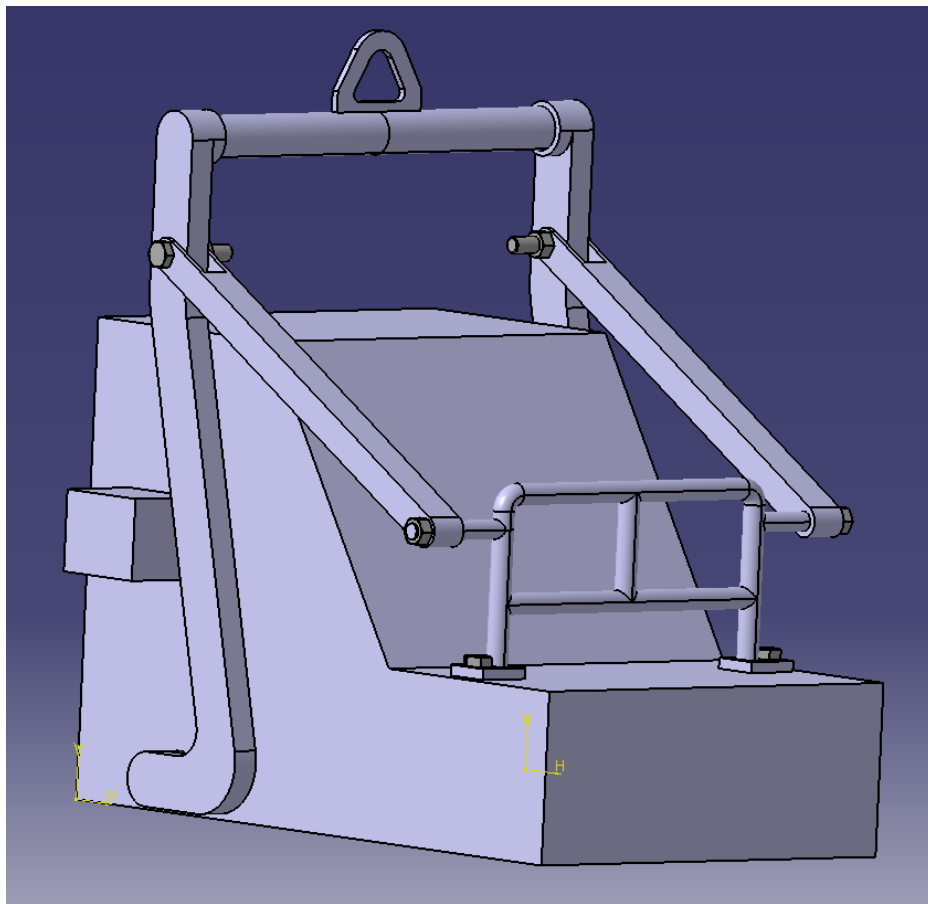


Situation d'Apprentissage et d'Evaluation 2.5 :

Conception et dimensionnement d'une pièce de sécurité



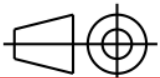
Sommaire :

- Etude des efforts supportés par le palonnier
 - Charge Maximale d'Utilisation
 - Charge Maximale Admissible
 - Détermination des efforts aux points A,D,C,D,E
- Modélisation simple et calculatoire du bras
- Résultats de l'essai de traction
- Conception
- Validation de la conception
- Conclusion et points d'amélioration

I- Etude des efforts supportés par le palonnier

Avant d'entamer le sujet, il est nécessaire de rappeler les données avec lesquelles nous allons travailler.

Selon le dessin d'encombrement du groupe moto pompe, celui-ci pèse 1732kg.

DESIGNED BY:		<h1>Groupe Moto Pompe</h1>	
DATE:			
CHECKED BY:			
DATE:			
SIZE		IUT de Troyes GMP	
A3			
SCALE	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER	SHEET
1 : 10	1 732 kg	XXX	1 / 1
<small>This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.</small>			

Notre CMU dépend donc de cette valeur.

1. Charge Maximale d'Utilisation (CMU)

CMU = $m \times g$ avec :

- $m = 1732\text{kg}$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Donc CMU = 17 320N.

2. Charge Maximale Admissible (CMA)

CMA = $2 \times \text{CMU}$

Donc CMA = 34 640N

La masse maximale admissible par le palonnier est d'environ 3464kg.

3. Détermination des efforts aux points A,B,C,D et E

Pour plus de détails, se référer à l'annexe. Nous allons nous contenter d'inscrire les efforts ici.

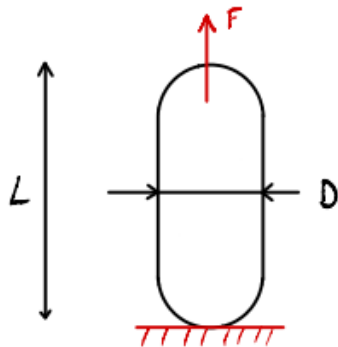
Pour les points (les normes sont en Newton) :

- A : $Y_a = 24\,639\vec{y}$
- B : $Y_b = 10\,001\vec{y}$
- C : $Y_c = 10\,001\vec{y}$

- $D : Y_d = 10\,001 \vec{y}$
- $E : Y_e = 36640 \vec{y}$
- $P = -36640 \vec{y}$

II- Modélisation simple et calculatoire du bras

Modélisation du bras :



Pour ceci, nous allons modéliser le bras comme une poutre de diamètre D et de longueur L .

