

Conception et fabrication d'un châssis composite ultra léger pour le Shell Eco-Marathon



LOUVIGNY Yannick

3^{ème} technique EMGM

Année académique 2005-2006

Promoteur : M. Duysinx



Objectifs

Objectifs TFE

- Véhicule Pac2Future pour Shell Eco-marathon
- Conception d'un nouveau châssis
- Design du châssis par CAO
- Calcul résistance par méthode éléments finis
- Optimisation topologique
- Fabrication du châssis

Objectifs châssis

- Châssis monocoque, rigide et résistant
- Conformité avec le règlement
- Espace et protection pour le pilote, visibilité
- Support des différents composants du véhicule
- Léger → matériaux composites

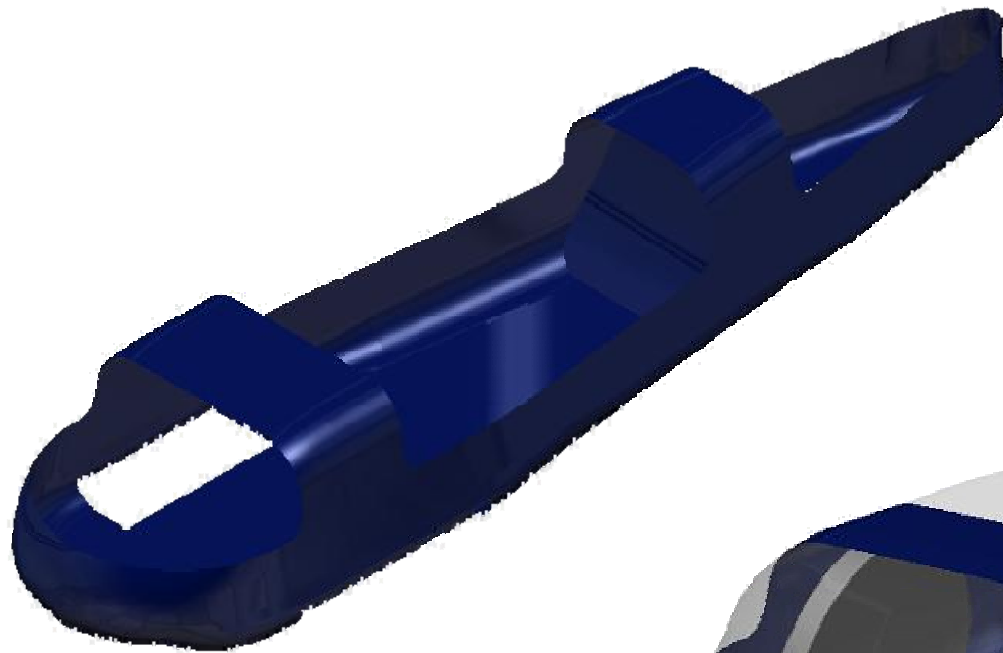


Conception préliminaire

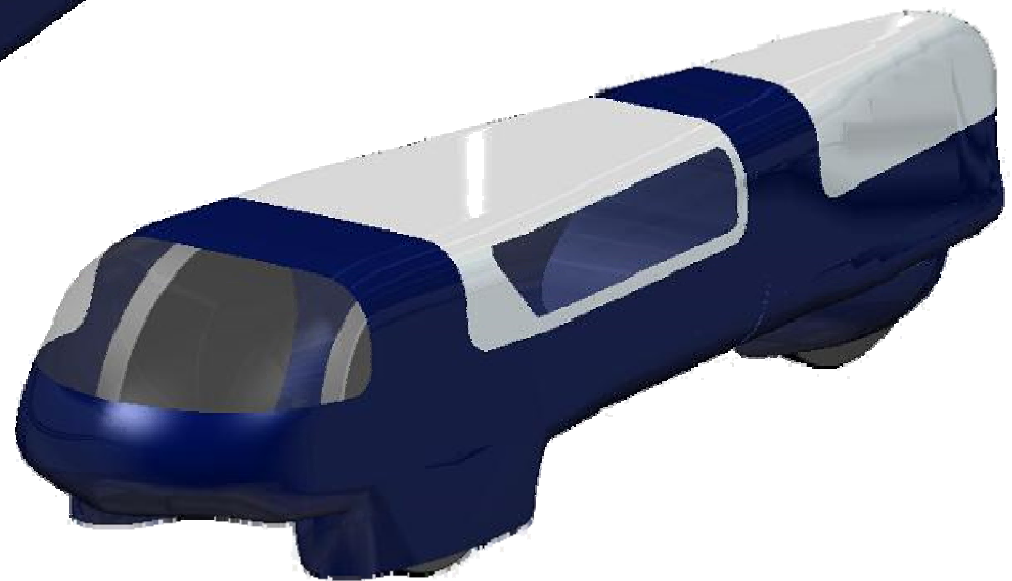
Méthodologie

- Objectifs châssis → choix de conception
- Dessin du châssis dans Catia V5
 - Dessin châssis et coque
 - Intégration des composants
 - Position du pilote et visibilité

CAO → Dessin châssis et coque



Châssis



Véhicule complet

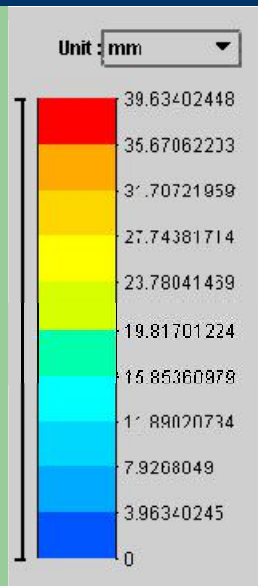
Simulation par éléments finis

- Calcul dans Samcef Field
- Différents cas de charge: flexion, torsion
- Résultats: déplacements (rigidité), critère de Tsai-Wu (résistance)

