



# Projet de conception de pont

Utilisation de SolidWorks et SolidWorks Simulation pour concevoir, tester et créer des structures





# 1 - Présentation





# Prérequis

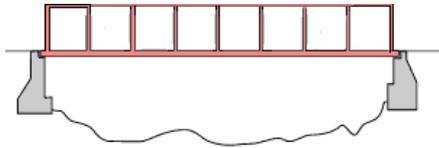
- Prérequis pour ce projet.
- Les fichiers SolidWorks appartiennent à trois types principaux: pièces, assemblages et mises en plan.



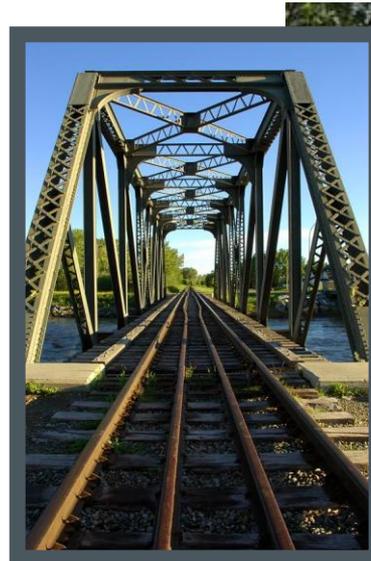
# 2 - Conception de structure



# Que sont les poutres à treillis?



- Les poutres à treillis sont des structures simples utilisées comme ponts pour les chemins de fer et le trafic automobile ou piétonnier; elles sont capables de porter de lourdes charges d'une travée à l'autre. Elles sont constituées d'une surface de route ou de rail, de deux parois et parfois d'entretoises placées entre les parois.



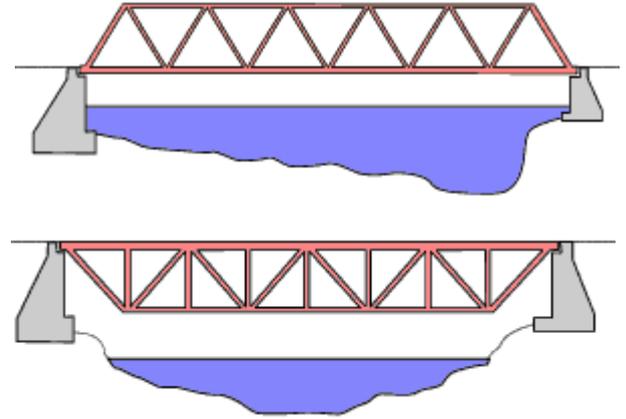
# Travées plus longues

- Dans le cas des travées plus longues, la structure de poutres à treillis peut être répétée plusieurs fois.



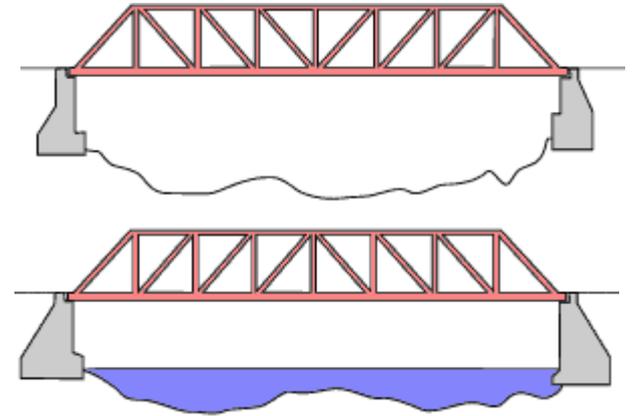
# Types de poutres à treillis

- Le type de poutre *Warren*, illustré à droite, est un des types les plus simples et les plus économiques. Il peut même être utilisé à l'envers avec, dans ce cas, l'ajout de poutres verticales.



# Types de poutres à treillis (suite)

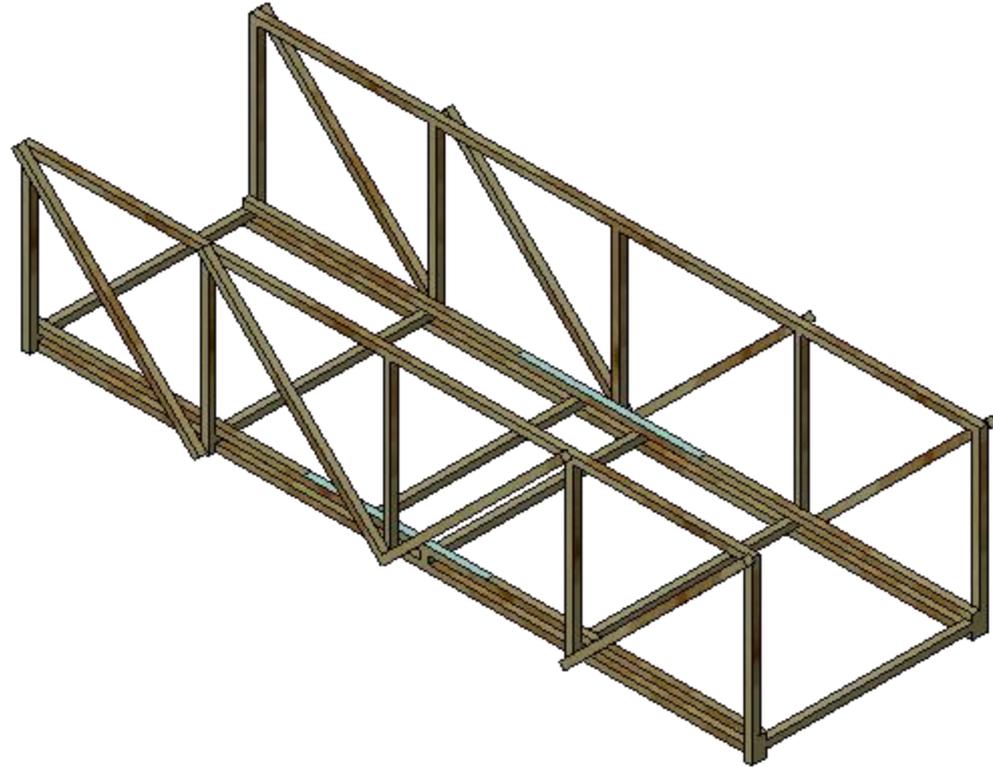
- Les types *Pratt* (ci-dessus) et *Howe* (ci-dessous) sont également des types usuels. Nous allons examiner des poutres à treillis similaires à celles du type Pratt.





