

Compte Rendu : Outils numériques

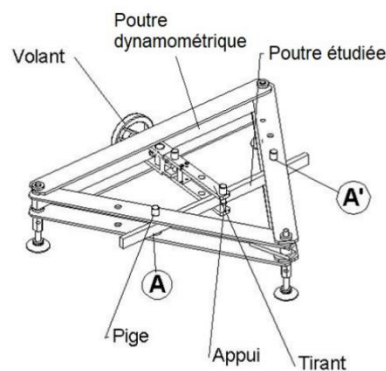
Boris Baudel – ENS Rennes- 08/11/2022

Utilisation de simulation RDM - Simulation éléments finis

Introduction :

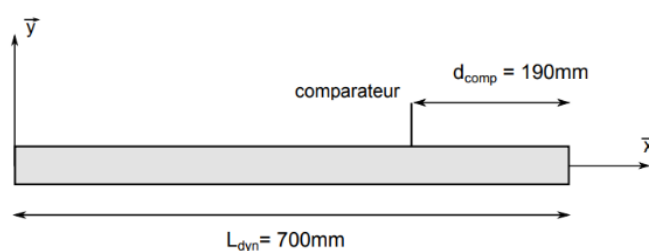
Le TP consiste à s'initier à la modélisation mécanique sur les logiciels SolidWorks, RDM le mans et Ossatures. Plus précisément, il s'agit d'étudier plusieurs modélisations de treillis avec des matériaux et dimensions et caractéristiques distinctes. Pour cela, nous étudions préalablement un modèle d'une poutre simple, puis, nous allons complexifier les modélisations des treillis sur SolidWorks.

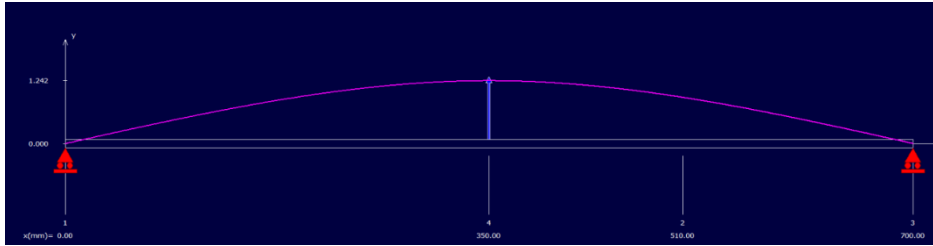
Nous allons aussi étudier les écarts entre les différents modèles sur les logiciels pour en expliquer les causes. Par ailleurs, nous vérifierons si la contrainte d'une flèche maximale de 1 mm est respectée. L'étude a aussi pour but de modéliser la faisabilité du banc d'essai deltalab. Il permet de faire le lien entre l'effort exercé et la flèche.



Question 1 :

La poutre dynamométrique en acier de la figure montre ses dimensions. Ainsi, nous devons, à l'aide du comparateur, vérifier son bon positionnement. Pour modéliser notre poutre, nous allons, dans un premier temps, créer les deux appuis simples aux extrémités et situer un nœud à 510 mm, l'endroit où l'on va mesurer la flèche.

