

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5



3ème atelier DS-CATIA
09 Novembre 2006
Pascal Morenton – pascal.morenton@ecp.fr

1

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- **Présentation du besoin**
- Le travail de CAO à réaliser
- Méthodologie 1 en Part Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 1
- Méthodologie 2 en Assembly Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- Méthodologie 3 en Structure Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

2

Questions auxquelles on souhaite répondre ...

- Comment dimensionner une structure mécano-soudée de type :
 - Chassis de véhicule Marathon-shell
 - Bâti de rameur
 - etc
- Anticiper au mieux le traitement de cette question lors de la modélisation géométrique
- Proposer des méthodologies pour les ateliers Part Design et Assembly Design

3

Une référence industrielle ...

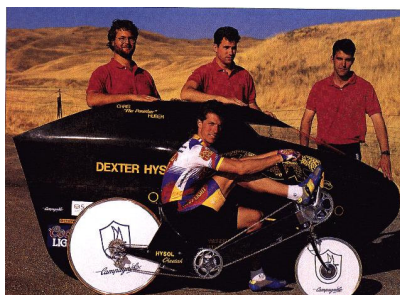
- 90 modèles surfaciques x 2 (modèle symétrique)
- 3500 points de soudure
- Définition du modèle d'analyse : 1 semaine sous **CATIA V4**
- Définition du modèle pour un crash : + 1 semaine



4

Exemple du projet VPH

VPH = véhicule à propulsion humaine, interdit par l'UCI dès les années 20, malgré des performances étonnantes



130 km/h à la seule force musculaire !

5

Le projet ECP

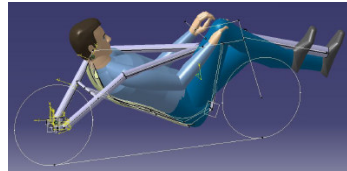
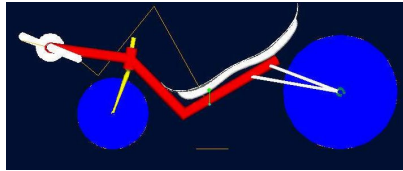
Objectif : concevoir, **optimiser** et fabriquer un prototype pour participer au trophée KIDAM se déroulant chaque année en Mai sur le vélodrome de « La Cipale ».



6

Mener un projet de bout en bout

As designed



As built ...



7

Besoin

Compte-tenus des délais de traitement des commandes et du planning du projet, réaliser un pré-dimensionnement du chassis au plus tôt pour déterminer les profilés standards commandés.

Autrement dit : Une fois le squelette du vélo établi, quels tubes choisir pour la section centrale du chassis ?

Réponse : faire comme l'an passé ... ou se baser sur les quelques modèles commerciaux existants que l'on supposera correctement dimensionnés !

8

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- Présentation d'un projet
- **Le travail de CAO à réaliser**
- Méthodologie 1 en Part Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 1
- Méthodologie 2 en Assembly Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- Méthodologie 3 en Structure Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

9

Un bon cas d'étude de paramétrage

- Contraintes ergonomiques : angle maxi bassin / jambes etc
- Stabilité : angle de fourche, déport etc
- Choix de conception : hauteur de selle etc

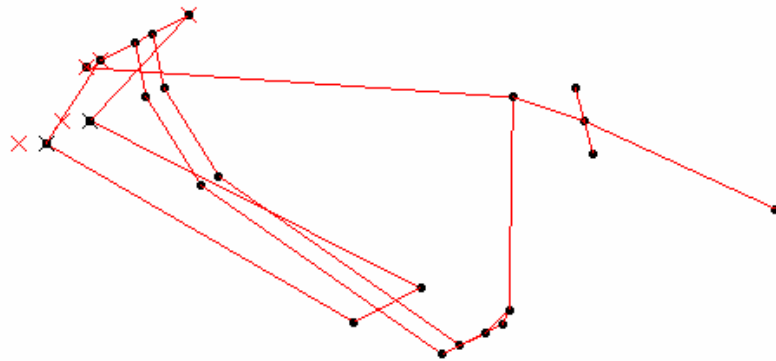


Créer un modèle robuste pour explorer les alternatives de conception et déterminer les paramètres optimaux

