



CRÉATEUR DE PLATEFORMES NUMÉRIQUES  
pour l'entreprise du futur

# SÉMINAIRE COLLABORATIF SIMULATION



## Les enjeux



# La simulation numérique c'est



## Comprendre

- Évaluation de la performance
  - Meilleure interprétation du comportement du produit
- >Gagner en expertise



## Explorer

- Tests numériques illimités
  - Réduction des prototypes physiques (gain de temps et d'argent)
- >Booste l'innovation



## Optimiser

- Amélioration du produit (qualité, durée de vie, gain matière...)
  - Cycle de développement produit réduit
- >Plus compétitif

# Comment être sûr de concevoir le meilleur produit?

➤ Quel est le meilleur châssis ?  
(Objectif : meilleur coefficient de sécurité)

- Angle?
- Matériau?
- Section?



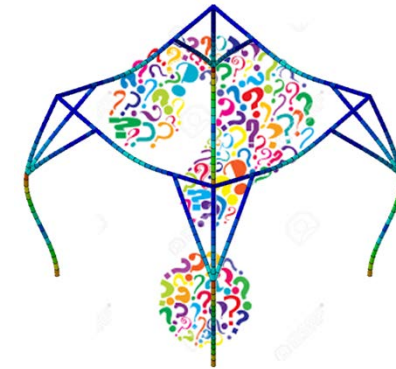
30°



45°



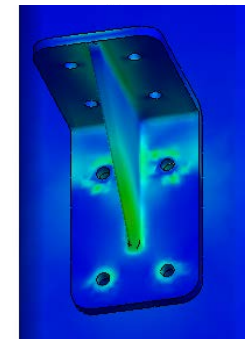
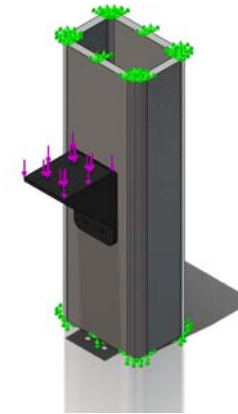
60°



# Comment être sûr de concevoir le meilleur produit?

➤ Quel est la meilleure équerre ?  
(Objectif : faible déplacement, coefficient de sécurité de 3, pièce la moins chère)

- Nombre de boulons?
- Disposition des nervures?

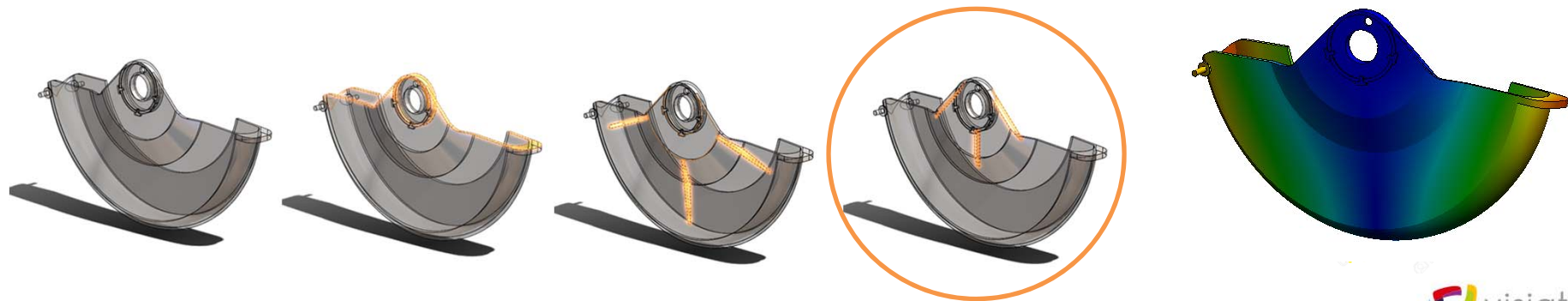
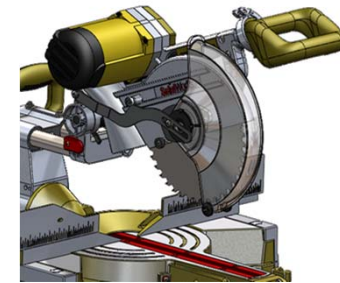


# Comment être sûr de concevoir le meilleur produit?

➤ Quel est le meilleur carter ?

(Pièce la plus légère avec une 1<sup>ière</sup> fréquence de résonance > 20Hz)

- Épaisseur?
- Nervures?



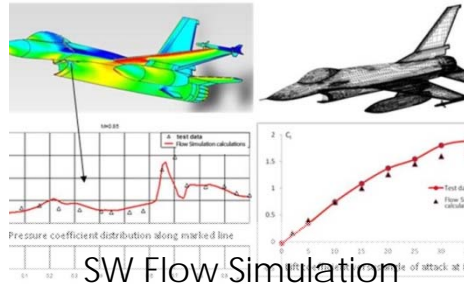
# La simulation réaliste

- Simuler virtuellement un produit dans son environnement final
- Analyses multi disciplinaires (couplées ou non)
- Solutions logicielles robustes

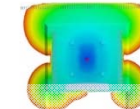
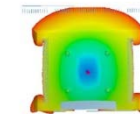
Exemples de corrélation entre la simulation et la réalité :



Abaqus



SW Flow Simulation



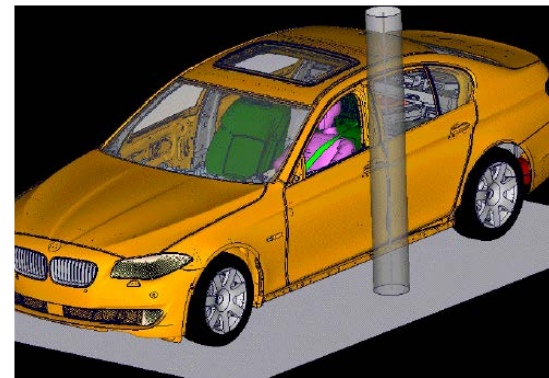
SW Plastics / Simpoe Mold

# Limiter les tests réels



**Prototype physique**

- Nécessite un produit fini
- Long à mettre en place
- Requiert un laboratoire équipé
- Généralement très coûteux