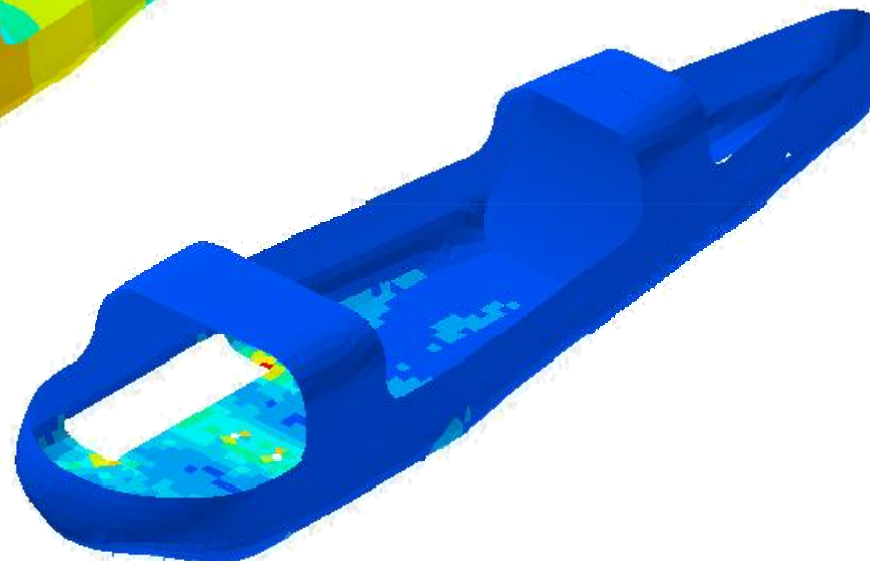
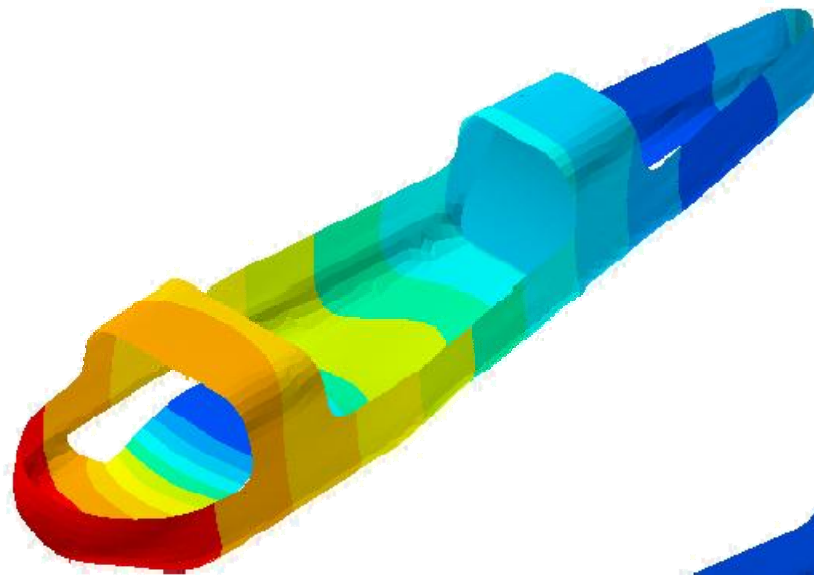
Simulation par éléments finis

- Stratifié de 3mm d'épaisseur (12 plis de carbone-epoxy)
- Masse du châssis: 11,3 kg

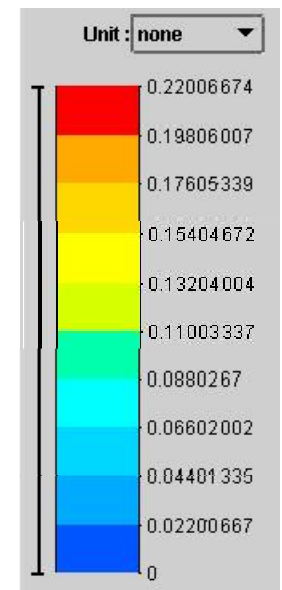
Simulation par éléments finis → Flexion



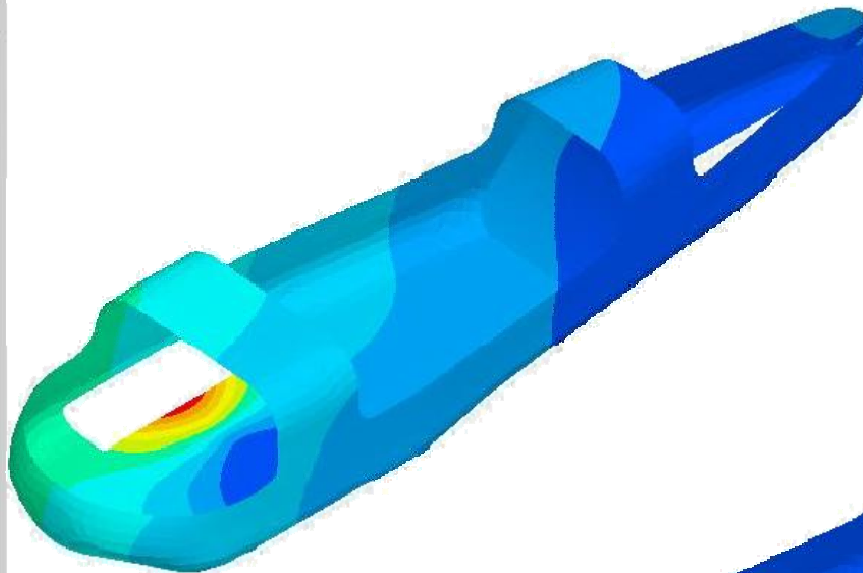
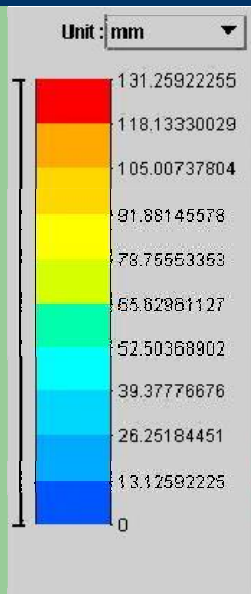
Déplacements