10

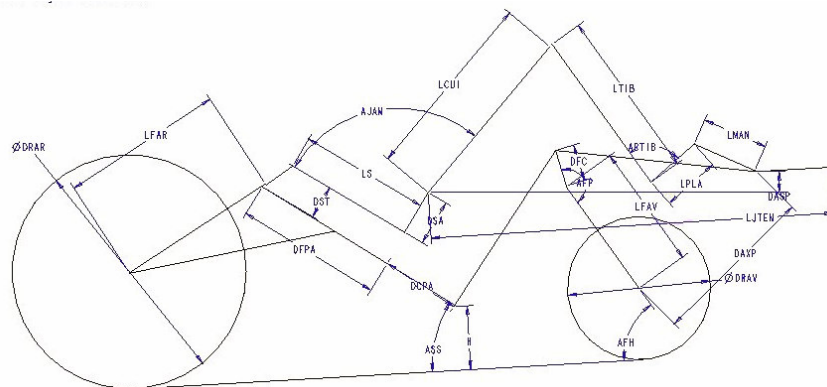
Détermination des paramètres optimaux

L'utilisation d'un squelette filaire suffit :



11

Paramétrage sous CATIA V5 ou ... Pro/Engineer



12

Modèles de définition et d'analyse

- Modèle 3D : pas adapté ici car le châssis est composé de solides « minces ». Attention à l'effet « boîte noire » de CV5 !
- Modèle 2D : bien adapté mais nécessite de prévoir un modèle d'analyse spécifique dérivé, de façon associative, du modèle de définition
- Modèle 1D : pourrait fonctionner ici, dans le cas de structures tubulaires, mais le champ des contraintes ne peut être obtenu sous CATIA V5 !



Nécessité de créer un modèle d'analyse. Ce qui peut avoir un impact sur le travail de modélisation amont ...

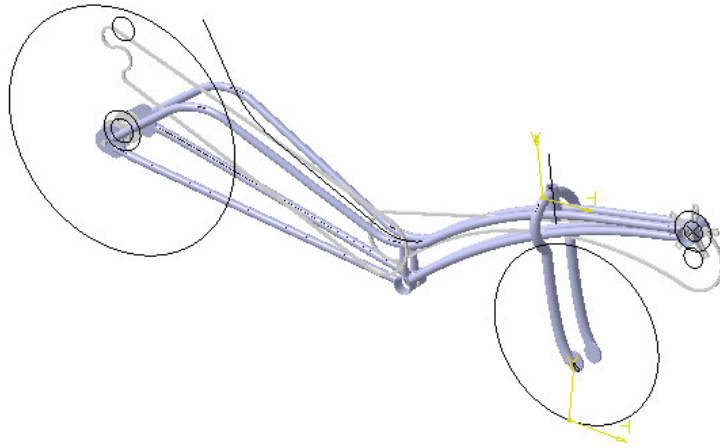
13

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- **Présentation du besoin**
- **Le travail de CAO à réaliser**
- **Méthodologie 1 en Part Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 1**
- **Méthodologie 2 en Assembly Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 2**
- **Méthodologie 3 en Structure Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 3**