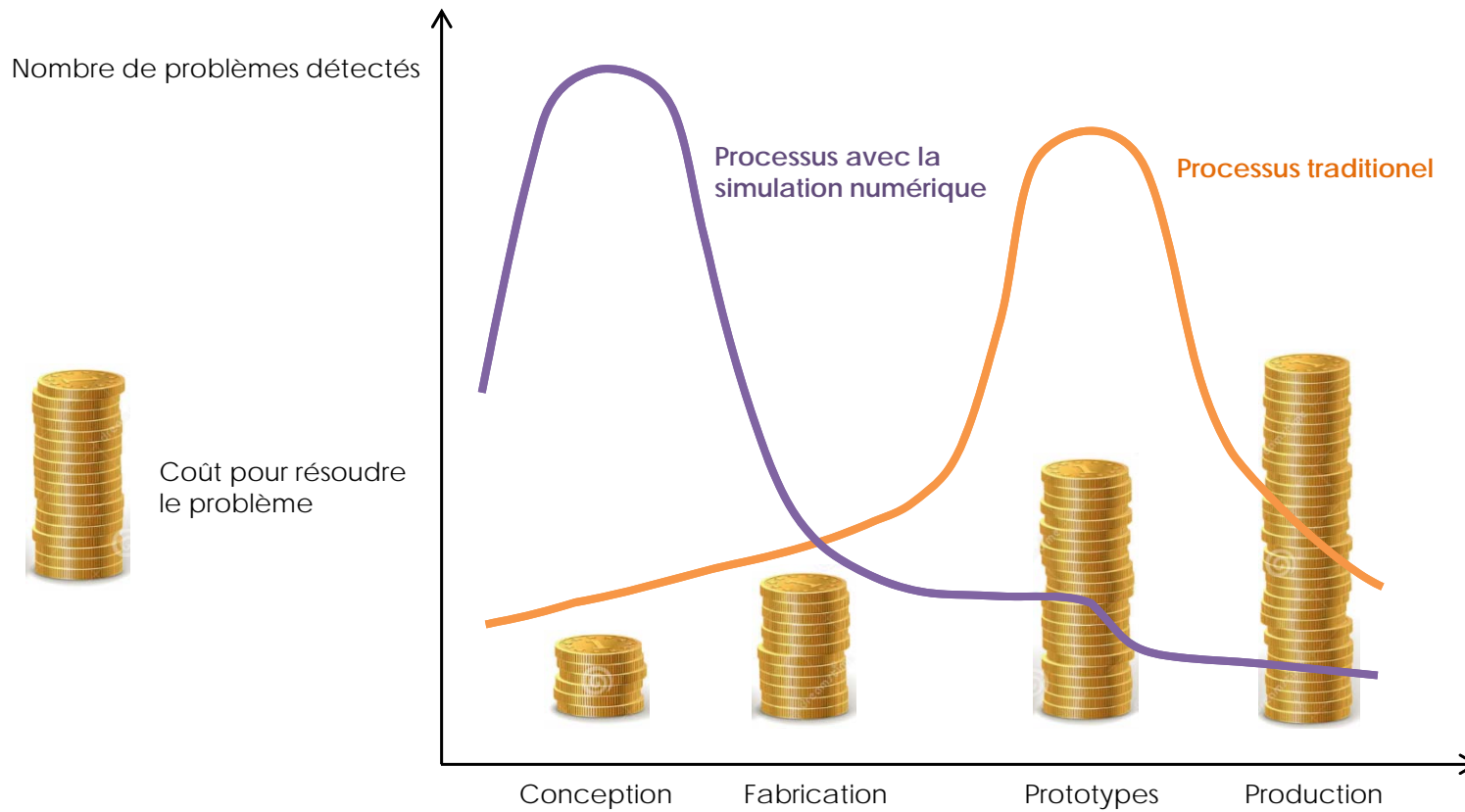


**Simulation numérique**

- Prototype virtuel facilement modifiable
- Mise en donnée rapide
- Facilite la compréhension du comportement du produit
- Solution plus économique



# Optimiser le processus de développement produit

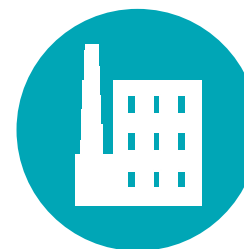


# Les défis à relever



## ➤ Des défis techniques

- Concevoir de meilleurs produits
- Réduire le temps de développement avec le budget alloué



## ➤ Des défis pour l'entreprise

- Gagner des parts de marché
- Réduire les risques financiers
- Renforcer l'image de marque



# L'offre DS SolidWorks



# L'offre SOLIDWORKS Simulation



Simulation



Motion



Flow Simulation



Plastics

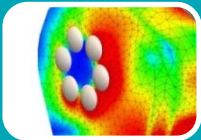


# SOLIDWORKS Simulation

## Simulation Premium

## Simulation Professional

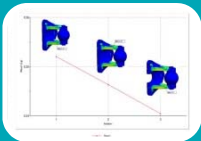
## Simulation Standard



Statique linéaire



Fatigue



Tendancier



Analyse de mouvement



Thermique



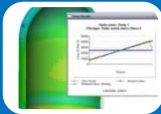
Fréquentielle



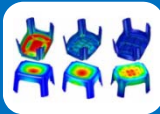
Flambage



Test de chute



Appareils sous pression



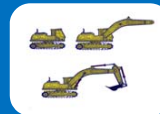
Optimisation



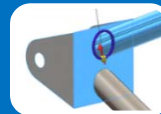
Simplification 2D



Sous modélisation



Maillage (incrémentiel et export)



Connecteurs (cordon et Toolbox)



