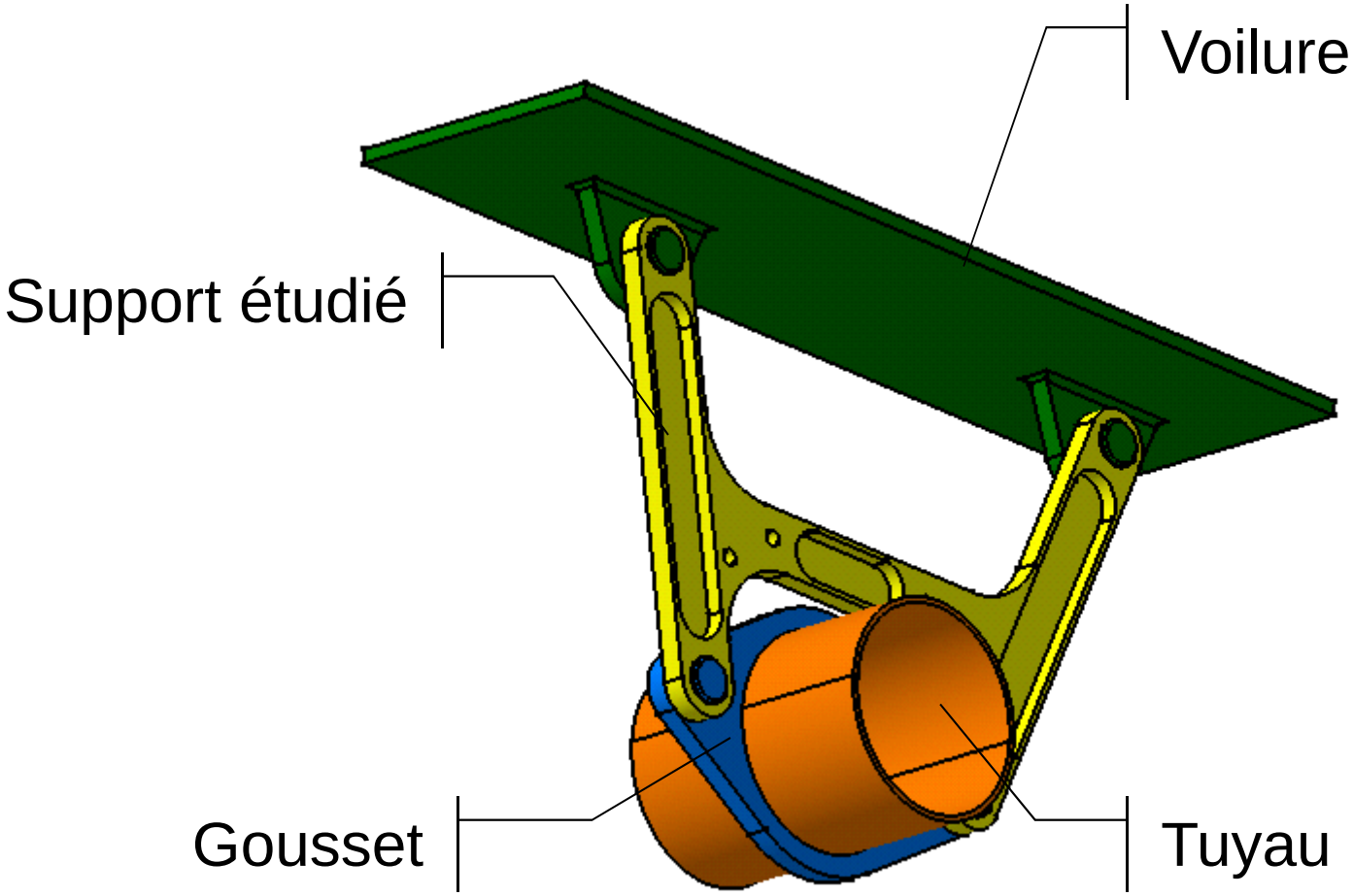
3 - Cas d ’étude : Support de canalisation



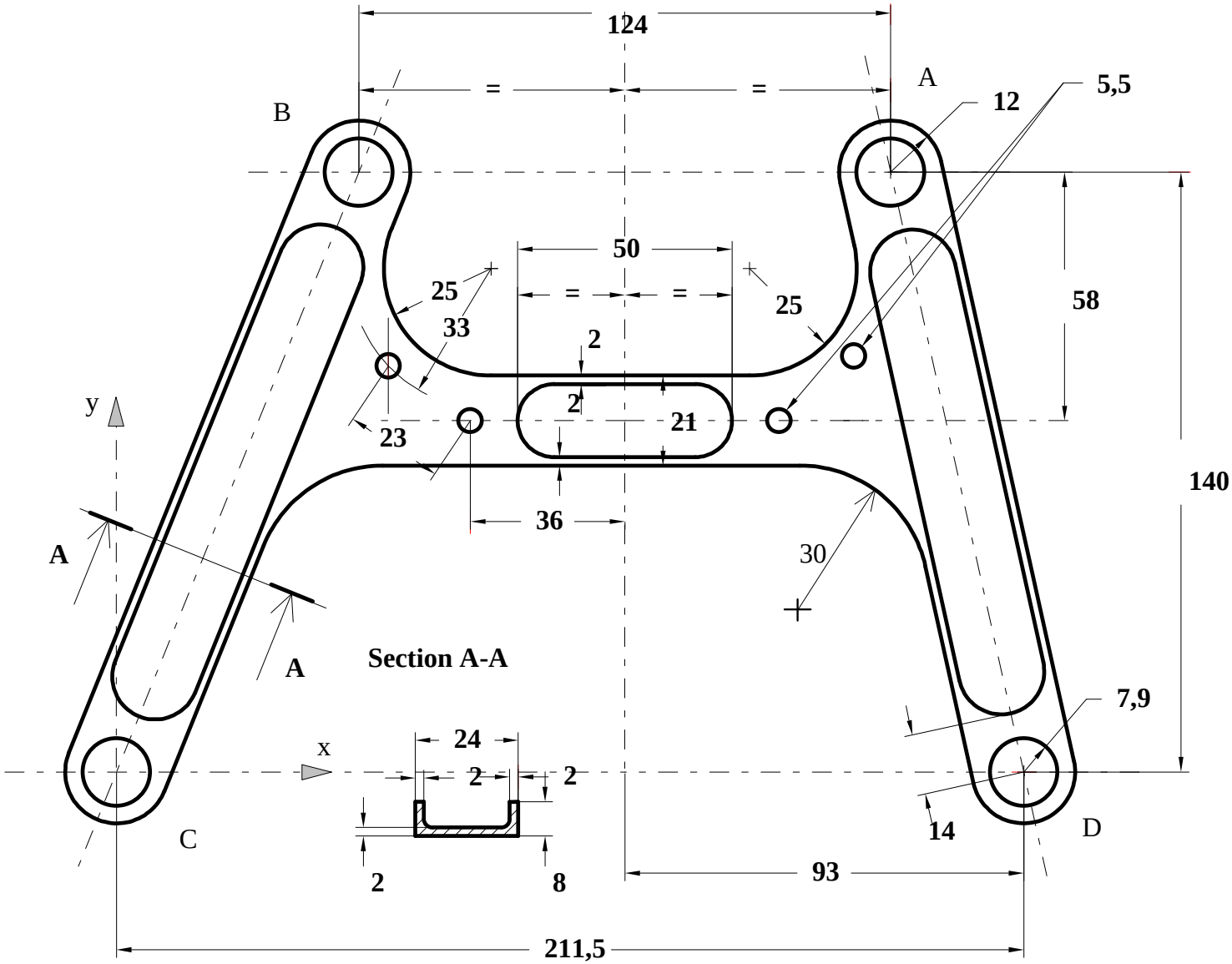
- Capacité : 42 à 50 passagers
- Rayon d'action : 1700 km
- Turbopropulseurs "PRATT et WHITNEY"
- Hélice quadripale de diamètre 3,96 m.
- Longueur 23 m,envergure 25 m, Haut 8 m
- Masse maximale au décollage : 16,7 T
- Capacité de carburant : 4500 kg.

Thème original de l ’étude fourni par Pierre Chantelot

3 - Cas d ’étude : Support de canalisation



3 - Cas d ’étude : Support de canalisation

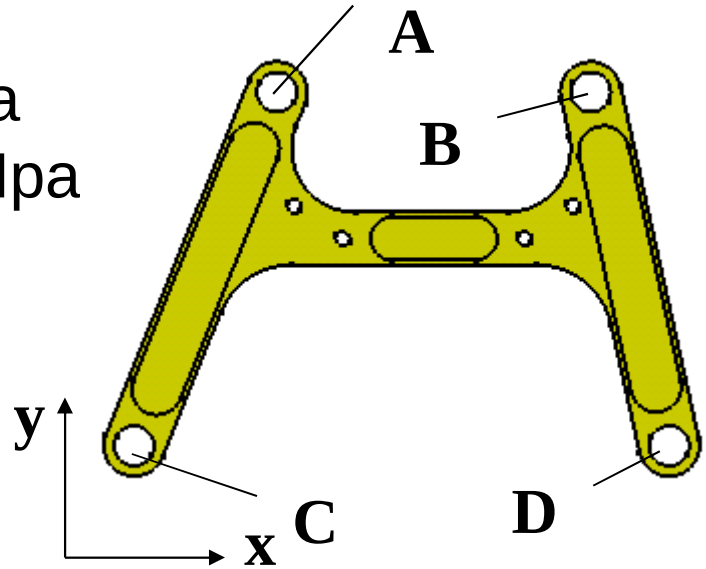


3 - Cas d ’étude : Support de canalisation

- Matériau : "Duralumin" (AU4G ou 2024)
- Mode d'obtention : usinée dans la masse
- Protection anticorrosion : oxydation anodique chromique
- Masse de la pièce : 189 g
- Module de Young : E = 72000 MPa
- Module de Coulomb : G = 27000 Mpa

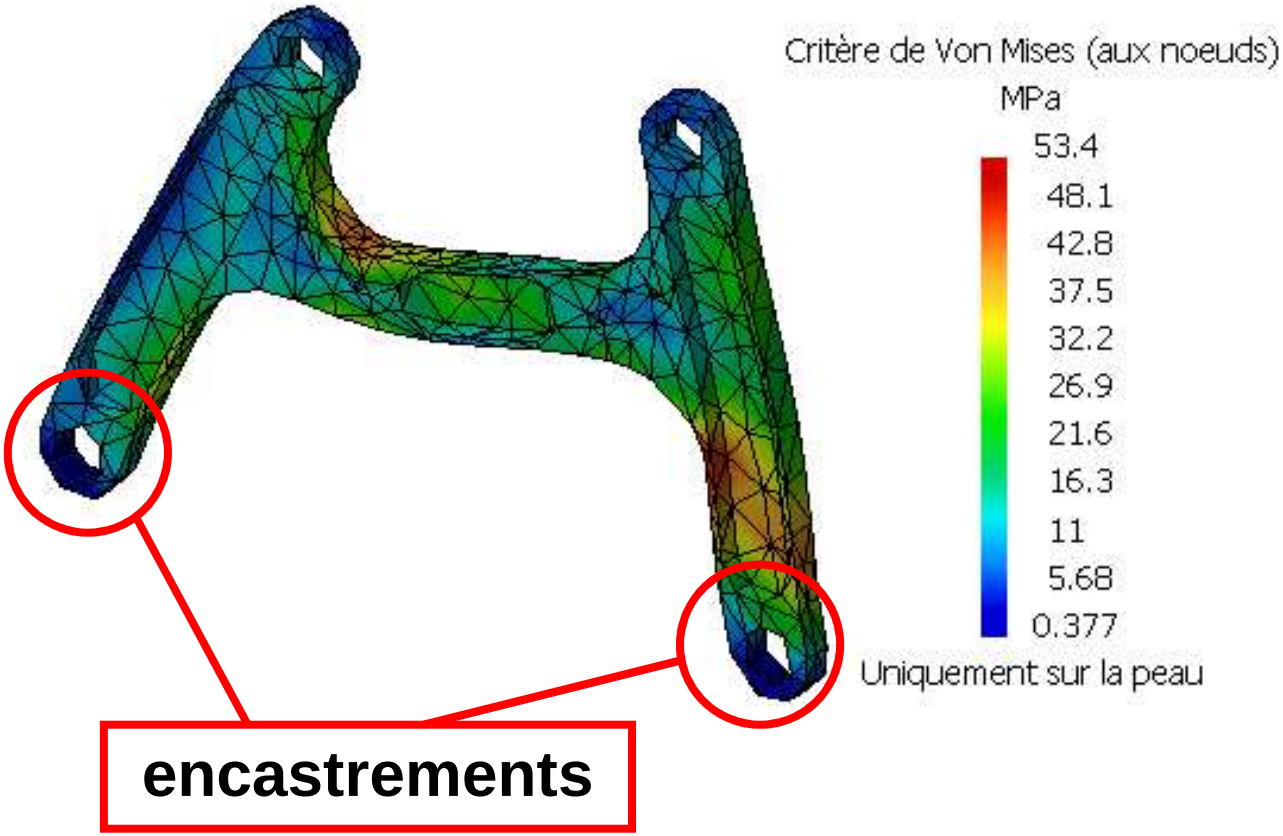
- Pivots en C et D

- En A : 600 **x** - 1600 **y** (en N)
- En B : 600 **x** - 1600 **y** (en N)