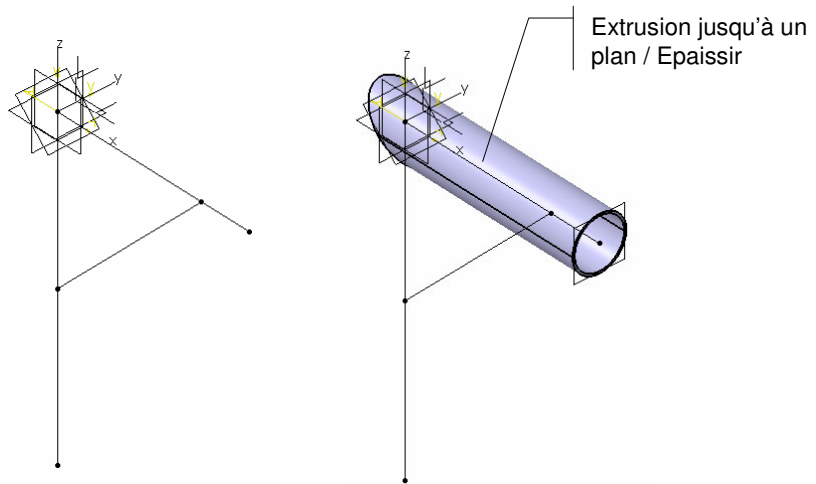
14

Méthodologie 1 – Modélisation dans une CATPart



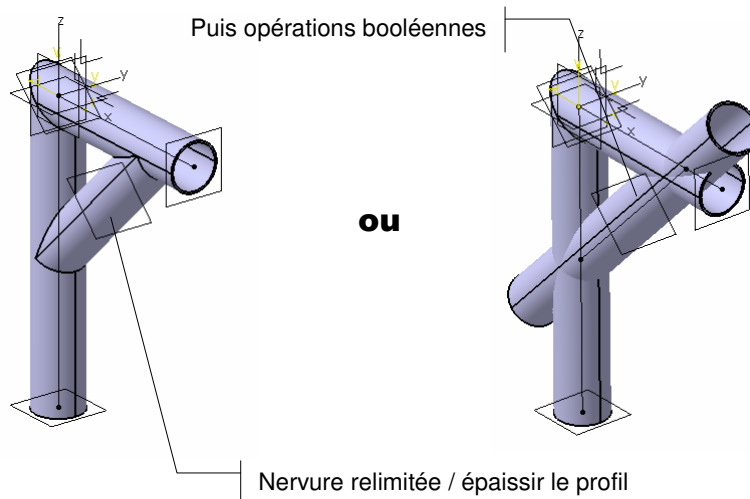
15

Modélisation du chassis – Méthodologie 1



16

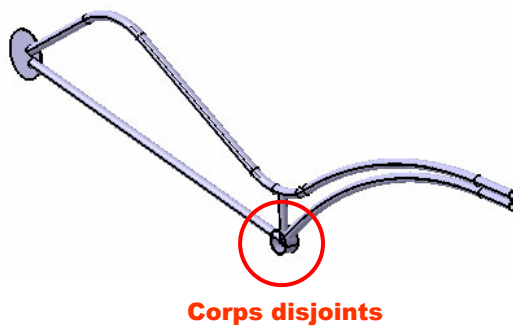
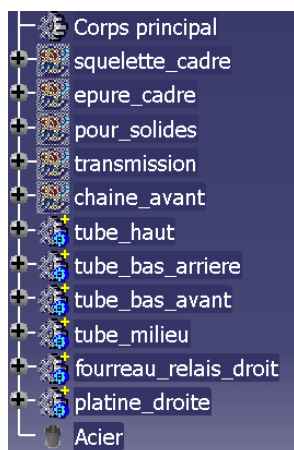
Modélisation du chassis – Méthodologie 1



17

Exemple - Méthodologie 1

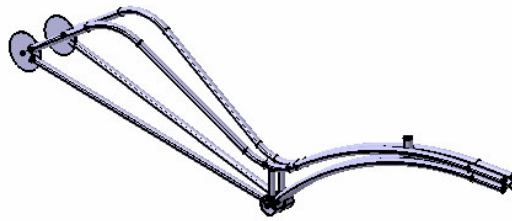
Etape 1



18

Exemple - Méthodologie 1

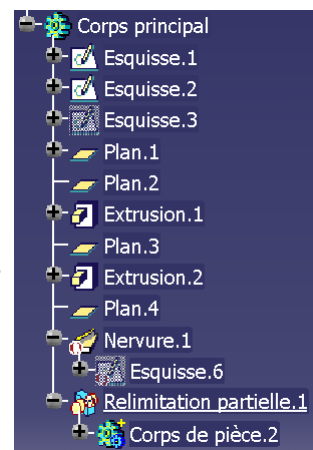
Etape 2



19

Modélisation du châssis – Méthodologie 1

- Une seule pièce
- Un seul atelier
- Fonctions simples
- Arbre très peu lisible si opérations booléennes
- Robustesse moyenne si opérations booléennes
- **Pas de mise en plan de chaque élément du châssis**
- **Envisageable pour un avant-projet**