Tracé de contact



Gestionnaire chargement



Solver à distance



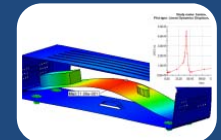
Analyse séquentielle



Optimisation de mouvement



Non linéaire



Dynamique



Composite

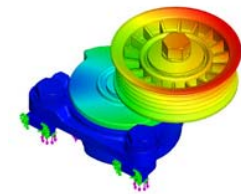
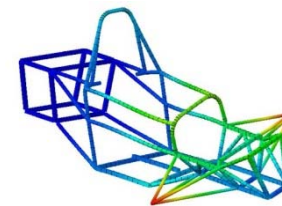
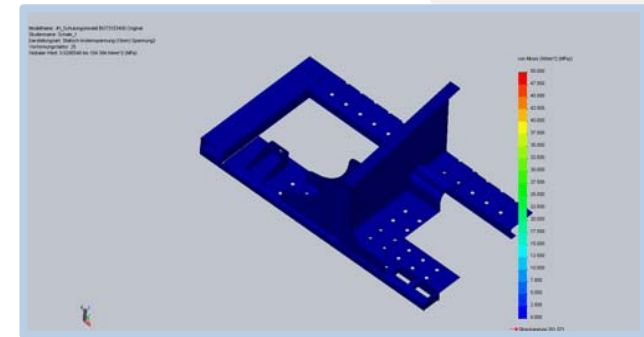
# Statique linéaire

## ➤ Valider la résistance et la performance de vos produits

- Eviter les casses et le surdimensionnement
- Diminuer les prototypes physiques

## ➤ Analyse des pièces et assemblages

- Interface intuitive
- Base matériaux
- Maillage volumique, coque, poutres, mixte
- Contacts et connecteurs (boulons, axes...)
- Rapport, eDrawings...



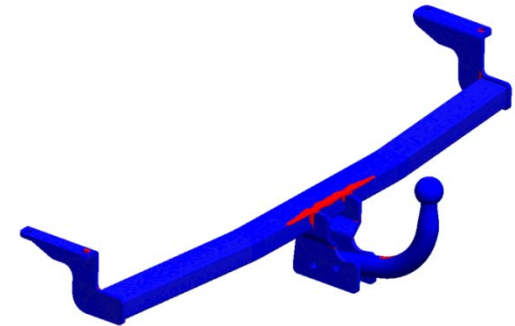
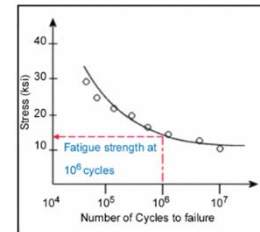
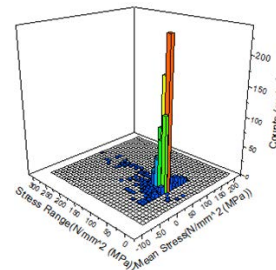
# Fatigue

## ➤ Prédire la durée de vie du produit

- Modifier la conception existante pour éviter ou repousser la rupture

## ➤ 4 types d'évènements possibles

- Amplitude constante
- Amplitude variable
- Harmonique
- Vibration aléatoire



## ➤ Utilisation de courbes SN

- Plus de 100 courbes disponibles dans la base Matereality



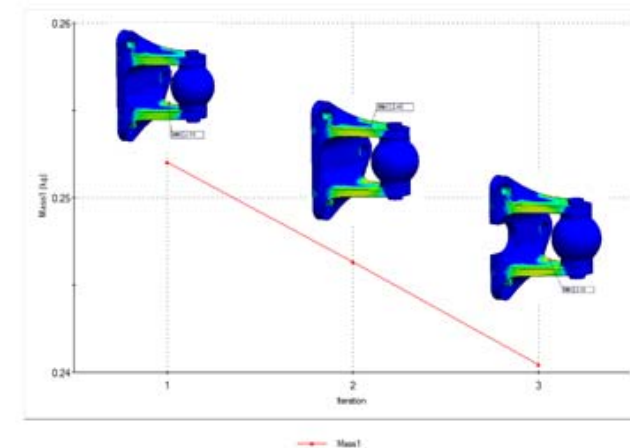
# Tendancier

## ➤ Tendre vers la meilleure conception

- Trouver le meilleur compromis entre les modifications et les résultats de simulation

## ➤ Les diagrammes de tendance

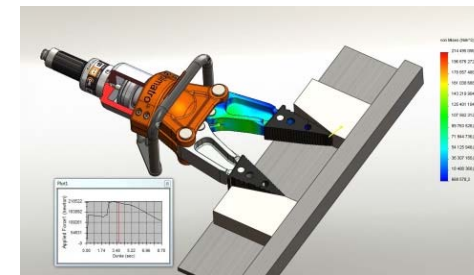
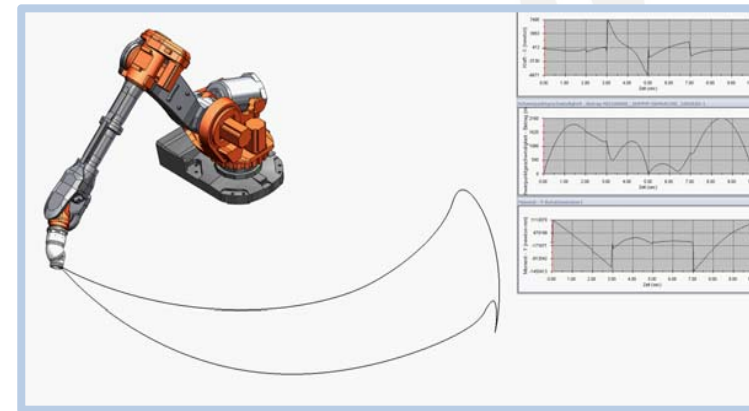
- Evolution de la masse, contrainte, déplacement en fonction des différentes itérations de modèle
- Restaure la géométrie à l'itération souhaitée





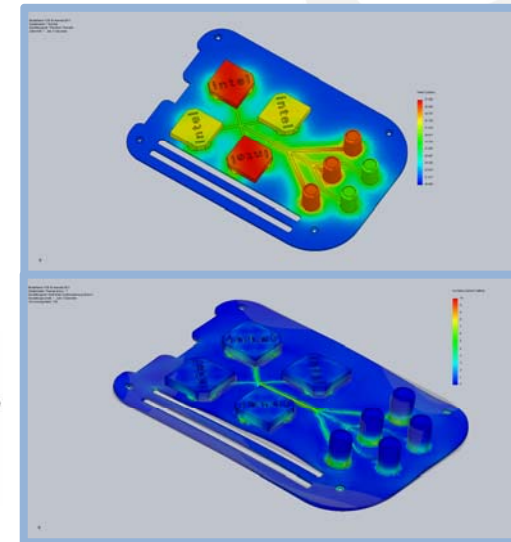
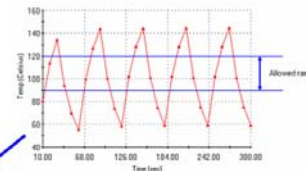
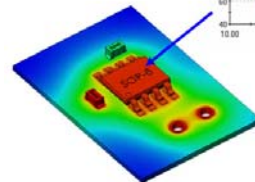
# Analyse de mouvement

