

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE :</b>	<b>3</b>
--------------------------------	----------

## **CHAPITRE 01 : PRESENTATION DES ENGIN D'EXCAVATION..... 5**

<b>1.1. Critère du choix du modèle de la machine excavatrice</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Les machines d'excavation</b>	<b>5</b>
1.2.1. Machines rotatives	5
<b>1.3. Sélection du model de la machine</b>	<b>8</b>
1.3.1. Description de la machine	9

## **CHAPITRE 02 : GEOMETRIE ET CONCEPTION DU BRAS**

### **MANIPULATEUR..... 11**

<b>2.1. Principe de fonctionnement de notre model</b>	<b>11</b>
<b>2.2. Conception des pièces</b>	<b>12</b>
2.2.1. Description du logiciel utilisé	12
2.2.2. Assemblage des pièces	13
2.2.3. Conception de l'actionneur de rotation	13
2.2.4. Conception de la flèche	15
2.2.5. Conception du bras	16
2.2.6. Conception du godet	17
2.2.7. Conception des bielles	19
2.2.8. Les axes	19
<b>2.3. Assemblage global du bras manipulateur</b>	<b>20</b>
<b>2.4. Paramètre de fonctionnement de notre système</b>	<b>22</b>

## **CHAPITRE 03 : ETUDE DE RESISTANCE PAR ANALYSE ET**

### **SIMULATION NUMERIQUE ..... 24**

<b>3.1. Simulation des résultats</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Principe de base de l'analyse</b>	<b>24</b>
<b>3.3. Etudes statique</b>	<b>24</b>
<b>3.4. Application des conditions aux limites</b>	<b>24</b>
3.4.1. Définition des matériaux	24
3.4.2. Géométrie fixe	25
3.4.3. Pivot fixe	25



3.4.4.	Chargement appliqué.....	25
<b>3.5.</b>	<b>Etude des résultats .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.</b>	<b>Etude de résistance.....</b>	<b>26</b>
3.6.1.	Etude de résistance de l'actionneur de rotation:.....	26
3.6.2.	Etude de résistance de la flèche.....	32
3.6.3.	Etude de résistance du bras .....	37
3.6.4.	Etude de résistance du godet.....	43
3.6.5.	Etude de résistance de l'axe pivot de la flèche .....	49
•	Contrainte .....	51
•	Déplacement.....	52
•	Déformation.....	52
3.6.6.	Etude de résistance de l'axe pivot du bras.....	53
•	Contrainte .....	55
•	Déplacement.....	55
•	Déformation.....	56
3.6.7.	Etude de résistance de l'axe pivot du godet .....	57
<b>3.7.</b>	<b>Etude préliminaire du Châssis : .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSION GENERALE : .....</b>		<b>59</b>

## **BIBLIOGRAPHIE**

**Annexe 1**

**Annexe 2**

**Annexe 3**

**Annexe 4**

**Annexe 5**

**Annexe 6**



## Introduction générale :

L'objectif du gouvernement algérien est de diminuer la dépendance importation du pays vis-à-vis de l'étranger, notamment pour les produits de base. L'Algérie veut profiter des prix actuellement élevés des hydrocarbures pour favoriser le développement de son agriculture. Il n'existe aucun chiffre précis sur le machinisme agricole en Algérie. Il est, de plus, difficile d'estimer l'importance des constructions artisanales, il existe une importante production de remorques, citernes, équipements pour le travail du sol produits par de nombreux artisans qui fabriquant des machines souvent bon marché mais peu de performantes. [1]

De ce fait, Les Ateliers d'El Affroun, est une société spécialisée dans la fabrication des équipements agricole et travaux publique, visant à développer l'utilisation des machines en remplacement de la main-d'œuvre pour augmenter la productivité.

Dans le but d'apporter un plus à notre industrie et de créer une certaine indépendance technique, cette année, sous la direction de la société Les Ateliers d'El Affroun et suite à leur volonté de participer au salon international de l'élevage et l'agroéquipement SIPSA SIMA 2018, le salon leader en Algérie sur le marché agricole, un projet de conception et de réalisation d'une mini pelleuse suivant un modèle existant dans le marché international (figure 01),

Ce projet commence par la réalisation du châssis, du système de direction, du système de traction et du système de creuser et de tranchée dont fait l'objet ce présent travail.

Notre but est de faire l'étude et conception d'un bras manipulateur qui comprend : (actionneur de rotation, flèche, bras et godet). Ce travail s'articule autour de trois chapitres :

Le premier chapitre, reflète tous ce qui est généralité sur les machines d'excavation ainsi que le choix de la machine

Dans le second chapitre, présente en première partie la géométrie et cinématique du model choisi et la deuxième partie la conception des pièces de notre système en 2D et 3D.

Aussi pour le troisième chapitre, comporte l'étude de résistance des différents organes par analyse et simulation numérique. L'analyse de la construction est réalisée par Simulation: un module complémentaire de la famille SolidWorks.

Et finir par une conclusion générale.



Figure 0.1 : model de la machine à réaliser par la société Les Ateliers d'El Affroun.

## Chapitre 01 : Présentation des engins d'excavation

### 1.1. Critère du choix du modèle de la machine excavatrice

Nous allons présenter les différentes machines d'excavation qui existe actuellement dans l'industrie, pour choisir la machine d'excavations qui viendra appuyer notre étude, ce choix est baser sur les critères suivant :

- Effectué des travaux d'excavation.
- Avoir la souplesse nécessaire pour ne pas obstruer deux voies de circulation à la fois ou pour évoluer dans des espaces restreints.
- Avoir la puissance et la capacité en combinaison avec une précision.

Avant d'étudier les engins d'excavation, il sera utile de définir l'excavation. L'excavation en général est le processus d'enlever le sol, c'est-à-dire la transformation du terrain d'un état à un état.

### 1.2. Les machines d'excavation

Des divers équipements d'excavation existent actuellement dans l'industrie, pour ne pas rentrer dans leur description détaillée. Ces équipements peuvent être, d'abord classés en deux catégories l'excavation à ciel ouvert et d'excavation au fond. Les engins d'excavation à ciel ouvert sont à leur tour divisés en deux catégories, machines rotatives et machines cycliques.

[2]

#### 1.2.1. Machines rotatives

Les engins d'excavations rotatives sont classés selon, la direction de rotation d'outil de façonnage, ainsi que la nature de sol, et la profondeur et la largeur de la fondation. Dans l'industrie on peut trouver deux types de ce genre des machines, les foreuses et les trancheuses. [2]

### 1.2.1.1. Les trancheuses

Une trancheuse est une machine d'excavation équipée d'une chaîne porteuse des dents, qui a un mouvement rotatif (figure 1.1).

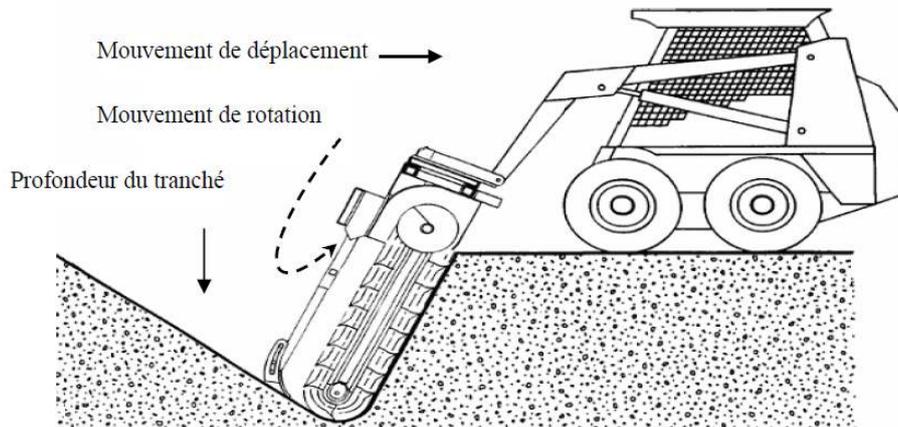


Figure 1.1 : Trancheuse en état de travail.

Ce genre de machine est utilisé dans l'excavation des tranchées de largeur petite et de très grande longueur. [2]

Cependant la vitesse du déplacement de la trancheuse est très grande par rapport aux autres machines d'excavation, avec une trancheuse on peut arriver à une vitesse de 10 km/h. La pièce la plus dangereuse de la machine est l'attachement de tranchoir. [2]

### 1.2.1.2. Les foreuses

Une foreuse est un engin d'excavation, utilisé essentiellement pour l'excavation des puits (figure 1.2). Selon la profondeur de puits les foreuses sont classifiées en deux types, foreuse à outil spirale de profondeur limitée, foreuse de sondage à outil tricône de grande profondeur.

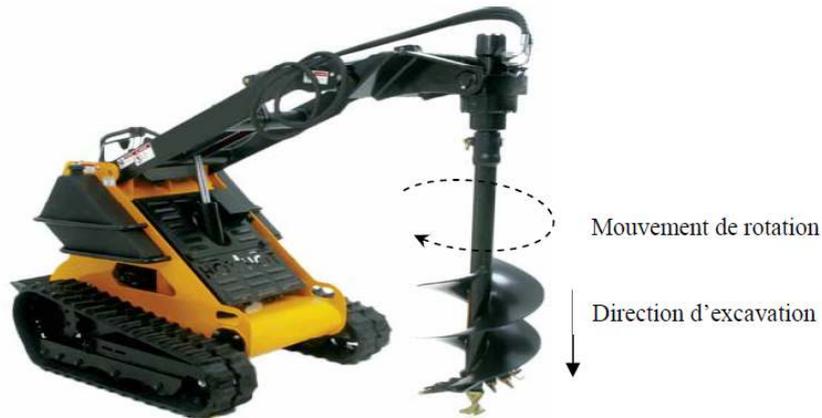


Figure 1.2 : Foreuse.

Selon le volume du sol excavé et la profondeur de puits, les foreuses peuvent être classifiées comme foreuses de courte profondeur ou foreuses continues. [2]

### 1.2.1.3. Machines cycliques

Les machines d'excavation cycliques peuvent être classifiées en cinq types différents: Pelle à câble, dragline, niveleuse, chargeur et pelle hydraulique. La Figure 1.3 montre ces différentes machines cycliques à ciel ouvert. [2]

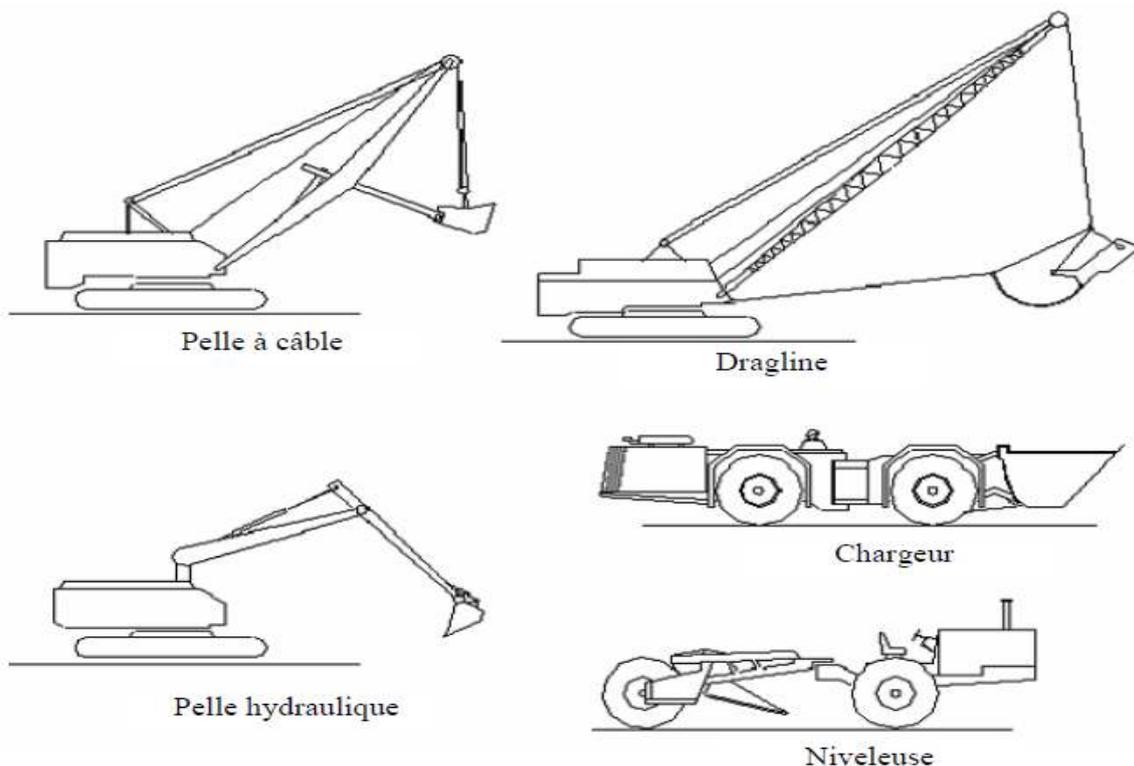


Figure 1.3: Engins d'excavation cyclique.

**La pelle à câble** est la plus efficace des diverses machines pour excaver et charger de grandes quantités de sol.

**La dragline** est l'équipement d'excavation le plus idéalement convenue pour l'excavation en bloc de sol argile.

**La niveleuse** est conçue pour charger ou excaver une couche mince de sol. Il a l'avantage de pouvoir transporter et décharger le sol à la destination désirée.

**Le chargeur** est le plus approprié à l'excavation verticale limité, comme des excavations de base ; pour cette raison, le plus généralement il est employé comme unité secondaire pour différents travaux qui nécessitent le déplacement du sol.

**La pelleusehydraulique ou la mini pelleuse** est habituellement l'engin le plus utilisé dans l'excavation à ciel ouvert. Le contraire à la dragline où le but général est l'excavation de volume de sol, la pelleuse excavatrice est commode pour les différents travaux publics. [2]

### 1.3. Sélection du model de la machine

Après que nous avons expliquées le principe de fonctionnement de chaque machine, on peut donc choisir la machine la plus favorable pour notre cas, une machine qui effectue des travaux d'excavation dans un espace restreint et qui garantit des actions précise (figure 1.4), la machine choisie est la mini pelleuse excavatrice.