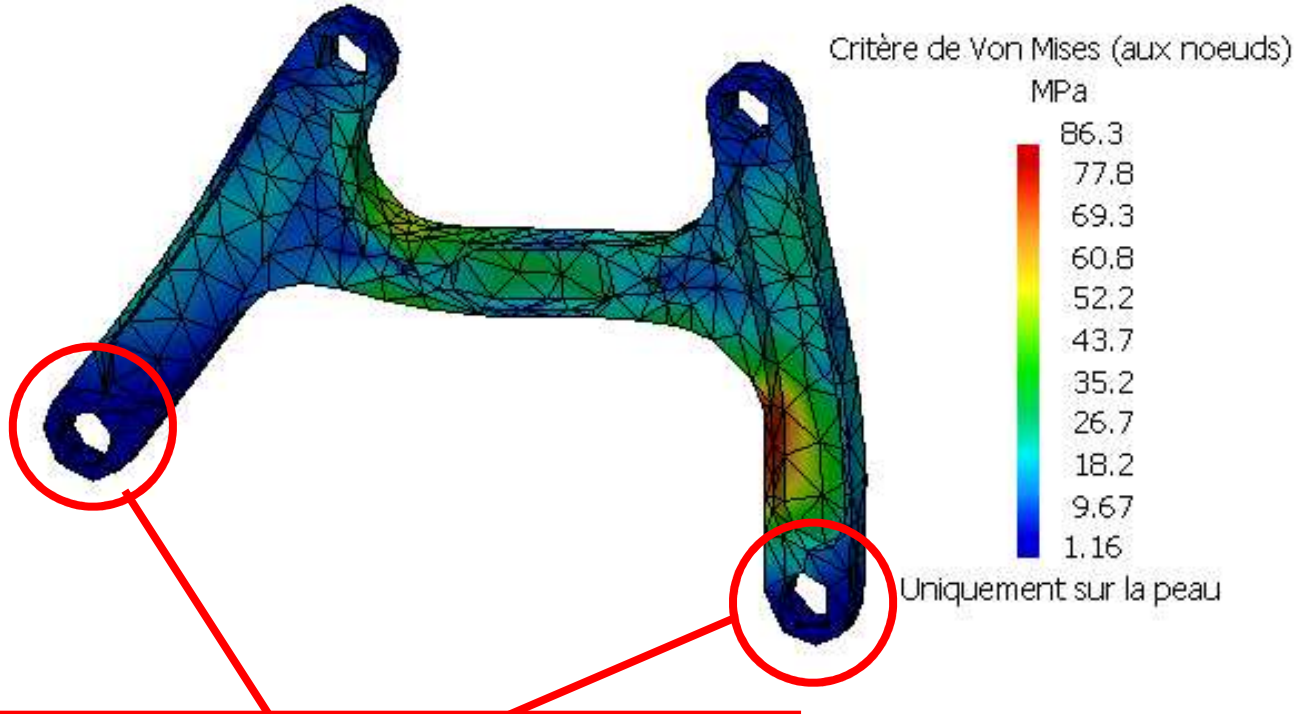


Vérifiez la bonne tenue mécanique de la pièce

Modèle d ’analyse 1

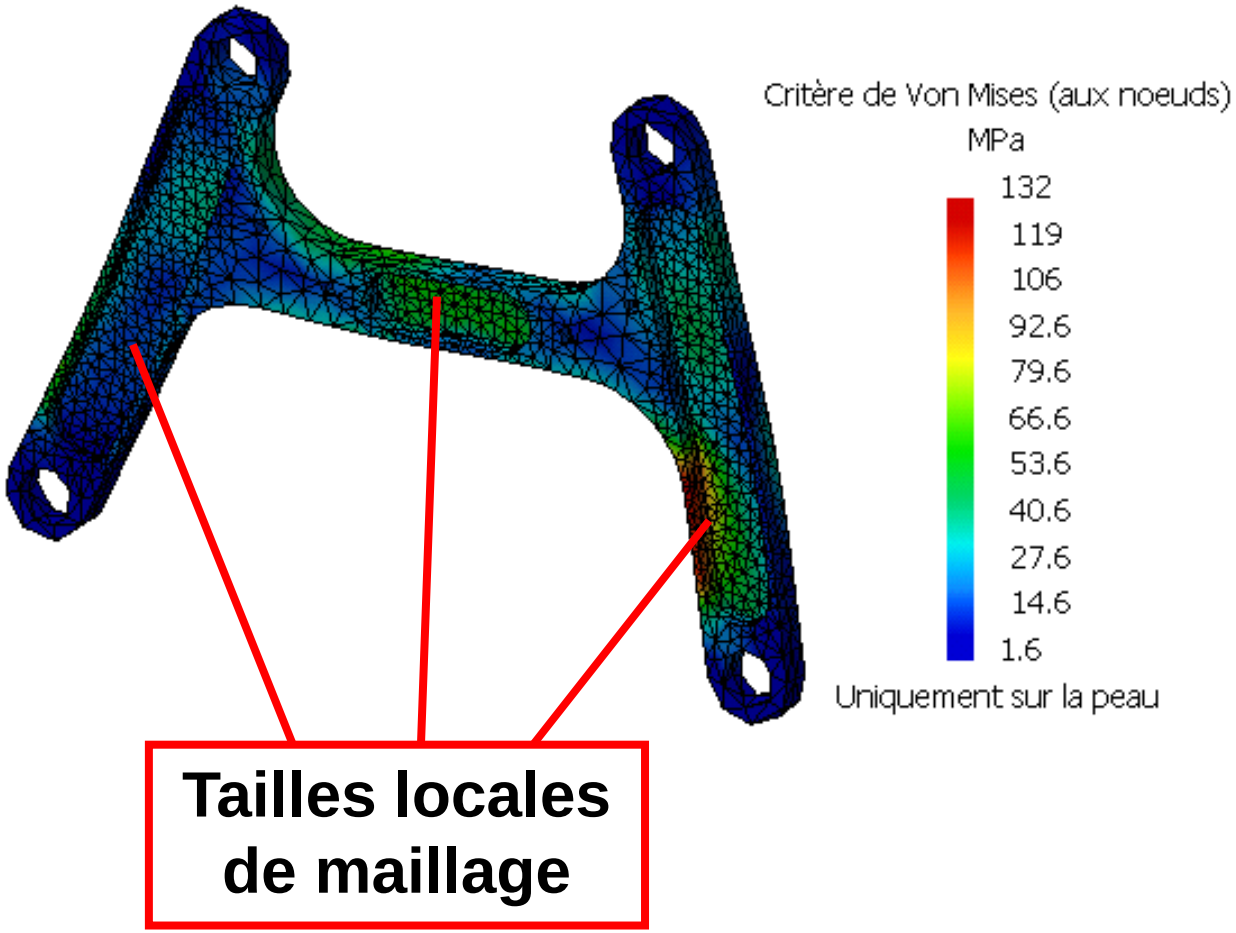


Modèle d 'analyse 2



glissements surfaciques & contraintes avancées

Modèle d ’analyse 3



Conclusion

- Modèle 1 : 053 MPa
- Modèle 2 : 086 Mpa
- Modèle 3 : 132 Mpa

A comparer avec la limite élastique d ’un aluminium 2024 :

environ 300 MPa

0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

7 Analyse d 'un assemblage

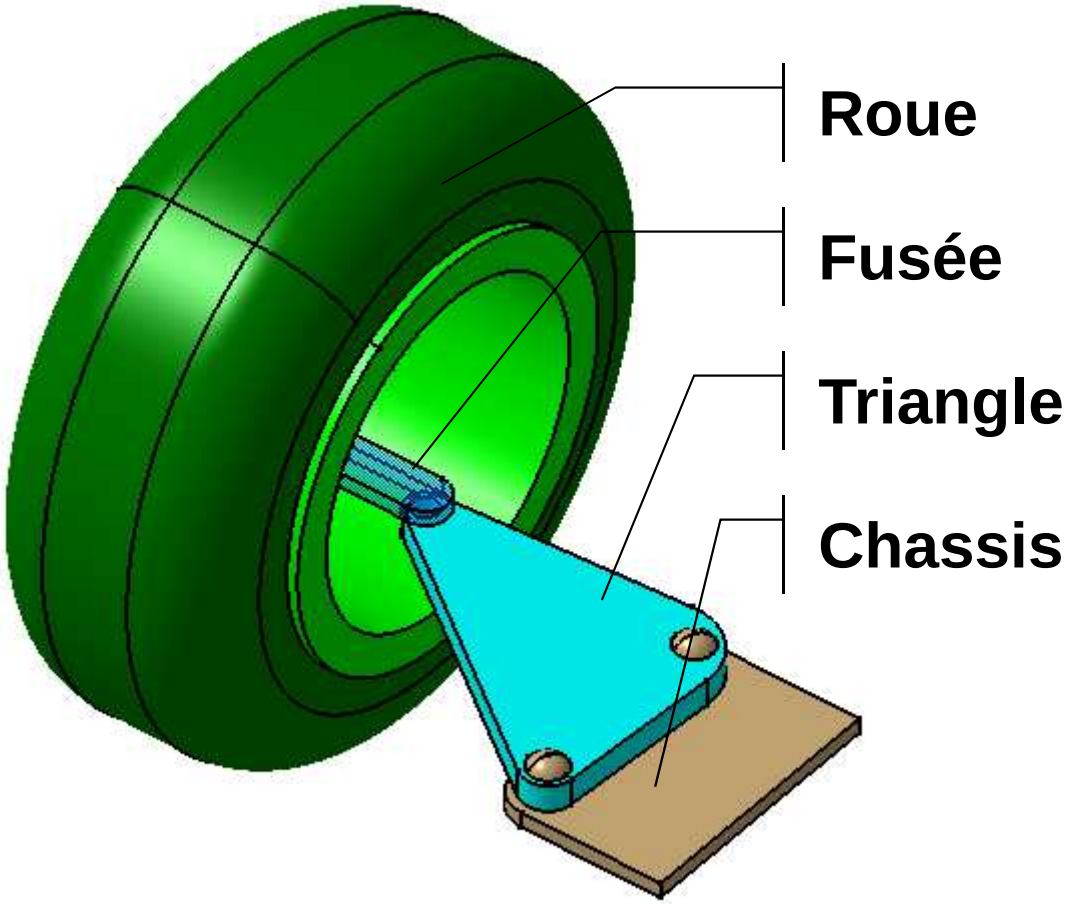
8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