- **Etude des mécanismes (corps rigides)**
  - Analyse directe de l'assemblage SW
- **Interface intuitive et connue (animation)**
  - Définition de moteurs, vérins..
  - Résultats de type déplacements, vitesse, accélération, trajectoire, effort..
- **Couplage analyse de mouvement et étude statique**



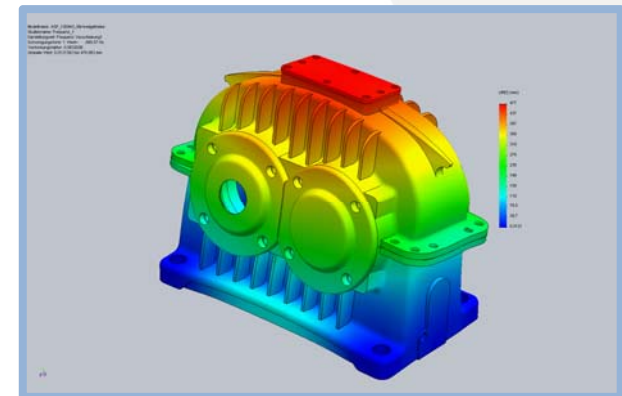
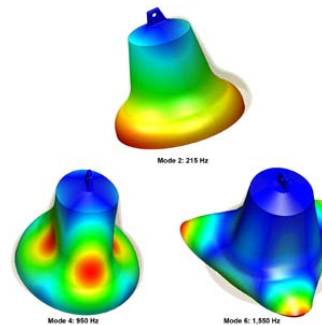
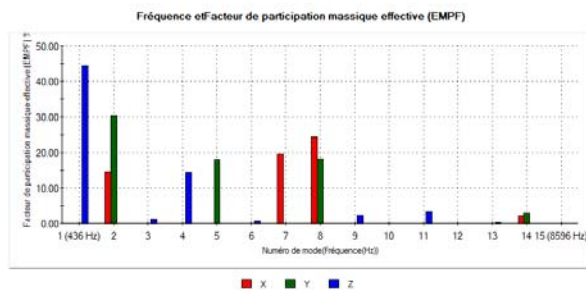
# Thermique

- **Optimiser la dissipation de chaleur**
  - Visualisation des champs de température et des flux
- **Etude complète du transfert thermique**
  - Conduction
  - Convection (coefficient d'échange)
  - Rayonnement
- **En régime établi ou transitoire**
- **Etude thermo mécanique**



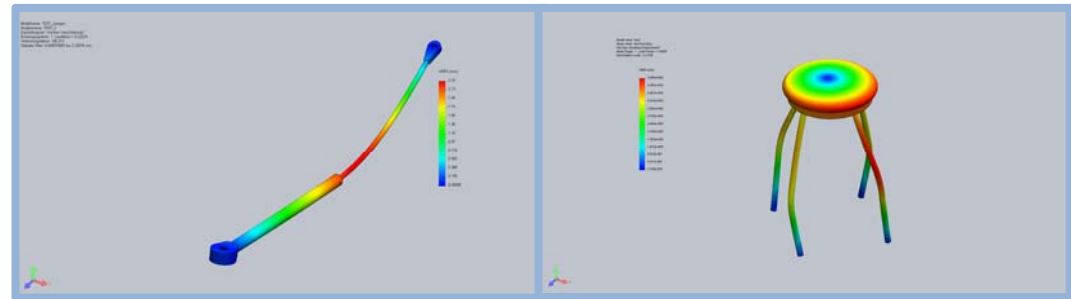
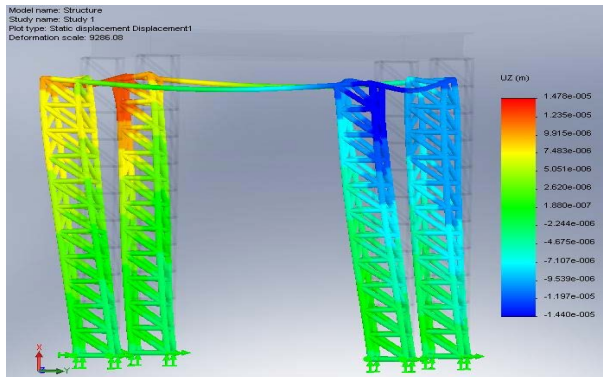
# Fréquentielle

- S'affranchir des phénomènes de résonance (bruit, destruction, précision..)
- Analyse modale
  - Calcul des fréquences propres, des modes propres et des participations massiques
  - Gestion de la précontrainte



# Flambage

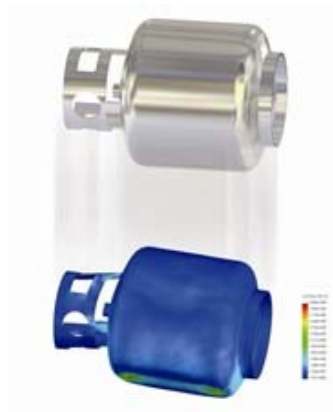
- **Anticiper les risques de flambage sur les structures élancées**
  - Calcul des modes de flambage et des charges critiques



# Test de chute

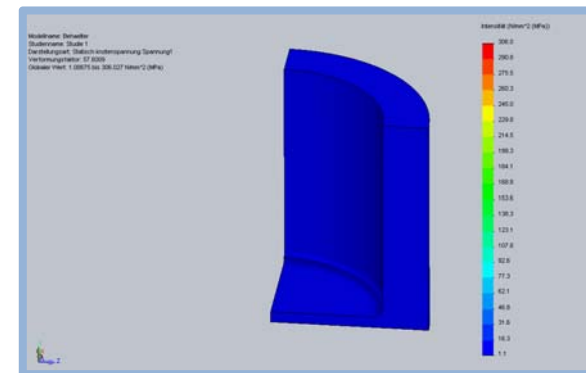
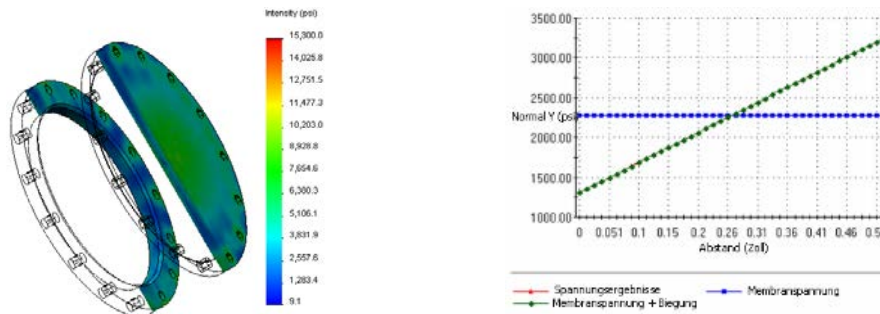