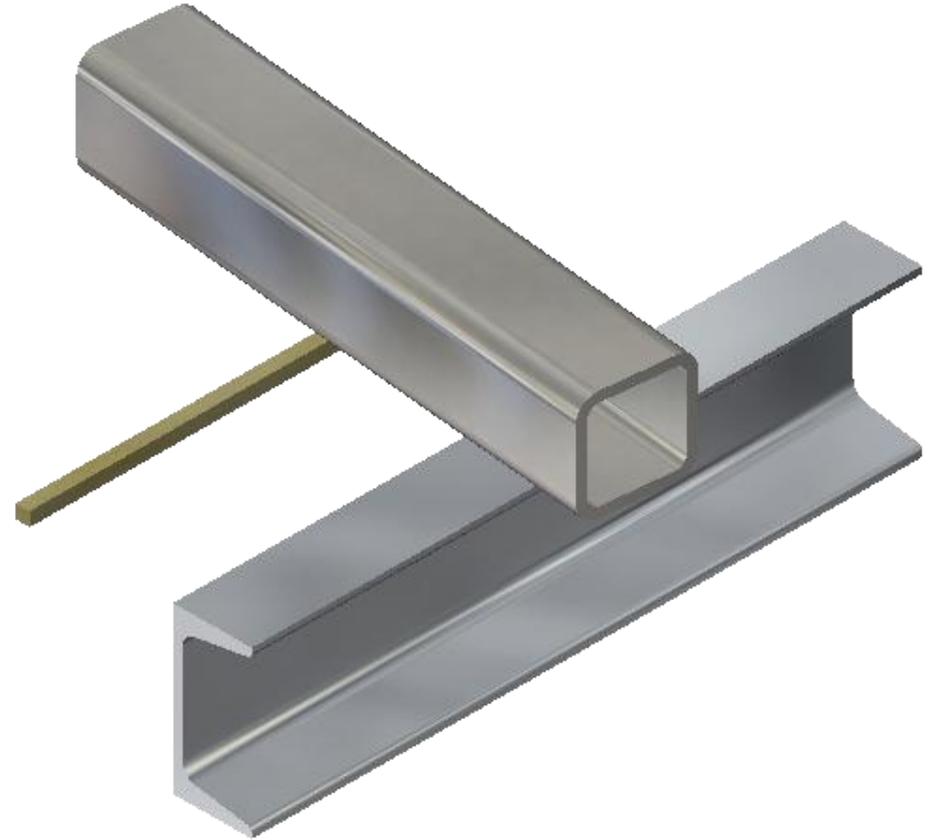
# Parois avec poutres à treillis

- Les parois latérales composées de poutres à treillis sont bien plus qu'une protection contre la chute des trains ou des véhicules. Elles servent à absorber et diriger les charges placées sur les poutres en treillis, comme par exemple les wagons de chemin de fer.



# Poutres

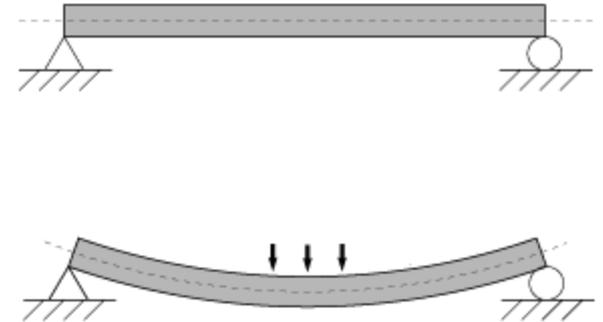
- Les treillis sont constitués de poutres attachées par des boulons, des soudures ou des rivets. Un exemple usuel de poutre est la barre utilisée dans un placard pour pendre les vêtements.
- Les poutres présentent la même coupe transversale.





# Chargements externes

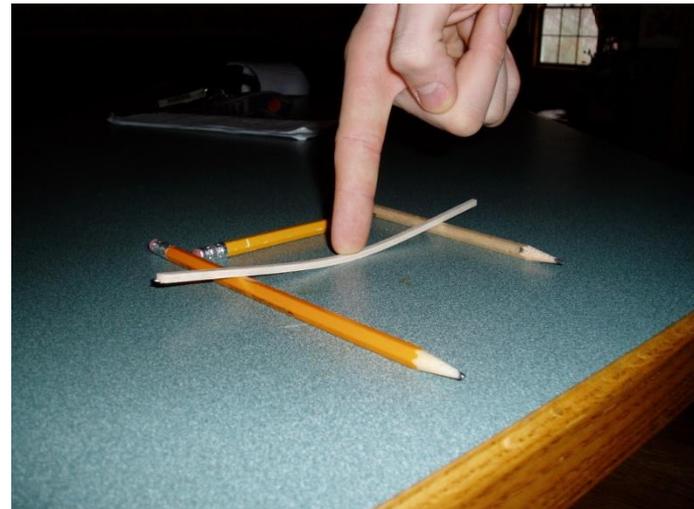
- Les chargements externes sont des forces appliquées à la poutre. Une charge appliquée usuellement à une poutre est un poids, comme par exemple un wagon. Les charges sont généralement appliquées à une zone de la poutre.





# Flexion et déflexion

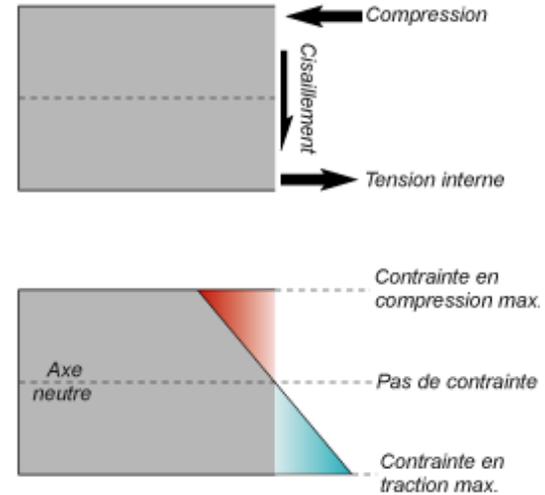
- La flexion est provoquée par une charge appliquée à une poutre. La charge fait fléchir la poutre et la déplace dans la direction de la charge. La déflexion est le déplacement de la poutre depuis sa position initiale. Plus grande est la charge, plus importante est la déflexion. La déflexion de "pire cas" survient quand la charge se trouve au centre de la poutre.





# Tension et compression

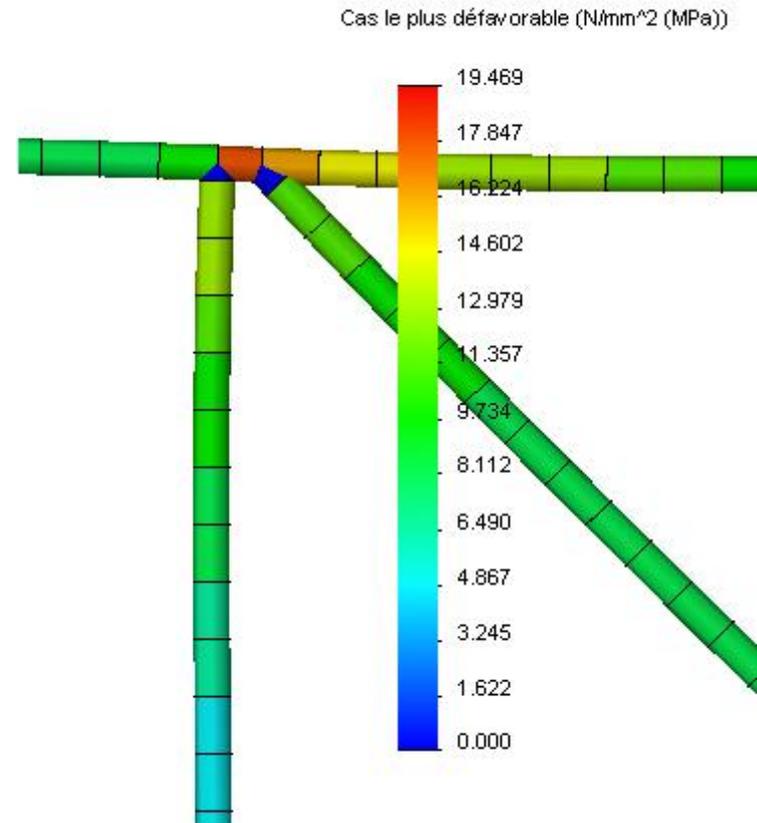
- Pendant la flexion de la poutre, celle-ci subit un certain nombre d'événements. La partie supérieure de la poutre (la face à laquelle la charge est appliquée) se *comprime* (ses extrémités se rapprochent) alors que la face opposée subit une *tension* (elle s'étire).





# Contrainte

- La contrainte mesure ce qui se produit à l'intérieur de la poutre lors de l'application de forces. Une contrainte est définie comme une force divisée par une surface. Les unités courantes sont les pascals (Pa), les mégapascals (Mpa) ou les livres par pouce carré (psi).
- La contrainte peut provoquer la rupture de la poutre en cas de charges importantes. L'analyse fournit des tableaux indiquant les zones de forte et faible contrainte.