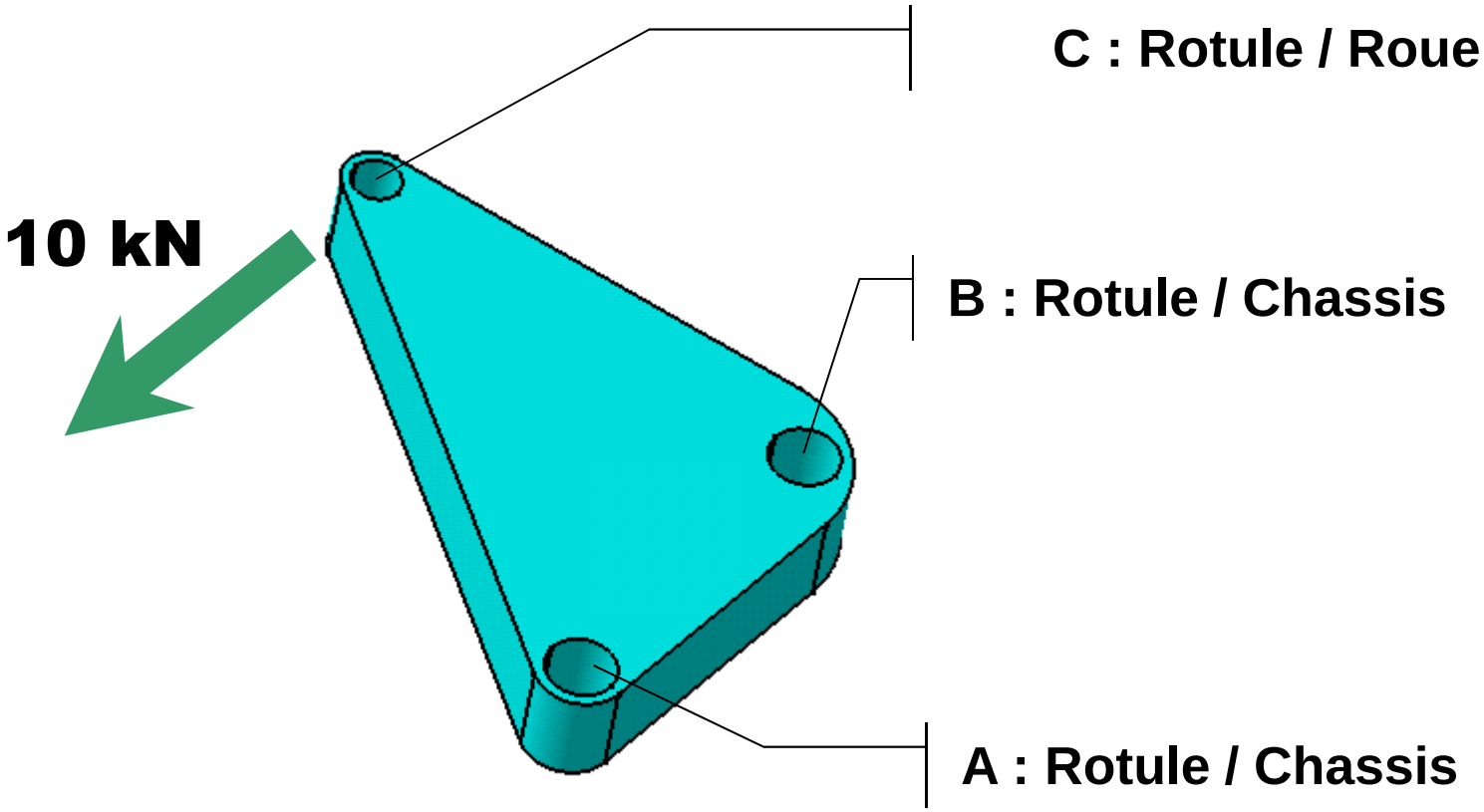
4 - Cas d ’étude : Triangle de suspension

Schéma incomplet d ’un demi-train avant



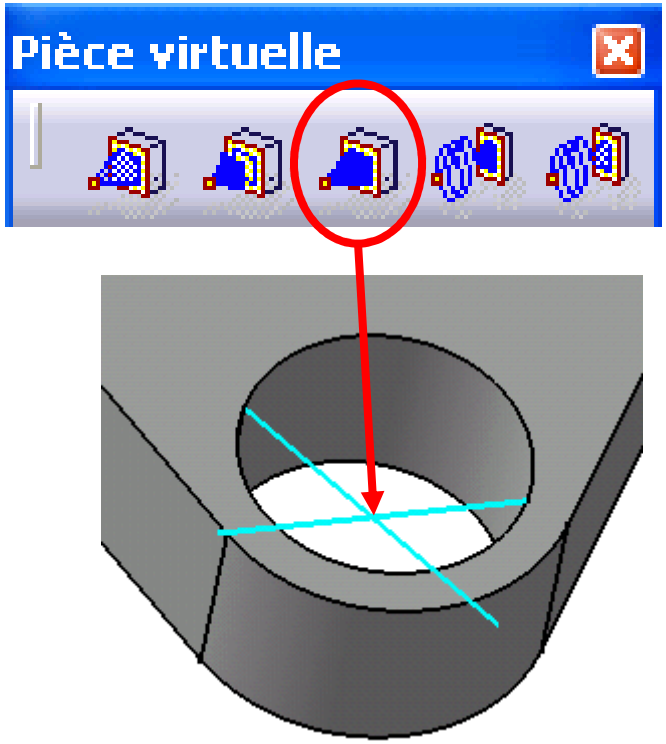
Thème original issu de « De la CAO au calcul », Ed. Dunod

Encombrement maximal du triangle



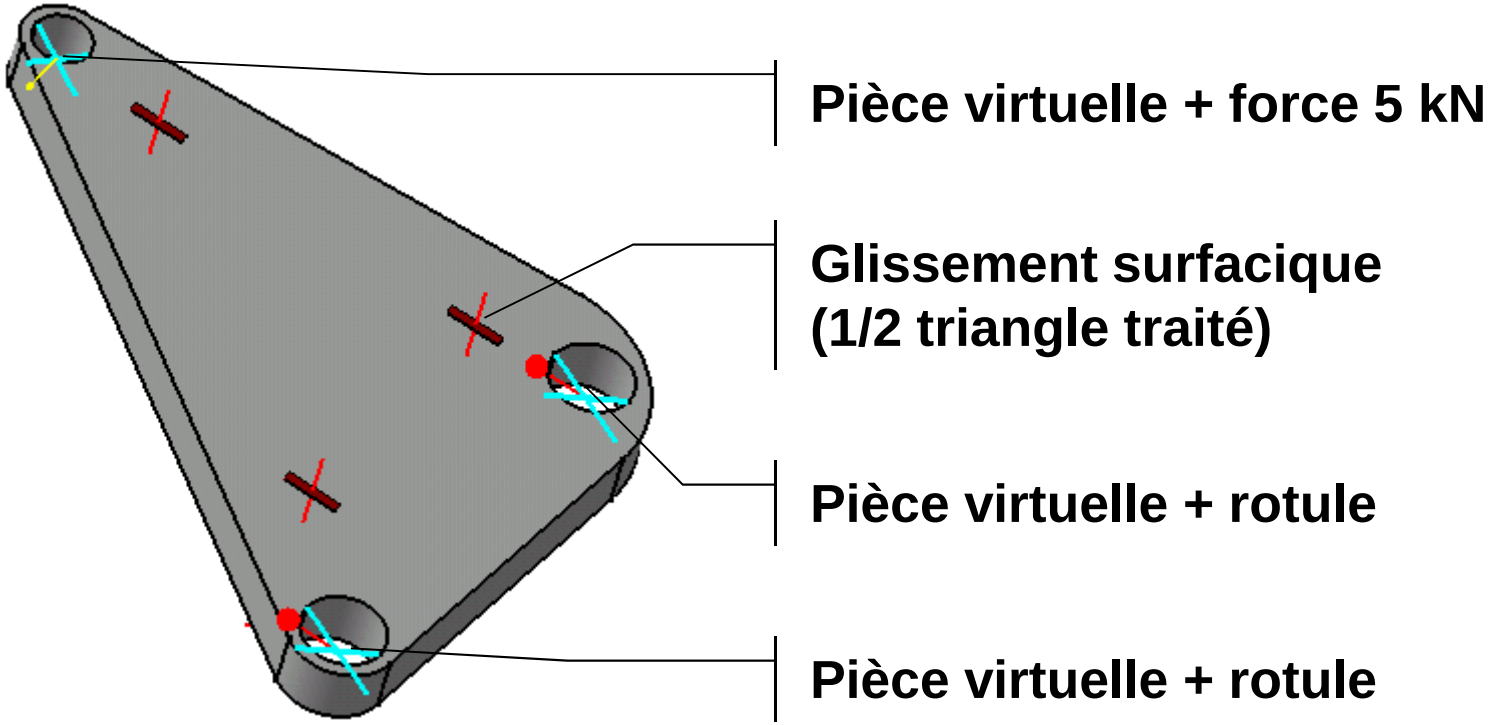
Définition de pièces virtuelles

Alésage considéré comme indéformable : on peut faire appel à une pièce virtuelle rigide



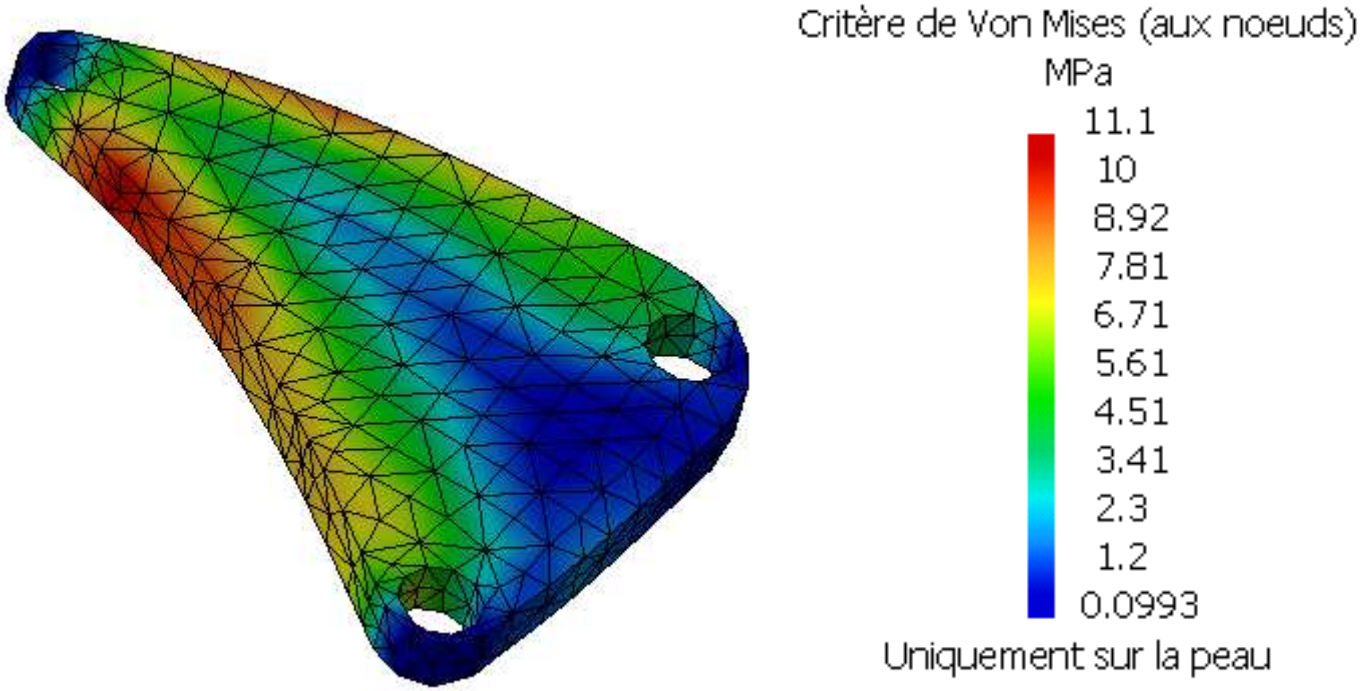
4 - Cas d ’étude : Triangle de suspension

Modèle d ’analyse

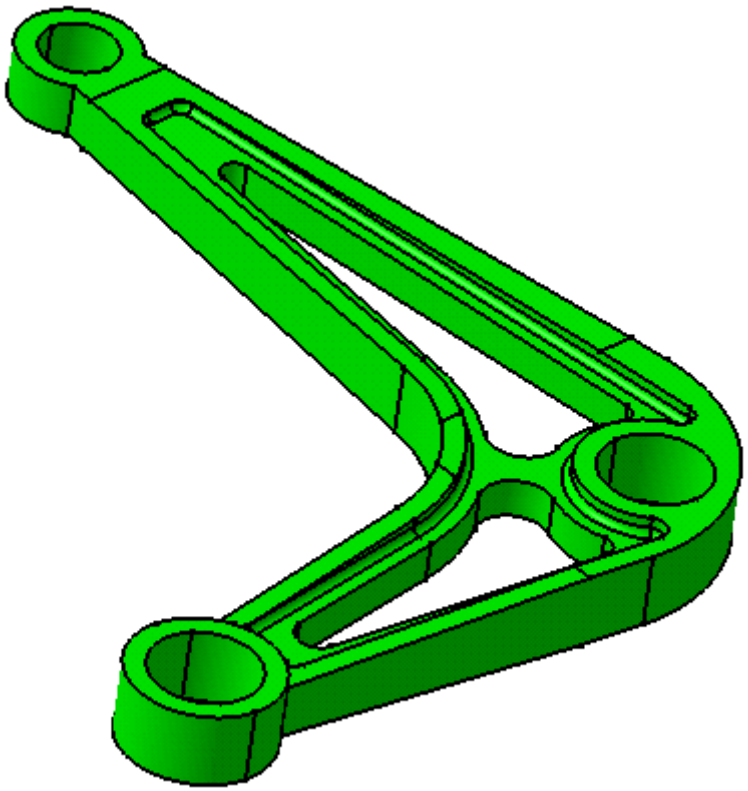


Les pièces virtuelles rigidifient localement la pièce étudiée et remplacent des solides considérés comme indéformables