- Simuler la chute d'un produit sur un sol
- Gestion des interactions entre pièces
- Données d'entrée :
  - Hauteur de chute
  - Angle d'impact
  - Raideur du sol



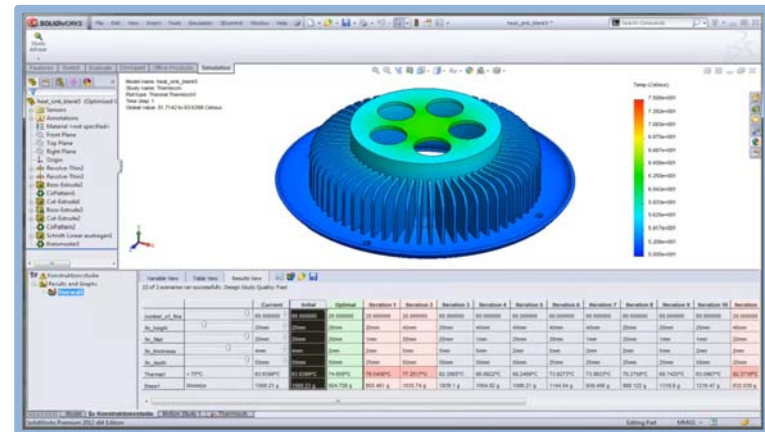
# Appareils sous pression

- Répondre aux exigences des normes (ASME, ISO 11439, BS EN..)
- Combinaison de résultats d'études
- Linéarisation de contraintes (pour séparer les contraintes de flexion et membrane dans le cas de maillage volumique)



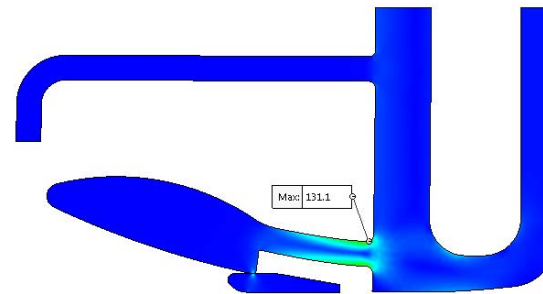
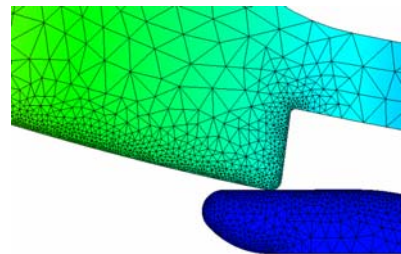
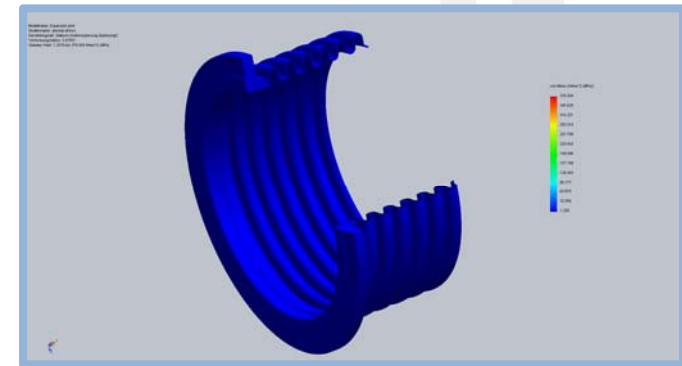
# Optimisation

- Obtenir une conception optimisée qui répond au cahier des charges de simulation
- Simple et rapide : utilisation de l'existant (géométrie et études) pour déterminer la conception optimale
  - Choix des variables (dimensionnelles, matériaux...)
  - Définition des limites à l'aide de capteurs (ex : un coefficient de sécurité minimum)
  - Choix de l'objectif (ex: réduire la masse)



# Simplification 2D

- **Approche efficace pour les modèles**
  - Axisymétrique
  - À déformation plane
  - À contrainte plane
- **Maillage fin, calcul rapide, résultats précis extrapolés en 3D**