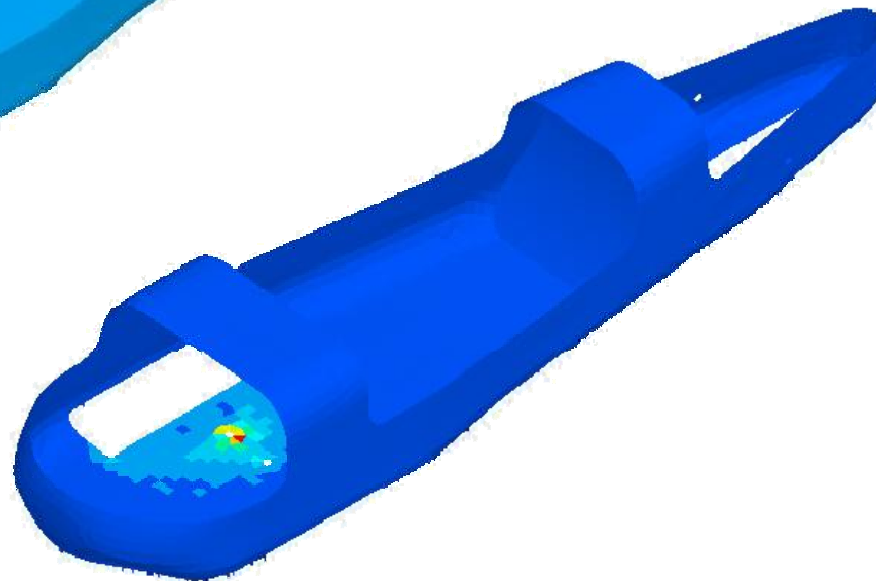
Tsai-Wu



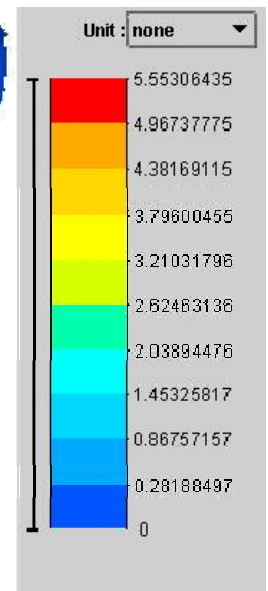
Calcul par éléments finis → Torsion



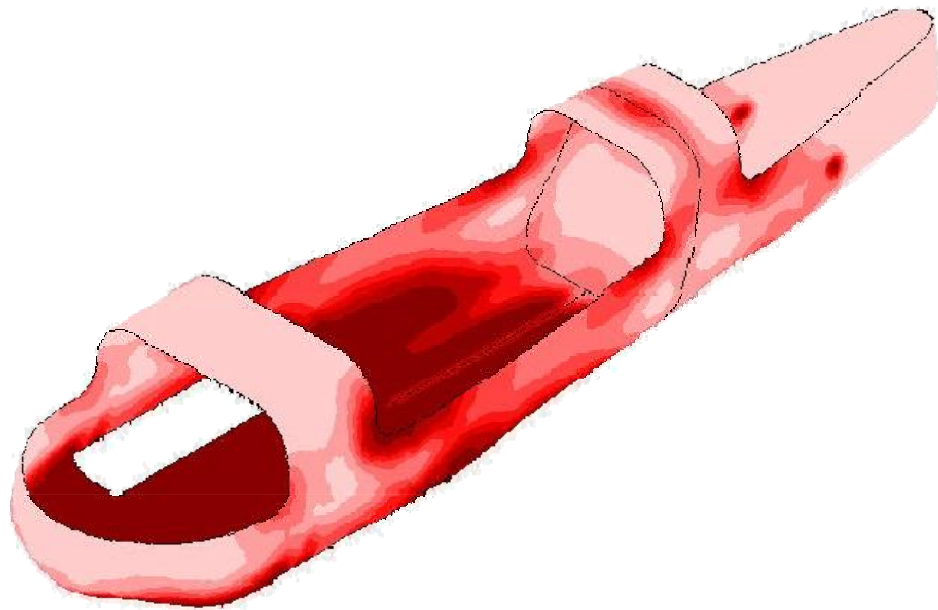
Déplacements



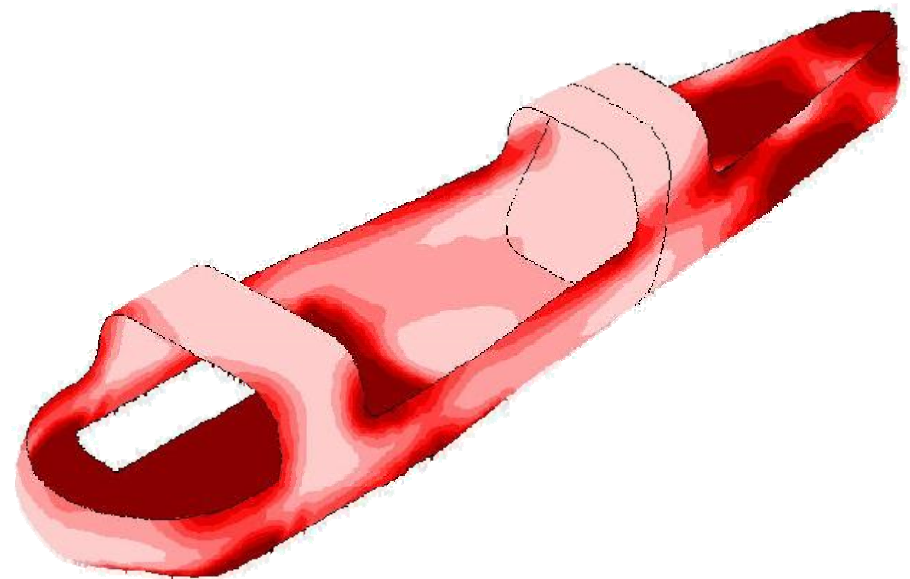
Tsai-Wu



Optimisation topologique



Flexion

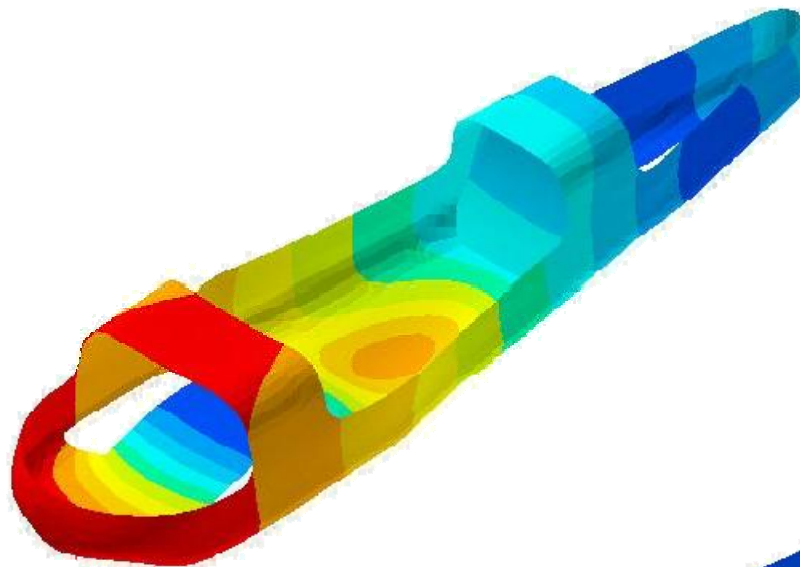
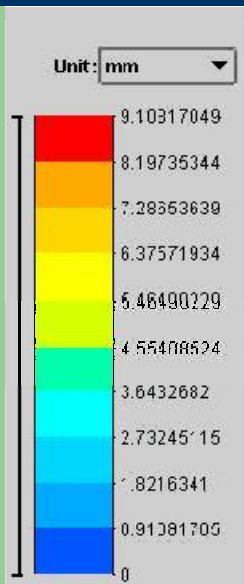


Torsion

Conception préliminaire → Amélioration

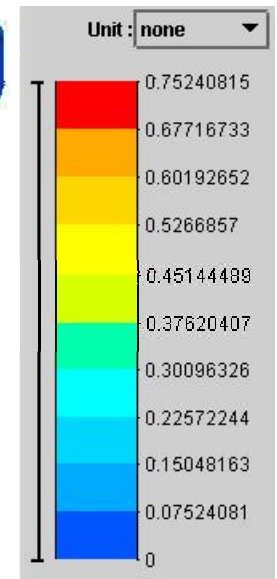
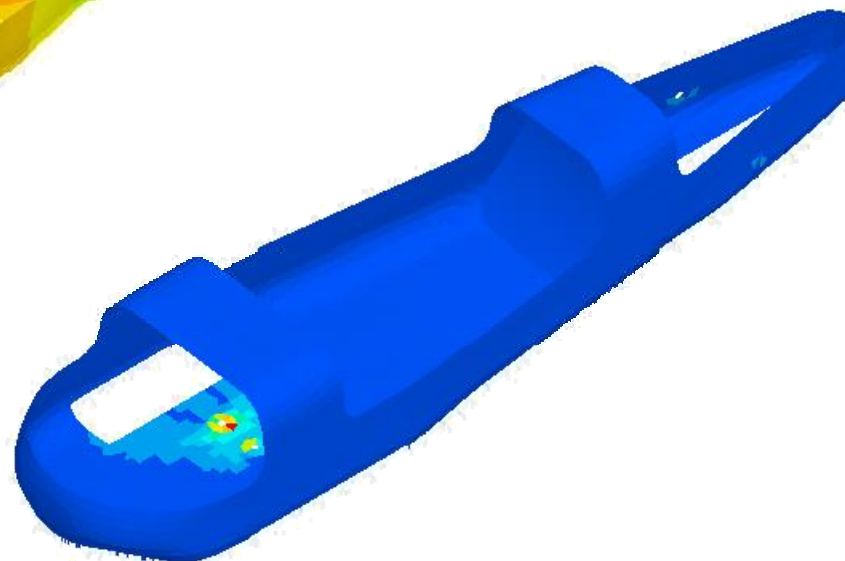
- Manque de rigidité en flexion
- Pas assez résistant dans le cas de la torsion
- Faiblesse au niveau du support du train avant
→ Renfort (stratifié de 6mm au lieu de 3mm)