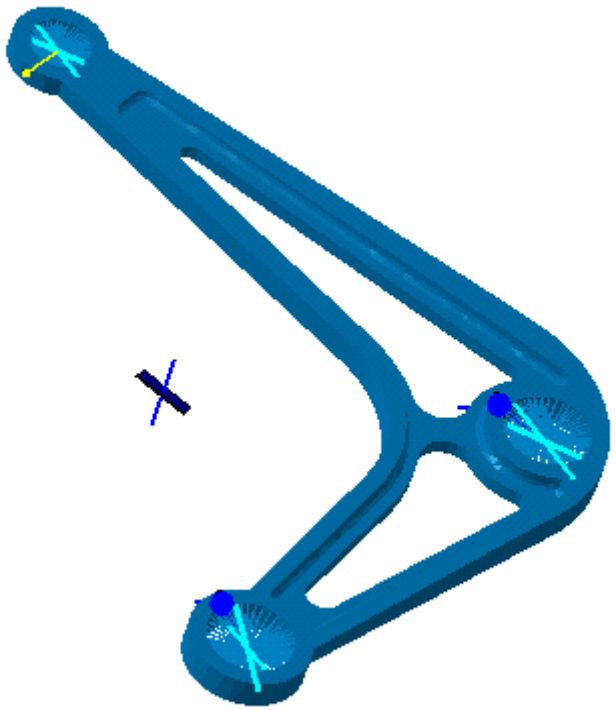
Résultats d ’analyse



Modèle géométrique « exact »

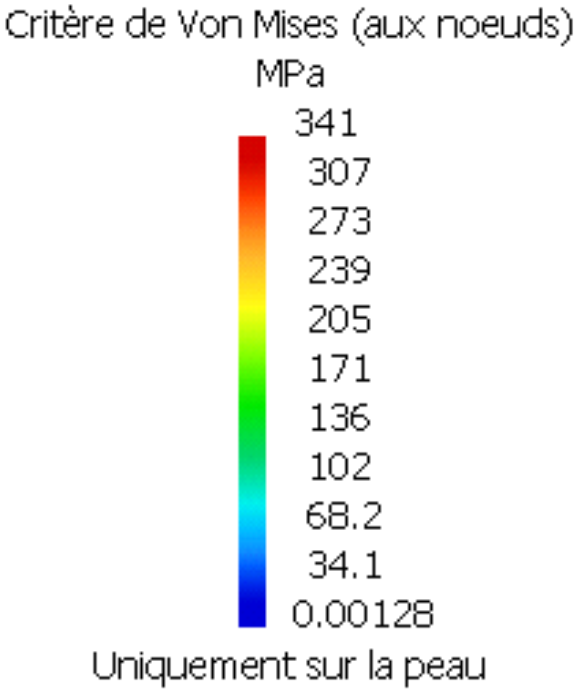


Modèle d ’analyse



Analyse sur un 1/2 triangle

Résultats d ’analyse



Limite élastique du matériau 350 MPa

4 - Cas d ’étude : Triangle de suspension

Remarques :

- Centre des rotules du fait de l ’étude d ’1/2 plaque ?
- Modèle équivalent : pièces virtuelles rigides + pivots d ’axe z

0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

7 Analyse d 'un assemblage

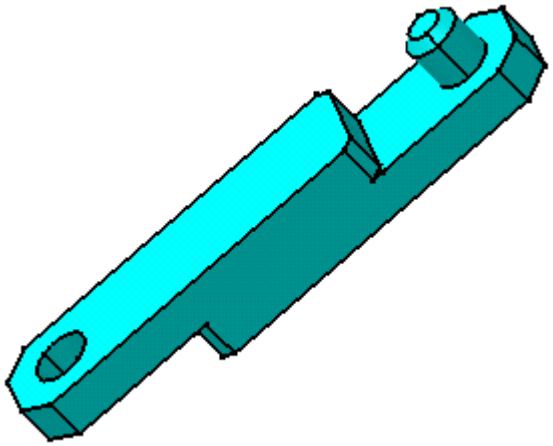
8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

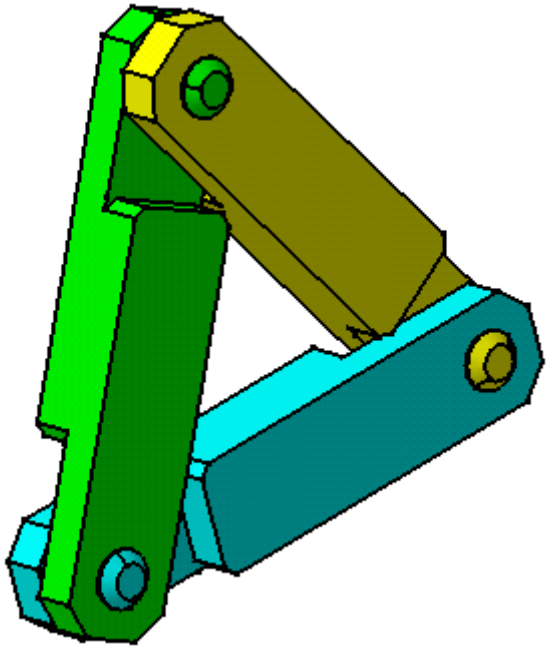
5 - Gestion des assemblages

Part



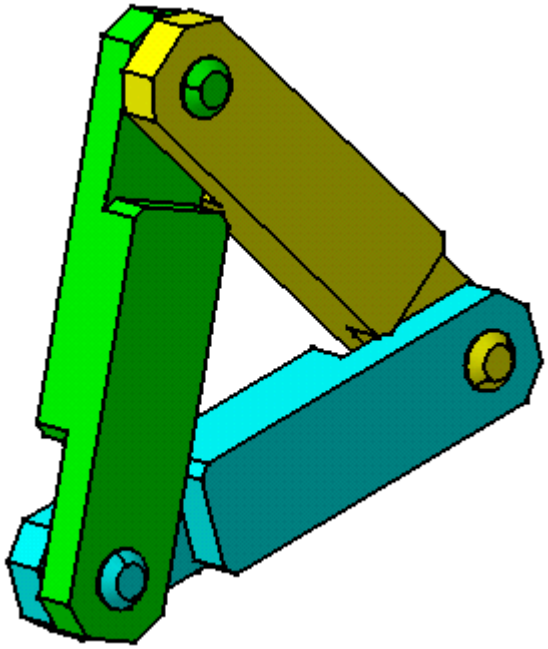
Définition des contraintes
d ’assemblages

Product



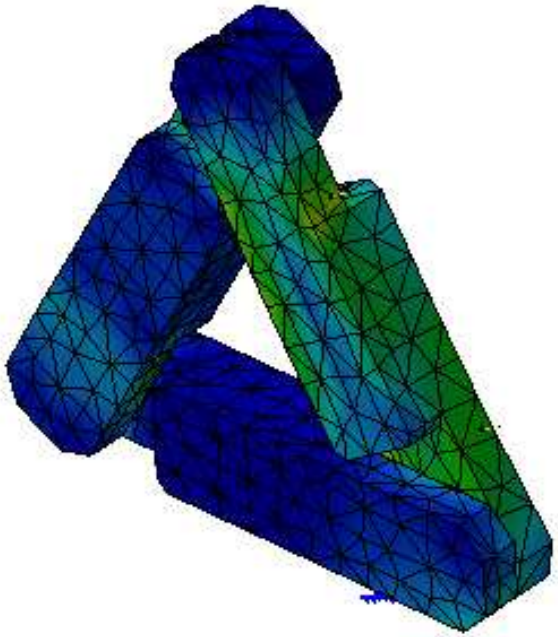
5 - Gestion des assemblages

Product



Définition du
modèle d 'analyse

Analyse

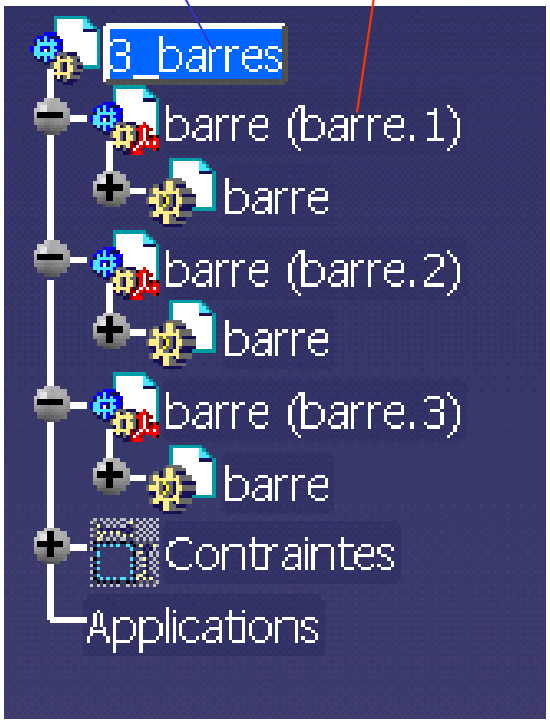


0 Rappel - Chape de roulette
1 Import de fichiers « Step »
2 Pièce axisymétrique
3 Cas d 'étude - Support de canalisation
4 Cas d 'étude - Triangle de suspension
5 Gestion des assemblages sous Catia V5
6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »
7 Analyse d 'un assemblage
8 Liste des connexions
9 Exemple : barre articulée

6 - Assembly Design

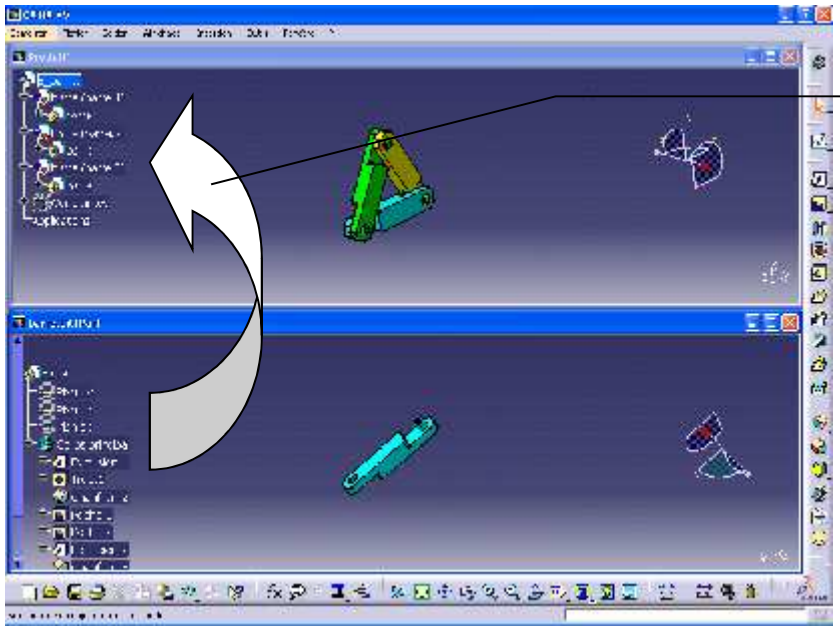
Produit

Instance d ’une pièce



Composition de l ’assemblage

Insertion d ’un composant existant



Glisser-Déposer dans
l ’arbre des spécifications

Définition des contraintes d ’assemblage

Coïncidence d’axes, de plans, de surfaces etc

Contact entre surfaces

Contrainte de distances

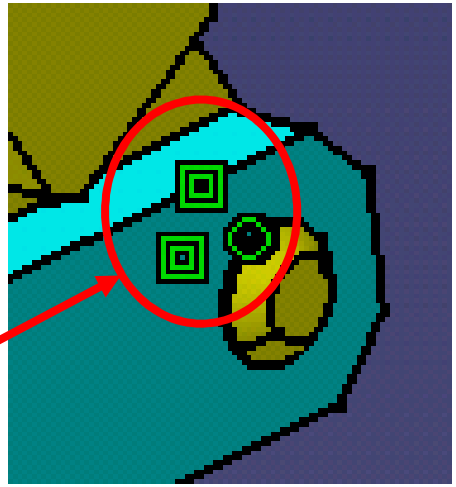
Contrainte d ’angle

Contrainte de fixité : définit le bâti

Positionnement des pièces

Résultat

3_barres
barre (barre.1)
barre
barre (barre.2)
barre
barre (barre.3)
barre
Contraintes
Fixe.1 (barre.1)
Contact surfacique.2 (barre.2,barre.1)
Coïncidence.3 (barre.2,barre.1)
Coïncidence.4 (barre.3,barre.1)
Contact surfacique.5 (barre.3,barre.1)
Coïncidence.6 (barre.2,barre.3)
Applications