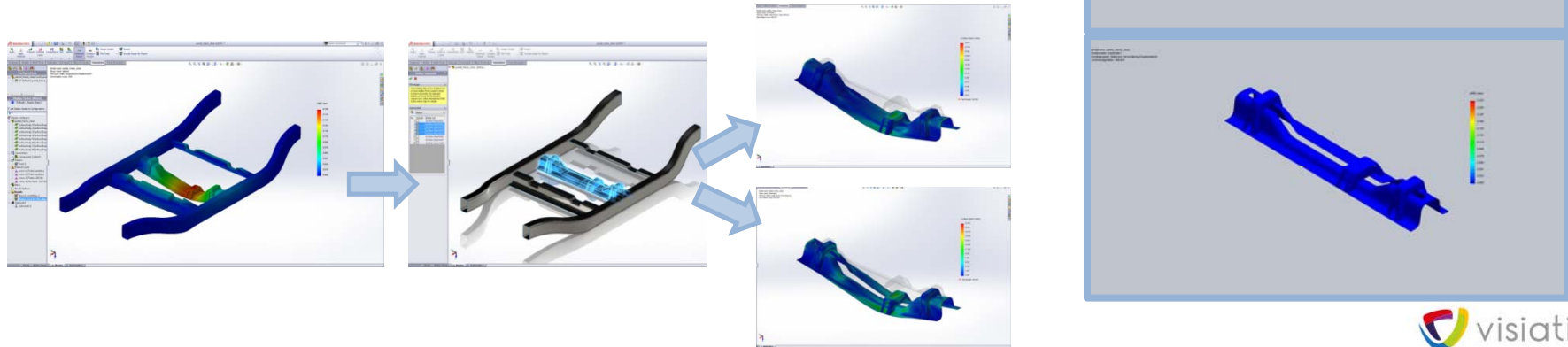




# Sous modélisation

## ➤ Grande réactivité de l'étude lors de modifications locales

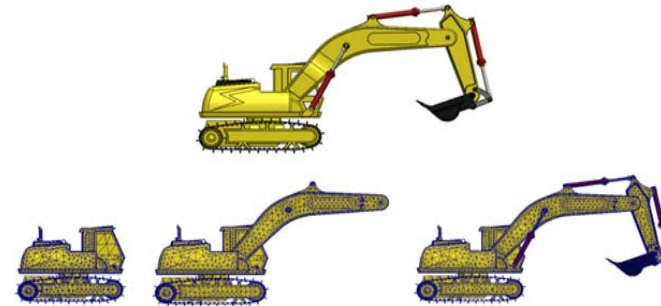
- Première étude globale
- Choix du sous ensemble à étudier
- Transfert automatique des déplacements au frontières du sous modèle



# Maillage incrémentiel et export

## ➤ Maillage incrémentiel

- Possibilité de mailler des composants individuellement sans avoir à remailler l'assemblage complet
- Gain de temps



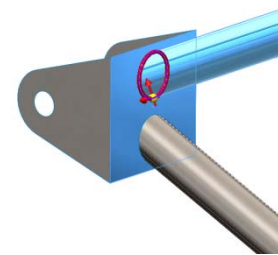
## ➤ Export vers d'autres logiciels EF

Programme AEF	Extension de fichier
GEOSTAR	GEO
ANSYS	ANS (Fichier Prep 7)
ABAQUS	INP
MSC NASTRAN	DAT
PATRAN	NEU (Fichier neutre)
I-DEAS	UNV (Fichier universel)
Exodus	TXT

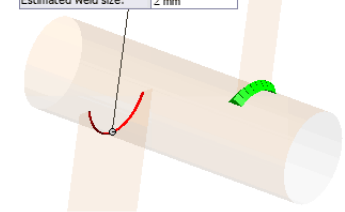
# Cordon de soudure et boulons « Toolbox »

## ➤ Le connecteur cordon de soudure

- Estimation de la taille du cordon de soudure pour solidariser un corps de tôlerie
- Calcul selon l'Eurocode 3

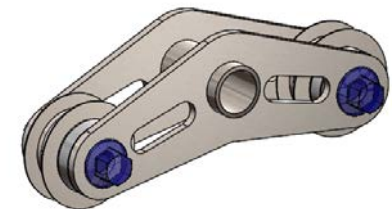


Edge Weld Connector-2: Needs attention  
Calculated weld size: 4.665 mm  
Estimated weld size: 2 mm



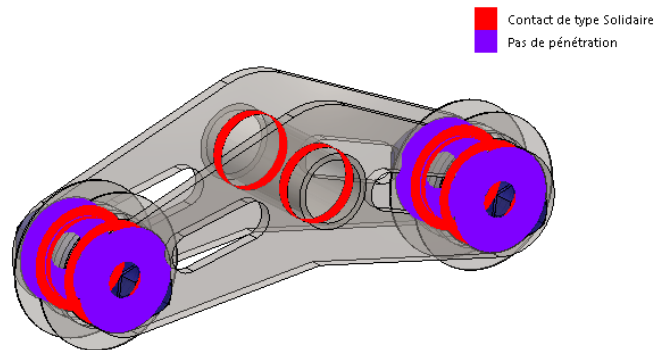
## ➤ Conversion automatique de la visserie Toolbox en connecteur boulon

- Gain de temps pour la préparation du modèle et la mise en donnée



# Tracé de visualisation de contact

- Visualiser facilement les zones de contact à l'aide d'un code couleur
- Affiche les contacts basés sur la géométrie ou le solver
- Evite les erreurs, utile pour les rapports



Type de contact	Rendu en couleur
Solidaire	Rouge
Pas de pénétration	Violet
Permettre la pénétration (contact libre)	Vert
Ajustement serré	Orange
Paroi virtuelle	Jaune
Résistance thermique de contact	Violet
Isolé	Vert

# Gestionnaire de chargement

- Outil pour combiner différents cas de charges
- Répondre aux spécifications des normes (Eurocode, AISC..)

$D$  = dead load  
 $D_i$  = weight of ice  
 $E$  = earthquake load  
 $F$  = load due to fluids with well-defined pressures and maximum heights  
 $F_a$  = flood load  
 $H$  = load due to lateral earth pressure, ground water pressure, or pressure of bulk materials  
 $L$  = live load  
 $L_r$  = roof live load  
 $R$  = rain load  
 $S$  = snow load  
 $T$  = self-straining force  
 $W$  = wind load  
 $W_i$  = wind-on-ice determined in accordance with Chapter 10

Cas de chargement principaux     Combinaisons de cas de chargement

	Fixed Hi	On Cy	Roller/Sil	Down	Right	Gravity-1	Torque
0 mm				2000 N	1000 N	9.81 m/s <sup>2</sup>	50 N.m
Downward	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2000	Supprimer	Supprimer	Supprimer
Lateral	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Supprimer	100	Supprimer	Supprimer
20g vertical load	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Supprimer	Supprimer	196.2	Supprimer
Up load	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-2000	Supprimer	Supprimer	Supprimer
20g side load	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Supprimer	Supprimer	Supprimer	196.2
Torque	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Supprimer	Supprimer	Supprimer	50

Secondary Load Case 1    "Downward" + "Lateral"  
 Secondary Load Case 2    "20g vertical load" + "Lateral"  
 Secondary Load Case 3    "Downward" + "20g side load"