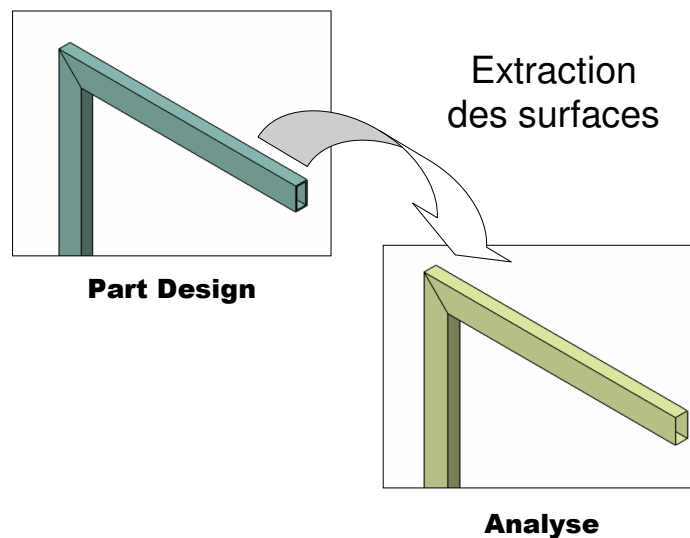
20

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- Présentation du besoin
- Le travail de CAO à réaliser
- Méthodologie 1 en Part Design
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 1**
- Méthodologie 2 en Assembly Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- Méthodologie 3 en Structure Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

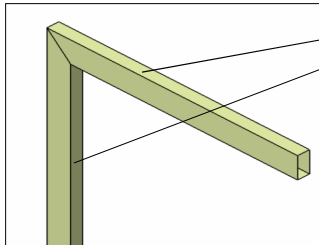
21

Définition de la géométrie du modèle d'analyse



22

Définition des connexions et liaisons



2 surfaces non assemblées
seront considérées comme
non liées dans le module
d'analyse

A contrario, l'assemblage de surfaces permettra de
simplifier l'établissement du modèle d'analyse ...

23

Exemple – Aileron 1/2



MEC5 : La force est appliquée au centre de gravité des ailerons. On contrôle
simultanément 2 ailerons diamétralement opposés en appliquant le double de la force
 $F = 0.104 \times \text{Surface d'un aileron} \times V_{\text{max}}^2$. On doit alors avoir $d \leq 1 \times \text{Tg}10^\circ$ (voir
figure 5).

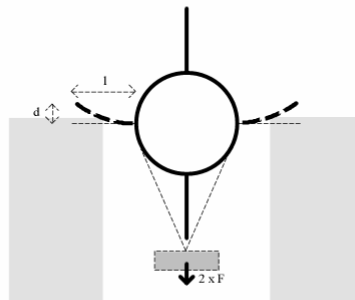
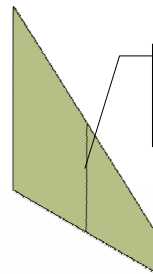


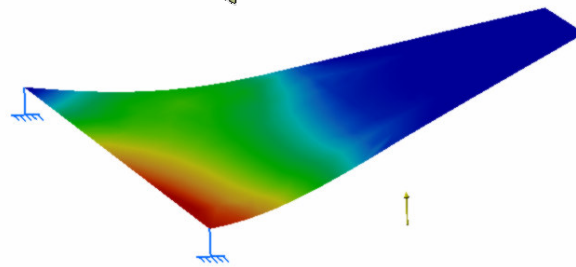
FIG. 5 - Résistance transversale des ailerons.