0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

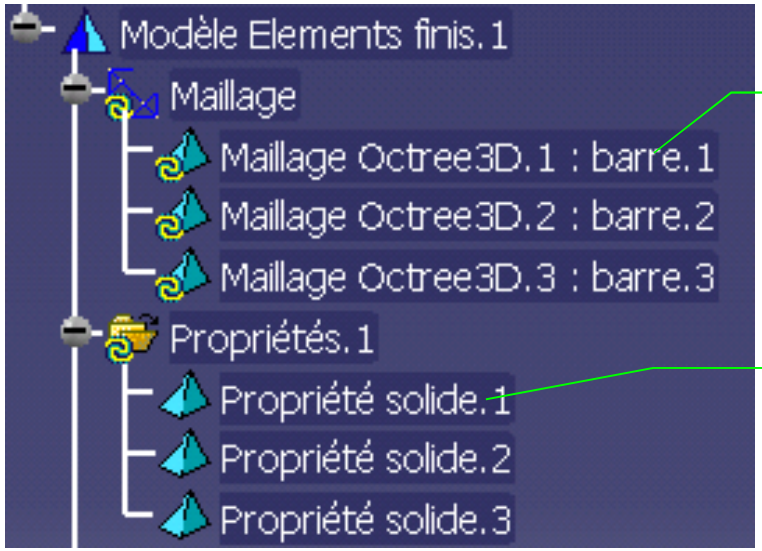
7 Analyse d 'un assemblage

8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

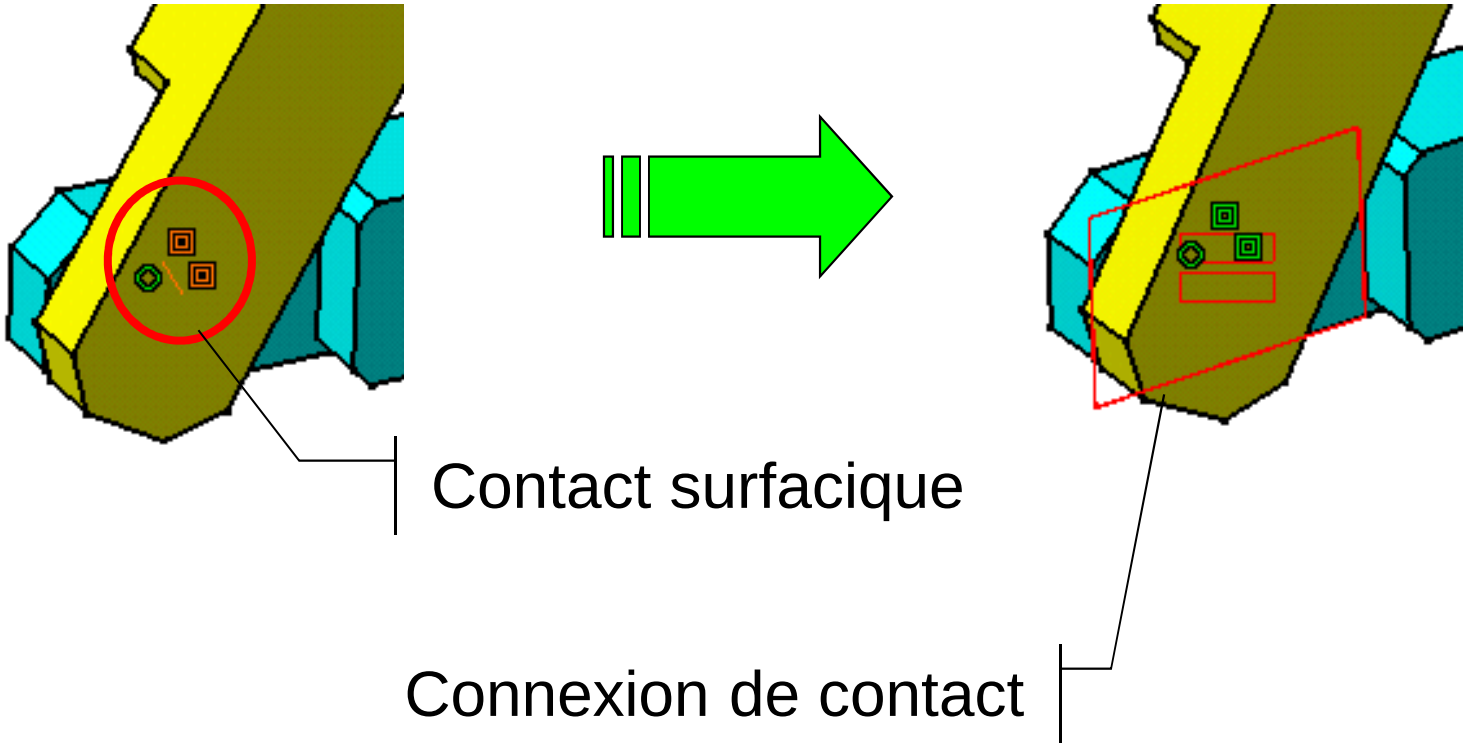
Lancement de l ’atelier GSA



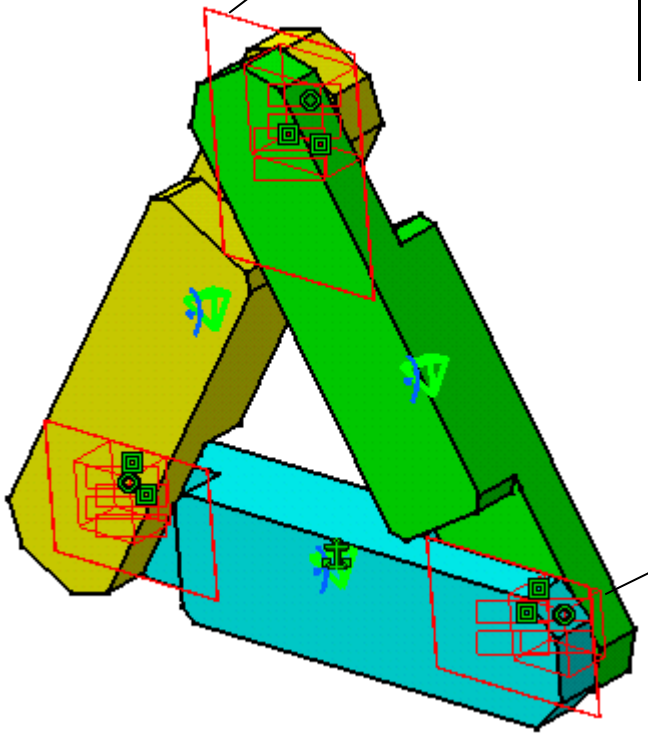
Maillage automatique des 3 pièces

Récupération des propriétés solides des 3 pièces

Définition des connexions



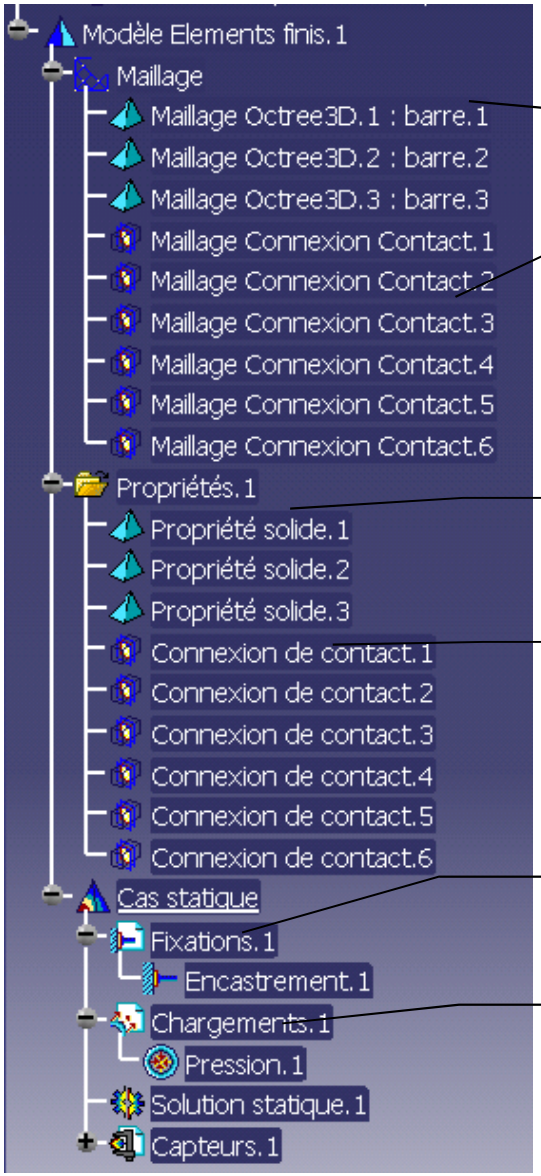
7 - Analyse d ’un assemblage



Connexion de contact x 3 correspondant aux contacts plan / plan

Connexion de contact x 3 correspondant aux contacts cylindre / cylindre

7 - Analyse d ’un assemblage



Maillage 3D des pièces

« Maillage » des connexions de contact

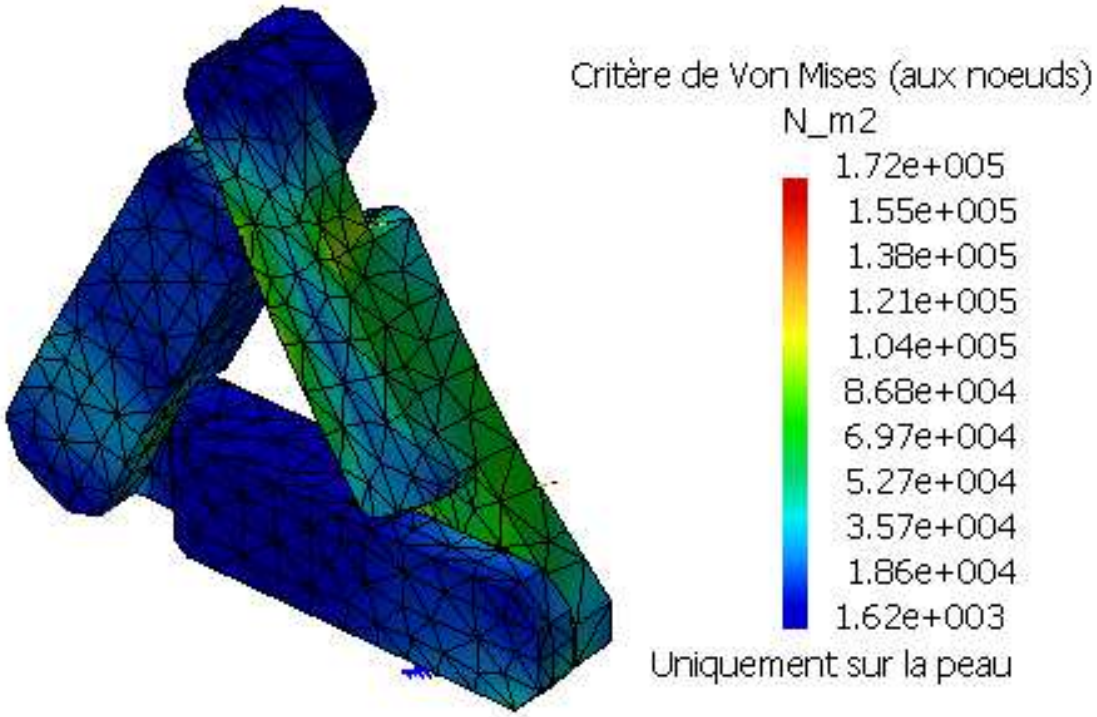
Propriétés solides des pièces

Propriétés des connexions

Contraintes aux limites

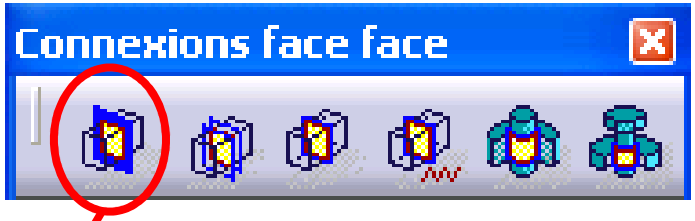
Chargement

Résultats de l ’analyse

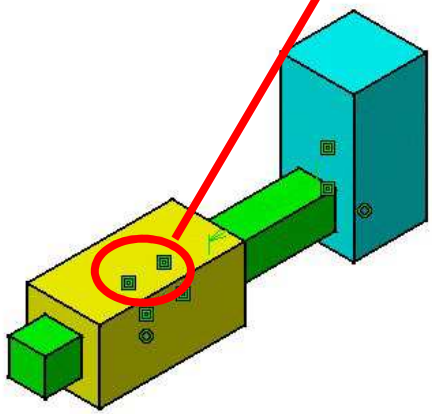


0 Rappel - Chape de roulette
1 Import de fichiers « Step »
2 Pièce axisymétrique
3 Cas d 'étude - Support de canalisation
4 Cas d 'étude - Triangle de suspension
5 Gestion des assemblages sous Catia V5
6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »
7 Analyse d 'un assemblage
8 Liste des connexions
9 Exemple : barre articulée
10 Automatisation du processus d'optimisation

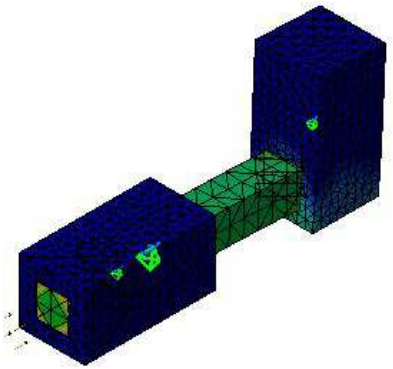
Connexion glissante



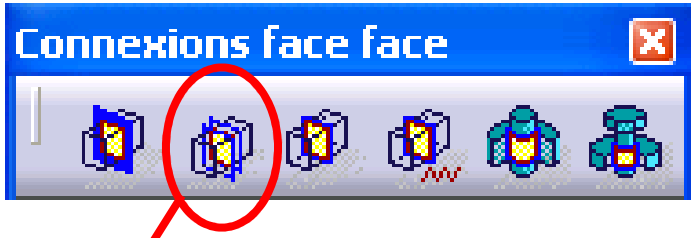
Définit une liaison plane à partir d'une contrainte de contact : 2 ddl dans un plan tangent commun.