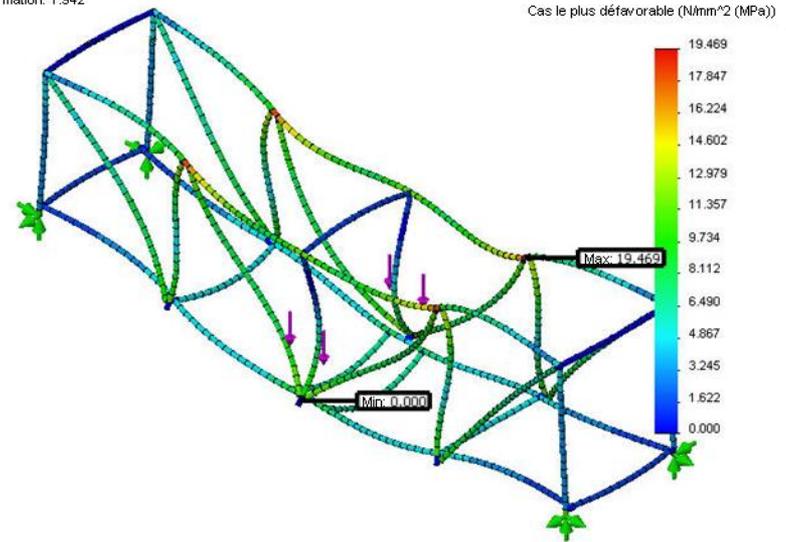




# Limite d'élasticité

- Combien la poutre peut-elle supporter avant de rompre? Nous utilisons la limite d'élasticité comme limite de résistance de la poutre en fonction des contraintes qu'elle subit.
- De fait, la limite d'élasticité mesure le point où une poutre fléchit et reste fléchie.
- Le matériau comme la section de la poutre contribuent à sa résistance.

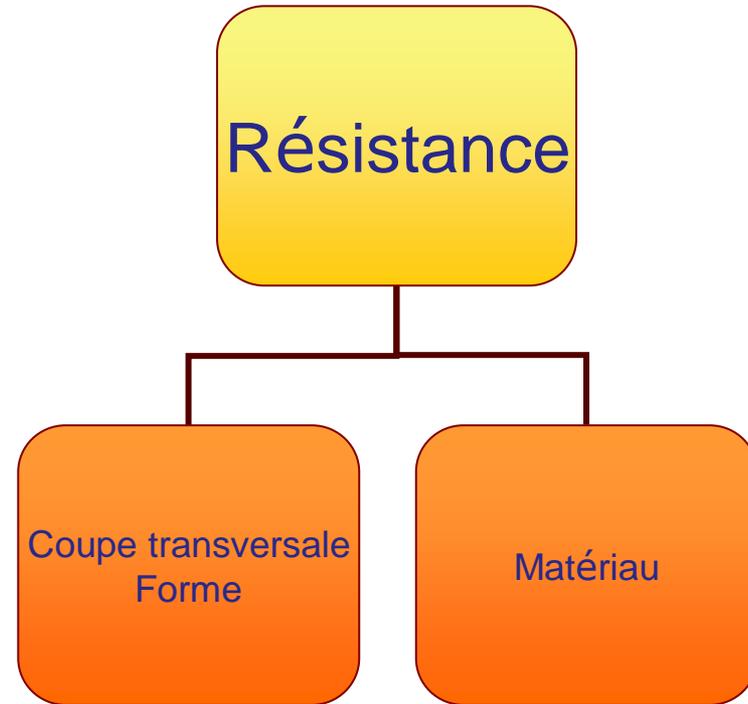
Nom du modèle: TRUSS\_5  
Nom de l'étude: Study 1  
Type de tracé: Contrainte cas le plus défavorable Contraintes1  
Echelle de déformation: 1.942





# Resistance des poutres

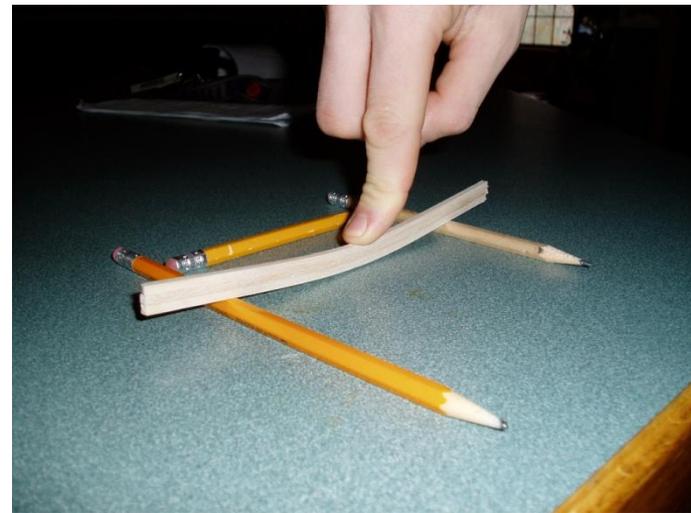
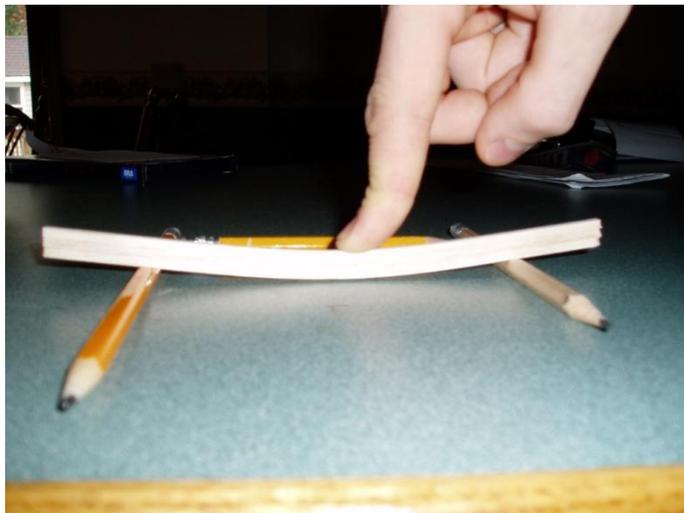
- La forme de la coupe transversale influence la résistance.
- L'utilisation d'un matériau plus résistant (l'acier plutôt que le bois) rend également la poutre plus résistante.





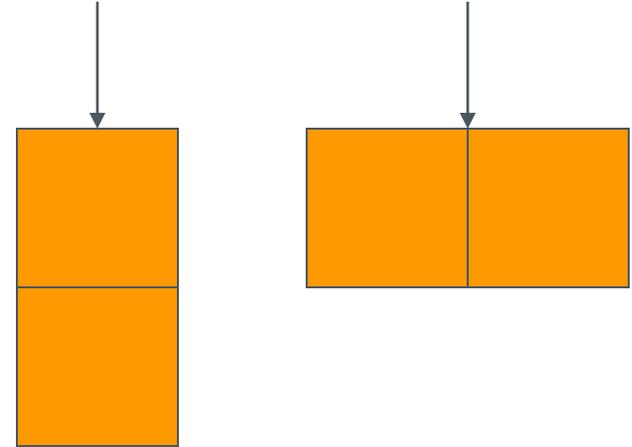
# Forme de la section transversale

- Le fait d'empiler deux ou trois poutres (comme dans l'illustration) rend la poutre plus résistante à la flexion ainsi qu'aux charges.