Celle-ci sera encastree d'un cote et subira une force de traction de l'autre. La gravite est recuperee ailleurs dans l'assemblage, nous allons donc la negliger dans cette modelisation.

Ainsi, dans cette modelisation, on trouve :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Ici : $\sigma = \frac{4F}{\pi D^2}$

Pour valider cette modelisation, il est necessaire que :

$$\sigma \leq \frac{\sigma_e}{k} \quad \text{avec } k=2 \text{ pour ce sujet.}$$

σ_e sera quant à lui determine experimentalement.

$$\text{D'où } \frac{4F}{\pi D^2} \leq \frac{\sigma_e}{2}$$

Application numerique :

- $F = 24639 \text{ N}$ (point A)
- $D = 20 \text{ mm}$

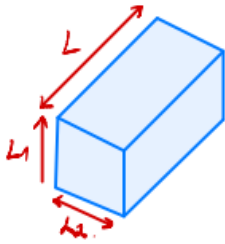
σ_e a été determine experimentalement par essai de traction :

$$\sigma_e = 275 \text{ MPa.}$$

Ainsi, on trouve : $78,4 \leq 137,5$.

Bien entendu, plus le diamètre augmente et mieux c'est, de plus nous avons modelise avec un cylindre.

Pour une poutre un peu plus réaliste à notre problème, nous allons modéliser un parallélépipède :



Ici, $S = L_1 \times L_2$.

Pour l'exemple, nous prendrons $L_1 = 5 \text{ mm}$
 $L_2 = 60 \text{ mm}$.

On cherche : $\frac{F}{S} \leq 137,5$.

$$\Rightarrow \frac{24\,639}{5 \times 60} = 82,13 < 137,5.$$

Cette modélisation est validée.

Bien évidemment, une simulation ou un cas de figure bien réel seront différents d'ici.
La modélisation peut cependant nous donner quelques indications sur les dimensions de notre bras.

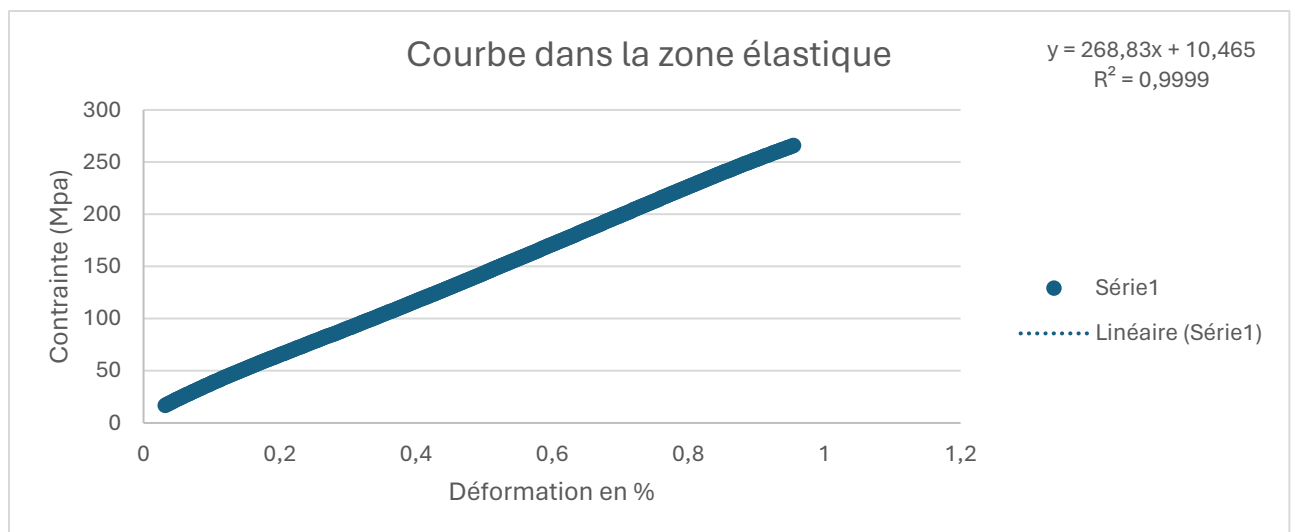
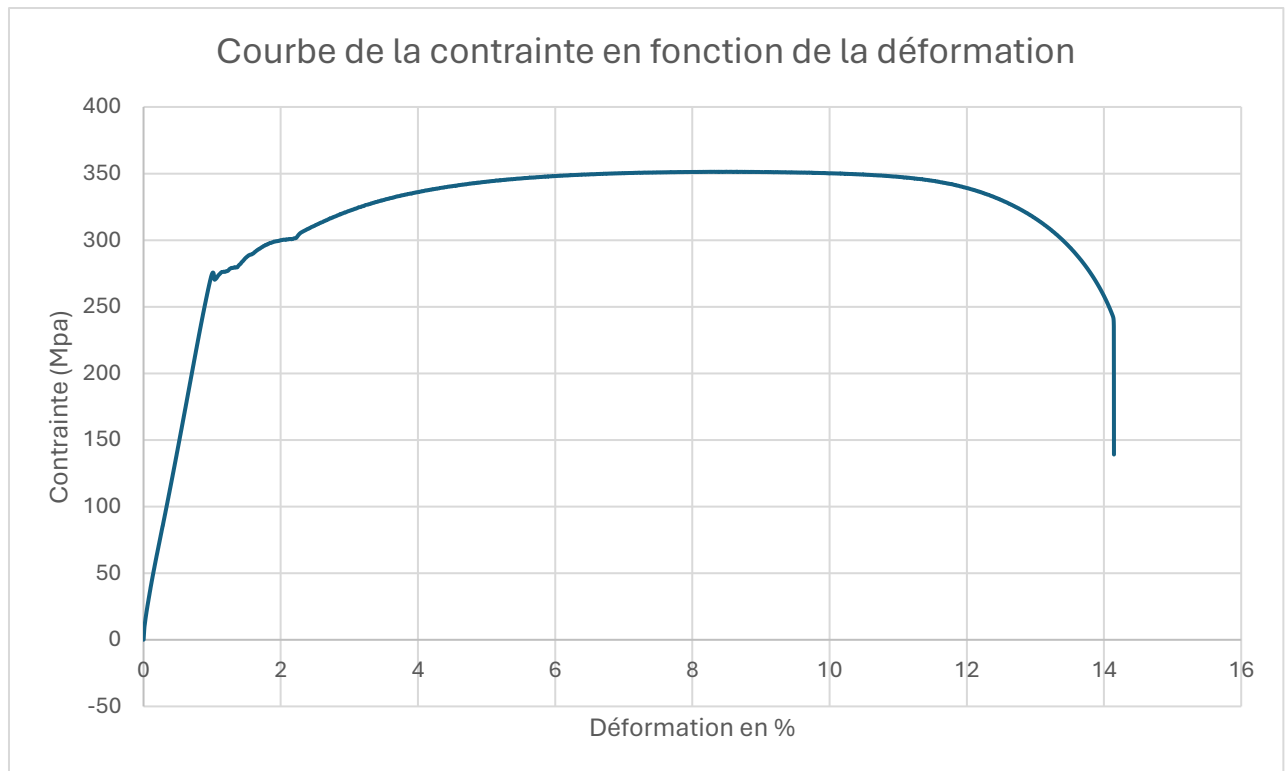
III- Résultats de l'essai de traction