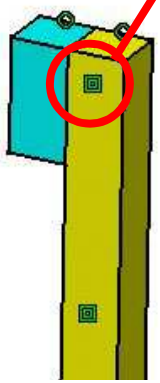
2 connexions glissantes

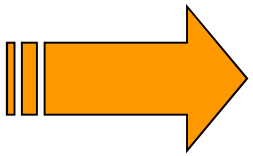


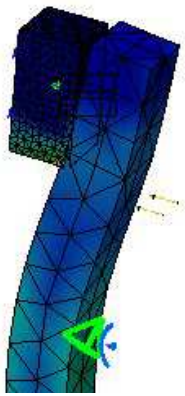
Connexion de contact



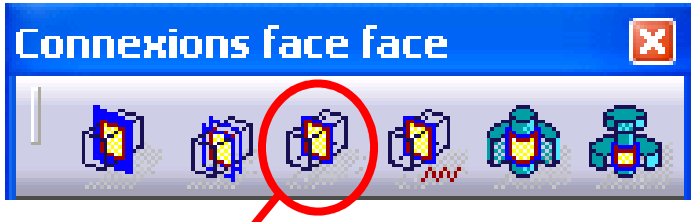
Contact entre deux pièces sans interpénétration.
Eventuellement avec jeu. Défini à partir d'une coïncidence ou d'un contact surfacique



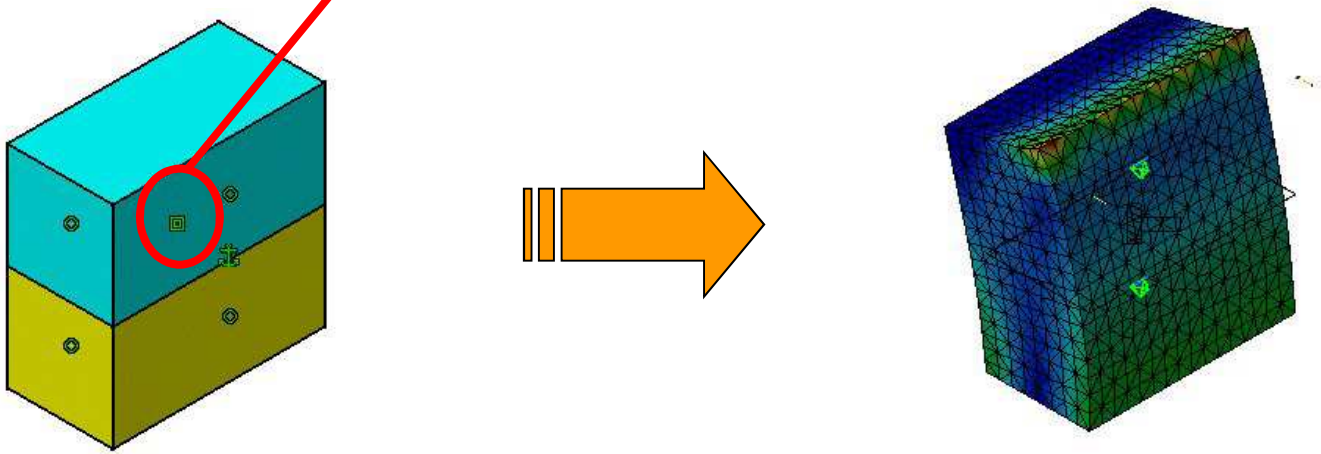




Connexion soudée

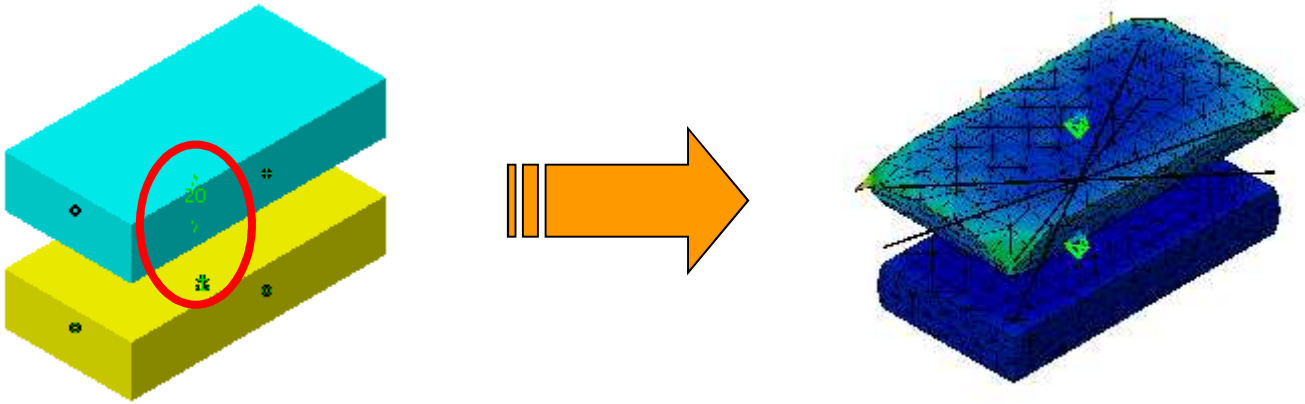


Définition d'une liaison encastrement
à partir d'un contact surfacique

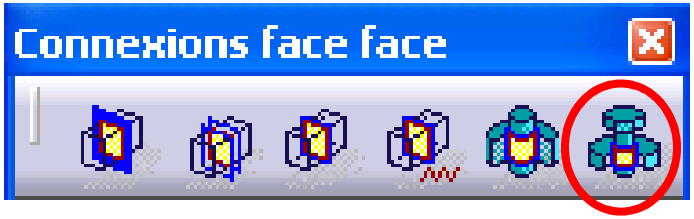


Connexions distantes

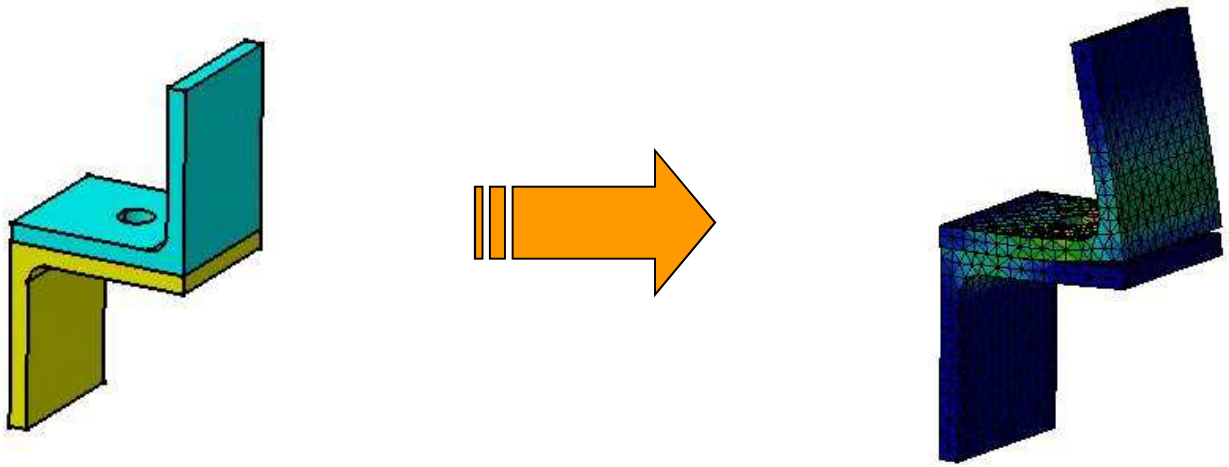
Définition d'une liaison encastrement entre 2 surfaces considérées ou non comme indéformables à partir d'une contrainte de coïncidence, d'angle ou d'un décalage



Connexions de serrage

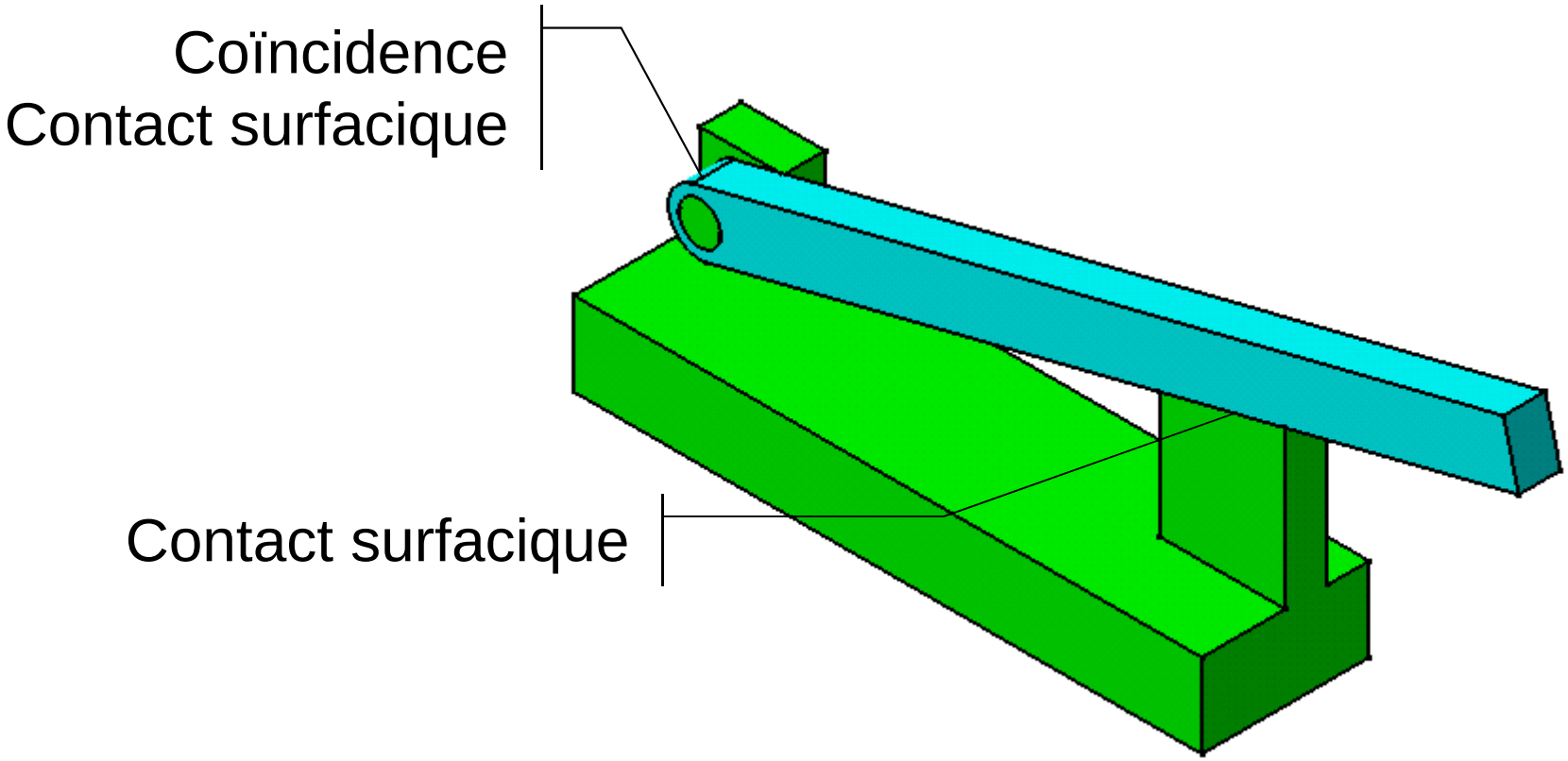


Modélisation d'un serrage par éléments filetés considérés comme rigides ou non, et nécessitant ou non une modélisation géométrique