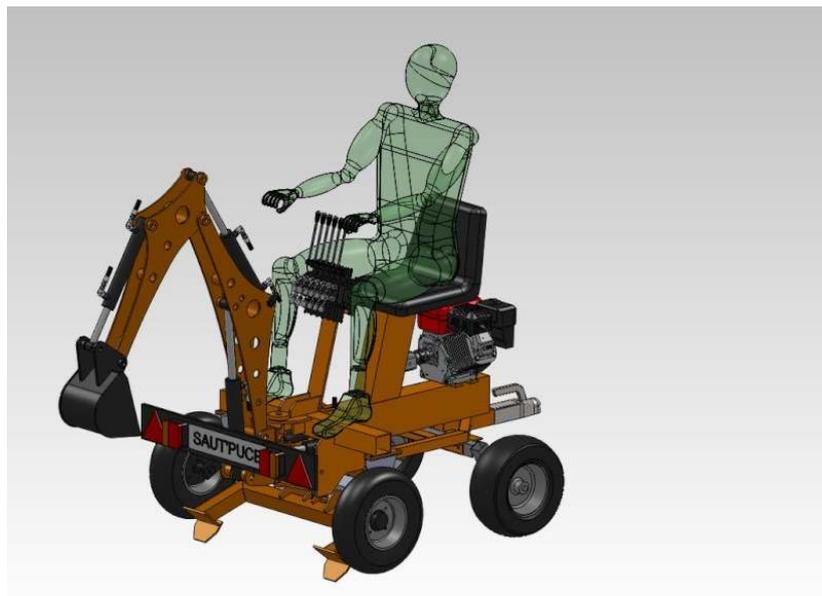


Figure 1.4: Machine excavatrice choisie.

### 1.3.1. Description de la machine

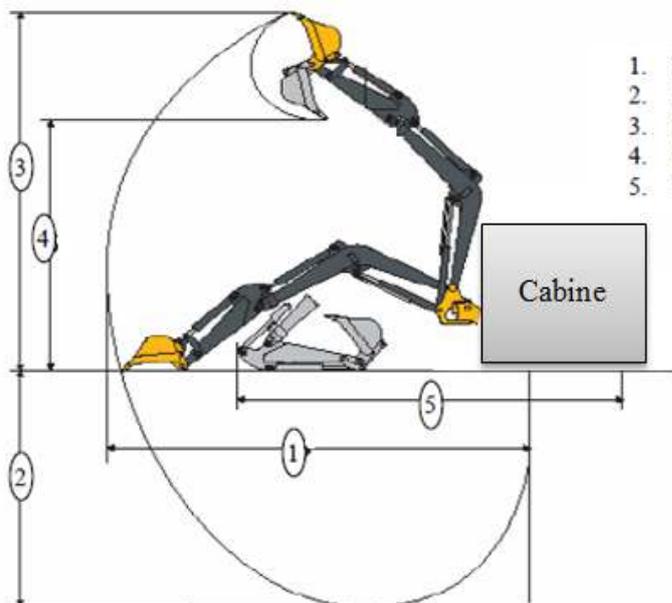
La machine pour excaver doit fonctionner en trois dimensions, selon l'axe X la longueur, selon l'axe Y la largeur, selon l'axe Z la profondeur, pour assurer la géométrie parallélépipédique de fondation. Les pelles hydrauliques sont subdivisées en deux types :



Pelle à abattage hydraulique pour excaver en avant selon une longueur, largeur, et hauteur (figure 1.5).

Figure 1.5: Pelle à abattage.

Pelle rétro pour excaver en arrière selon une longueur, largeur, et profondeur.



1. Portée de façonnage maximum.
2. Profondeur de façonnage maximum
3. Hauteur de façonnage maximum
4. Hauteur de déchargement maximum
5. Longueur de la machine en position de transport.

Figure 1.6: Paramètre de fonctionnement de l'excavatrice.



L'engin d'excavation utiliser pour une opération de façonnage des fosses est la pelle rétro excavatrice.

Le godet joue un rôle fondamental dans la construction des pelles hydrauliques, mais il existe des facteurs qui influent sur le choix du godet sont :

- Le type de sol : terre, argile, roche, et ses propriétés (dure ou non)
- La forme du godet : longueur, largeur,
- Le nombre de dent dans le godet est l'un des facteurs aussi pour le choix du godet favorable.[2]

Après que nous avons choisi notre machine, nous pouvons passer à la conception du bras manipulateur.

## Chapitre 02 : Géométrie et conception du bras manipulateur

L'objectif principal de l'étude géométrique et cinématique est de pouvoir dimensionner les différents organes du bras manipulateur de la mini pelleuse, afin de les concevoir en 3D et 2D, cette partie a pour but de trouver la longueur, la hauteur et la profondeur maximale de notre système mécanique articulé.

La société, LES ATELIER D'EL AFROUN, et grâce aux équipements disponibles au magasin, nous a permis d'obtenir notre système à base de tôles de 1 à 20mm, actionné par des vérins hydraulique à double effet, dont caractéristiques sont les suivantes :

	D <sub>ex</sub> mm	D <sub>in</sub> mm	Longueur mm	Longueur de la course en mm
Vérin de la flèche	70	30	505	305
Vérin du bras	70	30	605	405
Vérin du godet	70	30	605	405

Figure 2.1: tableau des paramètres des vérins disponibles.

### 2.1.Principe de fonctionnement de notre model

Notre mécanisme se compose de : (voir figure 2.2)

1. Actionneur de rotation (1) articulé au point représentée par (O) sur le châssis.
2. Flèche (2) articulée au point (A) sur l'actionneur de rotation.
3. Bras (3) articulé au point (B) sur la flèche.
4. Godet (4) articulé en (K) sur le bras.

Le levage de la flèche (2) est assuré par un vérin hydraulique (5), ce dernier est articulé au point(C) sur l'actionneur de rotation et au point D sur la flèche.

La manœuvre du bras est obtenue par le vérin hydraulique (6), ce vérin est articulé au point (E) sur la flèche et en (F) sur le bras.

La manutention du godet est assurée par le vérin hydraulique (9), ce dernier est articulée au point(G) sur le bras et pousse au point (H) sur la bielle (8), cette bielle est articulée au point

(I) sur le bras, renvoie le mouvement au point (H) sur une bielle (7) qui transmet à son tour en le point (M) sur le godet.

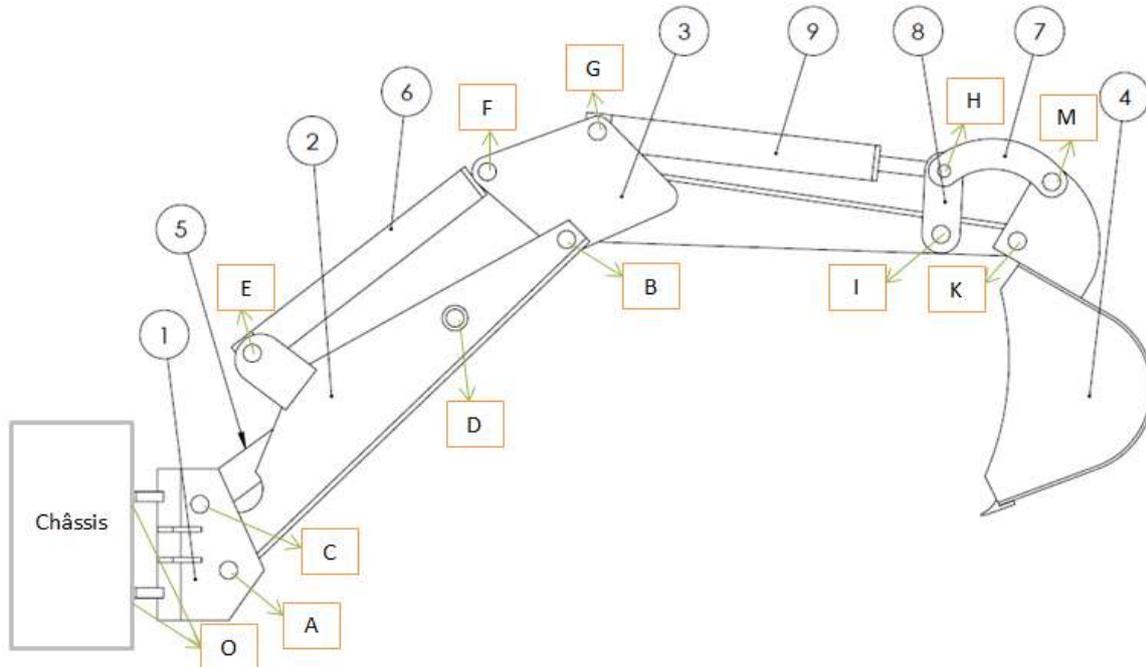


Figure 2.2: schéma descriptif de la machine choisie.

## 2.2. Conception des pièces

La conception du bras manipulateur a été réalisée par une conception CAO/DAO sous le logiciel Solidworks version 2014. Ce logiciel nous permet de faire des conceptions en 3D et en 2D, des assemblages de différentes pièces, de faire de l'analyse statique et dynamique des structures.

### 2.2.1. Description du logiciel utilisé

L'utilisation du logiciel Solidworks a été choisie vu qu'il est capable de réaliser les différentes formes de notre différentiel ; de plus il nous permet d'enregistrer le modèle sous les différents formats (DXF, STL, STEP, IGES, etc...). Solidworks est un outil de conception de modélisation volumique paramétrée basée sur des fonctions, associatif. [3]

Basée sur des fonctions, en effet un modèle Solidworks est formé d'éléments individuels appelés fonctions. Ce sont des fonctions géométriques telles que les bossages, les enlèvements de matière, les perçages, les congés, les chanfreins. [3]

### **2.2.2. Assemblage des pièces**

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble de contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxiale...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé

virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement de composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.) [4]

### **2.2.3. Conception de l'actionneur de rotation**

L'actionneur de rotation est construit d'une façon qu'il assure la rotation entre la flèche et le vérin n°1 et la rotation gauche et à droite du bras manipulateur pour avoir un mouvement plus libre, moins encombré et une portée maximale. Sa structure est d'une tôle pliée par point sur une épaisseur de 10mm. Sa fixation sur le châssis de la machine par un axe pivot M24-225mmcondanné par une goupille de 5mm, l'axe est placé verticalement sur les deux supports soudés à la partie congé de l'actionneur. (Figure 2.4) pour plus de détails voir l'annexe N°1 en 2D.

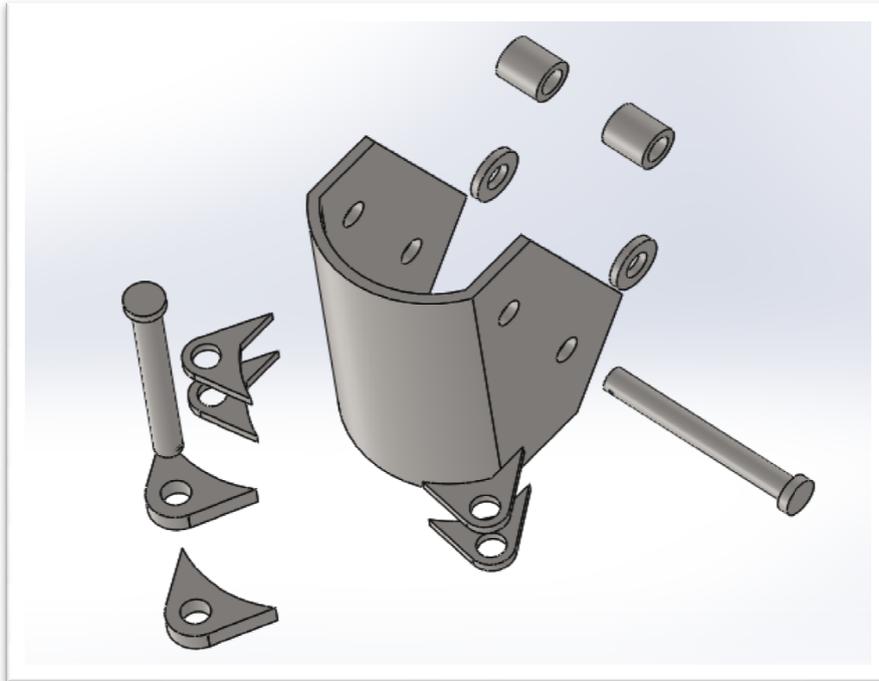


Figure 2.3: Vue éclatée de l'assemblage de l'actionneur de rotation.

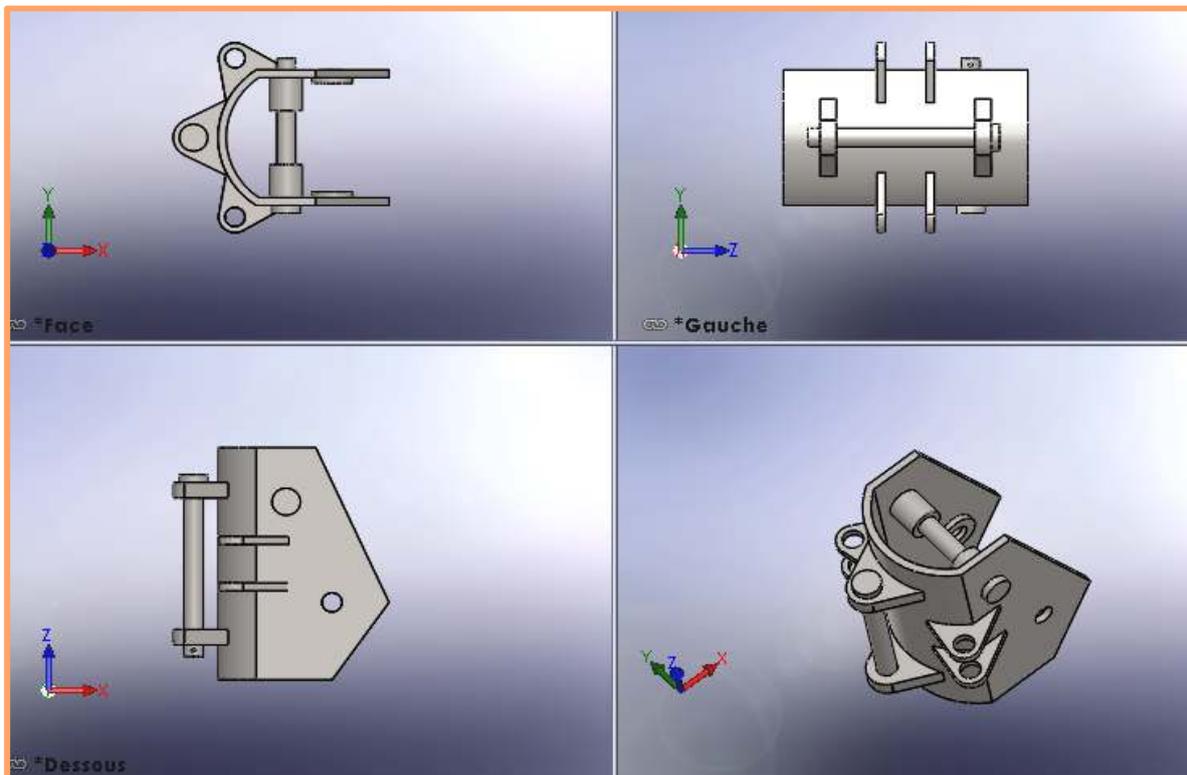


Figure 2.4: Mise en plan 3D de l'assemblage de l'actionneur de rotation.