Il nous a été possible de réaliser 3 essais de traction durant une séance de TP avec des éprouvettes normalisées.

L'éprouvette en question avait une section de $22 \times 6 \text{ mm}$ pour une longueur totale de 220 mm .

Nous avons pu en tirer plusieurs graphiques qui nous seront utiles pour la suite. A noter que nous avons déjà utilisé l'une des valeurs tirées de ce test plus haut.

Les fichiers Excel seront inclus dans le dossier du devoir.



Grâce aux fonctions d'Excel, nous allons ainsi pouvoir déterminer plusieurs données importantes. Etant donné que nous avons en possession 3 sets de données entiers, les valeurs retransmises dans ce rapport seront la moyenne des 3.

- $R_e = 273 \text{ MPa}$ (arrondi à 275MPa durant les calculs plus haut)
- $R_m = 352,25 \text{ MPa}$
- $R_r = 235,13 \text{ MPa}$
- $E = 268 \text{ GPa}$
- $E\% = 14,36\%$

IV- Conception

Pour rappel, les bras doivent :

- Être en liaison pivot avec le GMP, l'axe et les tirants
- Être en une seule pièce

Quant aux tirants, ils devront :

- Être en liaison pivot avec les bras et les étriers
- Possibilité de mécanosoudure

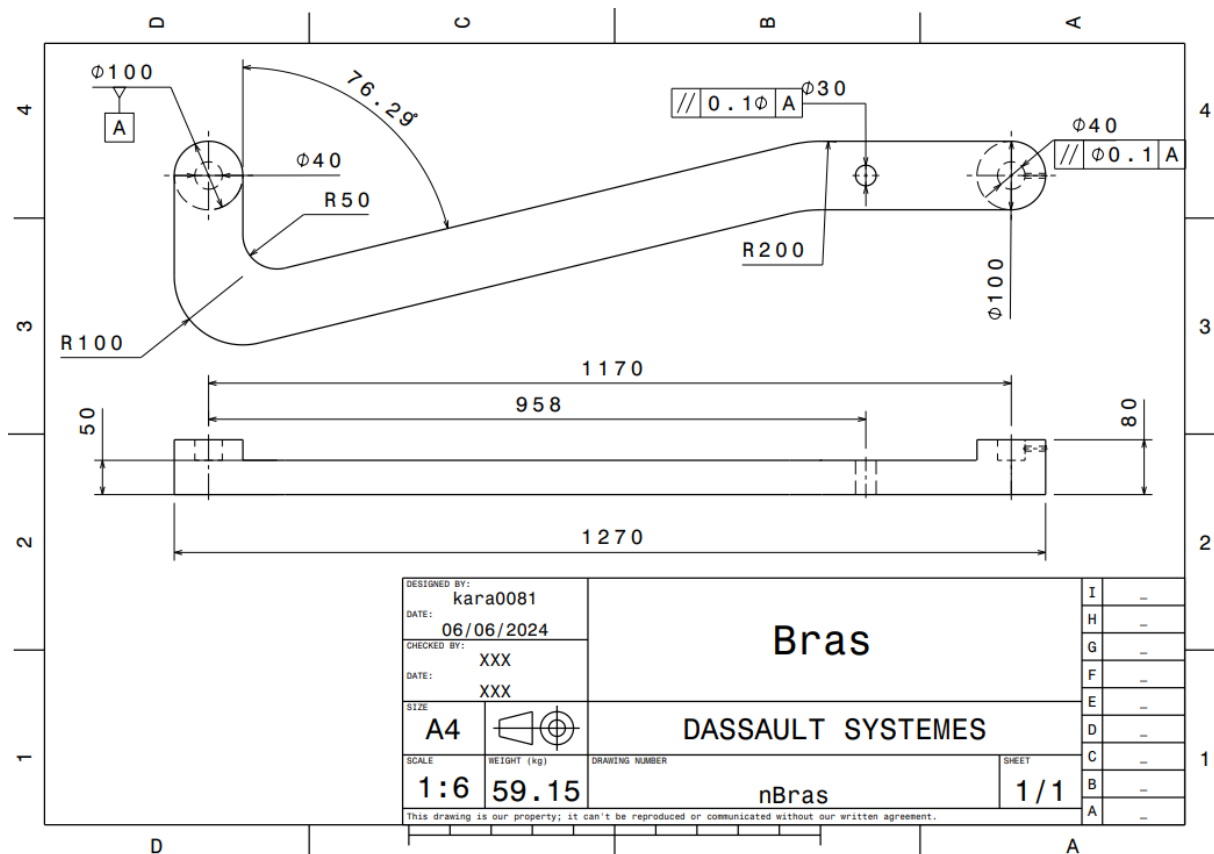
Quant à la nuance de l'acier, nous n'avons pas réellement de contraintes hormis la validation à la simulation et la masse maximale que peut supporter le palonnier. Celle-ci étant grandement supérieure à la masse du GMP et de tout le reste combiné, nous pouvons l'ignorer.