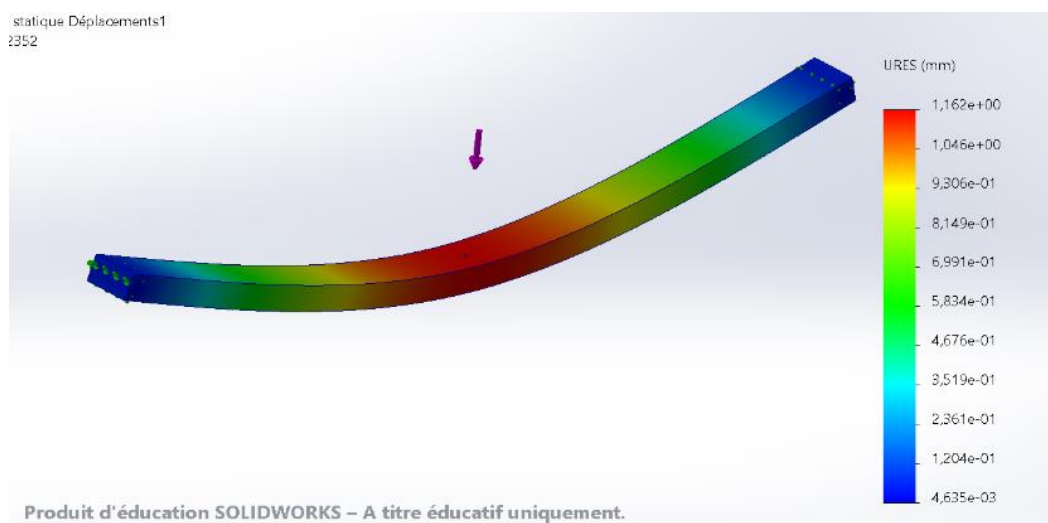
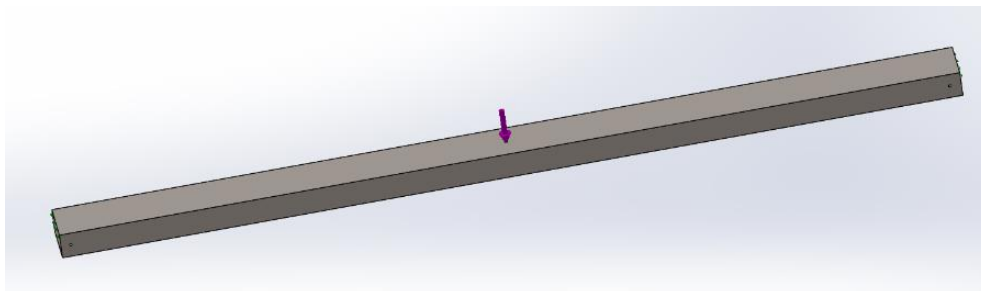




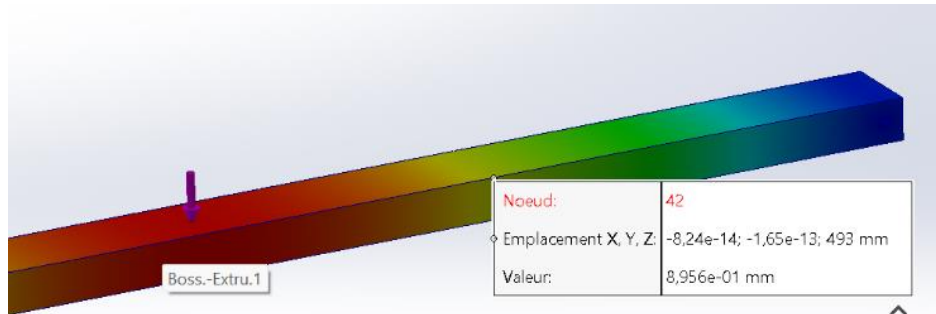
Par la suite, nous appliquons l'effort de 1000N aux milieux de la poutre pour modéliser sa déformée. Ainsi, nous mesurons la flèche à cet emplacement et on obtient la valeur de 0,91 mm. La valeur attendue est de 1 mm. L'écart entre le modèle et le réel est de 0,09 mm. L'écart relatif est donc de 9 % en comparaison à la valeur que l'on souhaitait obtenir.

Question 2 :

Après le modèle effectué sur le logiciel RDM le mans. Nous allons passer sur un logiciel plus précis qu'est SolidWorks. Nous allons ainsi créer une poutre en acier définie de 20.2 mm selon y et 39.9 mm suivant z. De même, pour définir les appuis ainsi que l'effort, il est nécessaire de réaliser un trou pour la liaison pivot et pour placer l'effort de 1 000 N sur l'axe selon la direction y.