24

Exemple – Aileron 2/2



Nécessaire pour la définition d'une condition aux limites



25

Bilan

- **Grande facilité de mise en œuvre**
- **Associativité aisée entre modèle de définition et modèle d'analyse**
- Extraction des feuillets moyens ?
- **Limite d'une modélisation en « Part Design »**
- **Modèle unique des liaisons entre pièces**

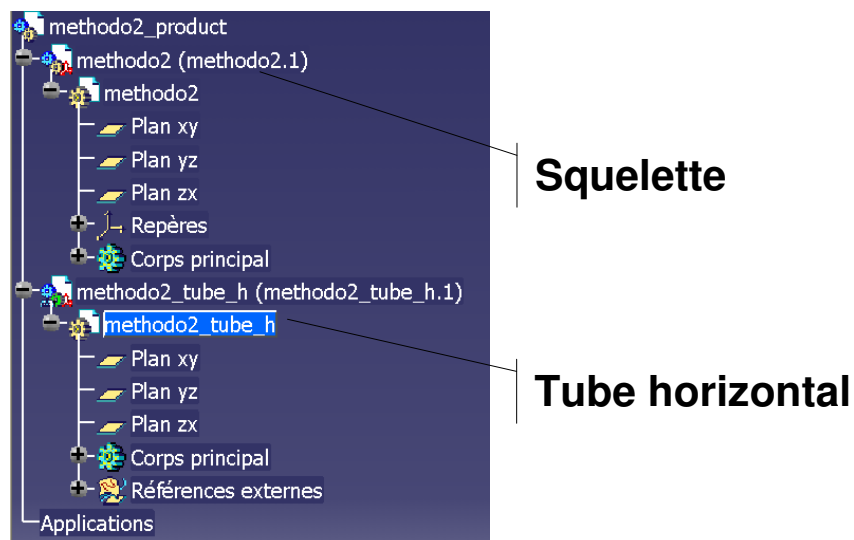
26

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- Présentation du besoin
- Le travail de CAO à réaliser
- Méthodologie 1 en Part Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 1
- **Méthodologie 2 en Assembly Design**
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- Méthodologie 3 en Structure Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

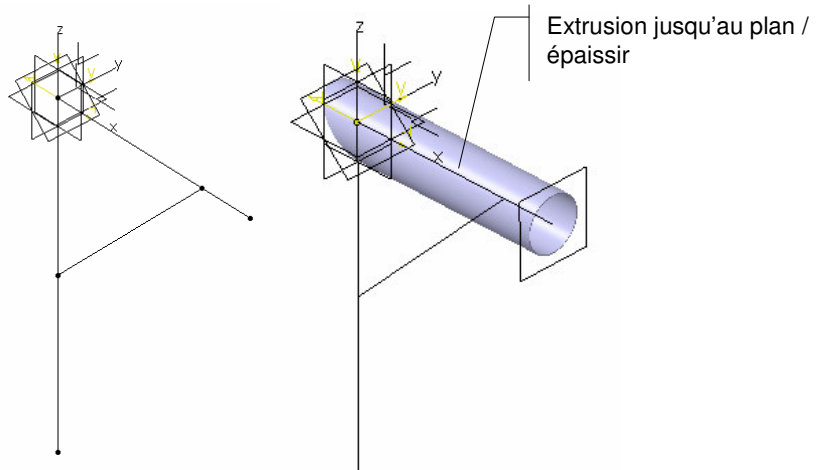
27

Méthodo 2 – Modélisation dans un product



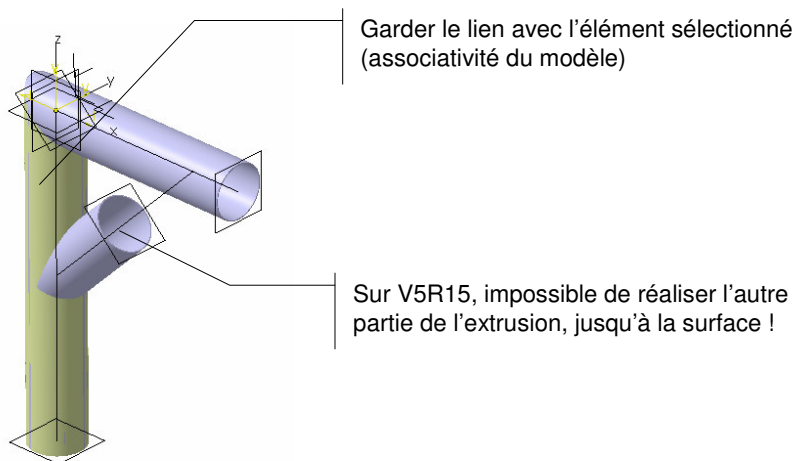
28

Méthodo 2 – Modélisation dans un product



29

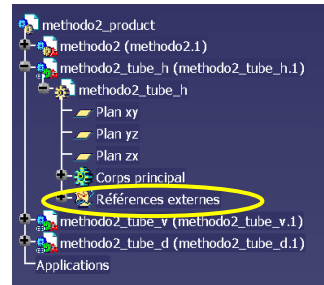
Méthodo 2 – Modélisation dans un product