# Profondeur de coupe

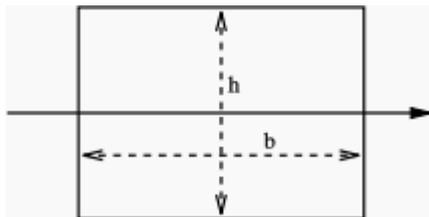
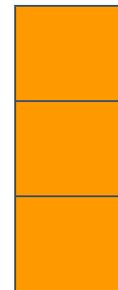
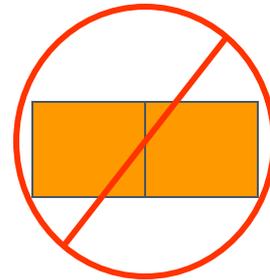
- Plus la section est profonde (à gauche), plus le matériau est résistant. Les sections plus larges (à droite) sont un peu plus résistantes, mais pas tellement.
- La raison pour laquelle les poutres plus profondes sont plus résistantes est le moment d'inertie de zone. Celui-ci est calculé à partir de la largeur ( $b$ ) et de la hauteur ( $h$ ) de la section.





# Moment d'inertie de zone

- Pour une section carrée dont les côtés mesurent 3,175 mm (0,3175 cm ou 1/8 po), le moment d'inertie de zone est:
- 1 section = 8,47 base
- 2 empilées = 67,75 8 fois plus résistante
- 2 côte à côte = 16,94 2 fois plus résistante
- 3 empilées = 228,64 27 fois plus résistante

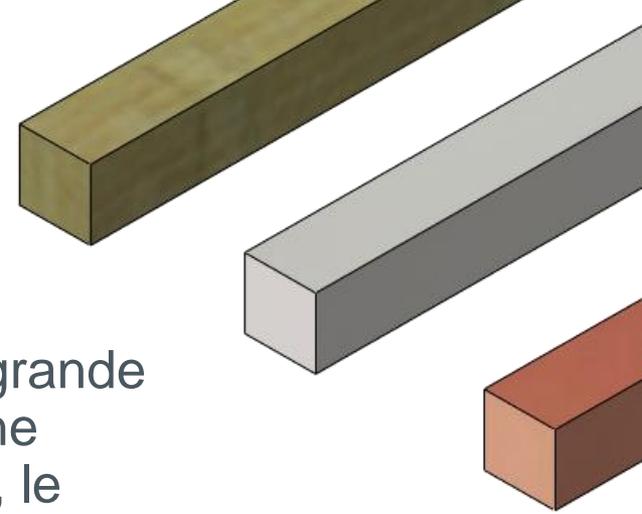


$$I_0 = \frac{bh^3}{12}$$



# Matériaux

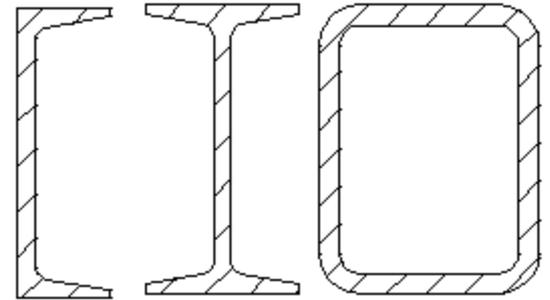
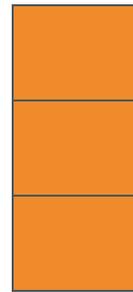
- Le matériau utilisé pour créer la poutre a une grande influence sur sa résistance. Bien qu'il existe une grande variété de bois et d'alliages de métaux, le métal est en règle générale plus résistant que le bois.
- Remarquez aussi que, à la différence des métaux, le bois présente un grain qui rend sa résistance variable selon les directions.





# Poutres d'acier

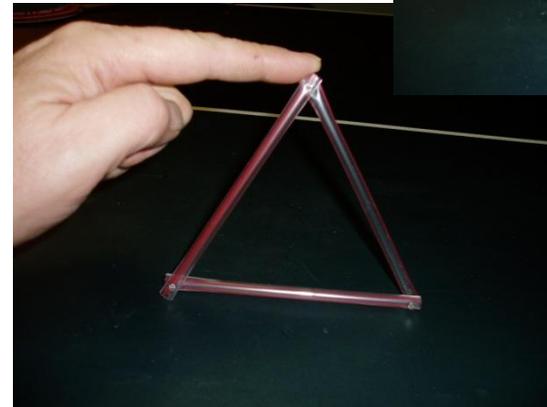
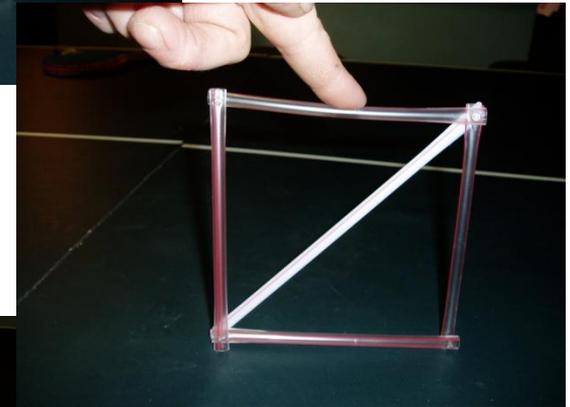
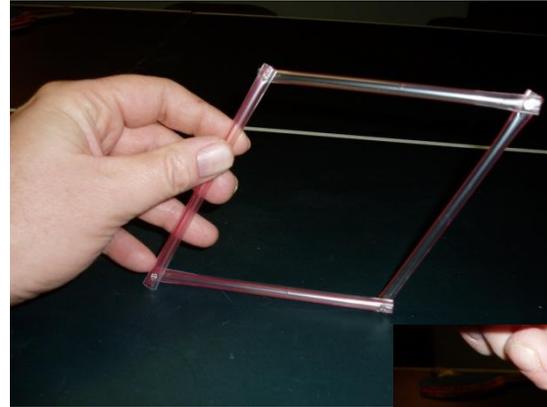
- La poutre plus profonde commence à ressembler aux poutres d'acier utilisées pour la construction de poutres à treillis, poutres de bâtiments, en U, en I ou en tube.





# Cadre d'entretoisage

- Les cadres d'entretoisage raidissent la structure en empêchant la rotation aux raccordements.
- L'utilisation de pailles fixées à leurs extrémités montre la différence qu'une entretoise peut faire.





# 3 - Utilisation du formulaire de flexion





# Formulaire de flexion

- Le formulaire de flexion sert à estimer le déplacement. Il permet de s'assurer que l'analyse correspond aux attentes.

Formulaire de flexion

Type de charge

Supporté aux deux extrémités, chargé au milieu

Type de calcul

Flèche  Contrainte

Entrée

Axe

axe local Y  axe local X

Unités

Pouces  Métrique

Flèche: 34.988747 mm

Module d'élasticité: 2999999232 Pa

Moment quadratique: 0.025405 cm<sup>4</sup>

Longueur: 400 mm

Force: 20 N

Décalage: 25.4 mm

Résultat...