Après ceci, nous allons faire la simulation « statique » dans le logiciel Solidworks. Nous obtenons, dans le nœud 42, une flèche de 0,8956 mm. En comparant vis à vis de la valeur souhaitée de 1 mm, l'écart de 0,1044 mm. Il y a un écart relatif de 10 %.



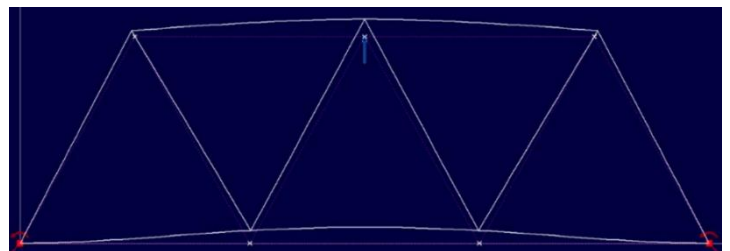
Question 3 :

Pour la simulation que nous venons d'effectuer, nous aurions pu utiliser la contrainte de symétrie sur le système. En effet, la pièce étant symétrique, on aurait pu faire la simulation sur la moitié de la pièce et économiser en temps de calcul et gagner en simplicité. C'est, en particulier, plus utile pour les systèmes plus complexes à étudier.

II Modélisation des Treillis

Treillis I :

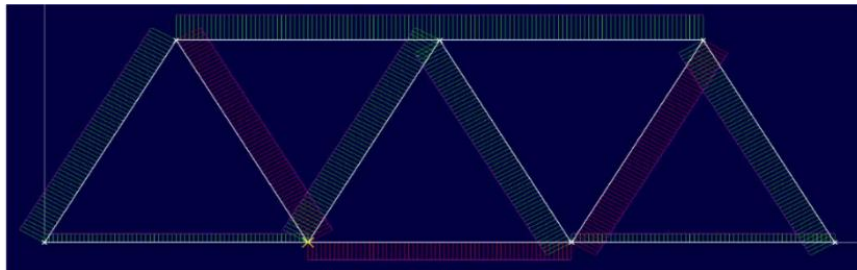
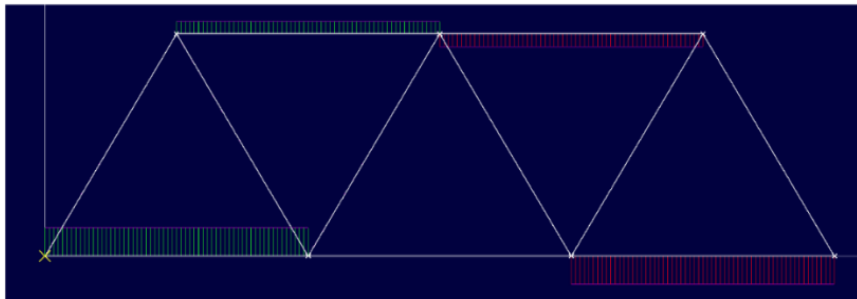
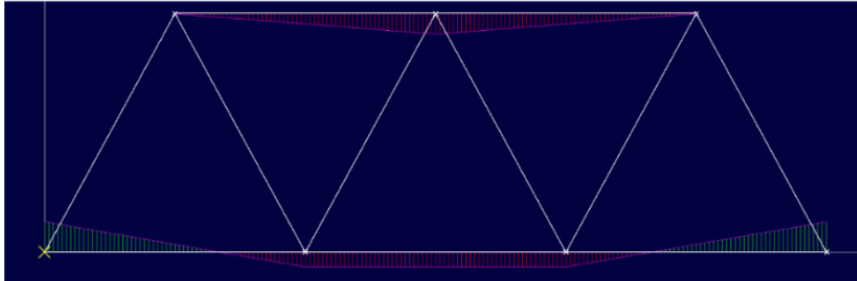
Voici le treillis n°1 :



Le premier treillis est caractérisé par une longueur L de 400 mm et une hauteur h de 115,5 mm. Nous utilisons alors la logicielle ossature et nous plaçons les différents nœuds sur le logiciel ainsi qu'un effort au centre de 1000 N. Concernant les dimensions de la poutre elles sont de 10 mm et 1,9 mm pour les deux sections. La modélisation est d'abord bi-articulée puis le matériau utilisé est un alliage d'aluminium.