30

Méthodo 2 – Modélisation dans un produit

- Une pièce par élément du châssis
- Deux ateliers
- Fonctions simples
- Conception en contexte
- Gestion de l'associativité délicate (références externes)
- Définition des fonctions parfois impossibles
- Une mise en plan par élément du châssis



31

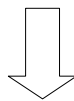
Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- Présentation du besoin
- Le travail de CAO à réaliser
- Méthodologie 1 en Part Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 1
- Méthodologie 2 en Assembly Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- Méthodologie 3 en Structure Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

32

Calculs de structure

- Récupérer les feuillets moyens pour un maillage de type coque
- Définir les propriétés solides
- Déclarer les connexions entre les différentes sections

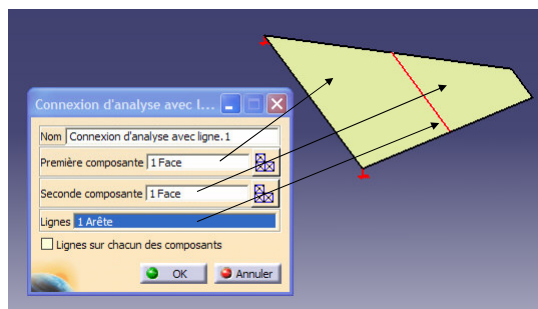


**Beaucoup, beaucoup
de traitements manuels ...**

33

Exemple Aileron – 1/2

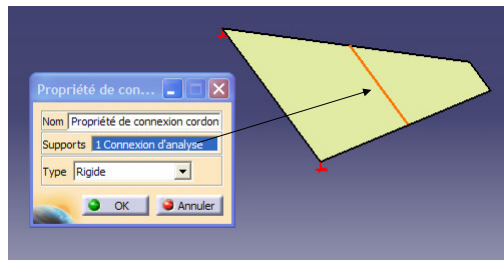
Définition des connexions d'analyse



34

Exemple Aileron – 2/2

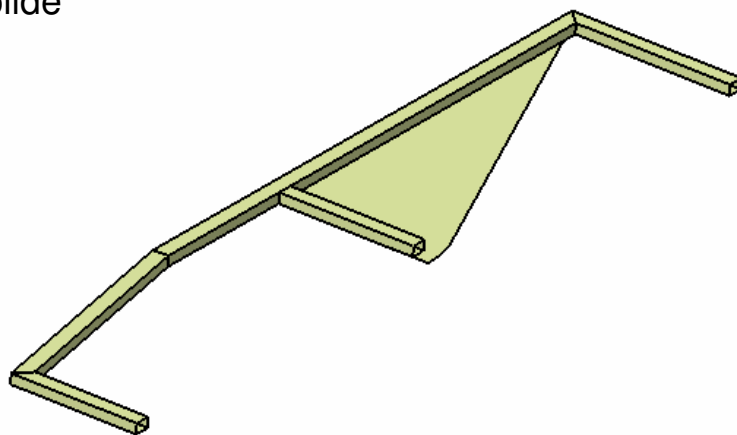
Définition des propriétés de connexion



35

Exemple « Urban concept » - 1/3

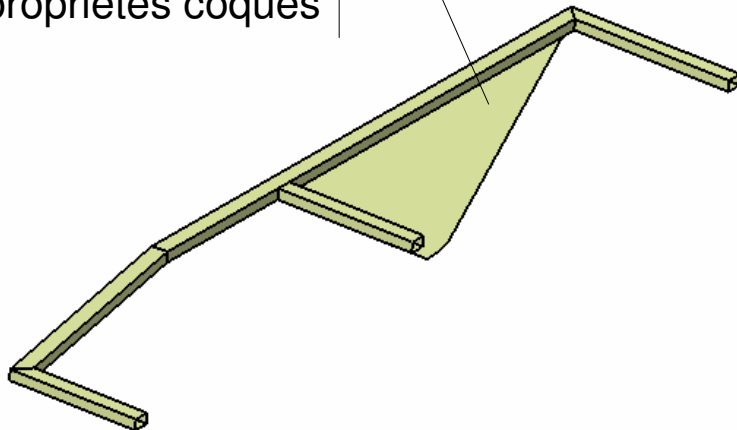
Extraction des surfaces depuis le modèle solide