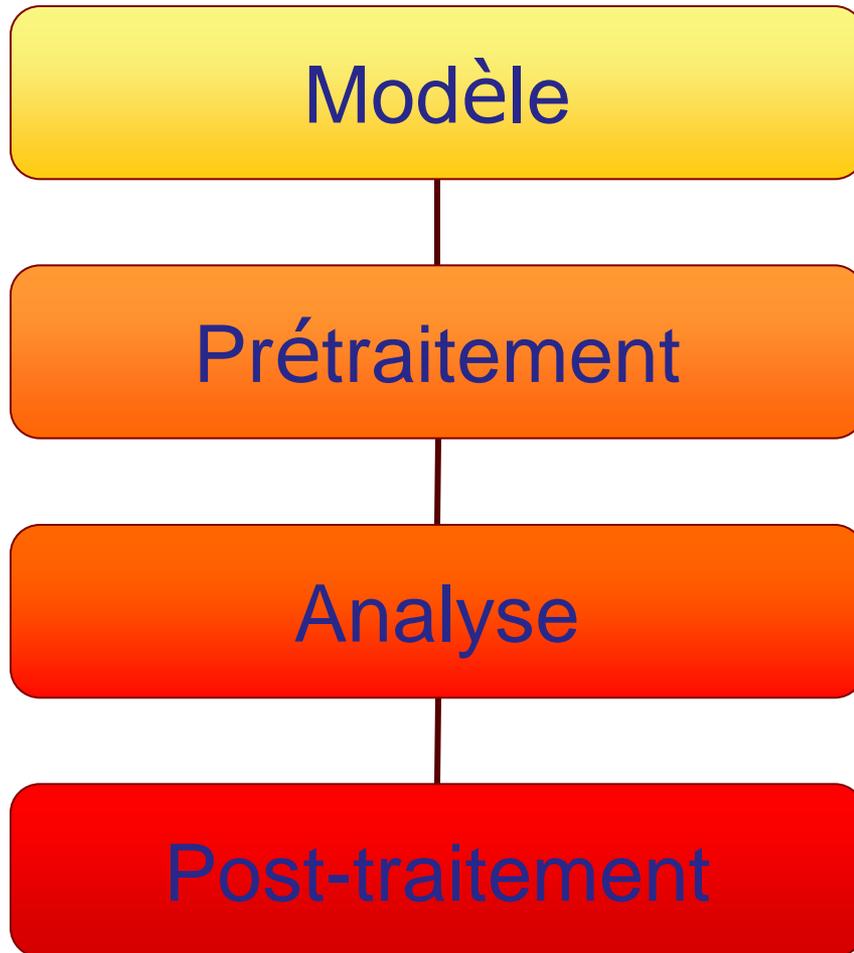
Poutres Terminé Aide



# 4 - Analyse de la structure



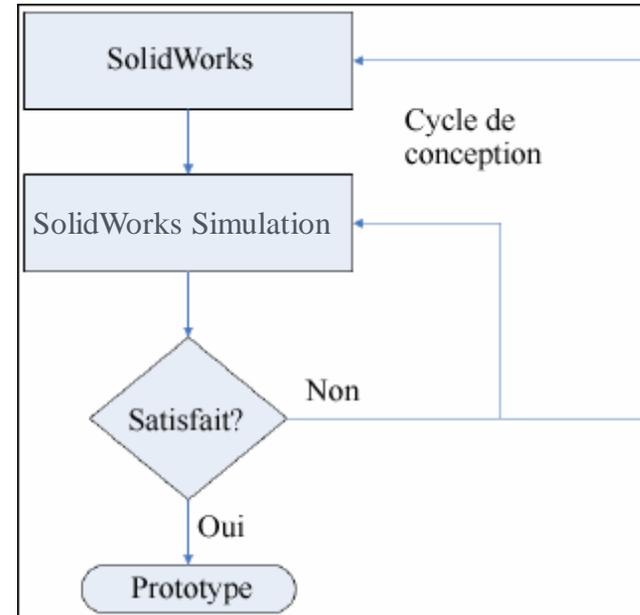
# Phases de l'analyse



- Une analyse structurelle comprend plusieurs étapes qui se déroulent dans un ordre donné.
  - Dans SolidWorks:
    - La géométrie est créée dans le modèle.
  - Dans SolidWorks SimulationXpress:
    - Un prétraitement est utilisé pour ajouter les matériaux, les déplacements imposés et les charges.
    - Pendant l'analyse, les informations saisies sont "exécutées" par le logiciel d'analyse.
    - Le post-traitement vous permet de visualiser les résultats.

# Cycle de conception

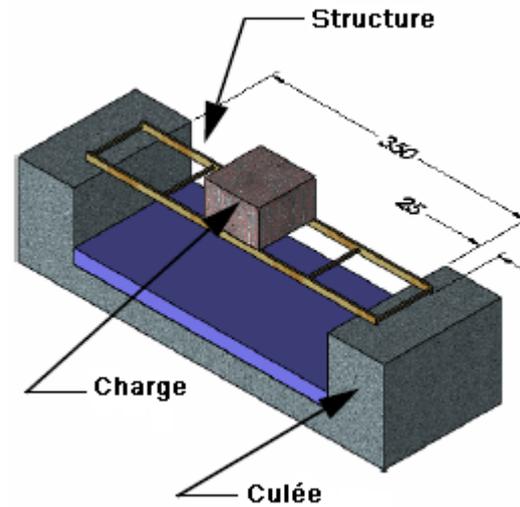
- Le cycle de conception exécute des "itérations" des modifications en retournant à la conception initiale pour modifier le modèle. Les modifications apportées changent les résultats de l'analyse.





# Déplacements imposés et chargements externes

- Les déplacements imposés empêchent des parties de la structure de se déplacer.
- Les chargements externes appliquent des forces à la structure.



# Matériau

- Le matériau sélectionné fournit des informations à l'analyse sous la forme de propriétés numériques.

Matériau

Propriétés | Tables & Courbes | Apparence | Hachures | Personnalisé | Données d'applic

Propriétés du matériau

Les matériaux de la bibliothèque par défaut ne peuvent pas être modifiés. Vous devez d'abord copier le matériau vers une bibliothèque personnalisée afin de le

Type de modèle: Linéaire élastique isotropique

Unités: SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)

Catégorie: Bois

Nom: Balsa

Critère de ruine par défaut: Inconnu

Description:

Source:

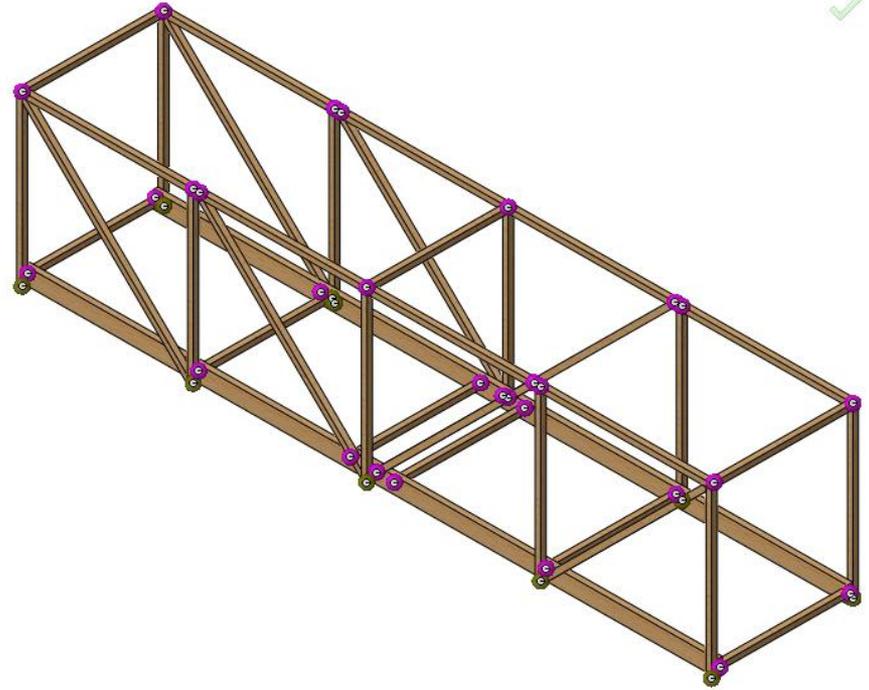
Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité suivant X	2999999232	N/m <sup>2</sup>
Coefficient de Poisson suivant XY	0.29	S.O.
Module de cisaillement suivant XY	299999910.5	N/m <sup>2</sup>
Masse volumique	159.99	kg/m <sup>3</sup>
Limite de traction suivant X		N/m <sup>2</sup>
Limite de compression suivant X		N/m <sup>2</sup>
Limite d'élasticité	19999972	N/m <sup>2</sup>
Coefficient de dilatation thermique suivant X		K
Conductivité thermique suivant X	0.05	W/(m·K)
Chaleur spécifique		J/(kg·K)
Rapport d'amortissement du matériau		S.O.