On peut relever donc à partir du logiciel la flèche de 0,29 mm au centre du treillis pour le modèle des poutres biarticulé et en Alliages d'aluminium. Une critique que je peux effectuer sur la

modélisation concerne la bibliothèque du logiciel Ossatures qui proposait uniquement le matériau aluminium. J'utilise donc un aluminium plutôt qu'un alliage d'aluminium d'un point de vue mécanique. (Les propriétés mécaniques sont très similaires.) Par ailleurs, on peut aussi relever le moment fléchissant, l'effort tranchant ainsi que l'effort normal dans le treillis à l'aide de l'outil calcul statique.



Treillis II :

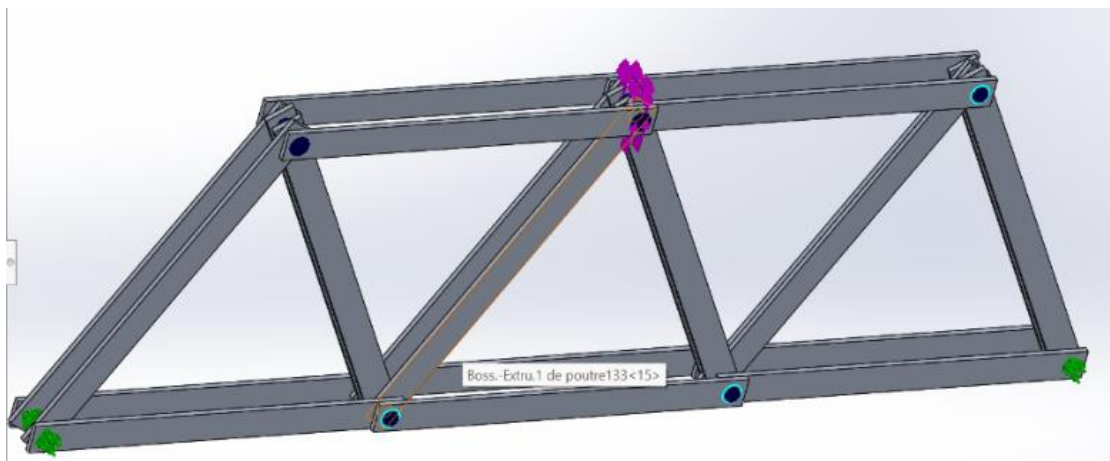
Voici le treillis n°2 :



Dans le deuxième treillis, la modélisation de la liaison entre les poutres n'est pas la même. En effet, dans ce deuxième treillis, les liaisons sont donc des liaisons pivots. Les dimensions utilisées et le matériau sont le même.

En changeant la modélisation par des liaisons pivots, on relève une flèche de 0,0967 mm aux points où s'exerce l'effort. On remarque alors que la flèche est trois fois supérieure à l'ancienne, la modélisation des liaisons entre les poutres est donc un élément très important à déterminer pour s'approcher un maximum de la valeur réelle. Pour donner suite à cela, nous allons modéliser le même treillis 2, mais sur le logiciel SolidWorks. Pour cela, nous devons faire un assemblage sur le logiciel à partir d'une pièce élémentaire à concevoir.