#### 2.2.4. Conception de la flèche

La flèche est conçue pour tenir le poids du bras, godet et la charge à soulever par le godet, de la même façon, elle est construite d'une tôle d'une épaisseur de 5mm pliée à 90° par point, soudé à un couvercle. Un évidement de 100 par 120mm est réalisé afin d'assurer une articulation du bras et évité l'encombrement lors du repos du système ou transport de la machine.(Figure 2.6.)Pour plus de détails voir l'annexe N°2 en 2D.

L'ensemble de la flèche est articulé de 90° et est manipulé par le vérin hydraulique (V1) comme cité précédemment.

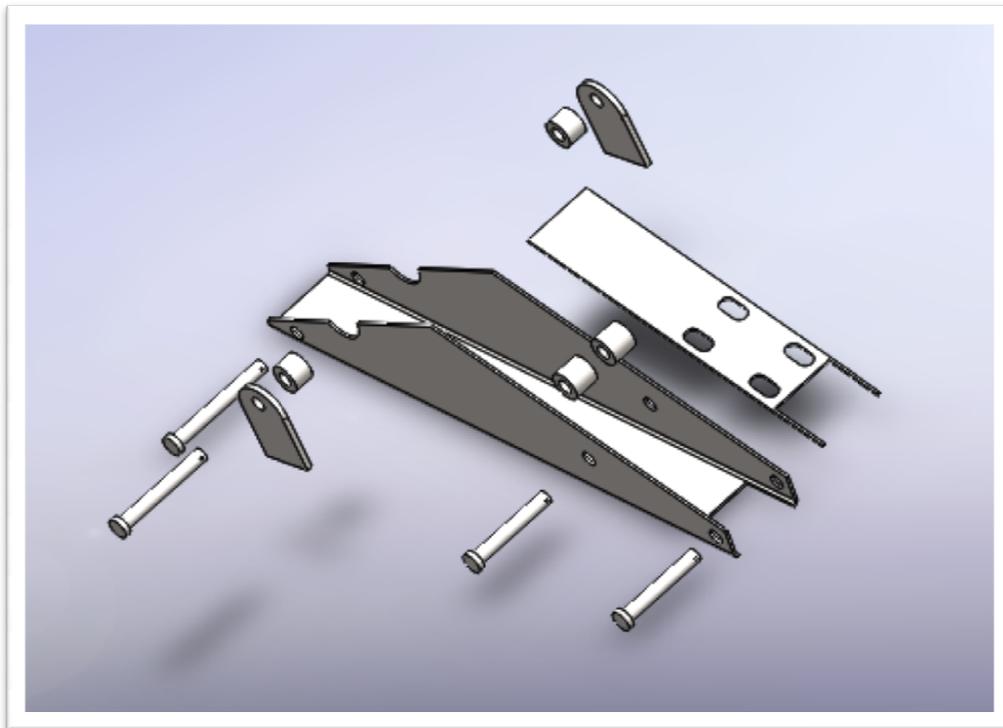


Figure 2.5. Vue éclatée de l'assemblage des pièces de la flèche.

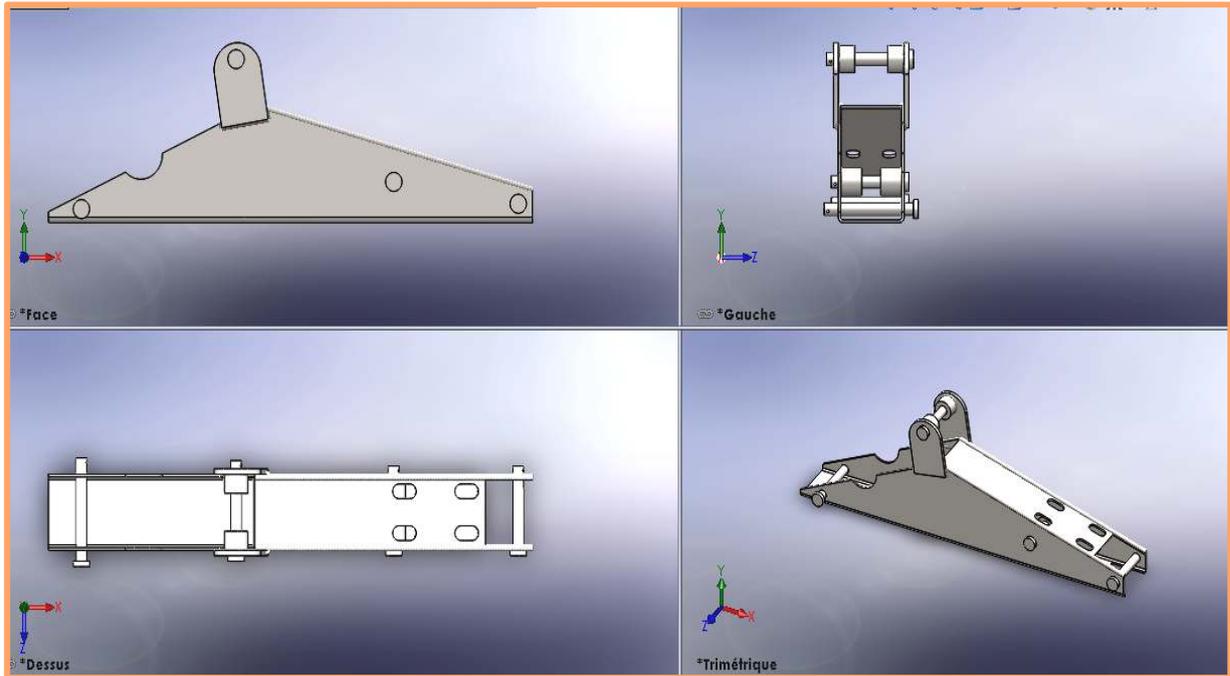


Figure 2.6. Mise en plan 3D de l'assemblage des pièces de la flèche.

### 2.2.5. Conception du bras

Le bras est conçu pour tenir le godet et la charge à soulever par celui-ci. Il est construit de deux tôles plates d'une épaisseur 10 mm (Figure 2.8.) Pour plus de détails voir annexe N°3 en 2D.

L'ensemble de ce dernier est articulé de  $130.58^\circ$  et est manipulé par levier hydraulique (V2).

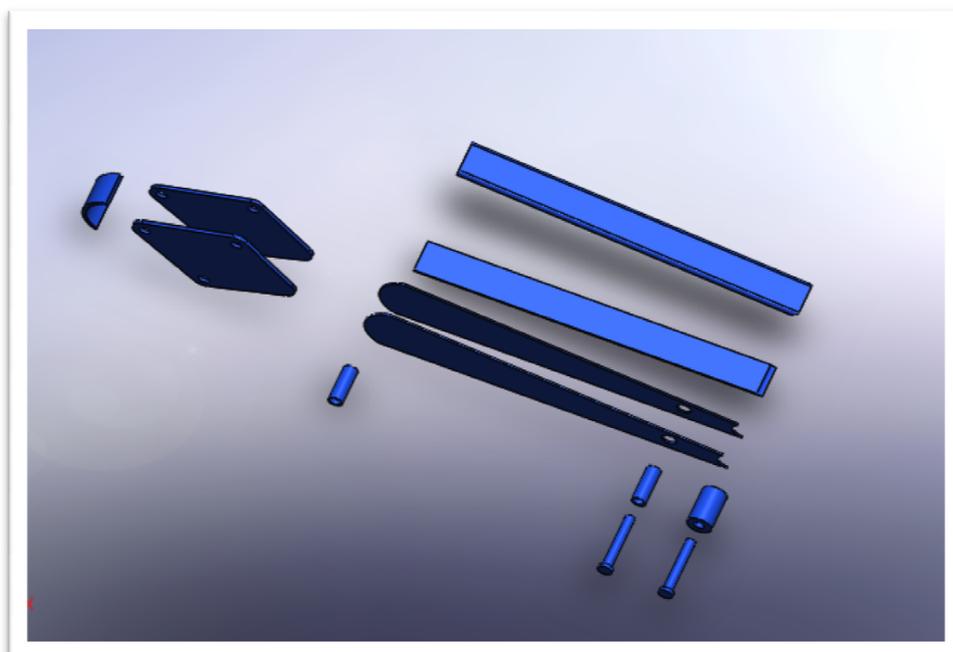


Figure 2.7. Vue éclatée de l'assemblage des pièces du bras.

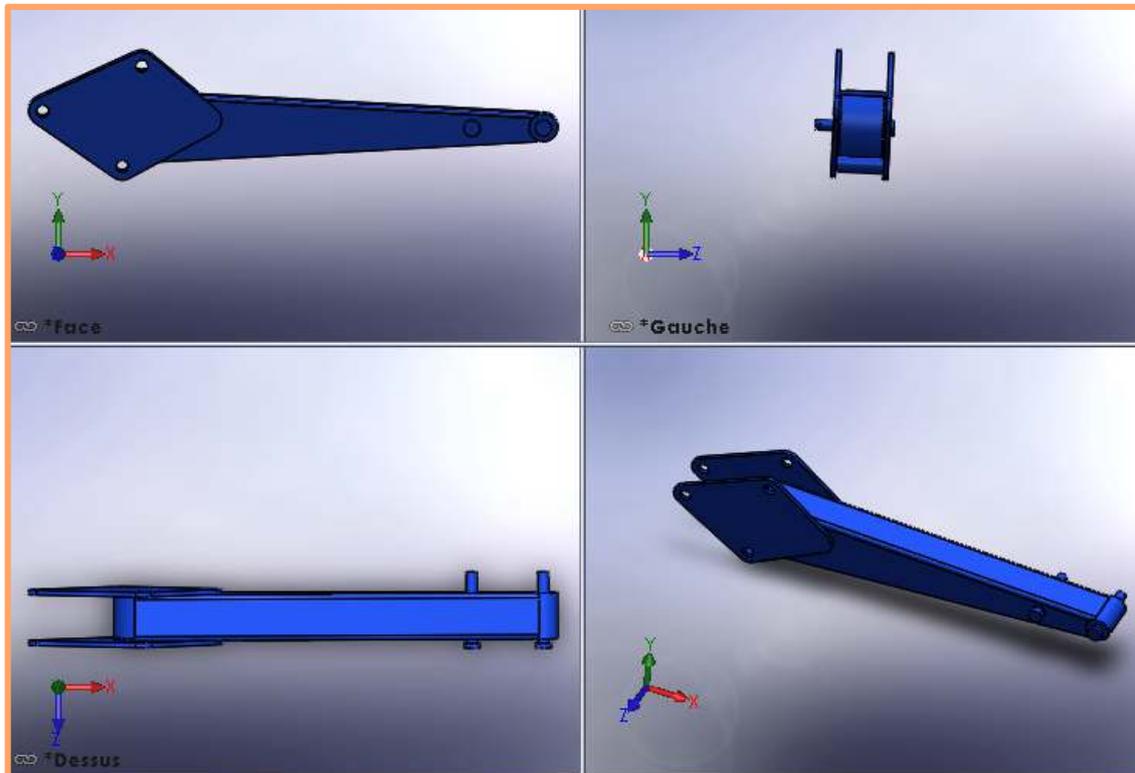


Figure 2.8. Mise en plan 3D de l'assemblage des pièces du bras.

### 2.2.6. Conception du godet

Le godet est l'élément qui sera en contact direct avec la charge de creuser. Il est construit d'une tôle de 6 mm pliée par point soudé entre deux tôles de la même épaisseur. (Figure 2.10) pour plus de détails voir l'annexe N°4 en 2D.

L'ensemble du godet est articulé de  $120.07^\circ$  et est manipulé par le vérin hydraulique V3.

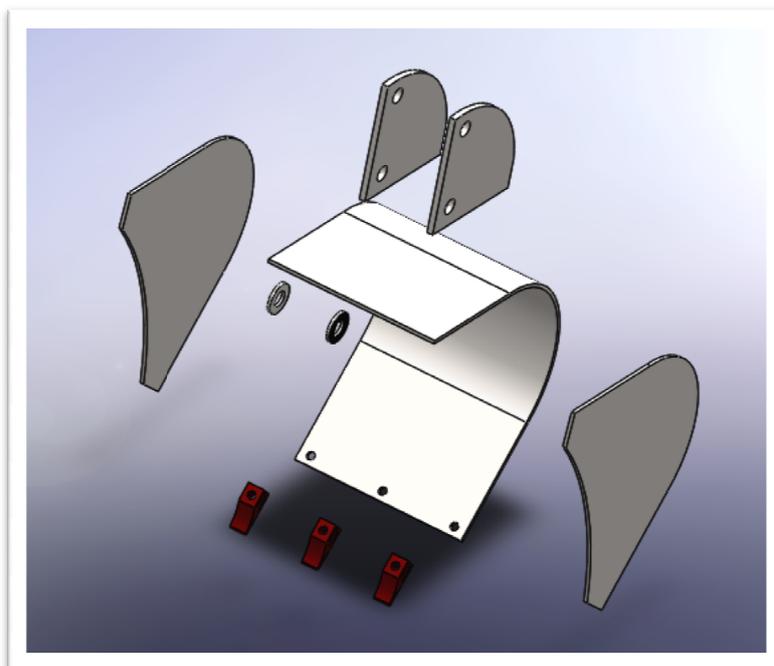


Figure 2.9. Vue éclatée de l'assemblage des pièces du godet.