Appliquer Fermer Enregistrer Config... Aide



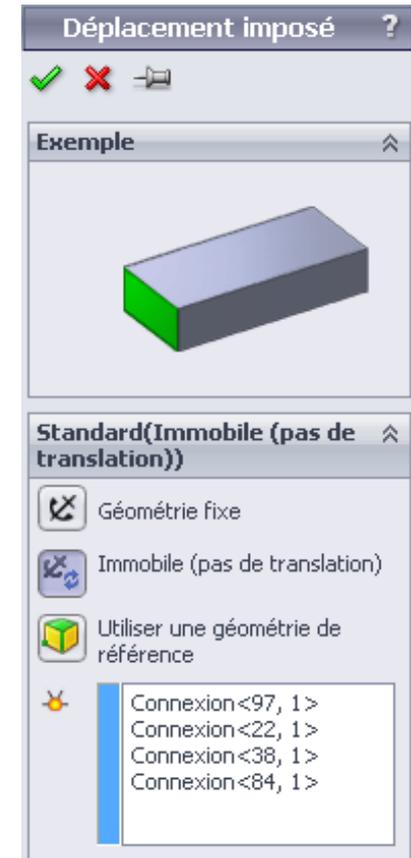
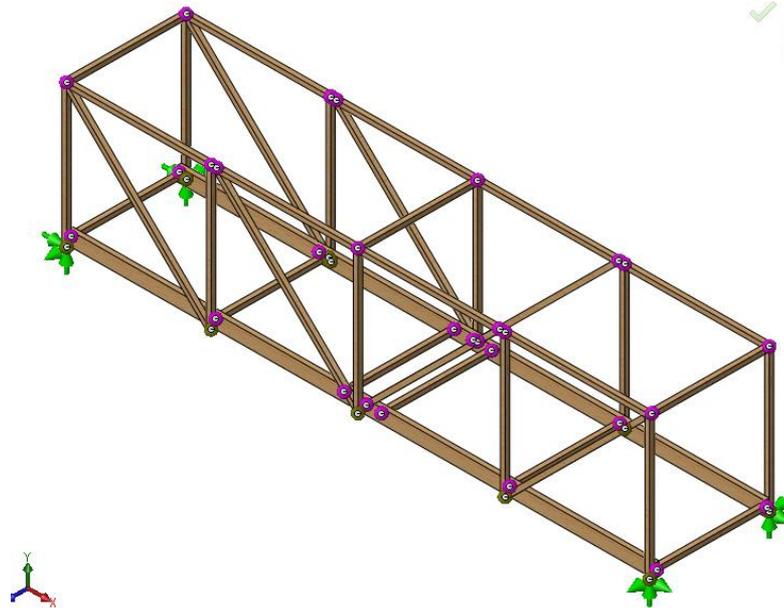
# Connexions

- Les connexions sont créées automatiquement aux intersections des lignes de construction.



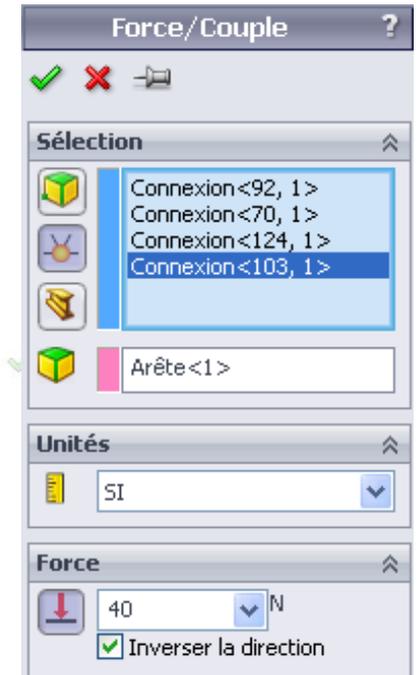
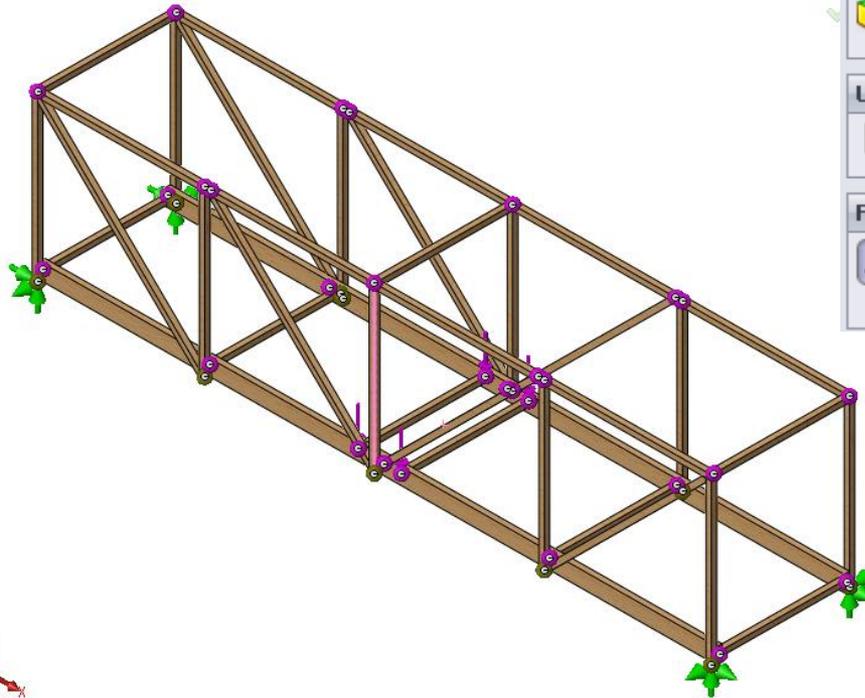
# Déplacements imposés

- Les déplacements imposés sont appliqués en sélectionnant des connexions du modèle.



# Charges

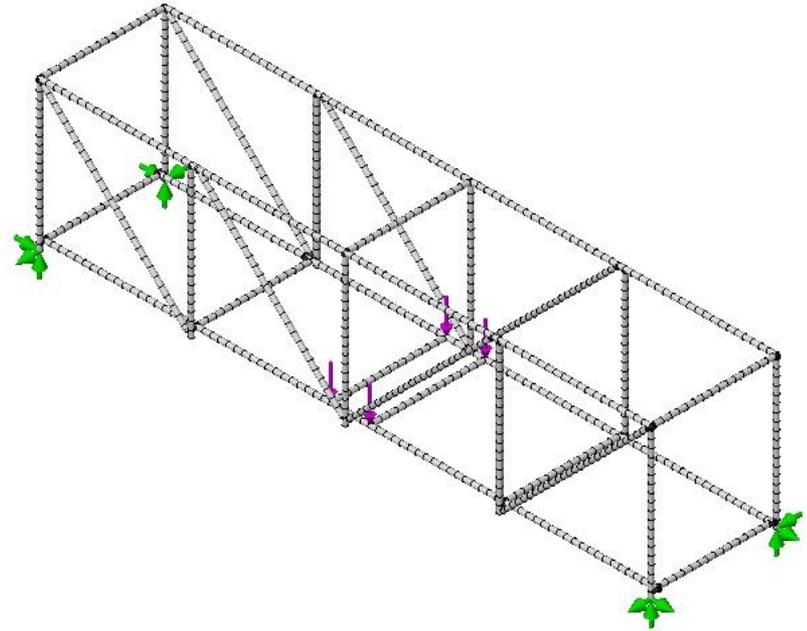
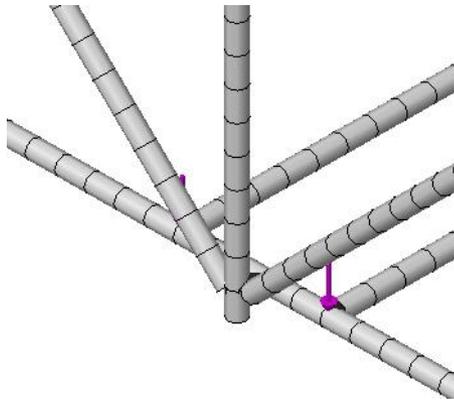
- Les chargements externes sont appliqués en sélectionnant des connexions du modèle.