Nous allons donc opter pour une nuance d'acier au moins équivalente à celle du test de traction. Nous pouvons par exemple opter pour de l'acier inoxydable 304.

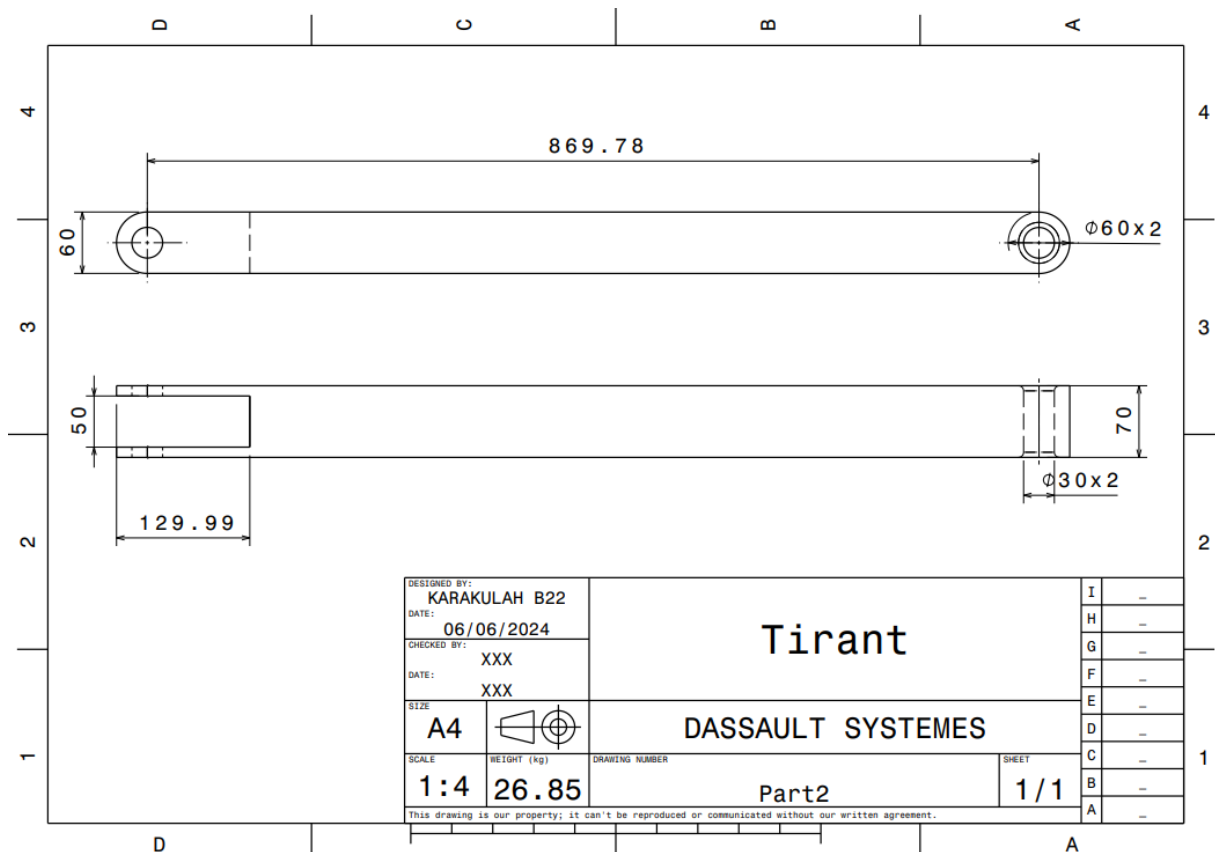
Pour la section, nous avons vu auprès de la modélisation qu'il est possible de prendre des petites valeurs. Dans une situation plus réelle, il est tout de même nécessaire de s'assurer que le matériau a assez de surface pour encaisser les charges que l'on va lui imposer.