36

Exemple « Urban concept » - 2/3

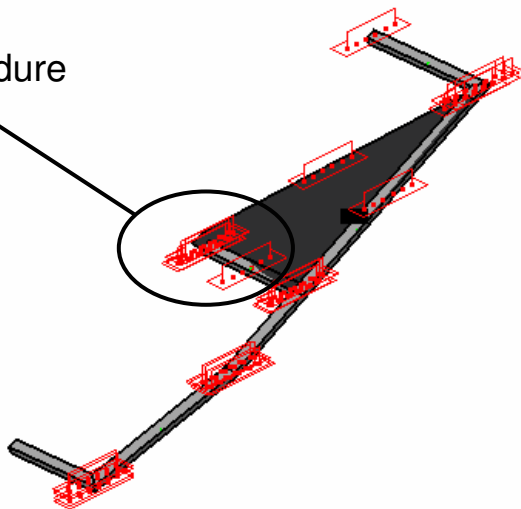
Définition du maillage et
des propriétés coques



37

Exemple « Urban concept » - 3/3

Connexion de soudure



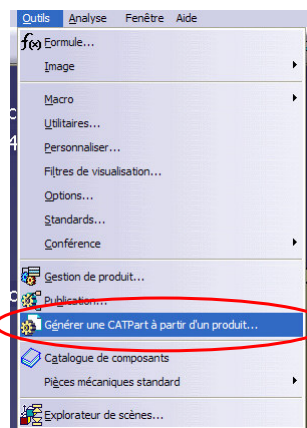
38

Bilan

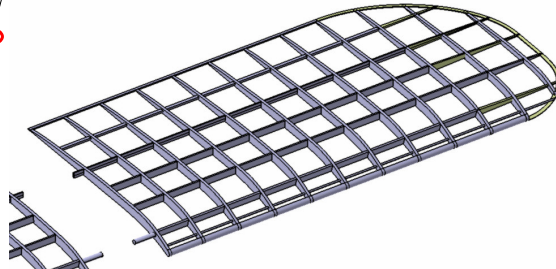
- **Palettes d'outils de modélisation plus grande**
- **Associativité possible entre modèle de définition et modèle d'analyse**
- Extraction des feuillets moyens ?
- **Peu ou pas d'aide à la définition du modèle d'analyse**

39

Alternative



Se ramener à l'analyse
d'une seule pièce



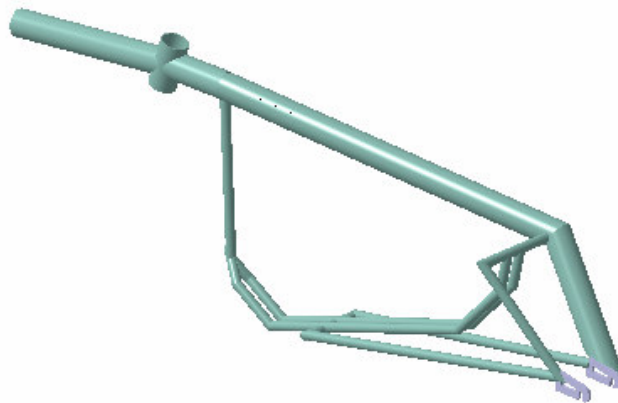
40

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- Présentation du besoin
- Le travail de CAO à réaliser
- Méthodologie 1 en Part Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 1
- Méthodologie 2 en Assembly Design
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 2
- **Méthodologie 3 en Structure Design**
- Analyse du modèle issu de la méthodologie 3