# Mailler et exécuter

- Le maillage crée des éléments poutre et des nœuds qui représentent la forme du modèle.



© Dassault Systèmes | Confidential Information |





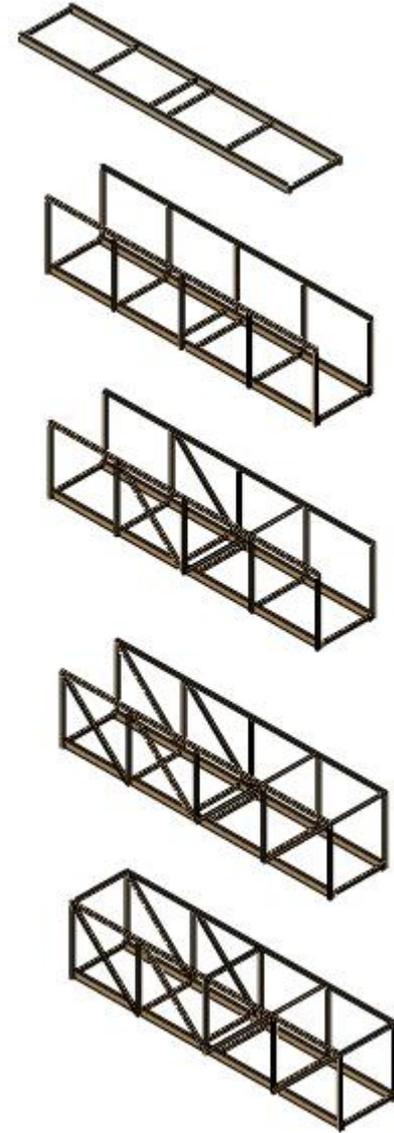
# 5 - Modifications des conceptions





# Changements

- En utilisant différents modèles, suivez les modifications apportées au modèle et celles de la capacité de la structure.





# 6 - Utilisation d'un assemblage





# Détection de collision

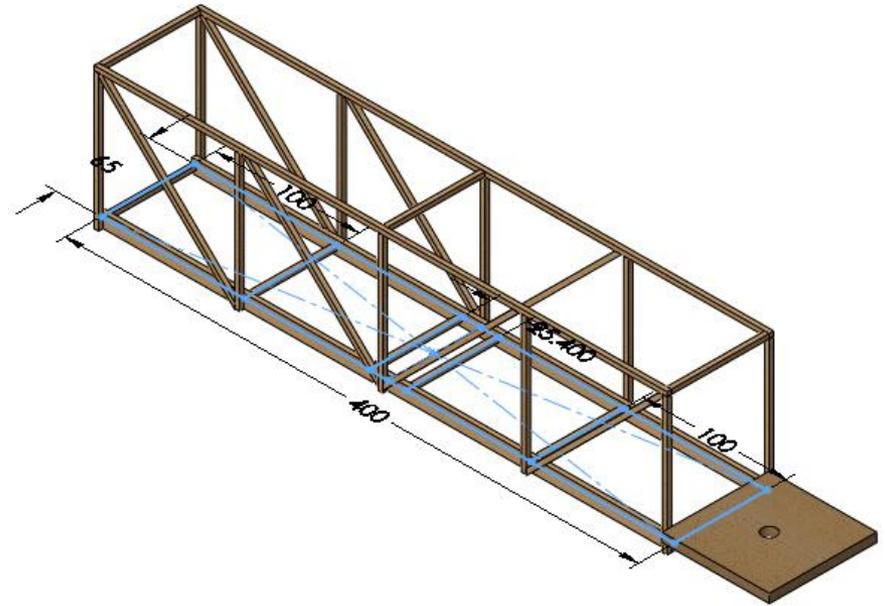
- Dans un assemblage, il est possible de vérifier les composants pour détecter les collisions ou les interférences.





# Modifier les cotes

- Les cotes définissant la forme du modèle peuvent également servir à modifier sa taille.



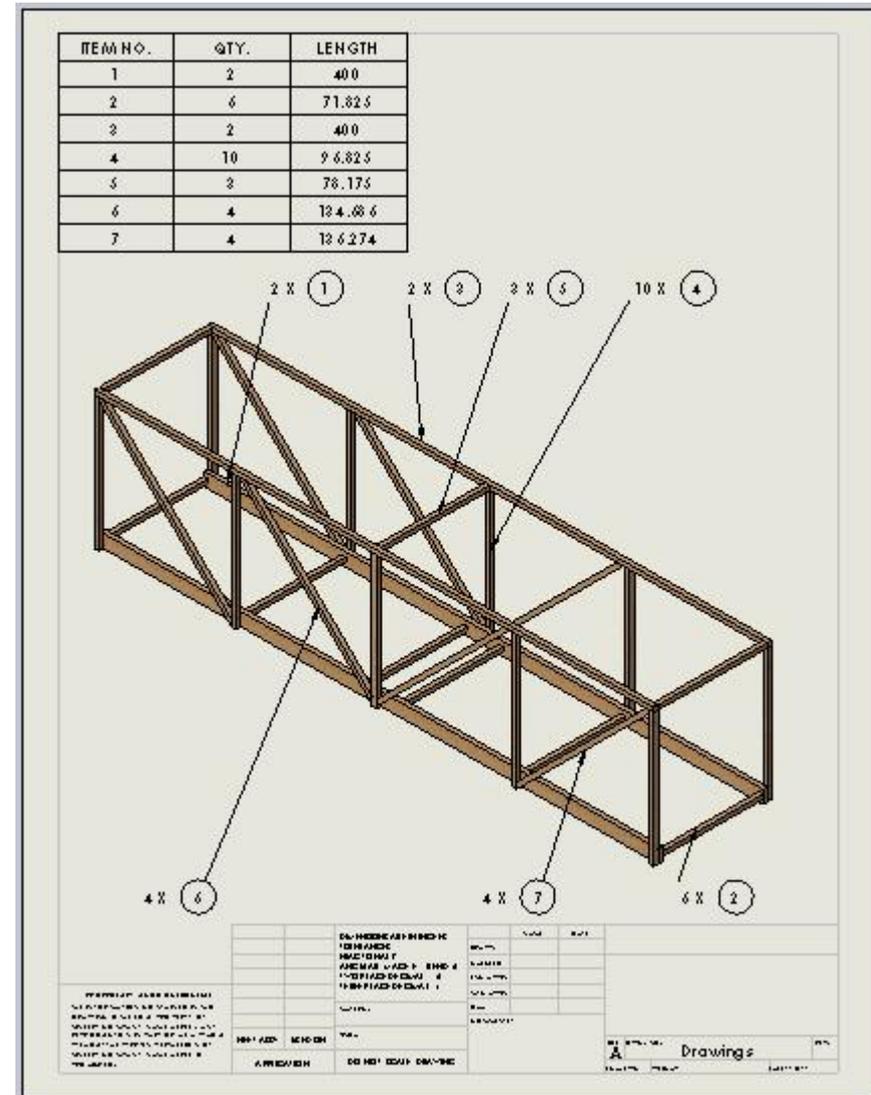


# 7 - Création de mises en plan de la structure



# Mises en plan

- La mise en plan comprend une vue du modèle, une liste des pièces soudées et des bulles.