- Masse du châssis: 12,4 kg

Simulation par éléments finis → Châssis renforcé



Déplacements: Flexion
Amélioration: +350%

Tsai-Wu: Torsion
Amélioration: +650%



Conception préliminaire → Conclusions

- Dimensions réduites par rapport au châssis de 2005 (longueur(15%), surface frontale(15%))
- Bonne visibilité
- Réduction de masse par rapport au châssis de 2005 (40-45%)
- Augmentation de la résistance par rapport au châssis de 2005

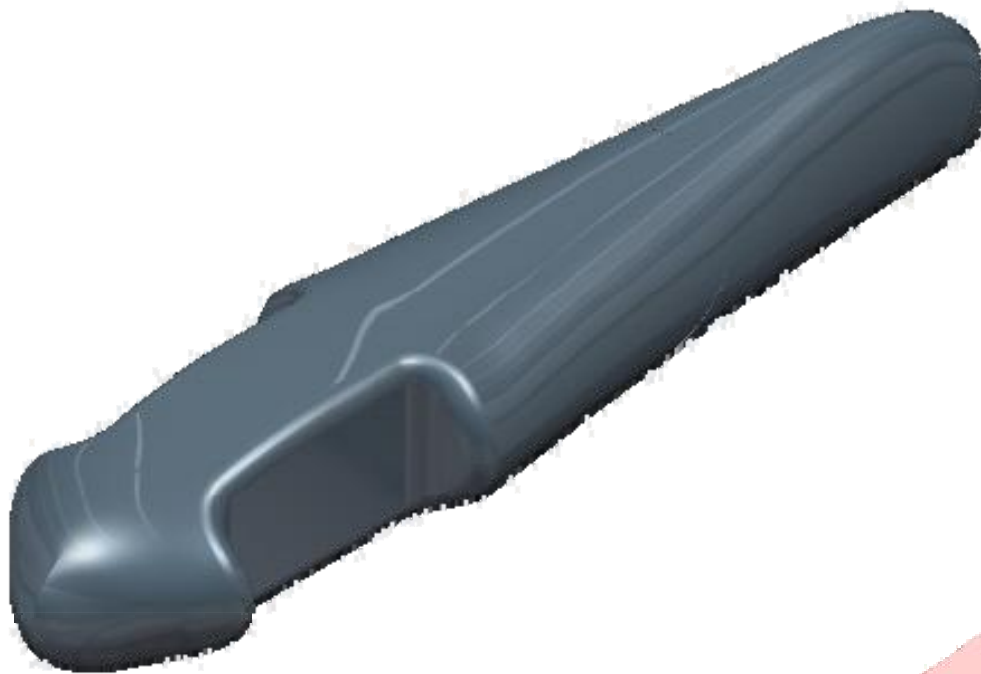
Conception préliminaire → Conclusions

- Espace un peu limité au niveau des jambes du pilote
- Faiblesse au niveau du support du train avant