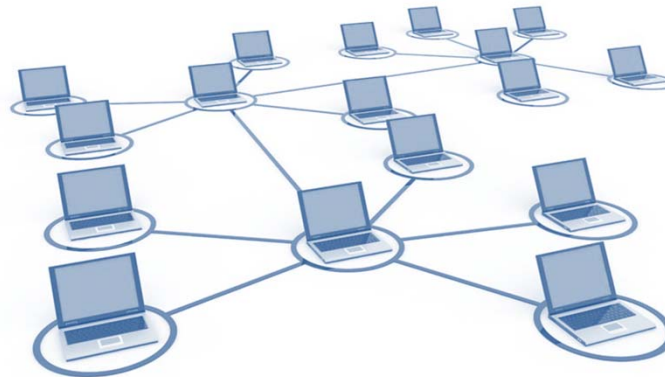
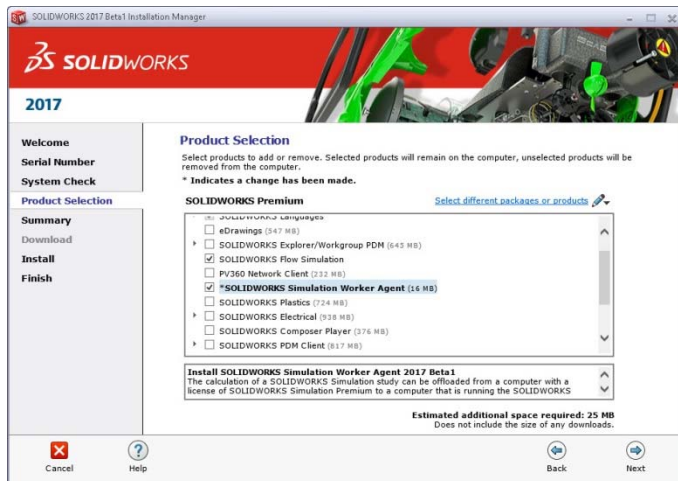
Composant	Condition	Valeur d'ale
URES : Déplé	-	-
VON : contr	-	-

- $1.4(D + F)$
- $1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.8W)$
- $1.2D + 1.6W + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- $0.9D + 1.6W + 1.6H$
- $0.9D + 1.0E + 1.6H$

	Résultats		Chargements d'entrée					
	URES : Déplacement résultant	VON : contrainte de von Mises	On Cy	Down Load	Right Load	Gravity-1	Torque-1	
	mm	N/mm <sup>2</sup> (MPa)	0 mm	2000 N	1000 N	9.81 m/s <sup>2</sup>	50 N.m	
Downward	0.113015	38.815	0	2000				
Lateral	0.0263658	8.10236	0		100			
20g vertical load	0.00877259	4.5234	0			196.2		
Up load	0.113015	38.815	0	-2000				
20g side load	0.0409394	17.3485	0			196.2		
Torque	0.184259	70.7958	0				50	
Secondary Load Case 1	0.116381	37.198	0	2000	100			
Secondary Load Case 2	0.0280032	10.7368	0		100	196.2		
Secondary Load Case 3	0.120481	55.3148	0	2000		196.2		

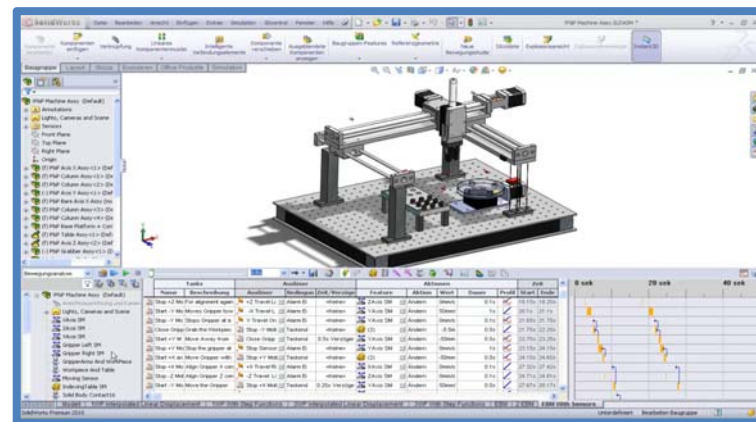
# Calcul à distance

- Télécharger l'exécution du solver sur un autre ordinateur du réseau
- Permet de préserver les ressources en local pour d'autres tâches



# Analyse séquentielle

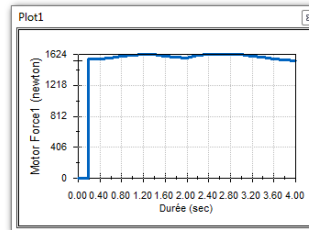
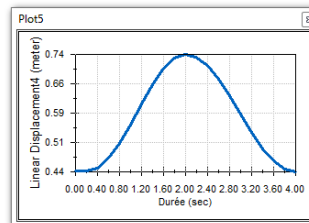
- Analyser le fonctionnement d'une machine et optimiser son cycle (diagramme de Gantt)
- Basée sur une étude de mouvement SW Motion
- Définition de capteurs et de servo moteurs pour déclencher et contrôler les actions



# Optimisation de mouvement

- Déterminer les variables optimales pour atteindre un objectif obtenu à l'aide d'une étude de mouvement

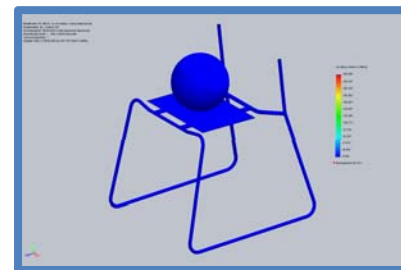
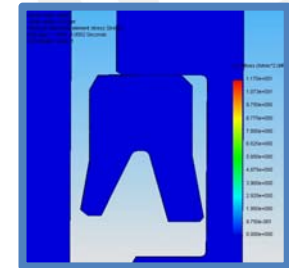
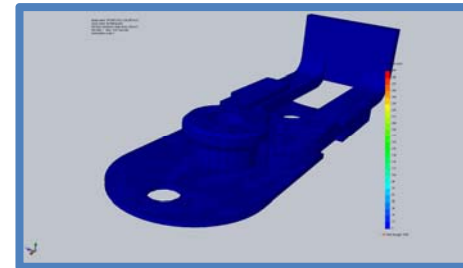
	Actuelle	Initiale	Optimale	Itération 1	Itération 2	Itération 3	Itération 4	Itération 5	It
Scissor_length	0.402258	0.500000	0.402258	0.600000	0.600000	0.400000	0.400000	0.600000	0.
Scissor_height	0.228616	0.200000	0.228616	0.300000	0.150000	0.300000	0.150000	0.225000	0.
Piston_offset	0.746658	0.500000	0.746658	0.625000	0.625000	0.625000	0.625000	0.750000	0.
Min_Height	< 0.375m	0.373892m	0.34911m	0.373892m	0.435713m	0.305809m	0.435713m	0.305809m	0.370761m
Max_Height	> 0.6m	0.637956m	0.73522m	0.637956m	0.737564m	0.798083m	0.688586m	0.676546m	0.714073m
Max_Force	Réduire	1430.57 N	2106.39 N	1430.57 N	1623.79 N	2756.35 N	1355.37 N	2115.39 N	1853.34 N