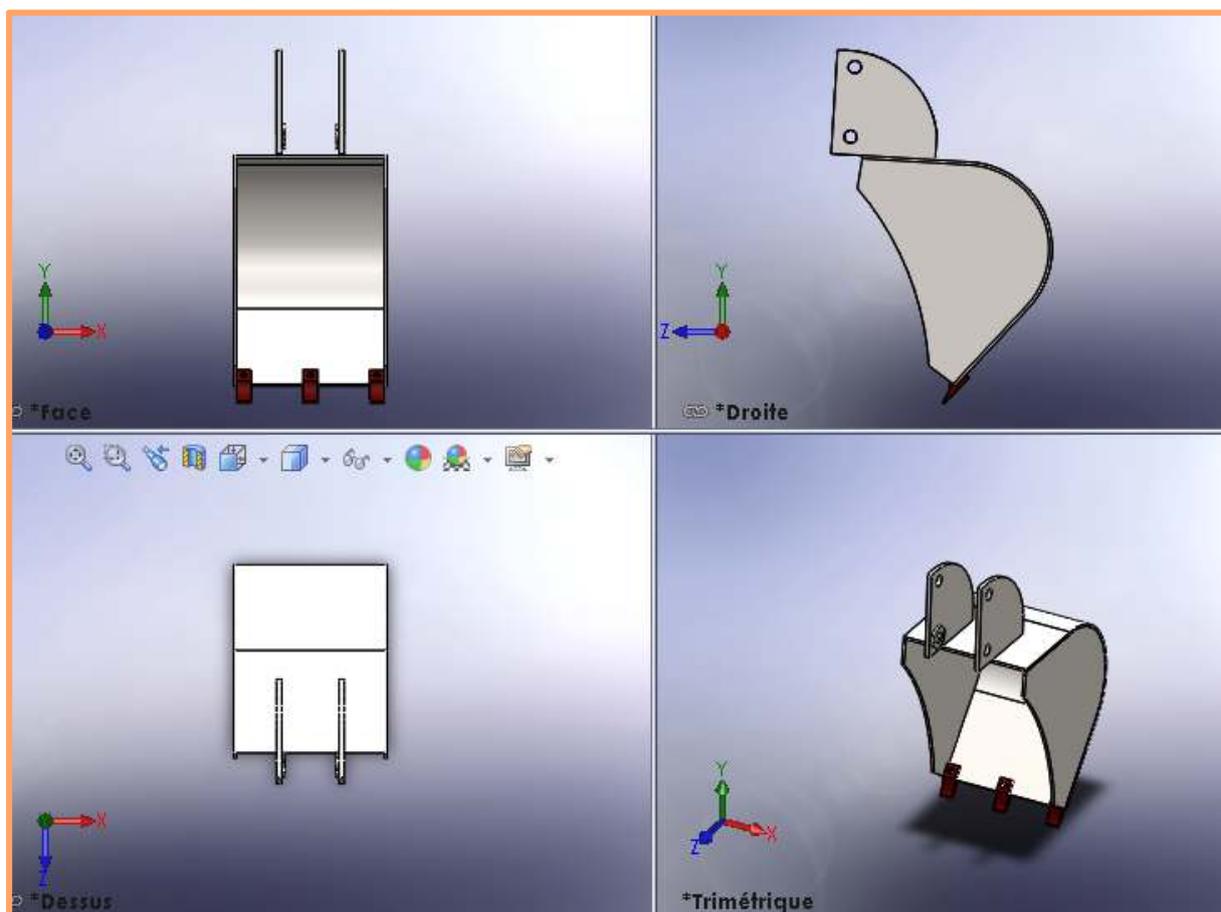


Figure 2.10. Mise en plan 3D de l'assemblage des pièces du godet.

### 2.2.7. Conception des bielles

Les bielles sont conçues d'une pièce dotée de deux articulations, une à chaque extrémité, dans le but de transmettre la force de poussée du vérin hydraulique (V3). L'articulation à chaque extrémité de la bielle est assurée par un pivot, pour obtenir la transformation d'un mouvement de rotation continu en un mouvement alternatif de rotation.

Elles sont construites de tôle plate d'une épaisseur de 10 mm, percée d'un diamètre de 25mm, sur chaque extrémité afin d'assurer l'articulation. Figure 2.11 et 2.12 (Pour plus de détails voir annexe N°5 en 2D)

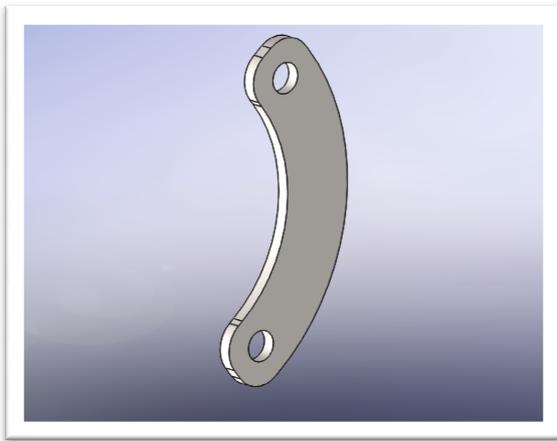


Figure 2.11. Bielle articulée avec le godet.



Figure 2.12. Bielle articulée avec le bras.

### 2.2.8. Les axes

Les axes sont des pièces cylindriques de diamètre 23 mm et leur longueur varie selon la dimension de la pièce, ces derniers assurent l'articulation des composants du système et ils sont maintenus en place à l'aide d'une goupille.

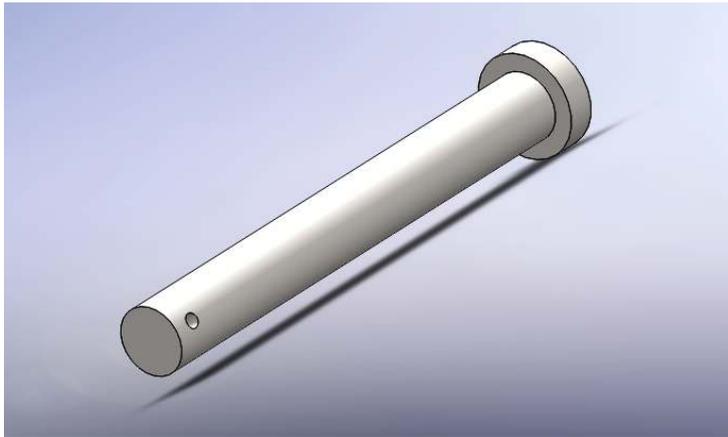


Figure 2.13. Axe.

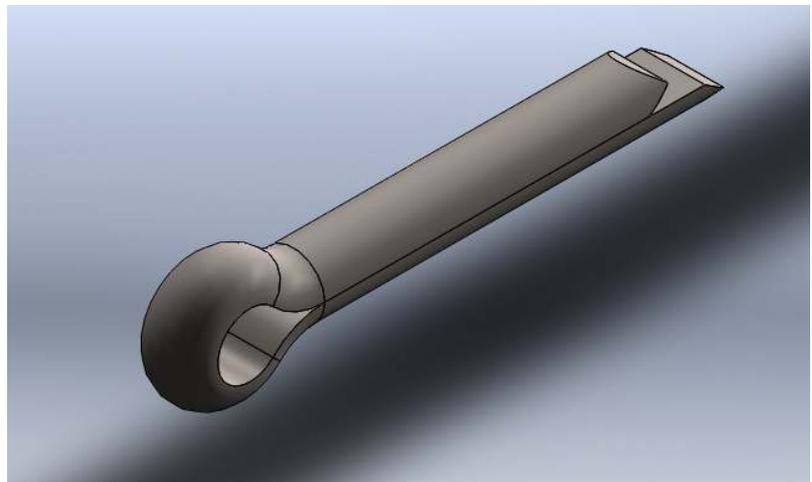


Figure 2.14. Goupille.

### 2.3. Assemblage global du bras manipulateur

La première étape de l'assemblage est de placer la flèche à la partie inférieure de l'actionneur de rotation puis le vérin hydraulique V1 sur la partie supérieure de l'actionneur.

La deuxième étape est de mettre le bras à l'extrémité de la flèche puis son vérin hydraulique V2 approximativement au milieu de la flèche.

La dernière étape est de placer le godet à l'extrémité du bras puis son vérin hydraulique (pour plus de détails voir annexe N° 6)

L'ensemble des articulations entre la flèche, bras, godet et vérin sont assurées par des axes et des renforcements

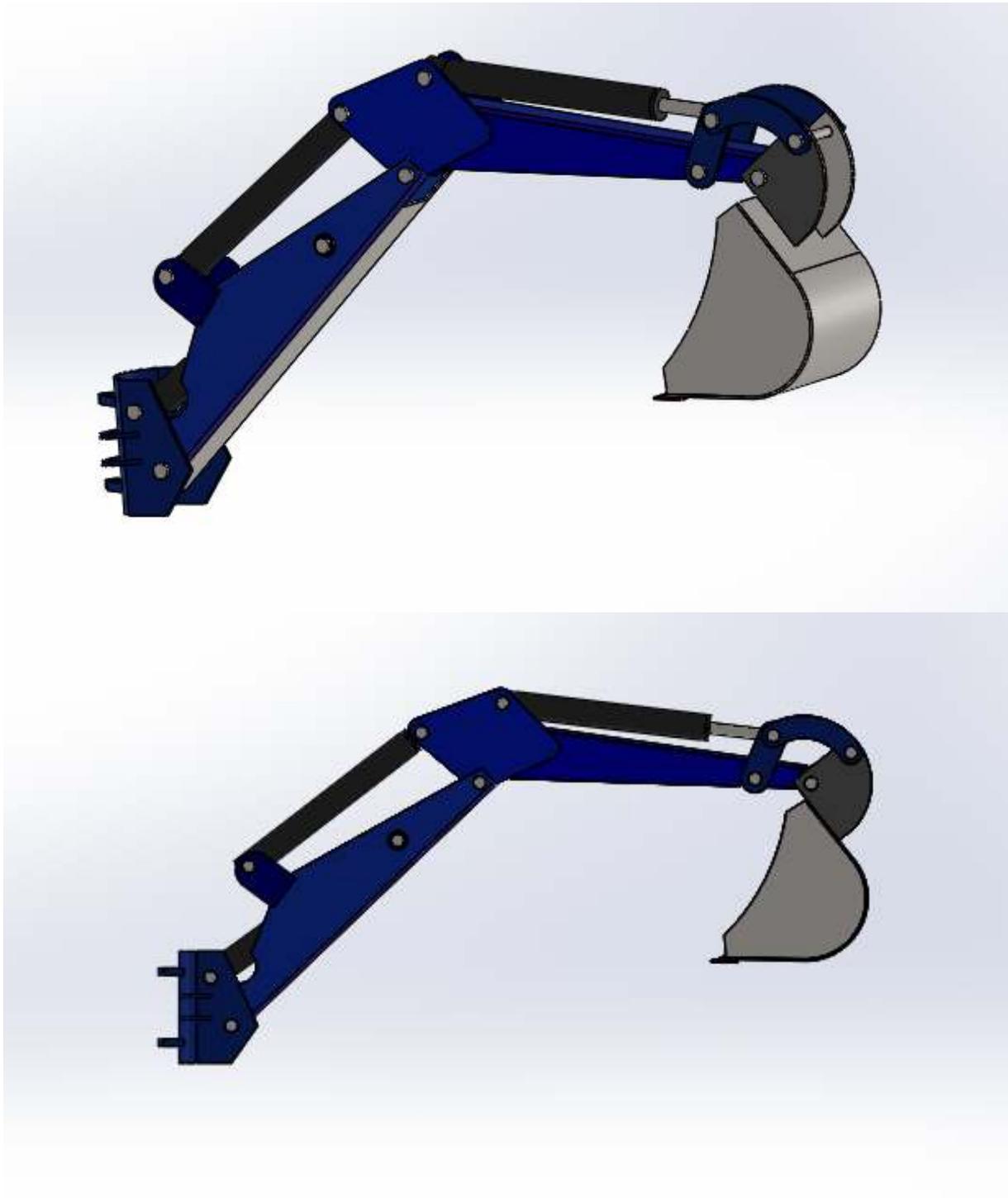


Figure 2.14. Assemblage global des pièces du bras manipulateur.

## 2.4. Paramètre de fonctionnement de notre système

Le système mécanique articulé peut être considéré comme un générateur de déplacements de l'outil dans l'espace géométrique.

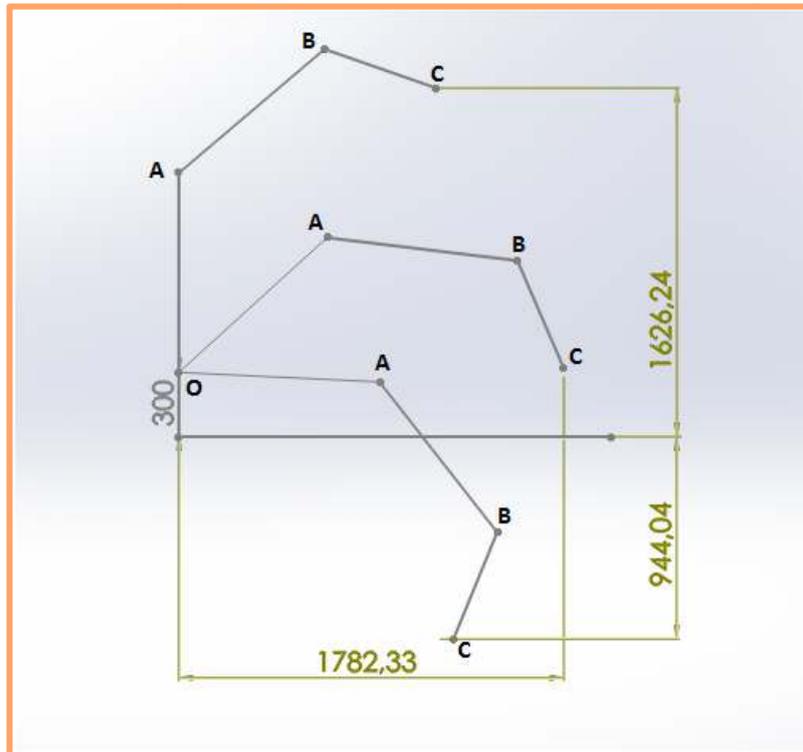


Figure 2.15. Différent déplacement du bras manipulateur.