Châssis définitif

CAO → Châssis fermé



Châssis fermé

Optimisation topologique:
Flexion



CAO → Dessin châssis et coque



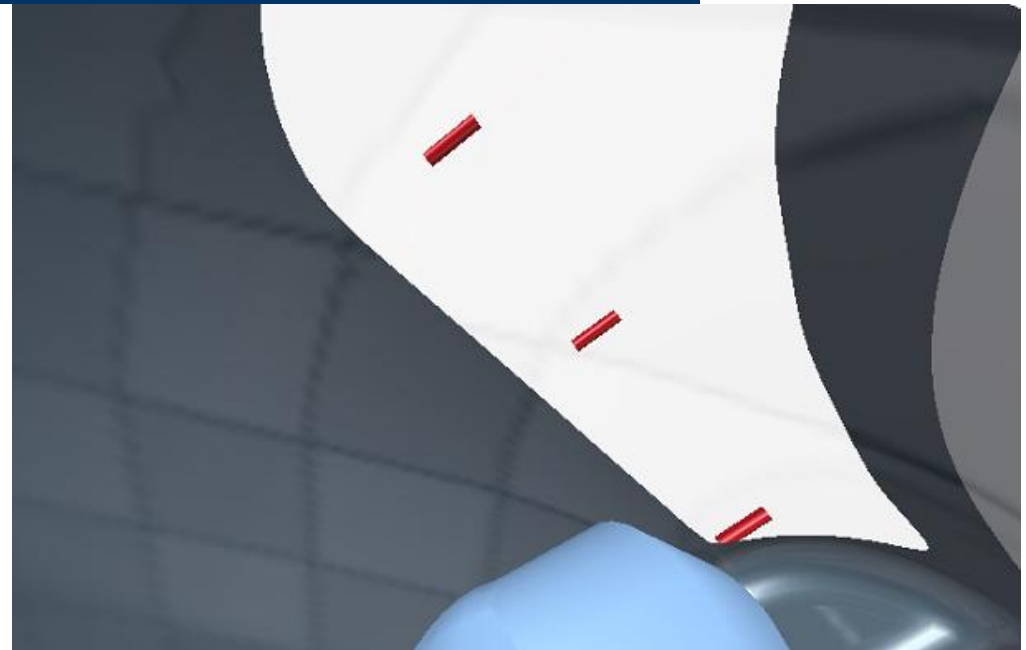
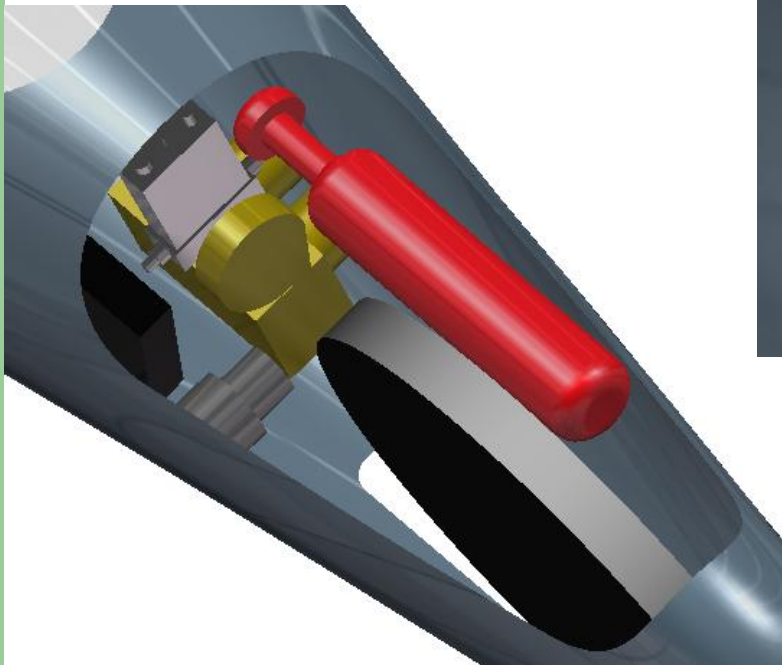
Châssis



Véhicule complet

CAO → Composants et visibilité

Intégration des
composants

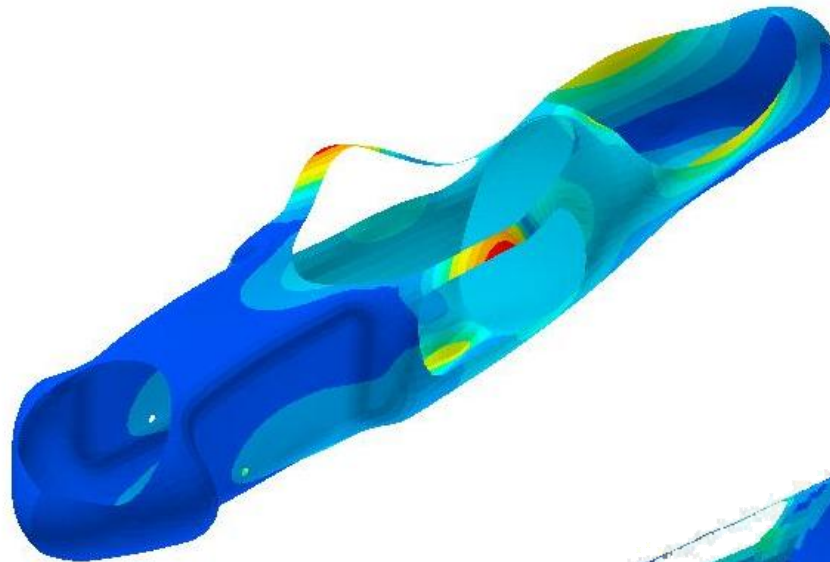
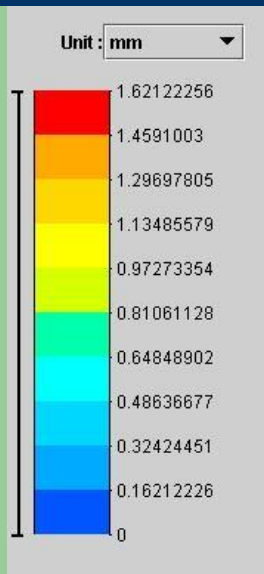