De plus, il est important de faire en sorte que le tirant ne soit pas uniquement à l'horizontale ou la verticale, faute de quoi il ne récupérerait pas énormément de charges.

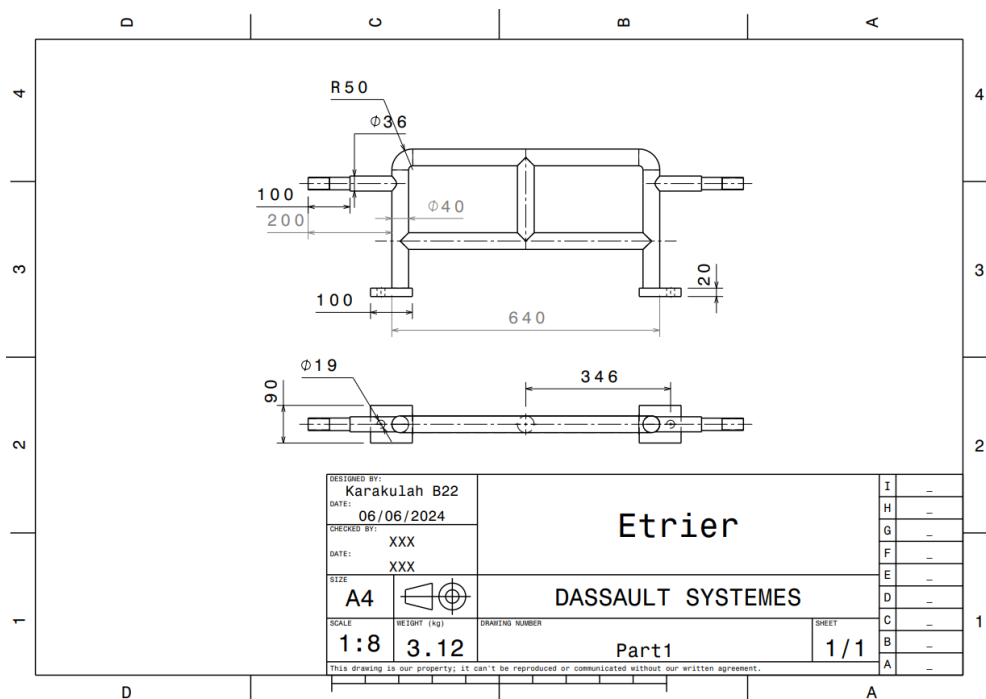
Les dessins de définition seront fournis aux formats CADDrawing et PDF dans le dossier.



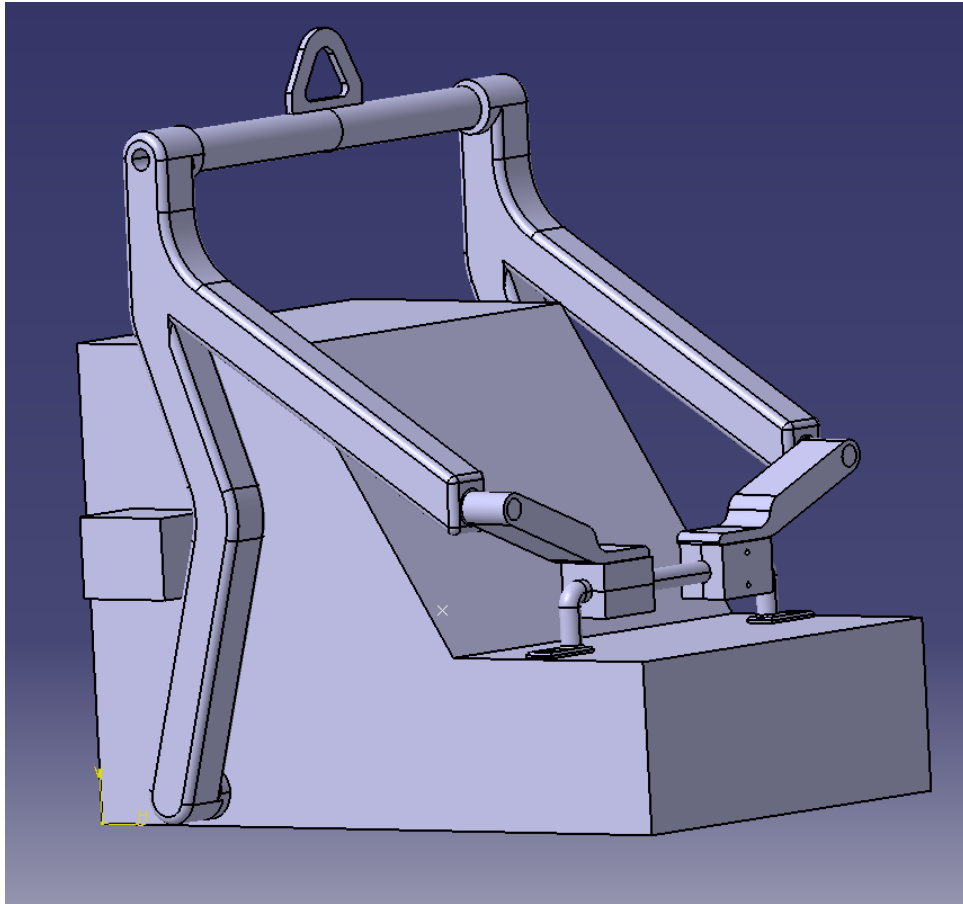
Il est important de respecter la distance mais aussi l'alignement des points de fixation dans le bras. N'étant pas possible d'aller d'un point à un autre en ligne droite, il faudra contourner légèrement l'obstacle afin de relier les points. Nous pouvons déjà apercevoir que les dimensions choisies ici sont largement supérieures à celles choisies durant la modélisation. Ceci pourrait être un point de réduction des coûts au besoin.