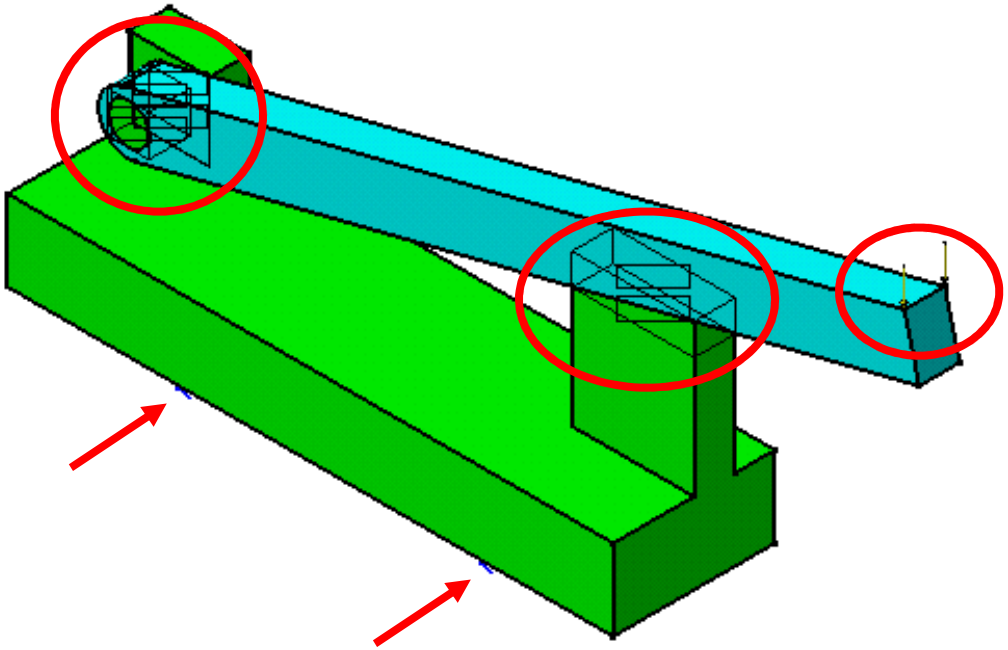


0 Rappel - Chape de roulette
1 Import de fichiers « Step »
2 Pièce axisymétrique
3 Cas d 'étude - Support de canalisation
4 Cas d 'étude - Triangle de suspension
5 Gestion des assemblages sous Catia V5
6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »
7 Analyse d 'un assemblage
8 Liste des connexions
9 Exemple : barre articulée
10 Automatisation du processus d'optimisation

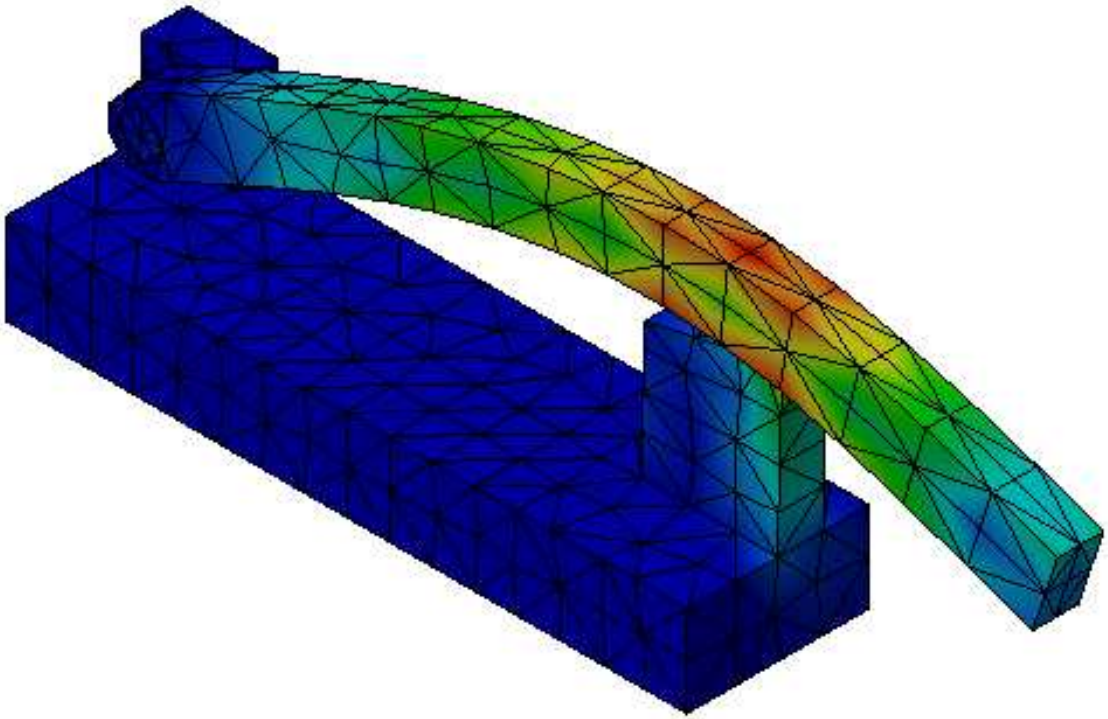
Modèle géométrique



Modèle d ’analyse



Résultats



0 Rappel - Chape de roulette

1 Import de fichiers « Step »

2 Pièce axisymétrique

3 Cas d 'étude - Support de canalisation

4 Cas d 'étude - Triangle de suspension

5 Gestion des assemblages sous Catia V5

6 Kit de survie de l 'atelier « Assembly Design »

7 Analyse d 'un assemblage

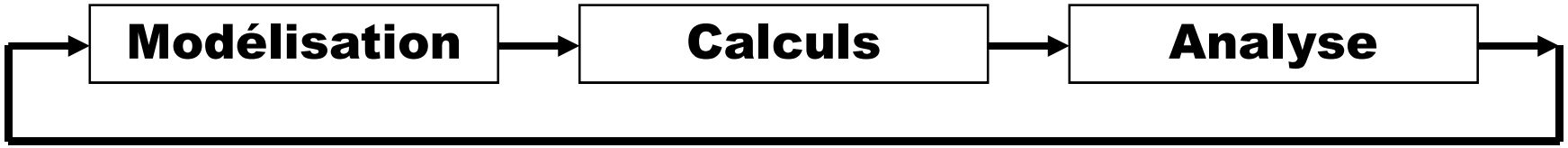
8 Liste des connexions

9 Exemple : barre articulée

10 Automatisation du processus d'optimisation

Automatisation du processus d'optimisation

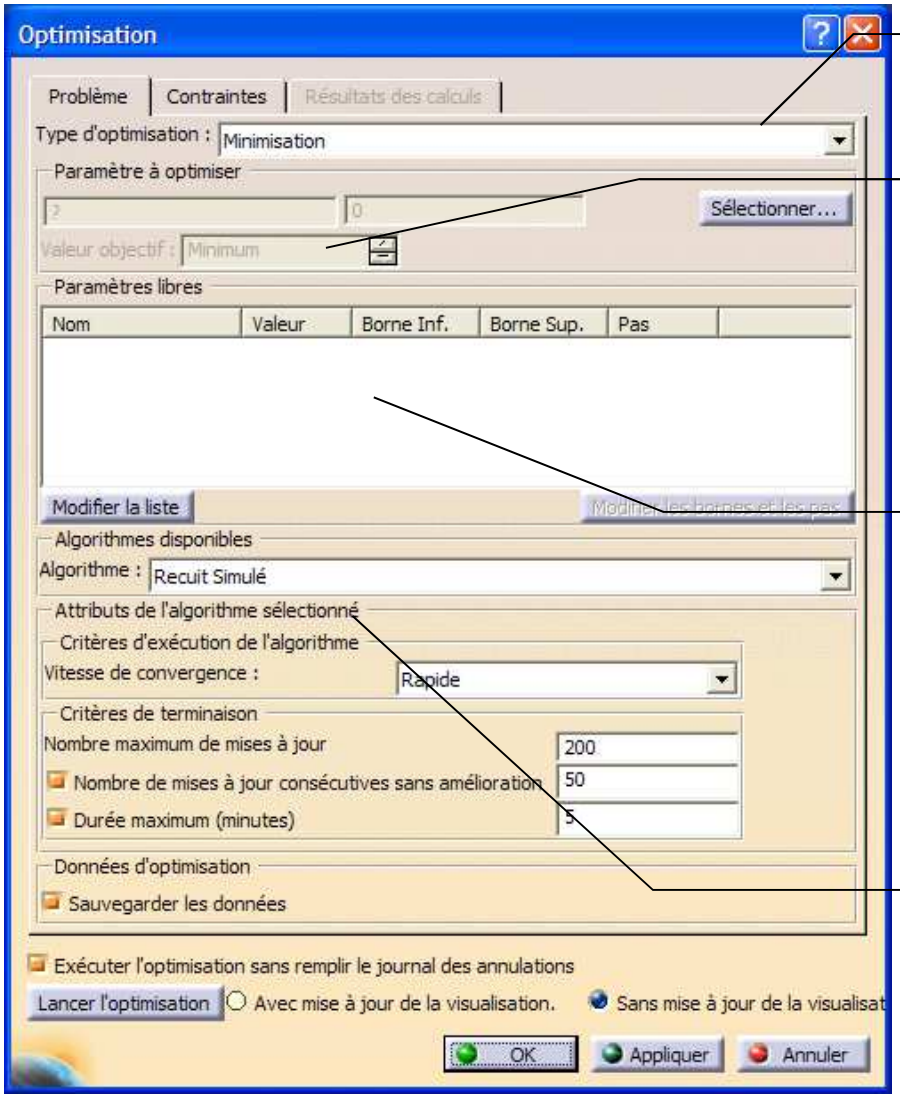
L'intégration des différents modules CATIA V5 permet d'automatiser la boucle d'optimisation :



< *Parcours de la boucle*

L'optimisation portera sur des paramètres du ***modèle géométrique*** et sera basée sur les résultats du ***calcul de structure***.