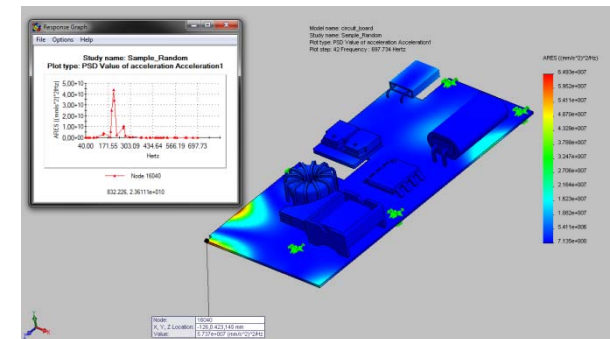
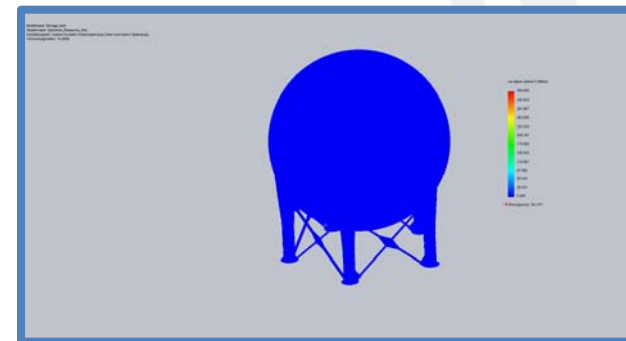
# Non linéaire

- **Non linéarité de type matériaux**
  - Plasticité, hyperélasticité
- **Non linéarité de type géométrique**
  - Grands déplacements
  - Grandes déformations
- **Non linéarité de type contact**
- **Analyse statique ou dynamique**



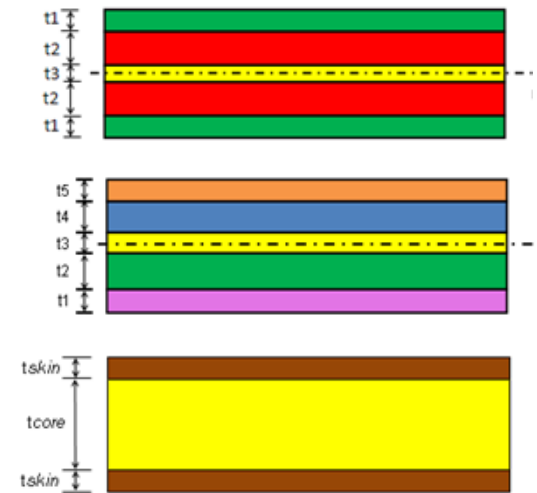
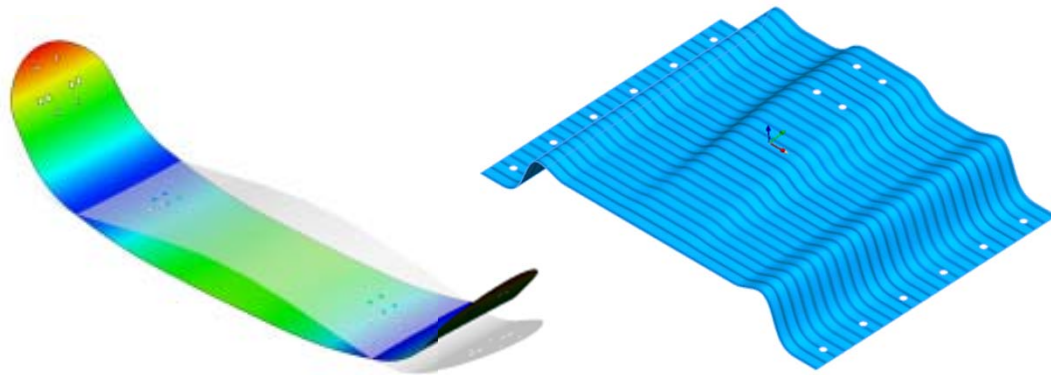
# Dynamique

- **Données d'entrée de type dynamique**
  - En fonction du temps
  - Harmonique
  - Aléatoire
  - Réponse spectrale
- **Simulation d'impact, choc, séisme..**
- **Etude de fatigue basée sur des analyses harmonique ou aléatoire**



# Composites

- Valider une structure coque en composites
- Définition du matériau par pli et son orientation
- Critère de défaillance Tsai Hill et Tsai Wu



$E_{skin} \gg E_{core}$



# Les 7 technologies et avantages de SW Simulation

## L'intégration SW

Géométrie native /  
associativité / gestion des  
configurations / facilité  
d'utilisation

## Les connecteurs

Large bibliothèque (boulon,  
axe, palier, soudure...) /  
conversion automatique via  
la Toolbox

## Le maillage et le solver

Maillage mixte (volumique, coque, poutre) / plusieurs  
algorithmes / raffinement local / maillage adaptatif  
Plusieurs solvers disponibles / optimisé pour les problèmes  
volumineux / calcul déporté

## Le tendancier, études de conception et l'optimisation

Mesurer rapidement l'impact  
d'une modification /  
détermination des variables  
optimales

## Une couverture fonctionnelle multi disciplinaire

Statique, fatigue, thermique,  
fréquentielle, flambage, test  
de chute, non linéaire,  
dynamique

## Le couplage avec les autres modules

SW Motion (efforts) /  
Simulation Professional  
(température) / Flow  
Simulation (température,  
pression) / SW Plastics  
(contraintes)

## L'offre Dassault Systèmes

Abaqus, Tosca, FeSafe, Isight