La longueur de notre tirant est dépendante des points d'accroche définis dans le sujet. Celui-ci n'a rien de spécial. Les angles abrupts ont été réduits au maximum pour des raisons de concentration de contraintes.



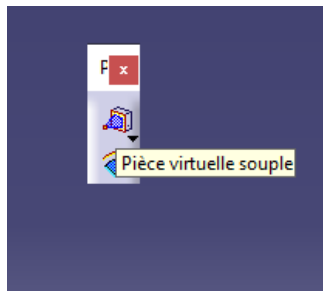
Durant la conception, nous avons dû recommencer après avoir terminé une ébauche des premières pièces car le résultat n'était pas convaincant. Le bras en lui-même est difficilement réalisable et les contraintes définies dans le cahier des charges n'étaient pas respectées. Voici donc à titre indicatif une image de ce à quoi ressemblait notre première ébauche.



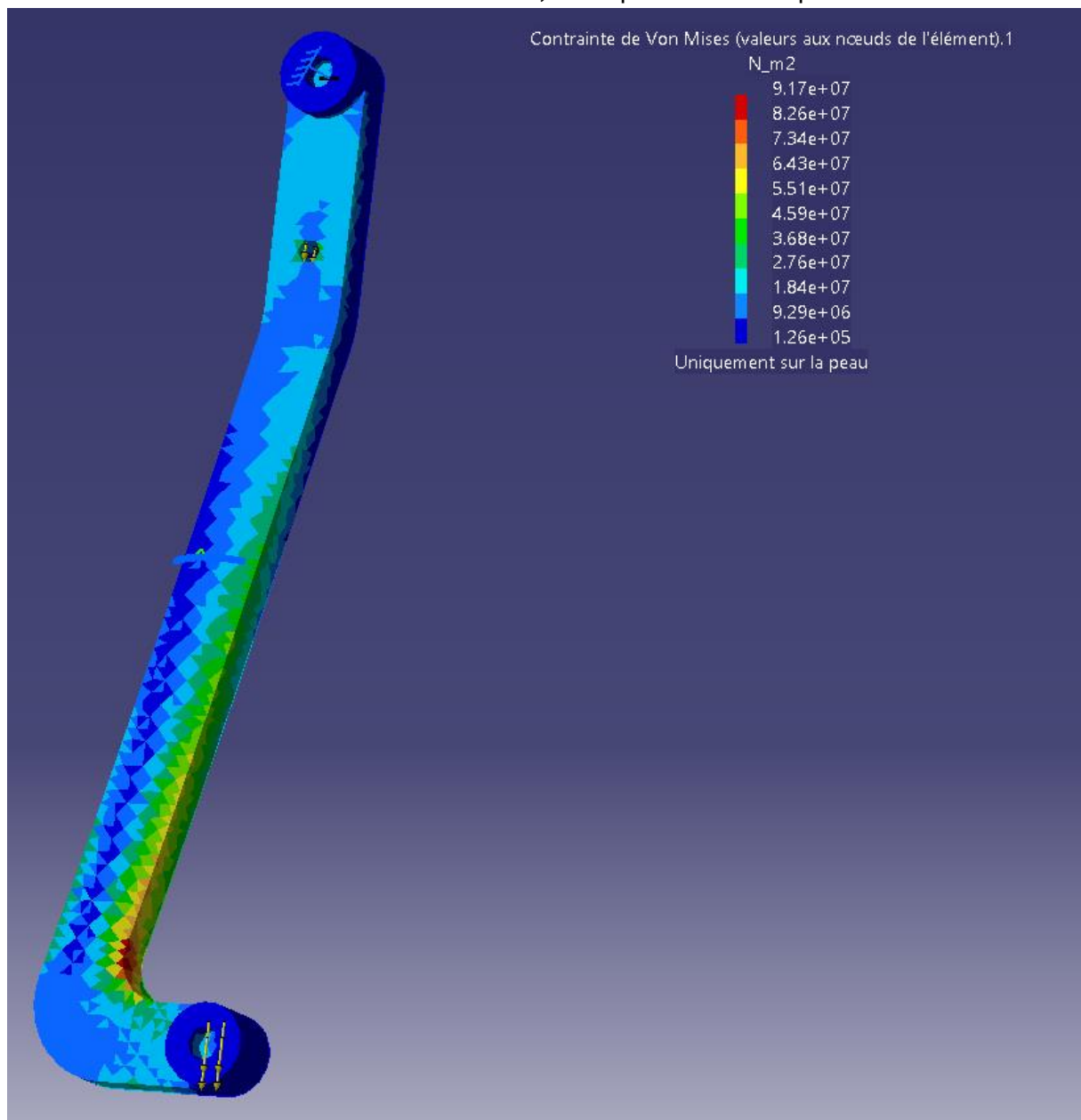
V- Validation de la conception

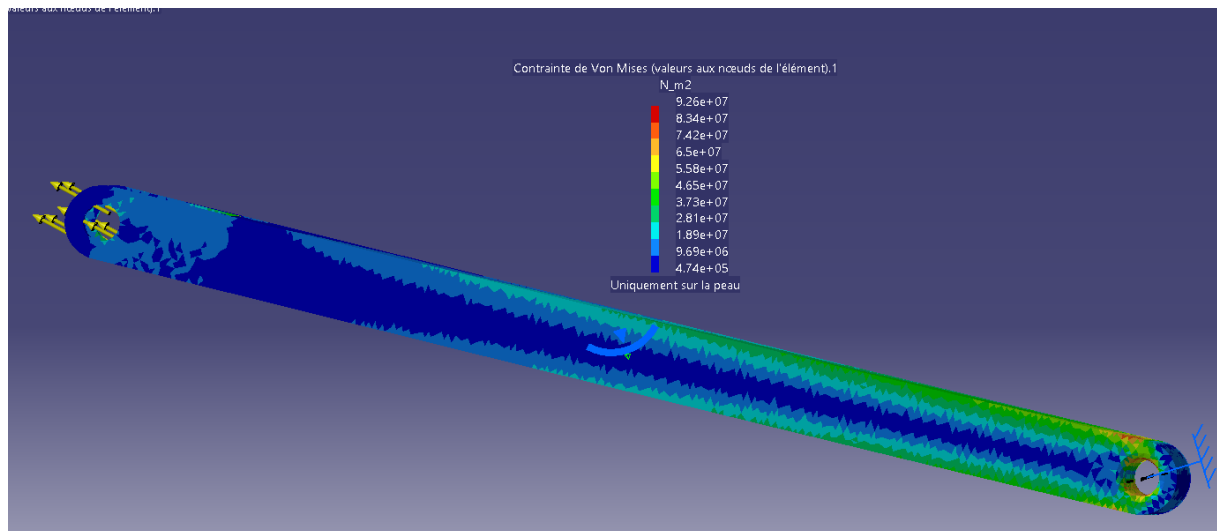
La plus grande difficulté dans les simulations de déformation dans CATIA sont d'imposer les conditions correctement.

De plus, faire un encastrement directement dans la pièce est une solution un peu trop radicale. Il est nécessaire que notre pièce puisse tout de même se déformer au point d'attache. Pour ce faire, nous pouvons attacher une pièce virtuelle souple au point voulu, ce qui nous permettra d'avoir l'encastrement nécessaire aux calculs mais aussi de déformer notre pièce.