Paramètres de l'optimisation



Type d'optimisation

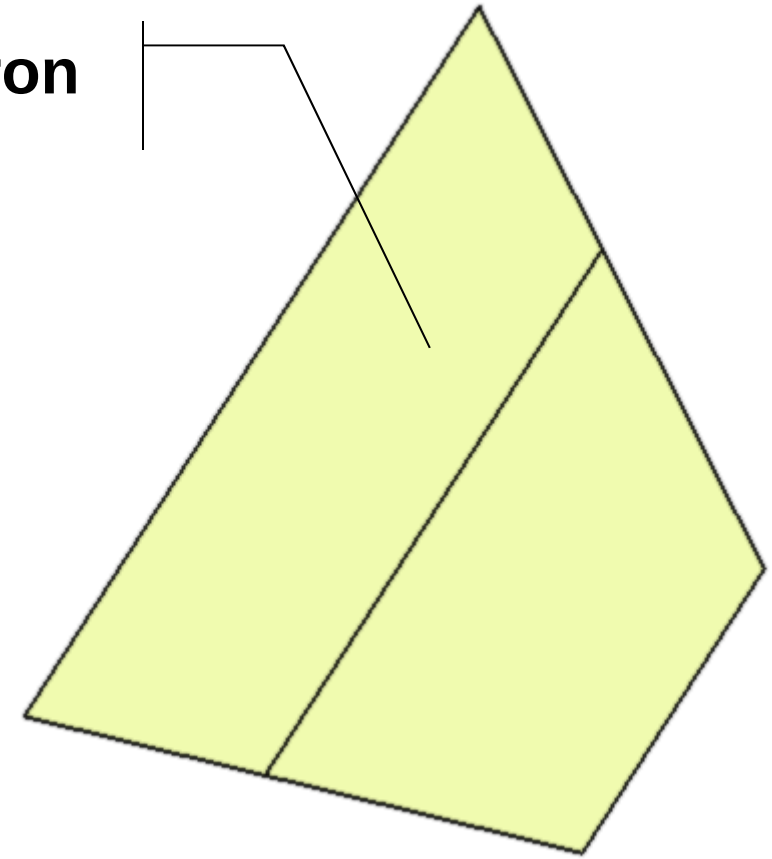
Valeur objectif issue du calcul : flèche, contrainte, fréquence etc

Paramètres libres issus du modèle géométrique : épaisseur, rayon d'un congé etc

Type d'optimisation

Exemple : Définition du modèle géométrique

Modèle surfacique de l'aileron

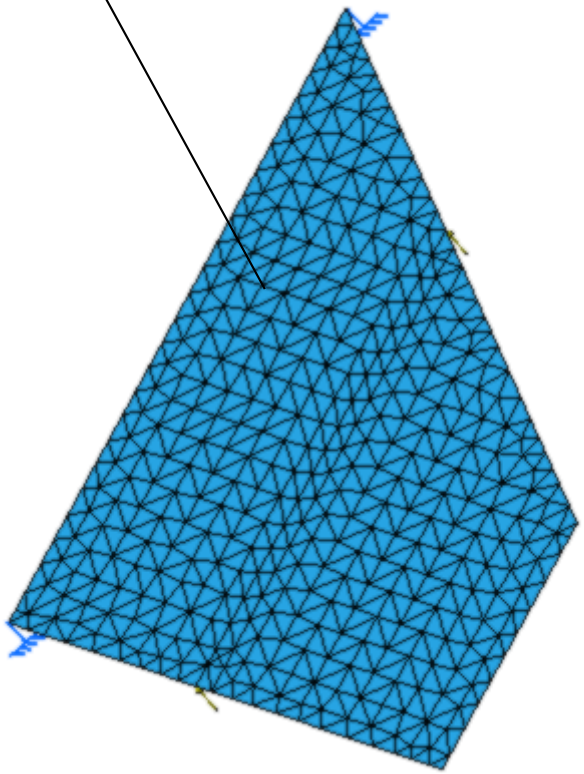


Paramètre géométrique
(non utilisé pour la modélisation géométrique)

Exemple : Définition du modèle d'analyse

Modèle d'analyse de l'aileron

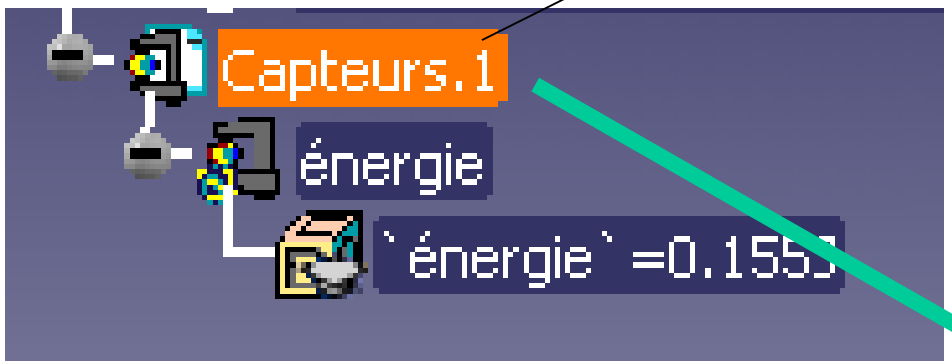
A lier au paramètre défini en Part Design



Lancer un premier calcul pour avoir une valeur de référence

Exemple : Définition d'un capteur global

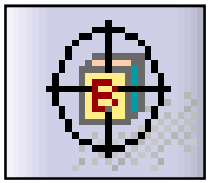
Bouton droit
« Créer un capteur global »



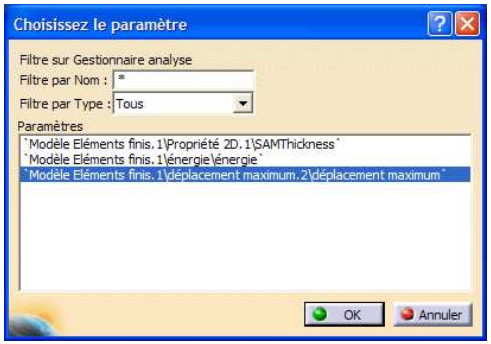
Exemple : Définition de l'optimisation

Activer l'atelier
« Gestion de la connaissance / PEO »

- Définir une nouvelle optimisation via l'icône ci-contre

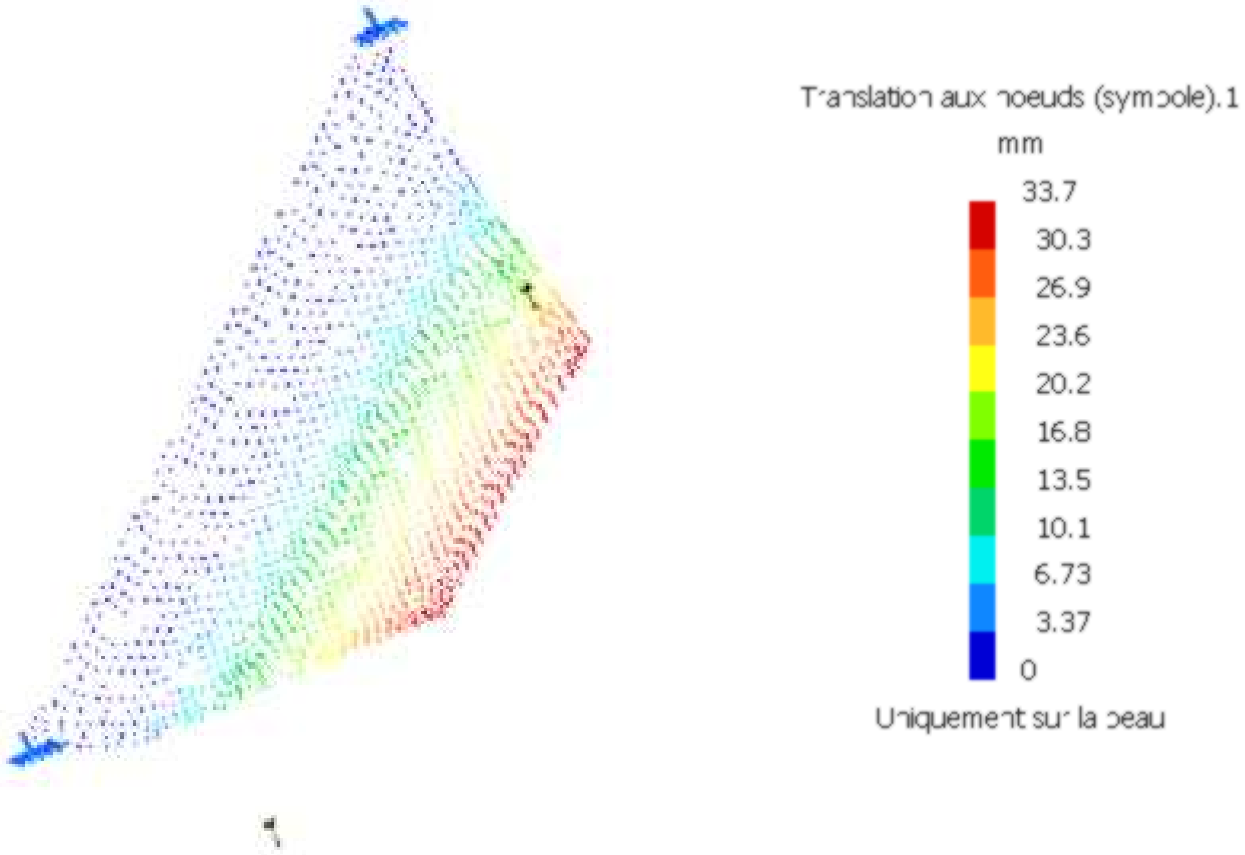


- Type d'optimisation = « Valeur objectif »
- Sélectionner = « Déplacement maximum »
- Valeur objectif = « 33 mm »
- Paramètre libre = « epaisseur »



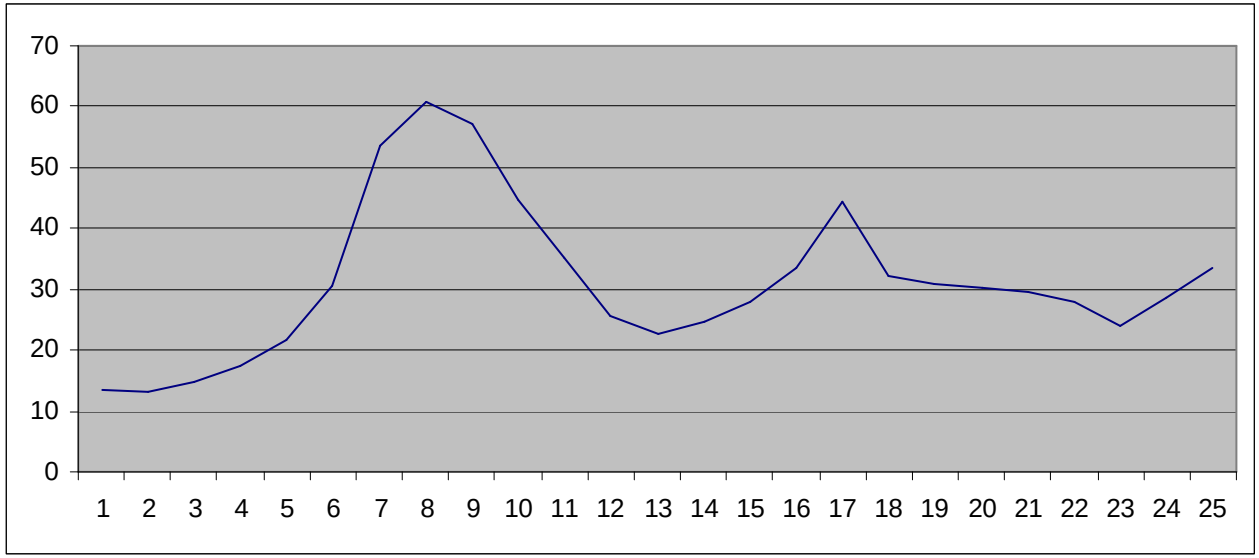
- **Lancer l'optimisation**

Exemple : Résultat de l'optimisation



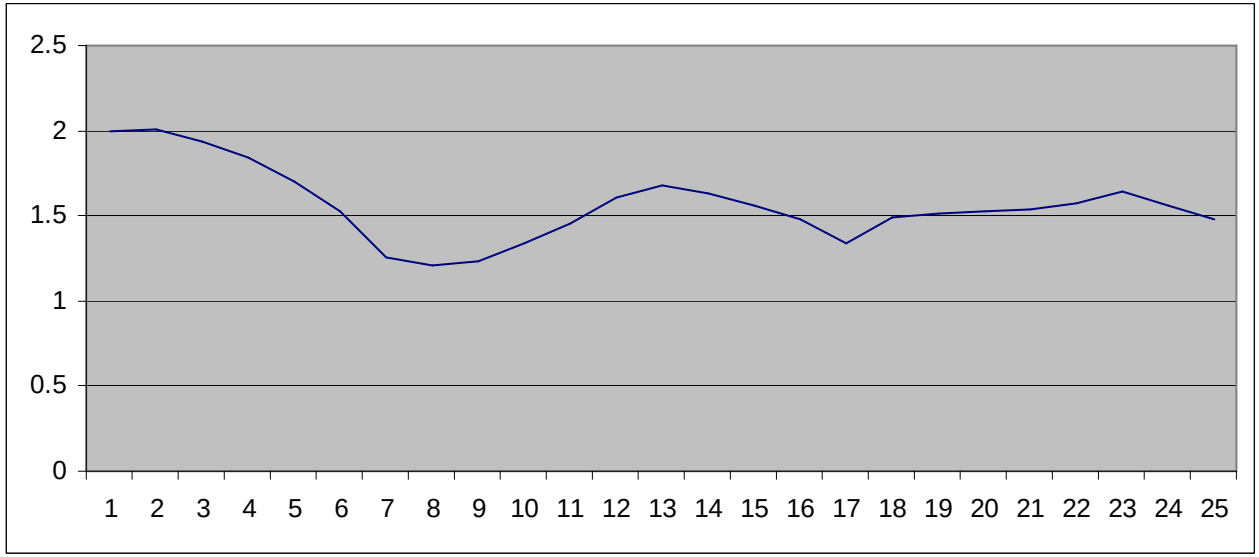
Exemple : Résultat de l'optimisation

flèche



itérations

épaisseur



itérations