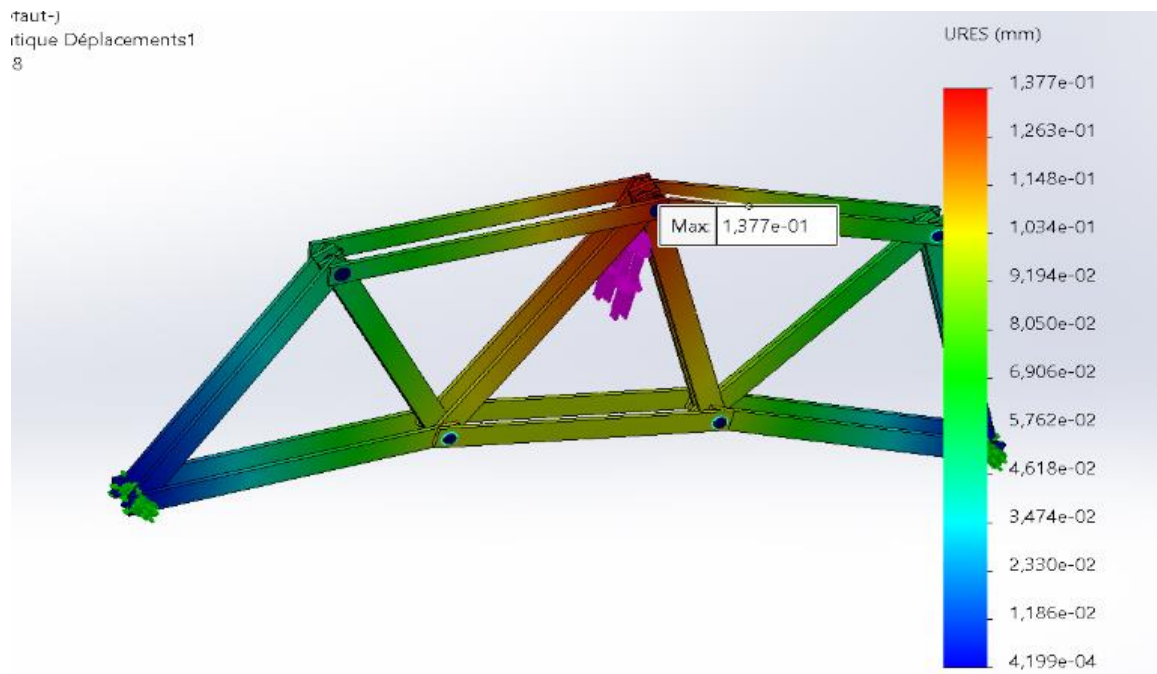
On ajoute successivement les pièces et on ajoute des liaisons pivots entre les différents axes. Une astuce très importante pour se faciliter la tâche consiste à effectuer une symétrie du treillis et à assembler ainsi les deux parties. Pour réaliser la liaison pivot, il faut effectuer une contrainte de coïncidence entre les deux axes qui définissent la liaison pivot. Puis, lorsque l'on va sur l'étude statique, il faut définir ainsi les pivots entre les pièces et les liaisons pivot avec le bâti (vert).



On place l'effort et on définit le même matériau avec les mêmes propriétés que sur le logiciel Ossatures. Dans mon cas, j'ai choisi un Aluminium sur le logiciel SolidWorks le plus proche de l'Aluminium d'Ossatures. Voici les propriétés de celui-ci .

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	6.9e+10	N/m ²
Coefficient de Poisson	0.33	S.O.
Module de cisaillement	2.7e+10	N/m ²
Masse volumique	2700	kg/m ³
Limite de traction	68935600	N/m ²
Limite de compression		N/m ²
Limite d'élasticité	27574200	N/m ²
Coefficient de dilatation thermique	2.4e-05	/K
Conductivité thermique	200	W/(m.K)
Chaleur spécifique	900	J/(kg.K)
Rapport d'amortissement du matériau		S.O.

On effectue la simulation numérique à l'aide la méthode des éléments finis qui est proposée par SolidWorks visible sur la figure ci-dessous. On peut ainsi remarquer une flèche de 0,1377 mm. On constate qu'il y a un écart de 0,0403 mm entre le calcul sur ossatures et celui de Solidworks. On peut traduire la différence par la plus grande précision de la simulation SolidWorks.