Visibilité

Simulation par éléments finis

- Stratifié de 2 mm d'épaisseur (8 plis)
- Masse du châssis: 9,1 kg

Simulation par éléments finis → Flexion

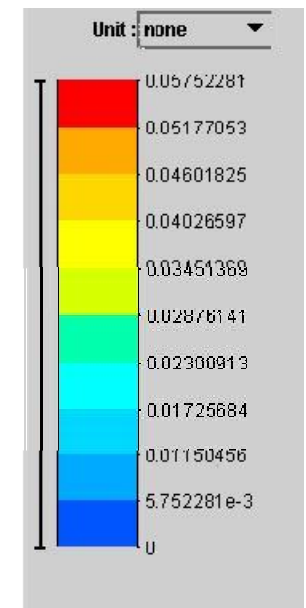
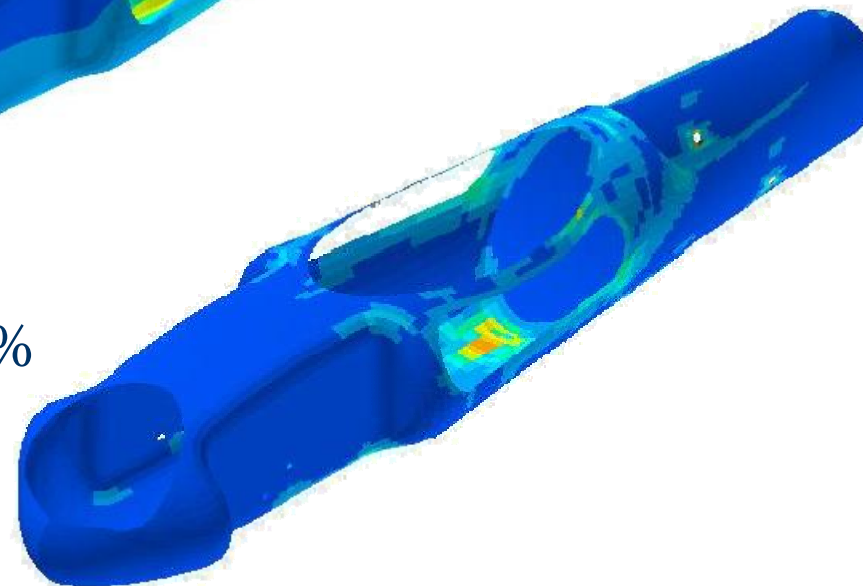


Tsai-Wu

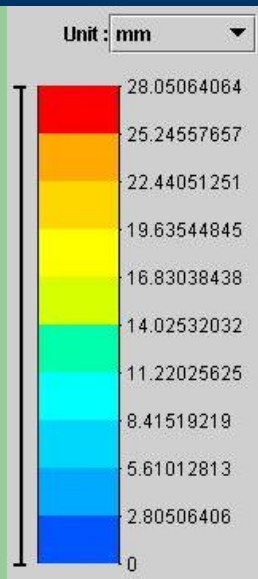
Améliorations: +300%

Déplacements

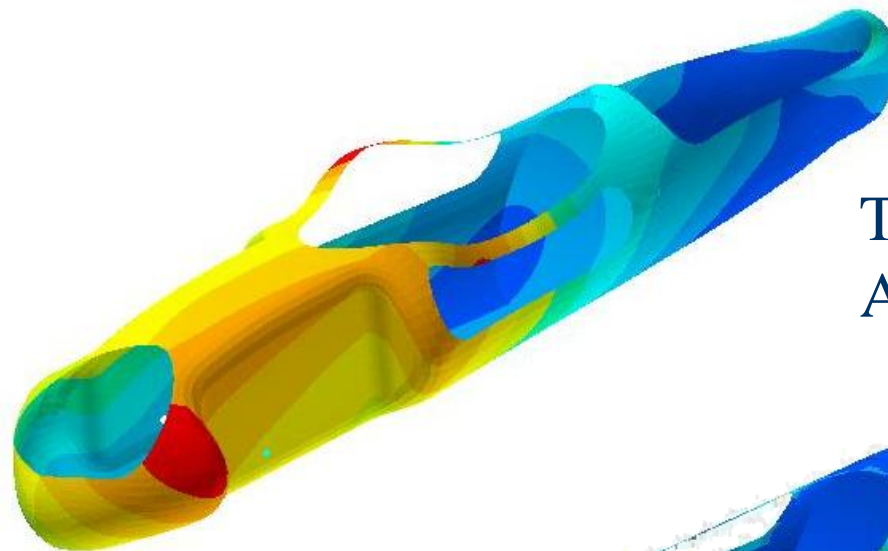
Amélioration: +2400%



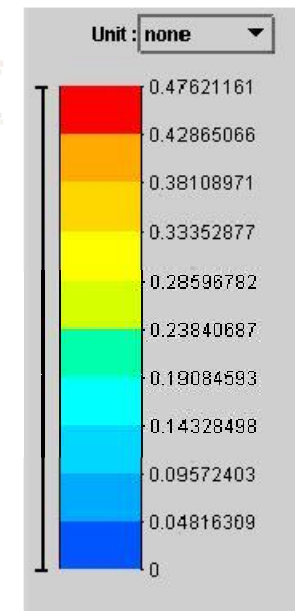
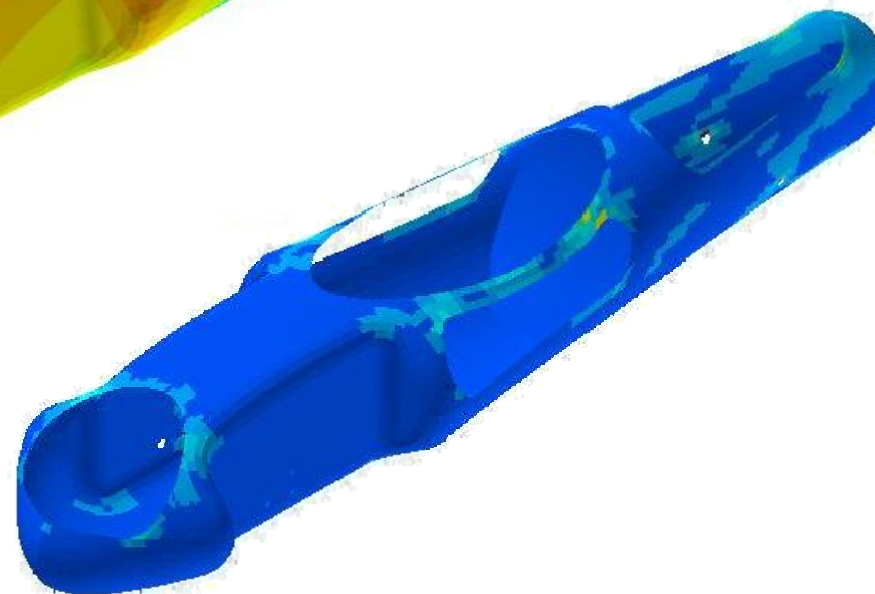
Simulation par éléments finis → Torsion