Le point O : articulation de la flèche avec l'actionneur de rotation

Le point A : articulation de la flèche avec le bras

Le point B : articulation du bras avec le godet

Le point C : extrémité du godet

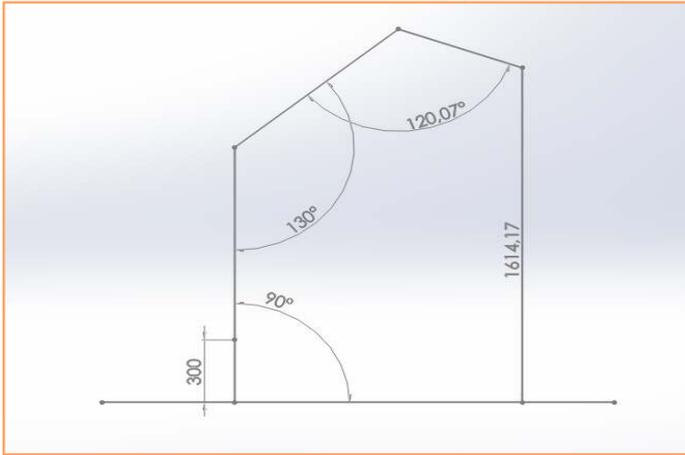


Figure 2.16. Position du bras manipulateur lors de déchargement.

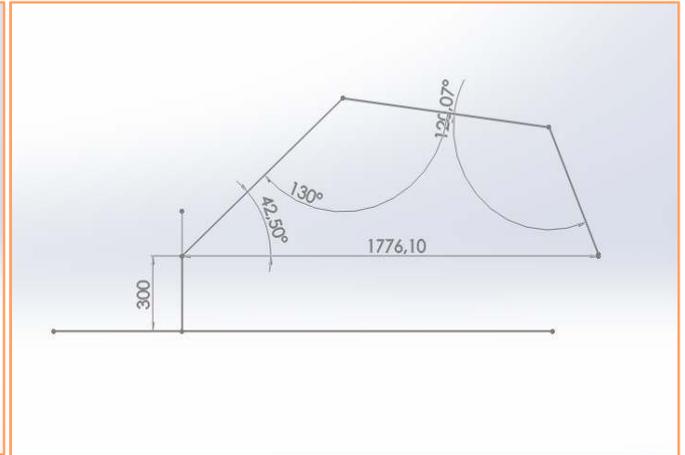


Figure 2.17. Position du bras manipulateur lors de préparation de travail

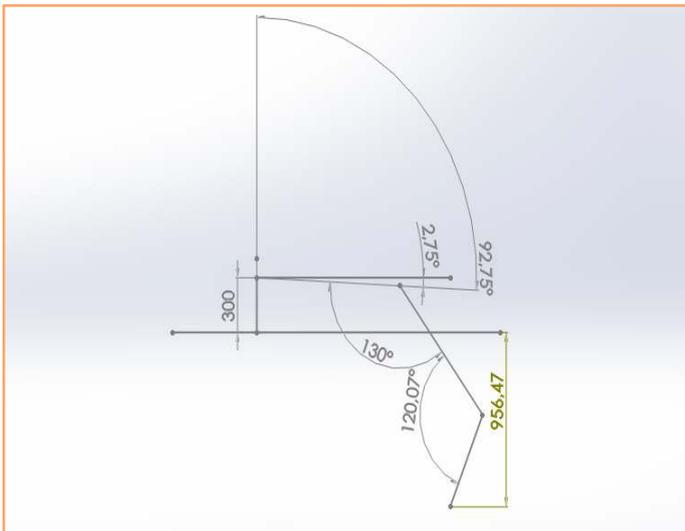


Figure 2.18. Position du bras manipulateur lors de l'opération de creusage.

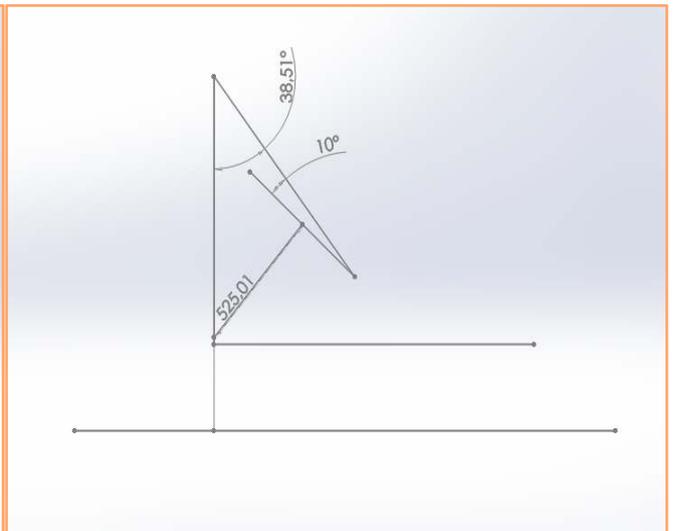


Figure 2.19. Position de repos du bras manipulateur ou position de transport

Après avoir réussi l'assemblage et les différentes positions du bras manipulateur, nous pouvons à présent passer à l'étude de résistance de ce dernier dans cas de la position la plus défavorable.

## Chapitre 03 : Etude de résistance par analyse et simulation numérique

### 3.1. Simulation des résultats

Après la conception 3D, 2D et dimensionnement de notre bras manipulateur, nous devons nous assurer qu'il fonctionne efficacement dans ses conditions d'utilisation. La simulation numérique offre la possibilité de simuler le comportement d'une pièce avant que cette dernière ne soit existante ce qui nous permet d'économiser des coûts énormes.

### 3.2. Principe de base de l'analyse

Le logiciel SolidWorks utilise la méthode des éléments finis. Cette méthode est une technique numérique d'analyse de conception. Elle est considérée comme la méthode standard d'analyse, du fait de sa généralité et de sa capacité à être traitée par l'informatique. La méthode des éléments finis divise un modèle en un grand nombre de petites entités de formes simples appelées éléments, et remplace ainsi un problème complexe par un ensemble de problèmes simple qui doivent être résolus simultanément. [5]

### 3.3. Etudes statique

Les études statiques calculent les déplacements, les forces de réaction, les déformations, les contraintes et la distribution des coefficients de sécurité. Les matériaux sont endommagés aux emplacements où les contraintes dépassent un certain niveau.

Les études statiques permettent d'éviter la ruine due à des contraintes élevées. Un coefficient de sécurité inférieure à l'unité indique la ruine du matériau. Des coefficients de sécurité élevés dans une zone indiquent des contraintes faibles, vous pouvez alors vraisemblablement réduire les épaisseurs de matière dans ces zones. [5]

### 3.4. Application des conditions aux limites

#### 3.4.1. Définition des matériaux

Le comportement de bras manipulateur dépend du matériau dont elle est faite, Cette étape consiste à l'attribution de matériau de la pièce. Pour notre cas nous avons utilisé l'acier de construction S235JR ainsi l'acier non allié 42CrMo4 pour les dents des godets et les axes

### 3.4.2. Géométrie fixe

La Géométrie fixe est nécessaire pour définir l'environnement de fonctionnement du modèle, cette étape consiste à fixer la structure dans une position convenable afin de lui appliquer les chargements. Dans notre cas on a appliqué la géométrie fixe aux points de fixations de notre mécanique aux portiques de la machines telle illustré sur les figures dans chaque rapport de simulation.

### 3.4.3. Pivot fixe

Le déplacement imposé pivot indique qu'une face cylindrique peut uniquement pivoter autour de son propre axe. Le rayon et la longueur de la face cylindrique restent constants sous l'effet d'un chargement.

### 3.4.4. Chargement appliqué

Cette étape consiste à l'application des efforts extérieurs dus à l'environnement dans lequel notre système va travailler, quand un chargement est appliqué à un corps, celui-ci se déforme et les effets du chargement se transmettent dans tout le corps. Les forces extrêmes induisent des forces internes et des réactions qui conduisent le corps à un état d'équilibre.

Pour simuler le comportement de notre mécanisme, nous avons commencé par calculer la charge qui peut supporter le godet, cette charge sera additionnée en série à chaque poids de chaque assemblage de notre système.

## 3.5. Etude des résultats

L'exécution de l'étude est nécessaire pour avoir la contrainte maximale, déplacement, déformation de la pièce. A partir de ces résultats, nous pouvons en conclure si celle-ci résiste aux chargements appliqués, sinon nous devons trouver des solutions, ou bien par :

- Un changement de matériau
- Une modification de la structure
- Un ajustement des dimensions ou un renforcement.

Le choix se base sur la comparaison de contrainte maximale qu'elle en résulte de l'étude avec la limite élastique du matériau utilisé. Le champ de contrainte est identifié par une palette de couleur fournie par le logiciel afin de définir leurs emplacements.

### 3.6. Etude de résistance

#### Unités utilisées

Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m <sup>2</sup>

Tableau 3.1. Unités utilisées sur Solidworks

#### 3.6.1. Etude de résistance de l'actionneur de rotation:

L'actionneur de rotation est conçu pour tenir la charge total de la flèche, de bras, du godet ainsi de la charge à soulever et les deux vérins V2 et V3 sur le palier inférieur de la pièce là où il est articulé avec la flèche.

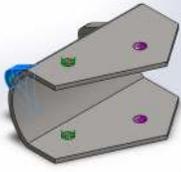
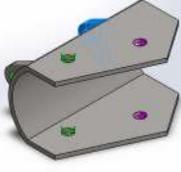
Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques
Enlèv. mat.-Extru.9 	Corps volumique	Masse:9.99207 kg Volume:0.00128103 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:97.9223 N
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.468525 kg Volume:6.00673e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:4.59155 N
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.468525 kg Volume:6.00673e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:4.59155 N

Tableau.3.2. Détails d'assemblage de l'actionneur

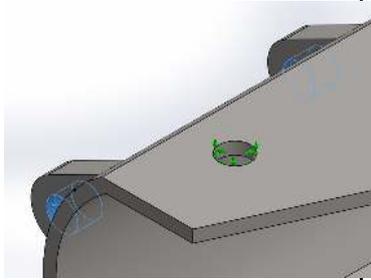
### 3.6.1.1. Propriétés du matériau

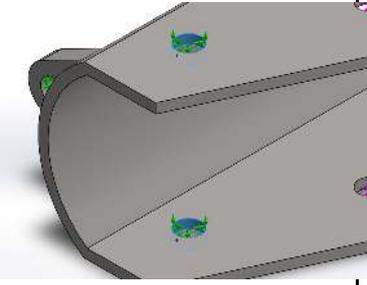
Le matériau utilisé est un acier de construction métallique S235JR (E24 selon la norme AFNOR). Destiné à un usage général avec une limite élastique minimal de 235MPa. Ce choix nous a été imposé du point de vue prix et sa disponibilité sur le marché.

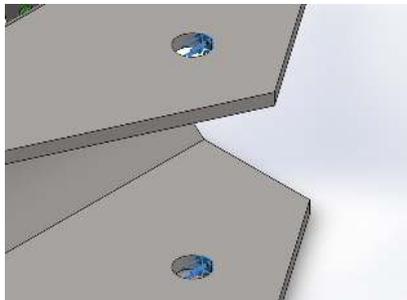
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>1.0037 (S235JR)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueiso tropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>2.35e+008 N/m^2</b> Limite de traction: <b>3.6e+008 N/m^2</b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m^2</b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m^3</b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m^2</b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	<b>Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.9)(CADRE DE L'ACTIONNEUR-1),</b> <b>Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(SUPPORT DE L'ACTIONNEUR-1),</b> <b>Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(SUPPORT DE L'ACTIONNEUR-2)</b>

Tableau 3.3. Propriété du matériau de l'actionneur.

### 3.6.1.2. Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: <b>2 face(s)</b> Type: <b>Géométrie fixe</b>

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Pivot fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Pivot fixe

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 1569.05 N Angle de phase: 0 Unités: deg

### 3.6.1.3. Informations sur le maillage – Détails

Afin d'éliminer des détails de forme et de topologie qui n'ont pas une emprise sur le fonctionnement du système tels que les congés, les perçages, et les chanfreins. On a utilisé un maillage standard de qualité moyenne avec essais automatique du maillage volumique type tétra hydrique. Le résultat est sur le tableau suivant :

Nombre total de noeuds	15568
Nombre total d'éléments	7973

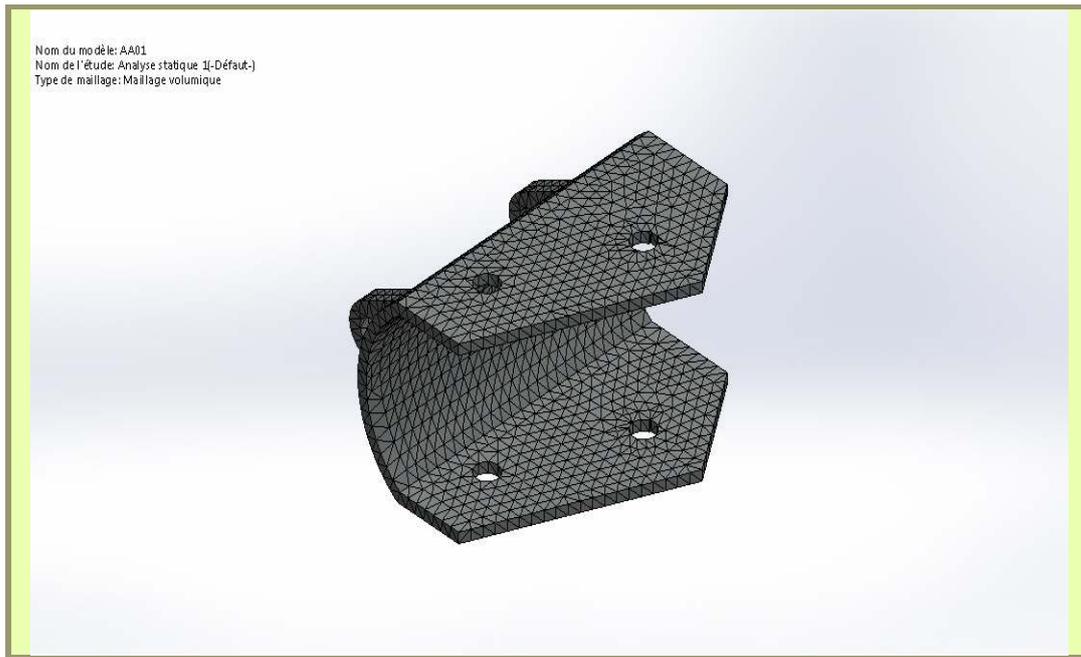


Tableau 3.4. Maillage de l'actionneur.