CATIA va alors nous afficher les contraintes de Von Mises selon le maillage que l'on a défini. Il est important de réduire la taille des polygones du maillage, afin d'en avoir plusieurs et donc d'avoir un calcul plus précis. Ceci demande plus de ressources de calcul, mais ce cas de figure restant relativement simple, couplé à la puissance suffisante des machines de l'établissement, nous pouvons nous permettre de le faire.





Deux choses à noter ici :

- Il est important de bien définir les forces, au risque d'avoir des résultats de tests faux
- Les valeurs affichées sont en N/m^2 et non pas N/mm^2 (MPa), il faudra penser à faire la conversion pour interpréter les résultats.

Les plus grosses valeurs affichées sont :

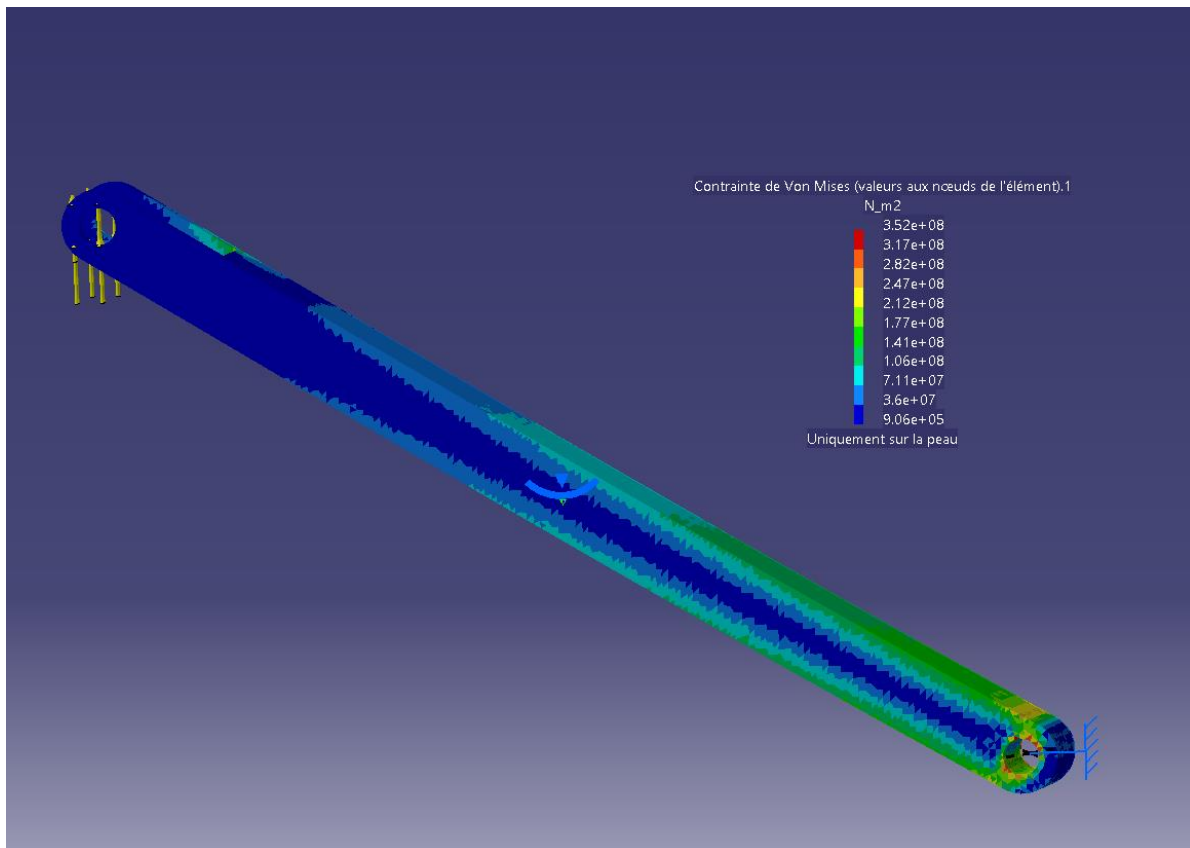
- $9,17 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 91,7 \text{ MPa}$ pour le bras
- $9,26 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 92,6 \text{ MPa}$ pour le tirant