Treillis III :

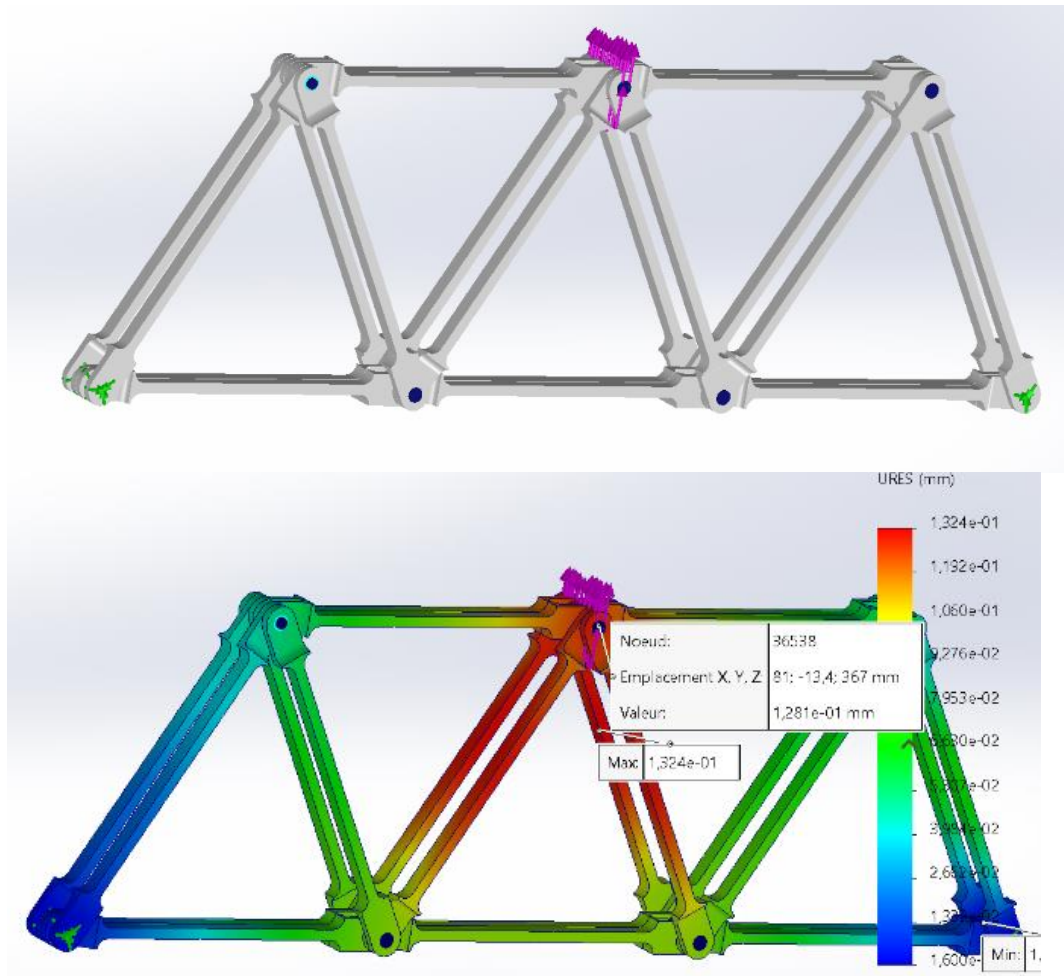
Voici le treillis n°3 :



Le troisième treillis possède le même matériau et les mêmes liaisons que le treillis 2, mais il a des dimensions différentes de celui-ci. En effet, le treillis a 4 mm en plan et 12 en épaisseur. Sur le logiciel Ossatures, on a obtenu, avec cette nouvelle géométrie une flèche de 0,135 mm. On a par la suite un écart de 0,05 mm entre le déplacement maximal du treillis 2 et 3.