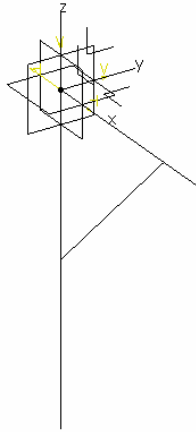
41

Méthodologie 3 – Structure Design



42

Méthodologie 3 – Structure Design

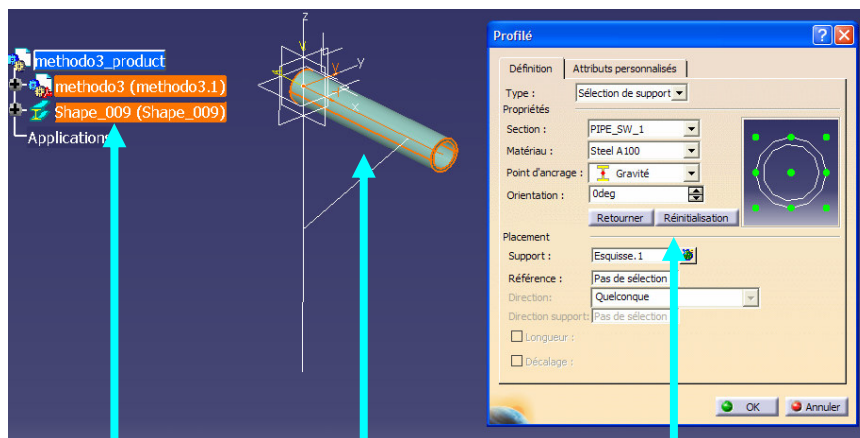


Structure Design

- création assistée de profilés standards issus de catalogues
- le profilé est stocké dans une pièce qui est créée à la volée
- utilisation d'un squelette toujours possible

43

Méthodologie 3 – Structure Design



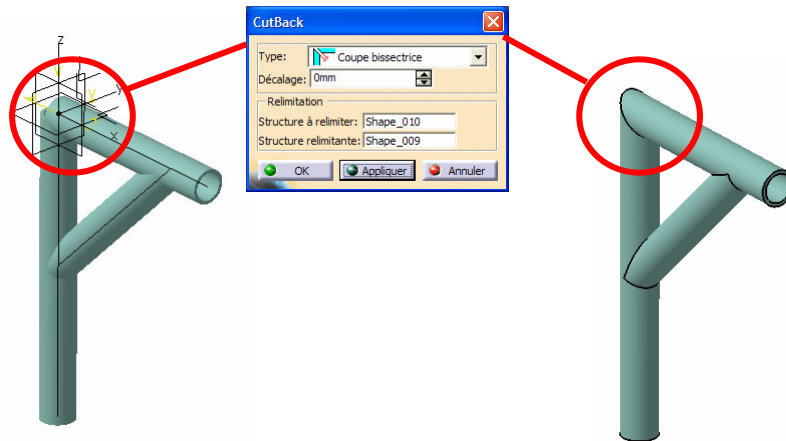
Création d'une part

Création de la géométrie

Utilisation d'un catalogue

44

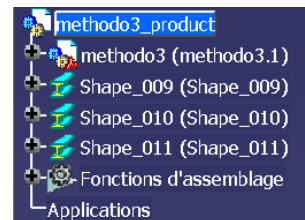
Méthodologie 3 – Structure Design



45

Méthodologie 3 – Structure Design

- Une pièce par élément du châssis
- Trois ateliers
- Fonctions simples
- Automatisation des coupes
- Gestion de l'associativité possible
- Gestion des catalogues si profilés non standards
- en V5R14 (apparition du module) problème de stabilité et depuis ?



46

Calcul de structures mécano-soudées sous CATIA V5

- **Présentation du besoin**
- **Le travail de CAO à réaliser**
- **Méthodologie 1 en Part Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 1**
- **Méthodologie 2 en Assembly Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 2**
- **Méthodologie 3 en Structure Design**
- **Analyse du modèle issu de la méthodologie 3**

47

Calculs de structure

- Méthode de passage au modèle d'analyse identique que pour un product classique
- **Possibilité de récupérer les propriétés poutres des éléments standards ?**

48