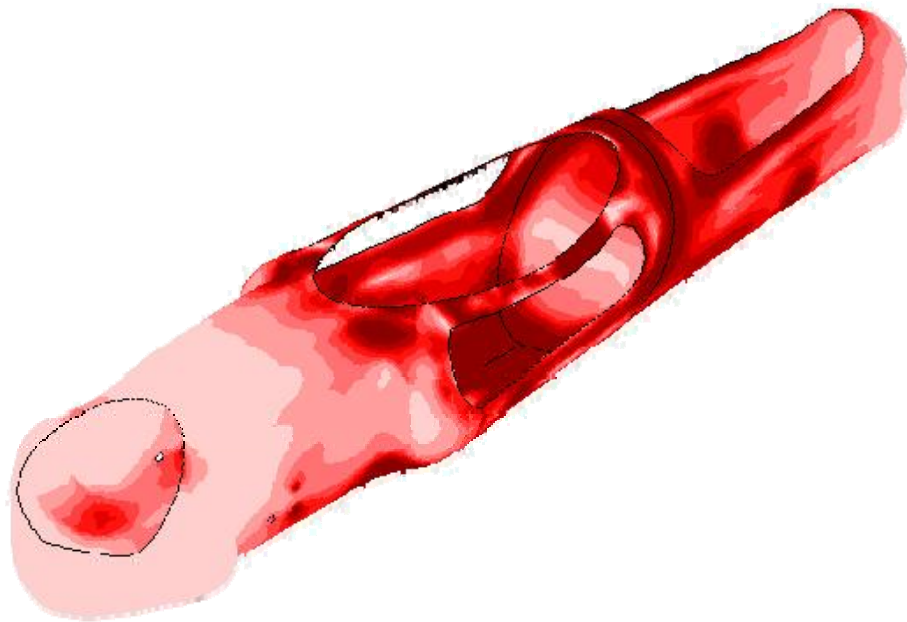
Déplacements
Amélioration: +350%



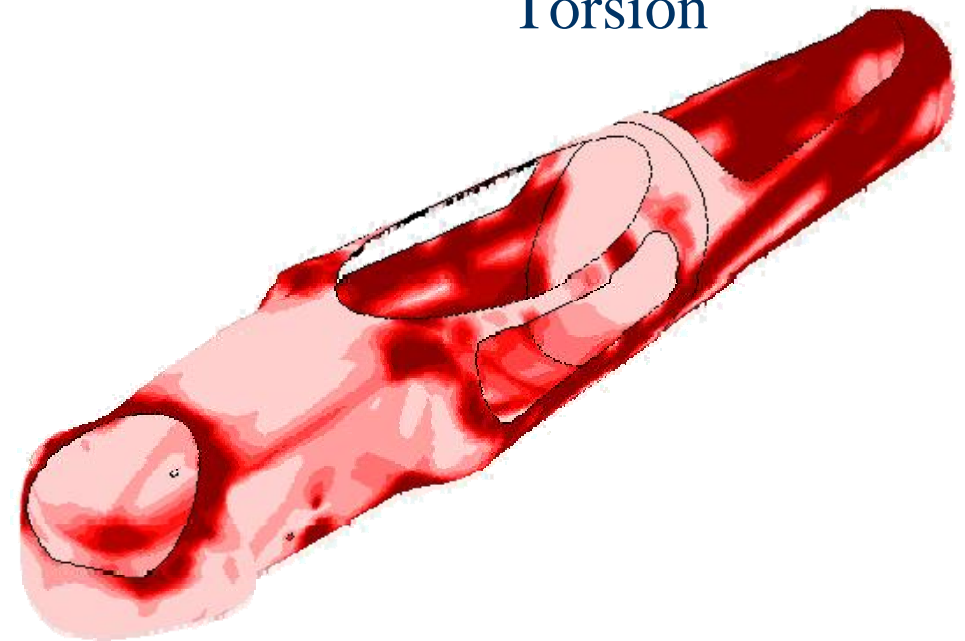
Tsai-Wu
Amélioration: +1100%



Optimisation topologique



Flexion



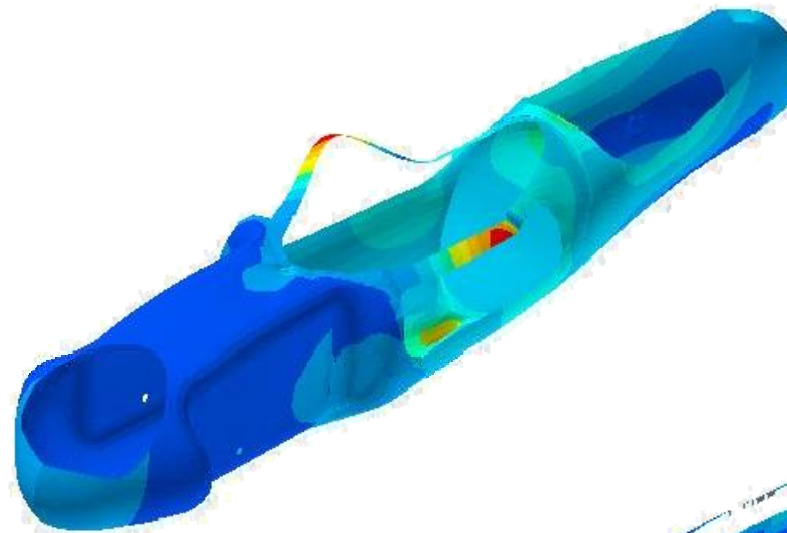
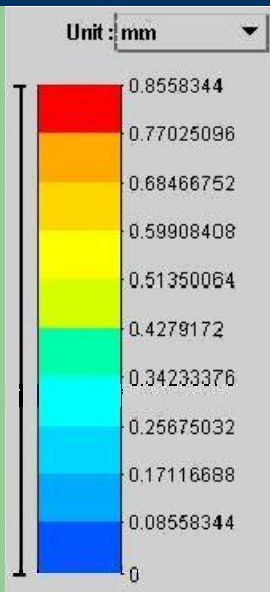
Torsion