### 3.6.1.4. Résultats de l'étude

- **Contrainte**

La contrainte maximale est observée sur les parties en rouge à l'ordre de 13.3123 MPa comparé à la limite élastique du matériau utilisé est de 235MPa donc l'actionneur résiste très fort au chargement appliqués.

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	3329.61 N/m <sup>2</sup> Noeud: 14630	1.33123e+007 N/m <sup>2</sup> Noeud: 6233

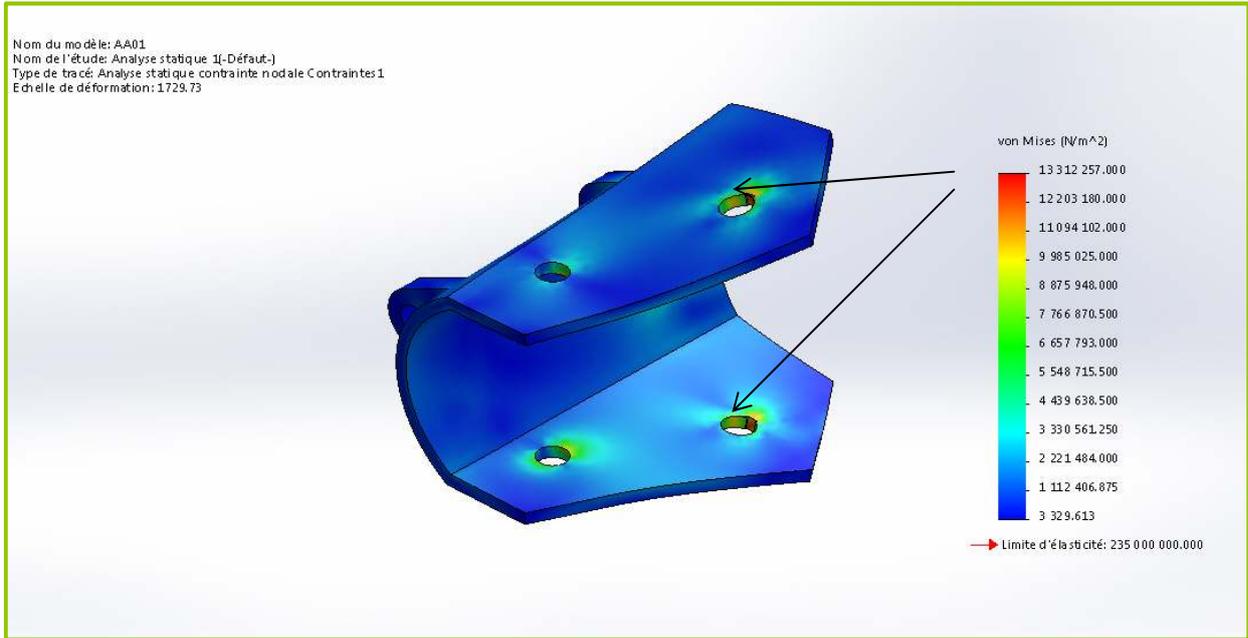


Tableau 3.5. Analyse statique 1-Contraintes

- **Déplacement**

Sous l'effet de l'effort appliqué le déplacement est observé sur la partie inférieure du cadre de l'actionneur de 0.0195051mm, ce déplacement est considéré comme infinitésimal devant la taille de la pièce. (Tableau 3.6)

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Noeud: 13986	0.0195051 mm Noeud: 594

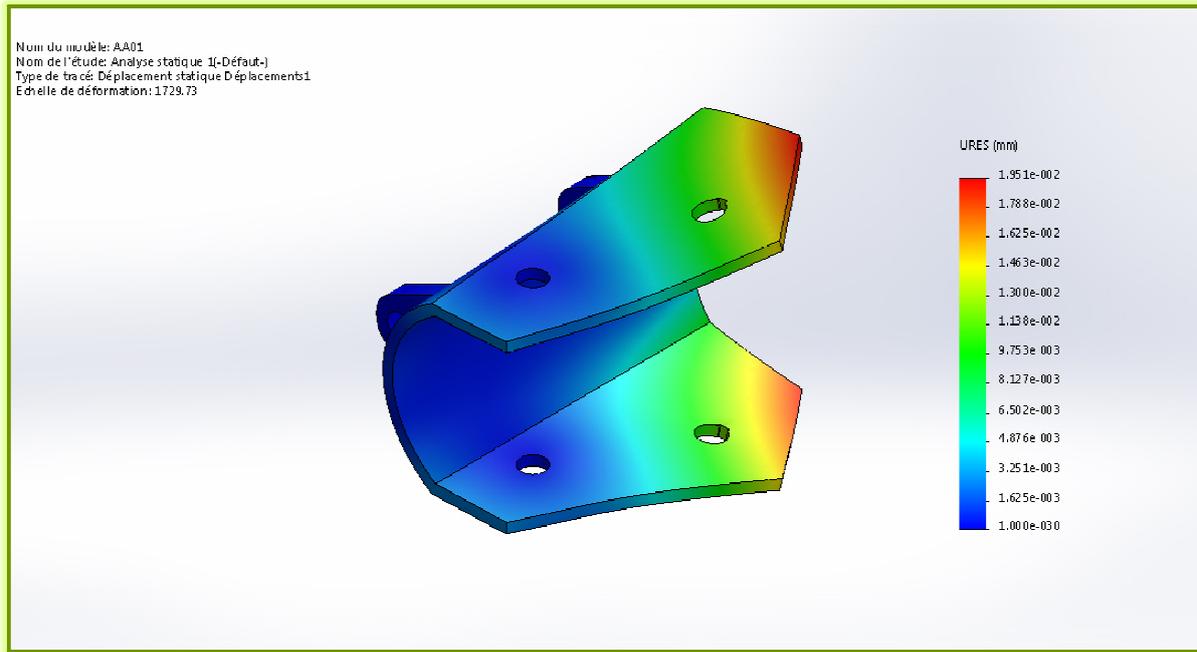


Tableau 3.6. Analyse statque 1-Déplacements

- **Déformation**

D'après le résultat, les déformations maximales de la flèche sont localisées au niveau Les zones représentées en rouge de l'ordre  $4.94 \cdot 10^{-05}$  mm Les zones représentées en bleu ne subissent aucune déformation. (Tableau 3.7)

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN: Déformationéquivalente	8.18532e-008 Elément: 7119	4.94539e-005 Elément: 2852

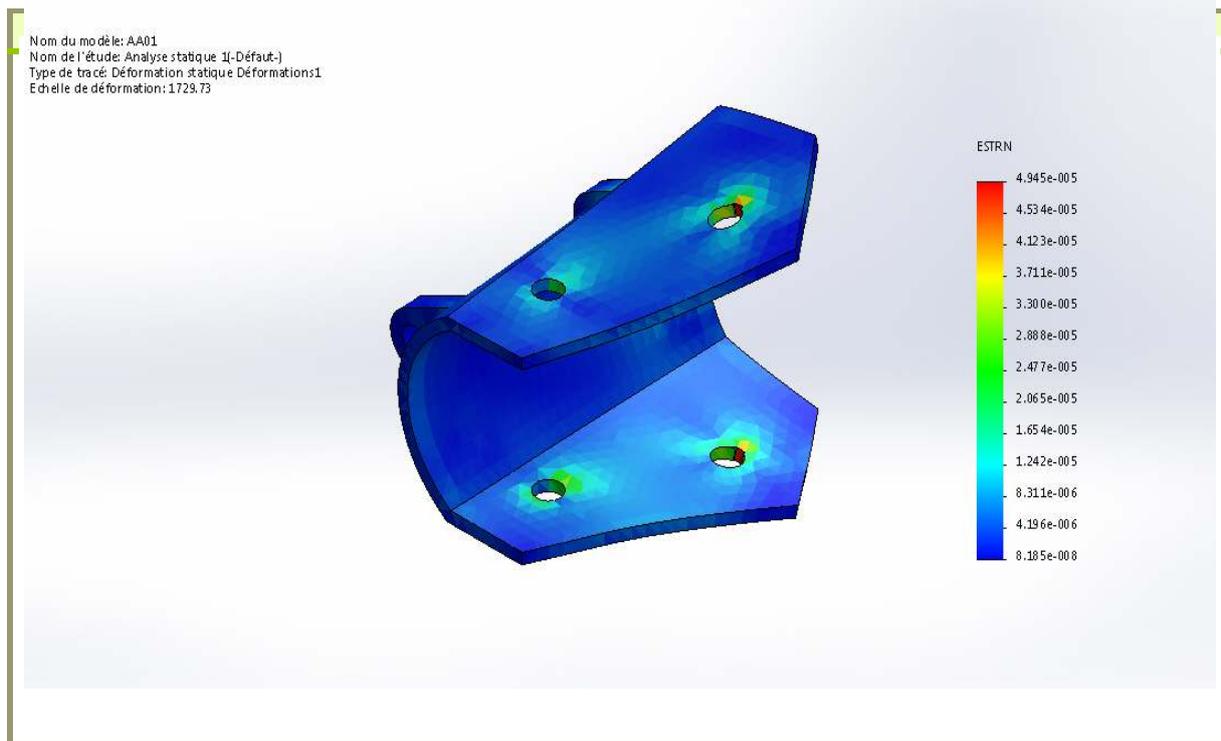
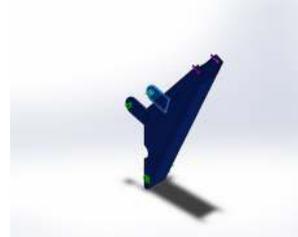


Tableau 3.7. Analyse statique 1-Déformations

Les résultats obtenus lors de l'étude de résistance indiquent que l'actionneur de rotation résiste largement aux chargements imposés suivant ce matériau et ces dimensionnements.

### 3.6.2. Etude de résistance de la flèche

La flèche est conçue d'une façon à supporter le poids du bras, du godet et son vérin V3 plus la charge à lever. Sa manipulation se fait à l'aide du vérin hydraulique, placée approximativement au milieu de la flèche. (Tableau 3.8)

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:1.04802 kg Volume:0.000134361 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:10.2706 N

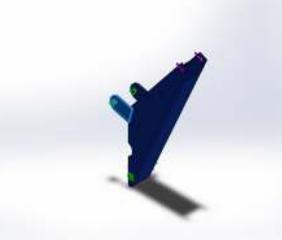
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:1.04802 kg Volume:0.000134361 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:10.2706 N
Enlèv. mat.-Extru.8 	Corps volumique	Masse:16.9531 kg Volume:0.00217348 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:166.141 N

Tableau 3.8. Détails assemblage de la flèche

### 3.6.2.1. Propriétés du matériau

Le matériau utilisé est le même que celui de la pièce précédente

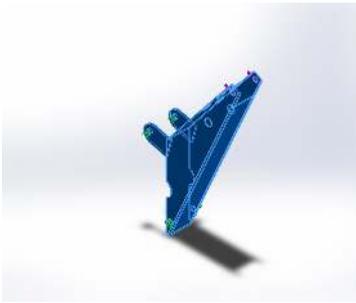
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>1.0037 (S235JR)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueiso tropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>2.35e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>3.6e+008 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	<b>Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(f1droi-1),                  Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(f1droi-2),                  Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.8)(fleche-1)</b>

Tableau 3.9. Propriétés du matériau de la flèche

### 3.6.2.2. Actions extérieures

Les supports de fixation du vérin sont considérés comme des pivots fixes. L'emplacement de contrainte de la charge est localisé au niveau de l'articulation avec le bras.

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe
Pivot fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Pivot fixe

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 1368.88 N Angle de phase: 0 Unités: deg

### 3.6.2.3. Informations sur le maillage – Détails

Nombre total de noeuds	17886
Nombre total d'éléments	8648



Tableau 3.10. Détails maillage de la flèche

#### 3.6.2.4. Résultats de l'étude

- **Contrainte**

La flèche est soumise à un effort de l'ordre de **1368.88 N**, il est remarquable que les zones les plus sollicitées (en rouge) sont de l'ordre 39.2658MPa vu que la limite d'élasticité du matériau est de (235MPa), le matériau va travailler dans le domaine élastique donc on peut avancer que la flèche va résister dans ces conditions.