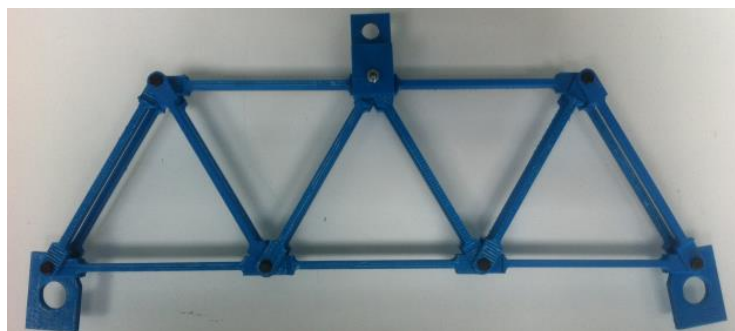
En faisant une modélisation SolidWorks, on effectue l'assemblage des pièces avec les mêmes méthodes pour la symétrie et pour les pivots pour ainsi effectuer le treillis. On obtient un

déplacement maximal de 0,1324 mm. Il y a donc un écart de 0,003 mm entre SolidWorks et Ossatures.



Treillis IV :

Voici le treillis n°4 :

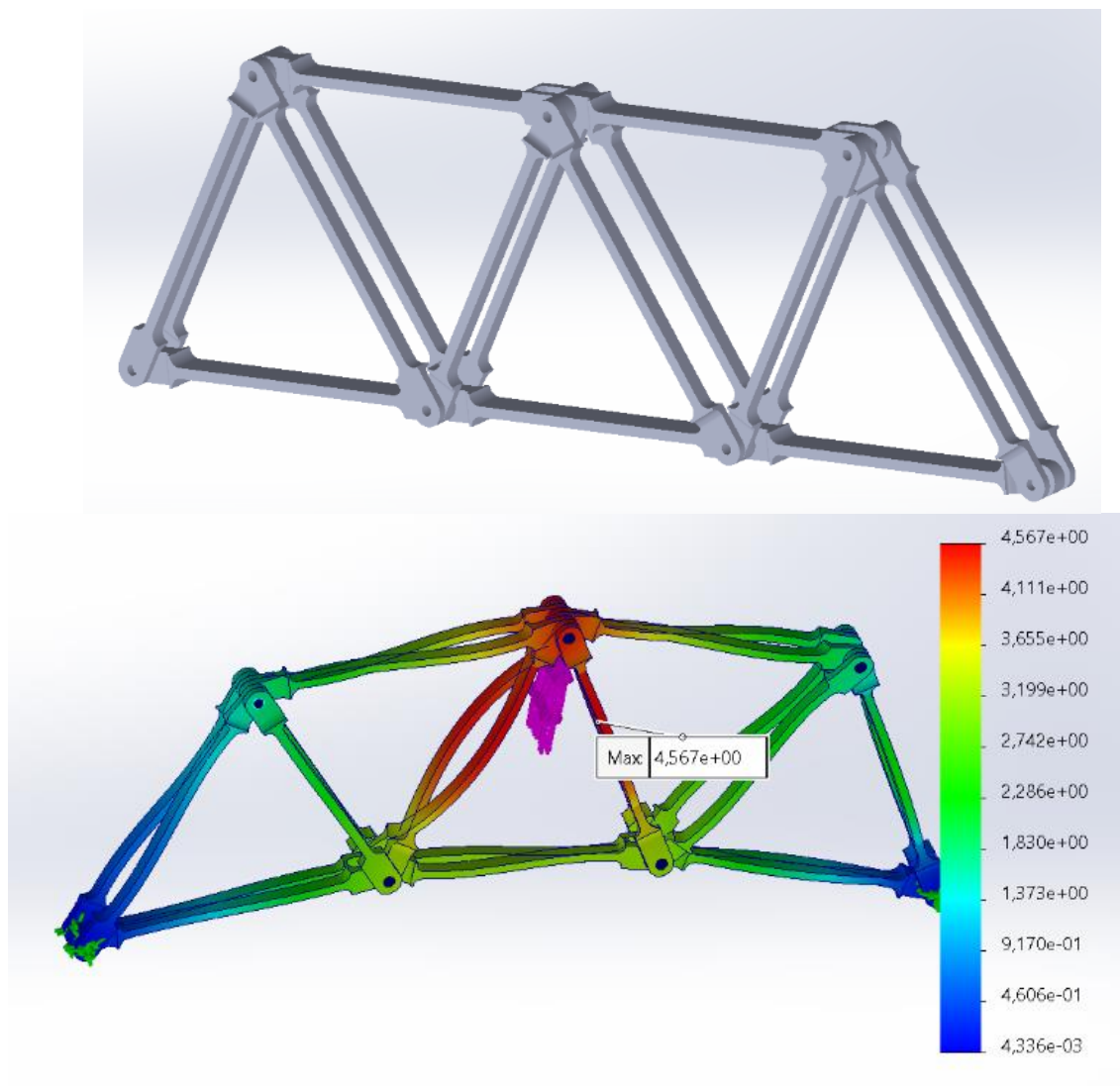


Pour le dernier treillis, il possède les mêmes caractéristiques que le treillis 3 à la différence que celui-ci est en ABS, les caractéristiques mécaniques changent donc sur le logiciel Ossatures et

SolidWorks, j'ai donc décidé de considérer les caractéristiques suivantes de l'ABS dans la documentation SolidWorks.

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	2000000000	N/m ²
Coefficient de Poisson	0.394	S.O.
Module de cisaillement	318900000	N/m ²
Masse volumique	1020	kg/m ³
Limite de traction	30000000	N/m ²
Limite de compression		N/m ²
Limite d'élasticité		N/m ²
Coefficient de dilatation thermique		/K
Conductivité thermique	0.2256	W/(m·K)
Chaleur spécifique	1386	J/(kg·K)

Ainsi, sur le logiciel Ossatures, on obtient un déplacement maximal de 4,7 mm. Un déplacement qui est remarquablement élevé par rapport aux autres résultats relevés précédemment. Sur SolidWorks, on obtient un déplacement maximal de 4,57 mm. Il y a ainsi un très grand écart de 0,13 mm. Celui-ci peut être expliqué notamment par le caractère tridimensionnel de SolidWorks qu'Ossatures ne prend pas en compte.