Châssis définitif

→ Améliorations

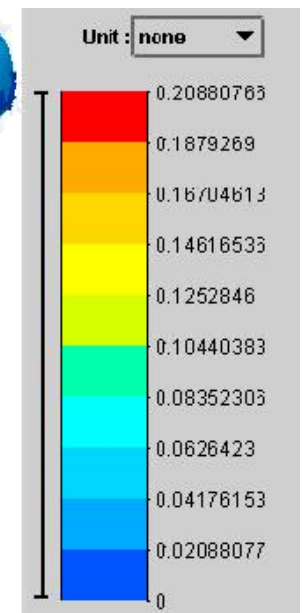
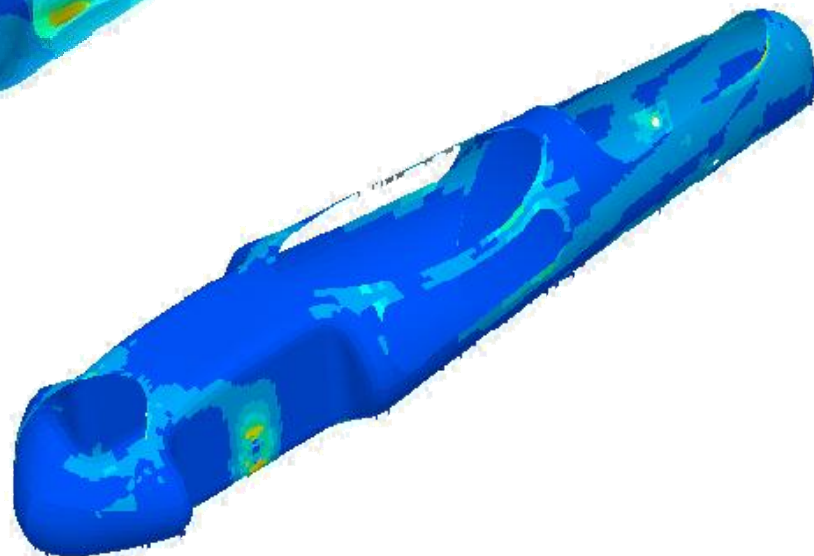
- Renforts au niveau des fixations et des barres latérales supérieures (stratifié de 4 mm)
- Utilisation d'un nid d'abeille en Nomex de 5mm
- Masse du châssis: 9,9 kg

Simulation par éléments finis → Amélioration



Déplacements: Flexion
Amélioration: +4500%

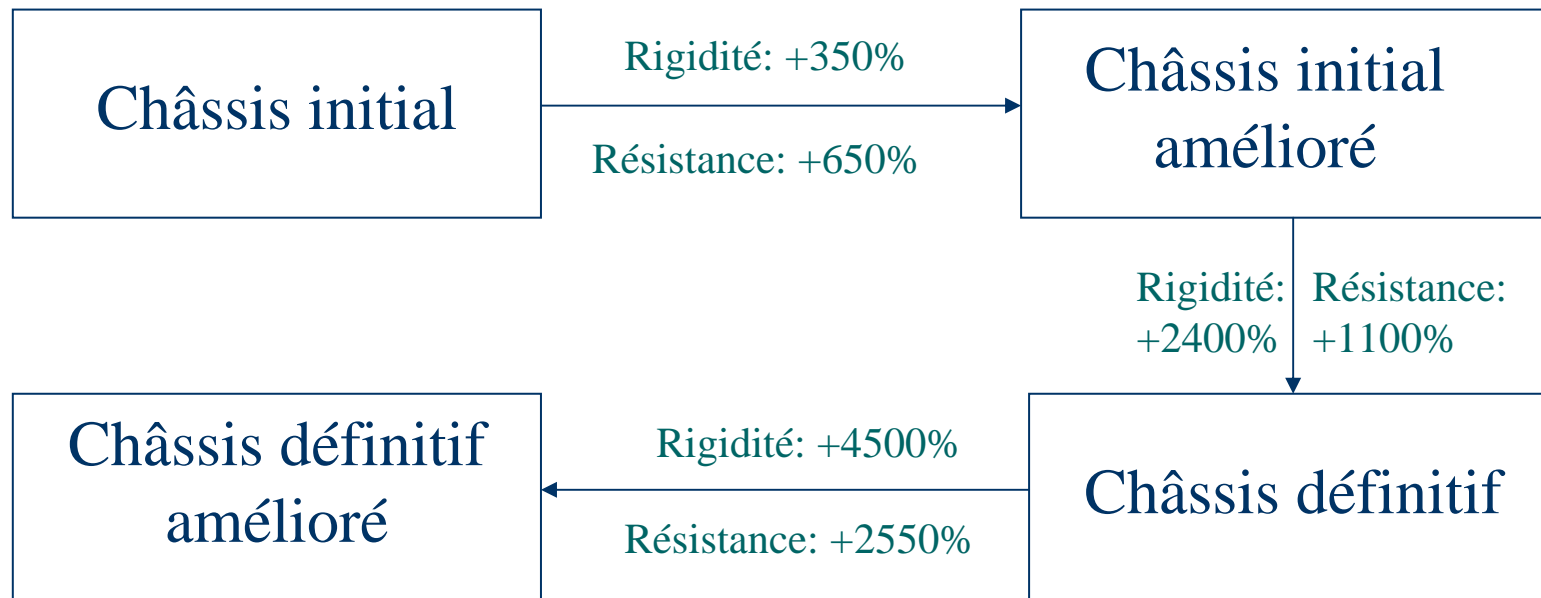
Tsai-Wu: Torsion
Amélioration: +2550%





Conclusions & perspectives

Conclusions



Réduction de la masse de 10% (55% par rapport au châssis 2005)

Perspectives

- Aérodynamisme
 - Simulation numérique
 - Essai soufflerie
- Choix matériaux
- Optimisation
- Méthode de fabrication



Merci pour votre attention