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	21963.7 N/m <sup>2</sup> Noeud: 13624	3.92658e+007 N/m <sup>2</sup> Noeud: 1356

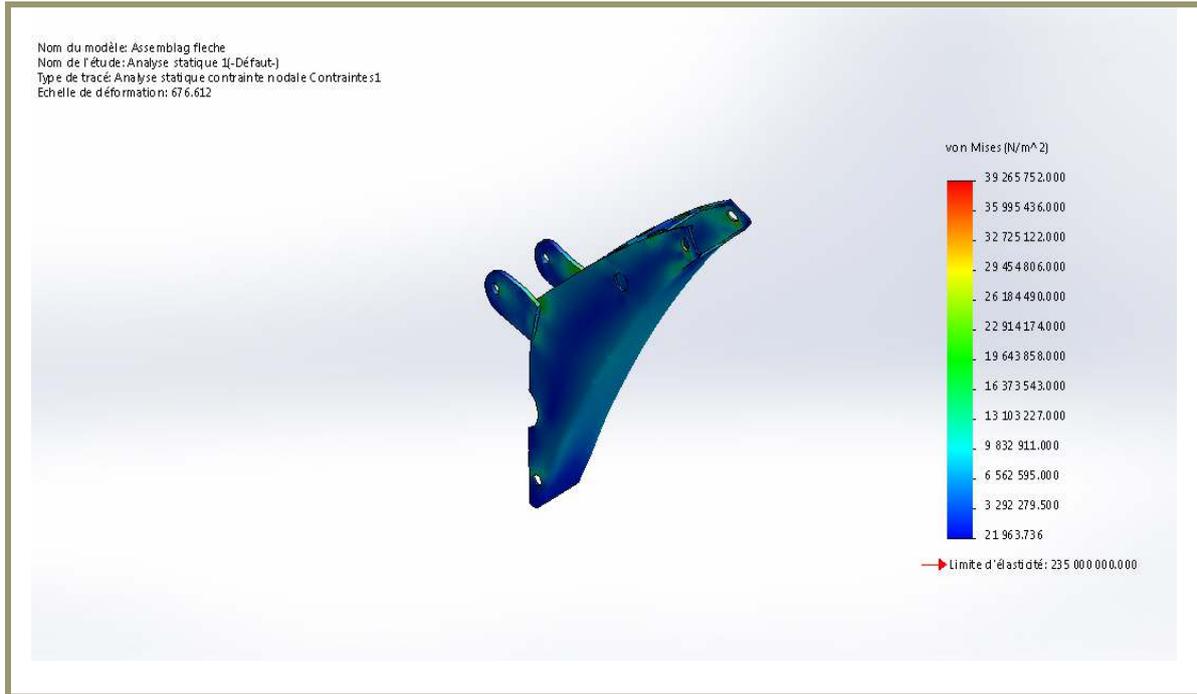


Tableau 3.11. Analyse statique 2-Contraintes

- **Déplacement**

En accord avec la palette de couleur de la figure, un déplacement de seize centièmes de millimètres se situe à l'extrémité du cadre de la flèche (zone rouge), ce déplacement est négligeable par rapport au dimensionnement global de cette pièce

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Noeud: 1322	0.1626 mm Noeud: 2602

Nom du modèle: Assemblag fleche  
 Nom de l'étude: Analyse statique 1(-Défaut-)  
 Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1  
 Echelle de déformation: 676.612

URES (mm)

1.626 e-001
1.491 e-001
1.355 e-001
1.220 e-001
1.084 e-001
9.485 e-002
8.130 e-002
6.775 e-002
5.420 e-002
4.065 e-002
2.710 e-002
1.355 e-002
1.000 e-030

Tableau 3.12 Analyse statique 2-Déplacements

### • Déformation

Les déformations maximales de la flèche sont localisées au niveau Les zones représentées en rouge de l'ordre  $1.10 \cdot 10^{-04}$  mm

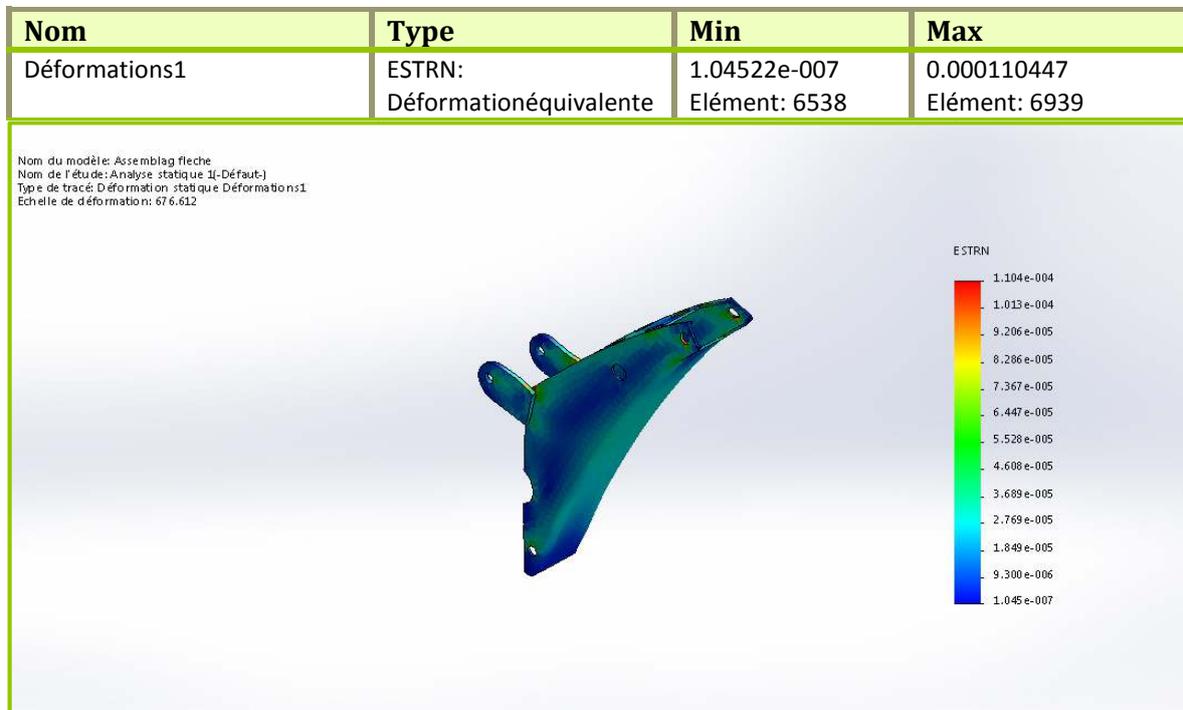
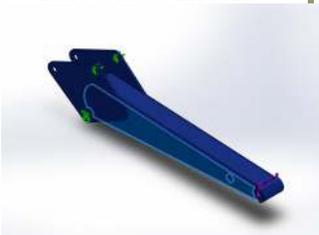


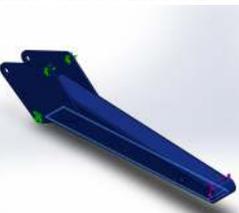
Tableau 3.13. Analyse statique 2-Déformations

Les résultats montrant que la flèche résiste suffisamment dans les conditions imposées.

### 3.6.3. Etude de résistance du bras

Le bras est fixé avec la flèche manipulable par un vérin hydraulique et doit supporter le poids du godet ainsi que la charge à soulever par ce dernier.

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques
Enlèv. mat.-Extru.3 	Corps volumique	Masse:3.32471 kg Volume:0.000426245 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:32.5822 N

<p>Boss.-Extru.3</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:4.47957 kg                      Volume:0.000574304 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:43.8998 N</p>
<p>Enlèv. mat.-Extru.10</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:6.2801 kg                      Volume:0.000805141 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:61.545 N</p>
<p>Enlèv. mat.-Extru.2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:2.96562 kg                      Volume:0.000380208 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:29.0631 N</p>
<p>Enlèv. mat.-Extru.1</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:1.82122 kg                      Volume:0.00023349 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:17.848 N</p>
<p>Révolution1</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.367566 kg                      Volume:4.71239e-005 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:3.60215 N</p>
<p>Boss.-Extru.1</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:4.9857 kg                      Volume:0.000639192 m<sup>3</sup>                      Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>                      Poids:48.8599 N</p>

Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:4.9857 kg Volume:0.000639192 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:48.8599 N
--	-----------------	---

Tableau 3.14. Détails de l'assemblage du bras

### 3.6.3.1. Propriétés du matériau

Le matériau utilisé est le même que celui de la pièce précédente. Ces caractéristiques sont sur le tableau qui suit :

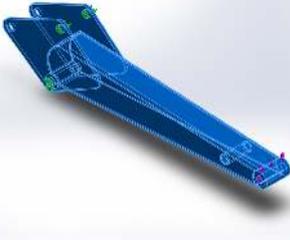
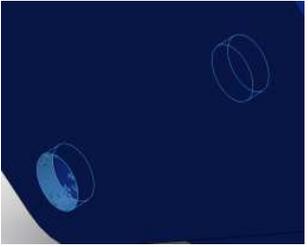
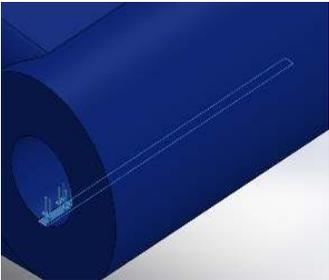
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>1.0037 (S235JR)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueisotropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>2.35e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>3.6e+008 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.3)(b1droi-9), Corps volumique 1(Tôle de base pliée3)(b2gauch-2), Corps volumique 2(Boss.-Extru.3)(b2gauch-2), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.10)(b3dessus - Copie-2), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.2)(b3dessus-6), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(b5-3), Corps volumique 1(Révolution1)(b6-2), Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(b77droi-2), Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(b88gau-2)

Tableau 3.15. Propriété du matériau du bras

### 3.6.3.2. Actions extérieures

L'emplacement de contrainte de la charge est localisé au niveau de l'articulation avec le godet.

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe
Pivot fixe-1		Entités: 4 face(s) Type: Pivot fixe

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 994.817 N Angle de phase: 0 Unités: deg

### 3.6.3.3. Informations sur le maillage

Nombre total de noeuds	16444
Nombre total d'éléments	8176



Tableau 3.16. Maillage du bras

#### 3.6.3.4. Résultats de l'étude

- **Contrainte**

Nous remarquons une très petite contrainte maximale d'ordre de 9.42234MPa, son emplacement n'ai pas visible sur le résultat ceci implique une résiste largement suffisante (la limite élastique minimum (235MPa) du matériau choisie).

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	260.907 N/m <sup>2</sup> Noeud: 12193	9.42234e+006 N/m <sup>2</sup> Noeud: 2015

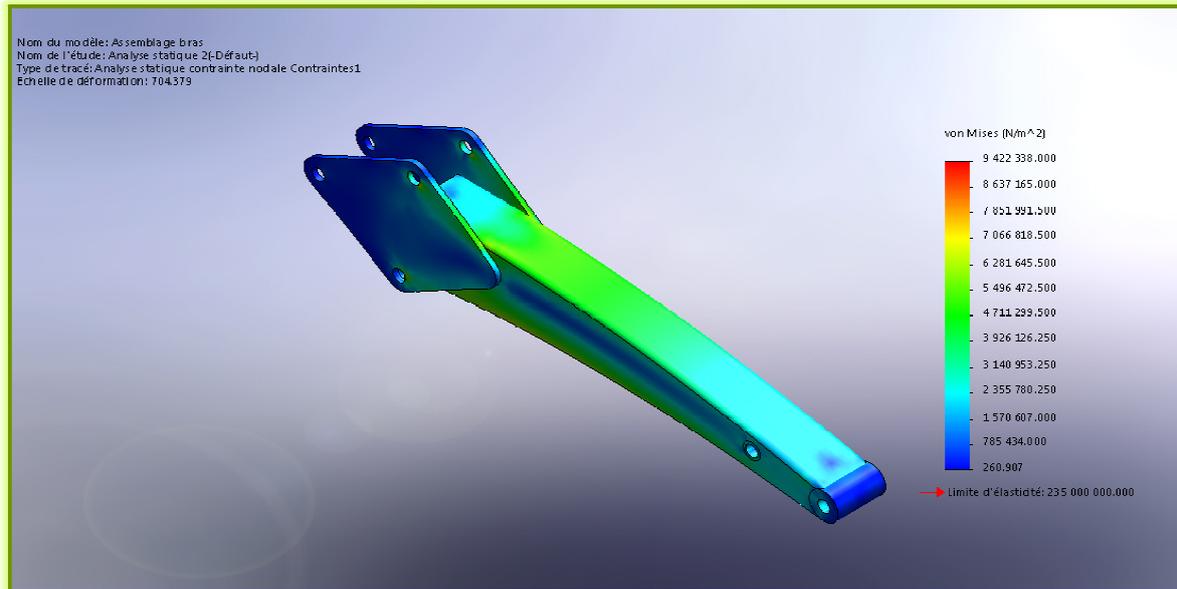


Tableau 3.17. Analyse statique 3-Contraintes

- **Déplacement**

Le rapport du résultat de distribution de déplacement, nous confirme que les zones les plus déplacées sont à l'ordre de 0.15mm, se situent sur la partie avant du bras. Les déplacements sont négligeables devant les dimensions de la pièce.

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Noeud: 11837	0.157897 mm Noeud: 11103

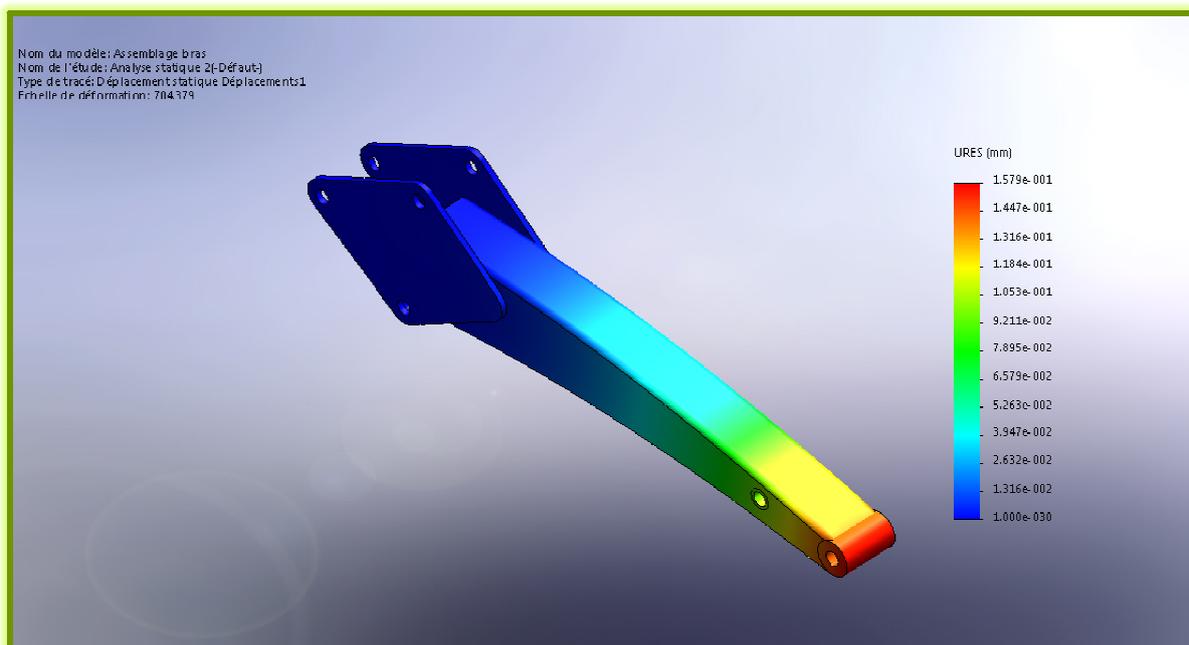


Tableau 3.18. Analyse statique 3-Déplacements

### • Déformation

Les déformations maximales de la flèche sont localisées au niveau Les zones représentées en rouge de l'ordre  $3.65 \cdot 10^{-05}$  mm