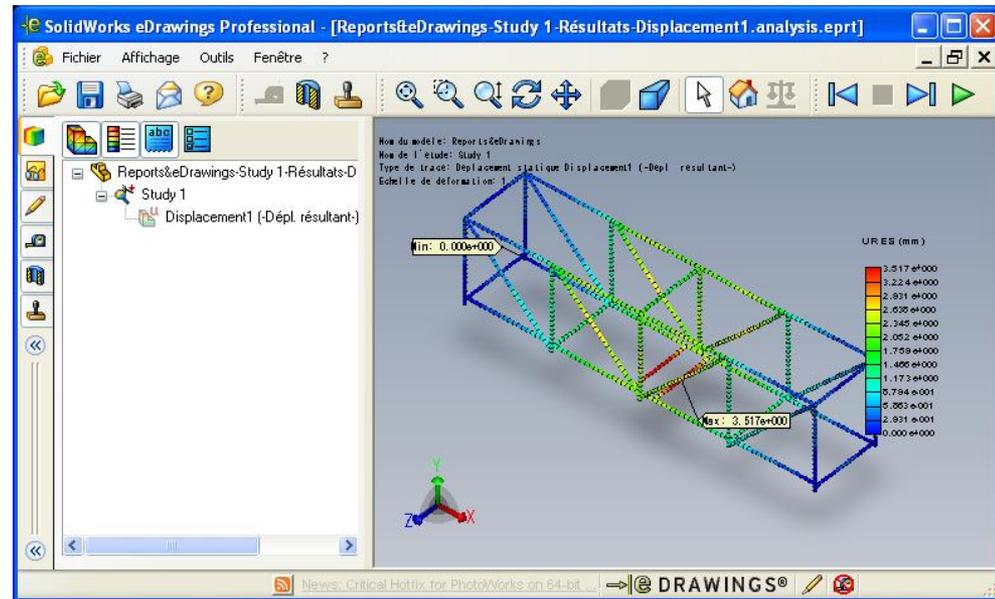


# 8 - Rapports et eDrawings



# eDrawings

- Des rapports HTML (format Web) peuvent être générés à partir des informations fournies par l'outil de post-traitement.
- Il est possible d'utiliser un eDrawing pour envoyer des informations à d'autres utilisateurs.





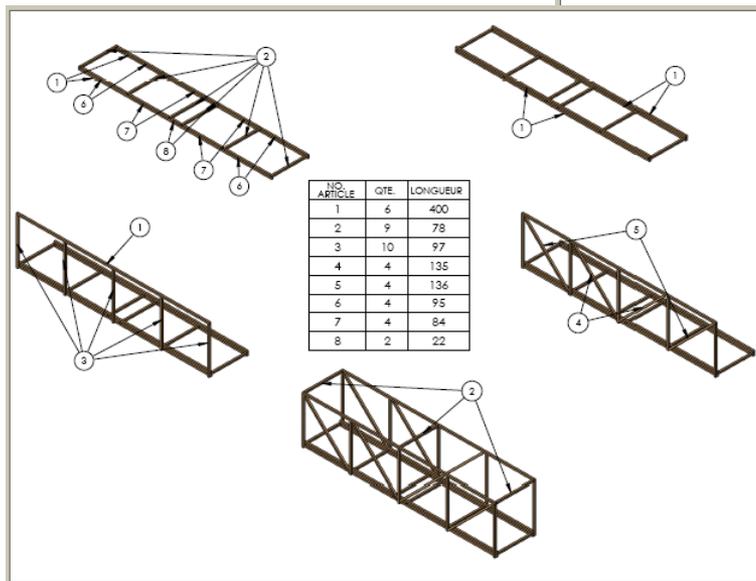
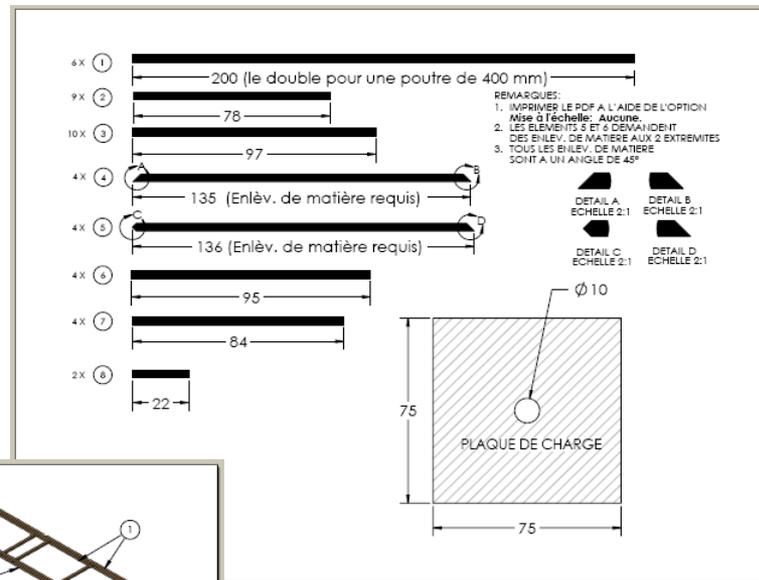
# 9 - Construction et essai de la structure





# Aides pour la construction

- Les fichiers PDF *Measuring Chart* (Tableau de mesures) et *Construction Guide* (Guide de construction) peuvent être utilisés pour faciliter la construction.





# Construction de la structure

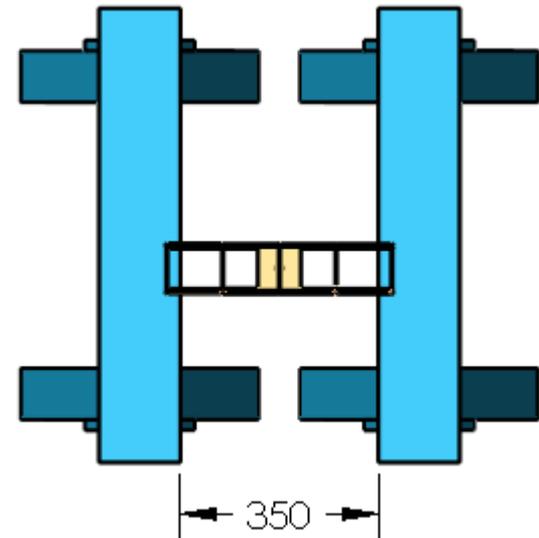
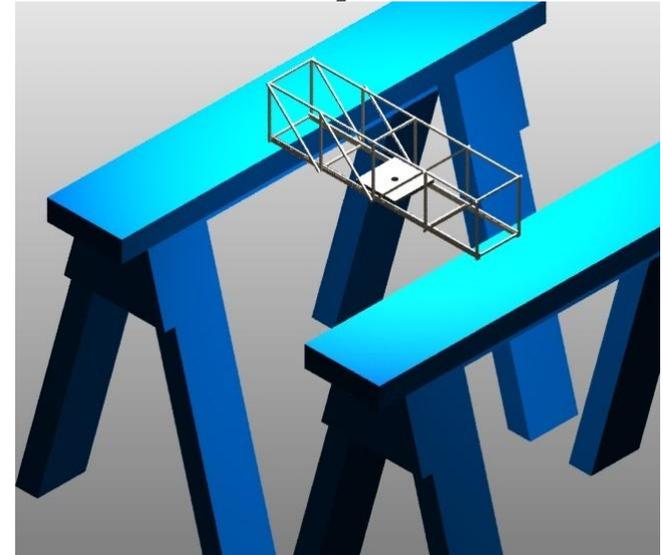
- Distribuez des bâtons de balsa de 1/8" x 1/8" x 24", de la colle et des instruments de découpage.
- Coupez, collez et assemblez la structure en suivant les instructions.





# Essai de la structure (installation)

1. Installez des chevalets ou des tables pour représenter la travée de 350 mm.
2. Placez le pont et la plaque de charge entre les chevalets ou les tables.
3. Veillez à porter une protection pour les yeux!



© Dassault Systèmes | Confidential Information |





# Essai de la structure (poids de test)

4. Utilisez un sac à cordonnnet ou un seau auquel vous avez attaché un fil de fer.
5. Insérez le cordonnet ou le fil de fer dans un trou dans la plaque de charge et fixez-le.
6. Chargez le sac ou le seau avec des objets lestés jusqu'à ce que la rupture se produise.