Conclusion :

Nous pouvons en conséquence dresser le tableau suivant qui résume les différents résultats pour les quatre treillis ainsi que les caractéristiques des différents modèles. Ces différences peuvent s'expliquer, car RDM Le Mans se base sur la théorie des poutres et est en deux dimensions alors que SolidWorks fonctionne avec la théorie des éléments finis en trois dimensions.

	Déplacement Max	Dimension	Matériaux	Écarts
Treillis 1 Ossatures (bi articulé)	0,29 mm	10*3,8mm ²	Alliage d'aluminium	
Treillis 2 Ossatures	0,0967 mm	10*3,8mm ²	Alliage d'aluminium	0,0403 mm
Treillis 2 Solid	0,1377 mm	10*3,8mm ²	Alliage d'aluminium	
Treillis 3 Ossatures	0,135 mm	4*12 mm ²	Alliage d'aluminium	0,003mm
Treillis 3 Solid	0,1324 mm	4*12 mm ²	Alliage d'aluminium	
Treillis 4 Ossatures	4,7 mm.	4*12 mm ²	ABS	0,13 mm
Treillis 4 Solid	4,57 mm	4*12 mm ²	ABS	

En définitive, ce Tp m'a permis de me familiariser avec le logiciel RDM le mans ainsi qu'avec le modèle simulation de l'outil SolidWorks. La partie assemblage ainsi que la partie sur la simulation des éléments finies ont été très intéressantes et enrichissantes.