A noter qu'ici nous avons isolé les composants, dans la configuration totale la charge est répartie au sein des DEUX bras et des DEUX tirants. Cela veut dire que nous pourrions diviser par deux les résultats obtenus. Il n'est pas nécessaire de le faire ici pour notre verdict, donc nous ne le ferons pas.

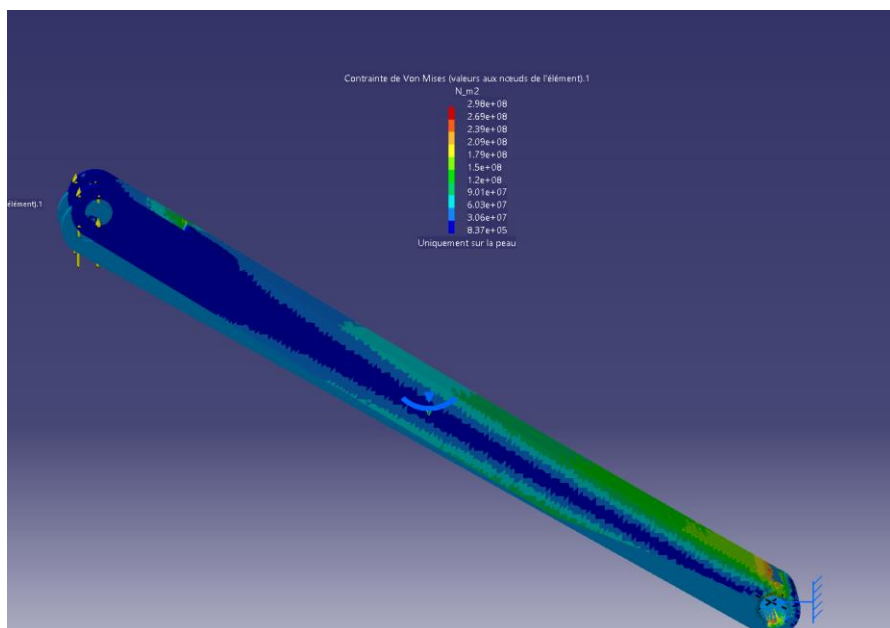
Pour rappel, nous ne devons pas dépasser la valeur de R_e divisée par le coefficient de sécurité (qui est égal à 2). Cette nouvelle valeur que nous nommerons R_k est égale à 137,5 MPa.

Nos deux valeurs pour le bras et le tirant sont inférieures à celle-ci, les modèles sont donc validés. Nous remarquons qu'il nous reste une marge assez conséquente, cela veut tout simplement dire que nous avons surdimensionné nos pièces.

Encore à titre informatif, voici typiquement les résultats que l'on peut obtenir si l'on applique mal nos forces (les captures d'images seront disponibles dans le dossier de rendu) :



En appliquant des congés d'arête nous pouvons légèrement influencer sur le résultat, sans plus. Tenter de réduire les dimensions au centre aggrave (naturellement) le problème. Il aurait donc été nécessaire de surdimensionner encore plus la pièce si les forces étaient mal distribuées.



VI- Conclusion et points d'amélioration

La conception étant validée, nous pourrions ne pas proposer d'améliorations. Cela dit, nous avons noté quelques points d'amélioration :

- La pièce, bien que réalisable, est pénible à réaliser. Il serait peut-être judicieux de modifier le bras afin de le rendre plus simple à réaliser.
- Le point d'attache au tirant et au GMP pourrait être revu
- Le bras est clairement surdimensionné, il est possible de réduire ses dimensions pour un gain de place et aussi de coût.

Donc comme mentionné, rendre la pièce plus simple à usiner mais aussi réduire ses dimensions sont des points à explorer afin de réduire les coûts.

Estimation du coût :

- Une tôle permettant d'usiner une pièce épaisse de 50mm et aussi longue peut se trouver sur le marché pour 3000€
- Si l'on n'est pas très exigeants sur les tolérances, nous pouvons envisager une découpe plasma. Celle-ci coûte 135€HT hors salaire de l'opérateur à faire fonctionner
- Périmètre (grandement simplifié) de 2640mm pour le bras. Découper toutes les pièces prendra moins d'une heure.

Dans l'état actuel, faire ces pièces coûte plus de 3000€, d'où l'importance de réduire les dimensions pour payer moins cher.