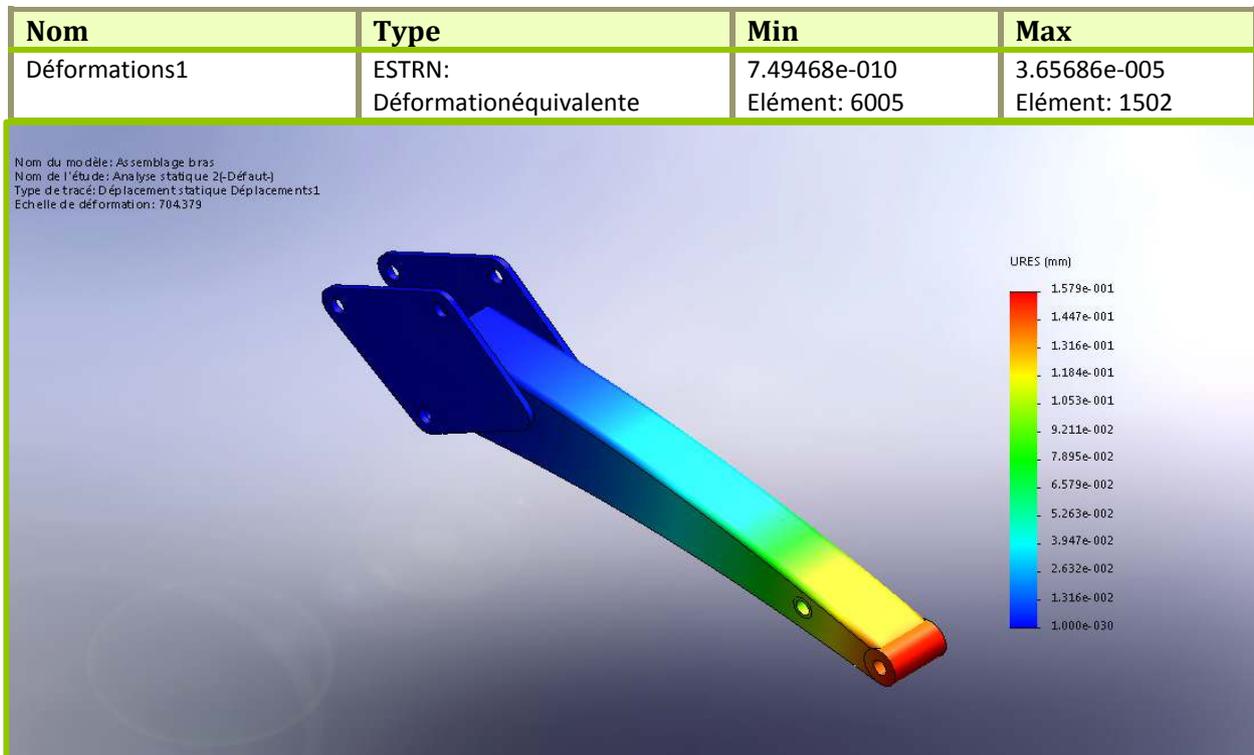


Tableau 3.19. Analyse statique 3-Déformations

Les résultats obtenus indiquant que le bras tient suffisamment aux conditions imposées.

#### 3.6.4. Etude de résistance du godet

La charge qui peut soulever est estimée comme suite :

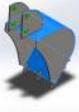
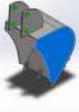
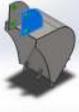
Supposant le godet est de forme cylindrique de rayon  $203\text{mm}^{(1)}$  et de hauteur de  $283\text{mm}^{(1)}$

Le volume sera égal à  $0,03661914158 \text{ m}^3$ .

Notre mécanisme est conçu pour creuser sur une terre, sable ou argile la densité volumique est donnée respectivement  $1225 \text{ Kg/m}^3$ ,  $1600 \text{ Kg/m}^3$  et  $1700 \text{ Kg/m}^3$ . Prenons la plus grande valeur  $1700 \text{ Kg/m}^3$ . A partir de ces données nous aurons une masse de  $62.25 \text{ Kg}$ .

<sup>1</sup>Profondeur du godet est de 406 mm et sa largeur est de 283mm avec 6mm de chaque cadre Ltot=295mm

Comme le godet ne soulève pas de la matière à rat, posons que notre godet peut charger une masse de 70Kg.c'est-à-dire une charge équivalente de 686.4655 N dont on va lui applique sur la partie inferieur du baquet.

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques
Enlèv. mat.-Extru.2 	Corps volumique	Masse:10.8481 kg Volume:0.00139078 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:106.311 N
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:4.49936 kg Volume:0.000576841 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:44.0937 N
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:4.49936 kg Volume:0.000576841 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:44.0937 N
Enlèv. mat.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:2.54377 kg Volume:0.000326125 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:24.929 N
Enlèv. mat.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:2.54377 kg Volume:0.000326125 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:24.929 N
Enlèv. mat.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.169436 kg Volume:2.17225e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:1.66047 N
Enlèv. mat.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.169436 kg Volume:2.17225e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:1.66047 N

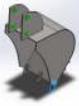
Enlèv. mat.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.169436 kg Volume:2.17225e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:1.66047 N
--	-----------------	--

Tableau 3.20. Détails assemblage du godet

### 3.6.4.1. Propriétés du matériau

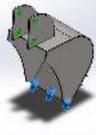
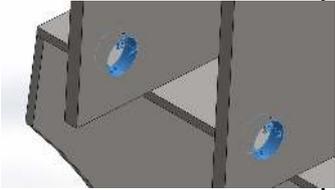
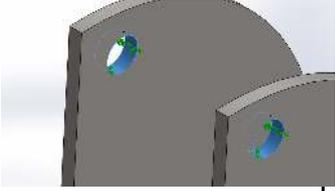
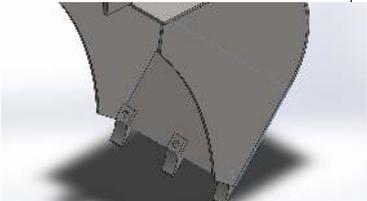
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>1.0037 (S235JR)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueiso tropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>2.35e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>3.6e+008 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.2)(G01-1), Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(G02-3), Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(G02-5), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(G03-13), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(G03-14)
	Nom: <b>1.7225 (42CrMo4)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueiso tropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>7.5e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>1e+009 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(G04-4), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(G04-5), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(G04-8)

Tableau 3.21. Propriété du matériau du godet

### 3.6.4.2. Actionsexteriures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe
Pivot fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Pivot fixe

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: -686.466 N Angle de phase: 0 Unités: deg

### 3.6.4.3. Informations sur le maillage – Détails

Nombre total de noeuds	18041
Nombre total d'éléments	8878

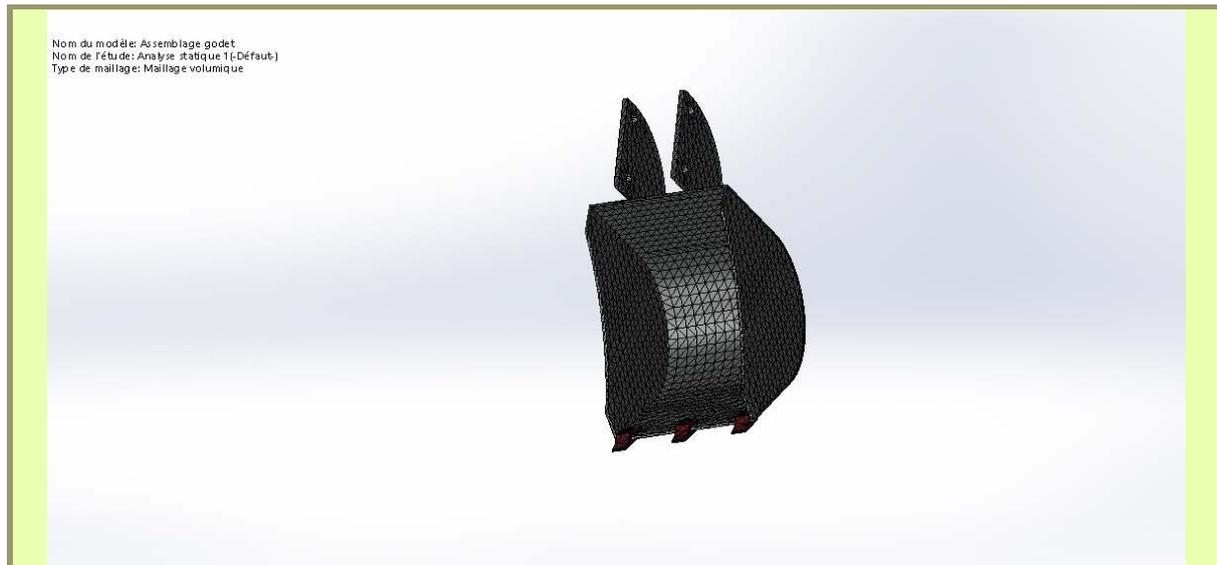


Tableau 3.22. Maillage du godet

#### 3.6.4.4. Résultats de l'étude

- **Contrainte**

Le godet est soumis à un effort de 686.4655N, il est remarquable suivant la palette de couleur du résultat une contrainte de 45.90 MPa sur la partie où sont soudés les supports du godet. Le matériau va travailler dans le domaine élastique vu sa limite élastique (235MPa), donc le godet va résister aux conditions imposées

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de von Mises	2332.99 N/m <sup>2</sup> Noeud: 17210	4.59084e+007 N/m <sup>2</sup> Noeud: 6019

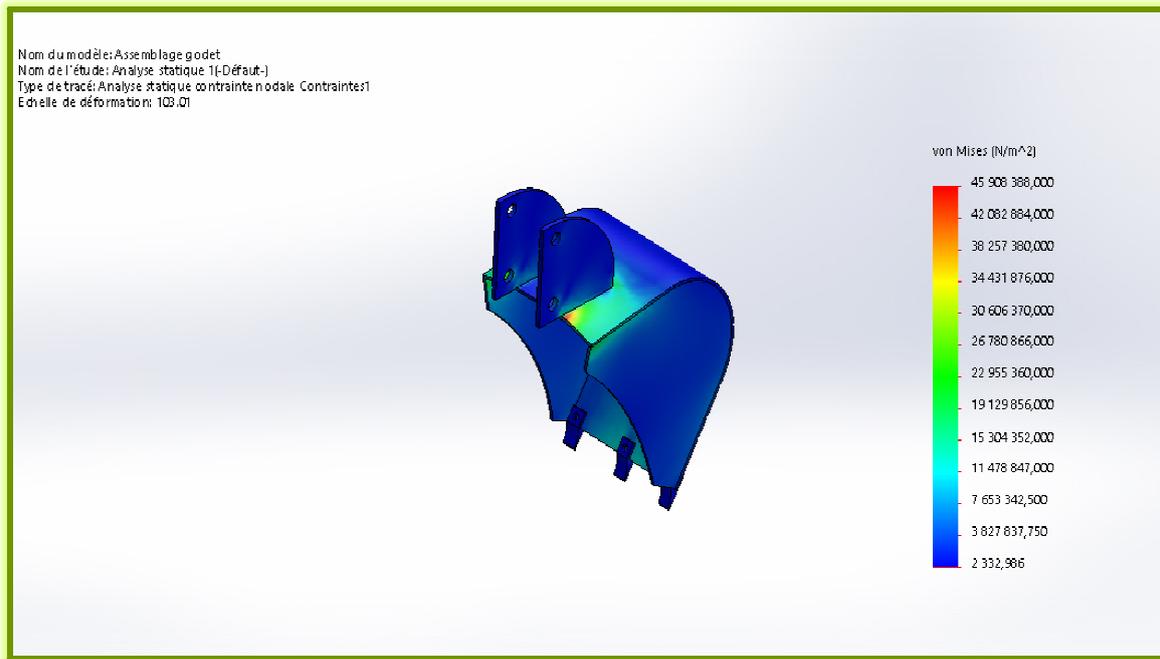


Tableau 3.23. Analyse statique 4-Contraintes

- **Déplacement**

Sous l'effet de la charge appliquée, nous observons des déplacements au milieu de la partie inférieure de baquet de 0.67mm.

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacementrésultant	0 mm Noeud: 13692	0.670009 mm Noeud: 16710

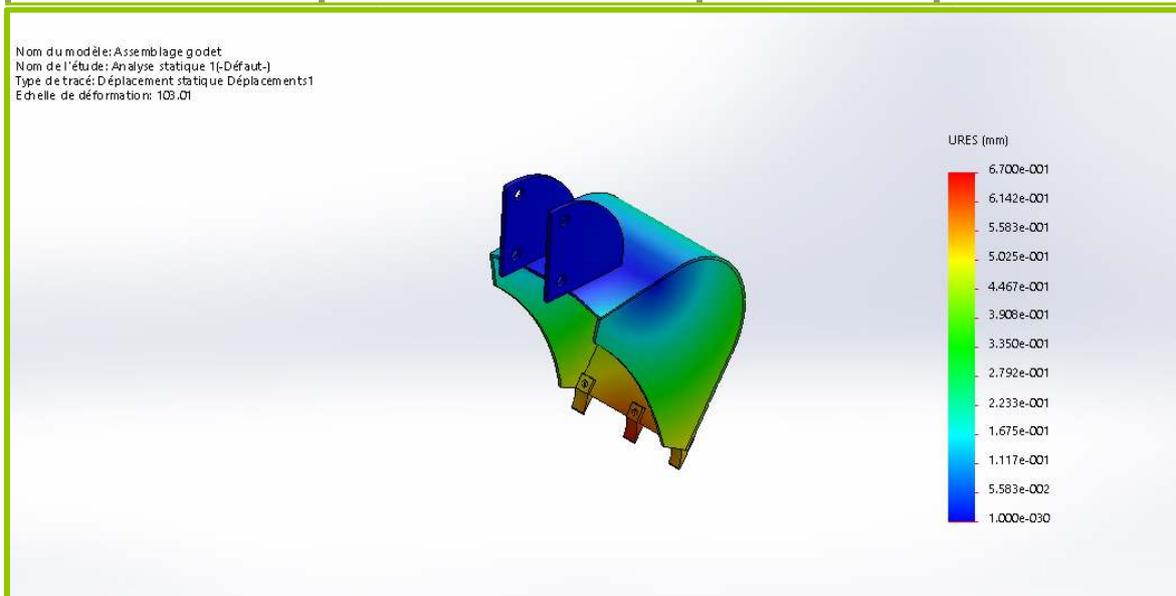


Tableau3.24. Analyse statique 4-Déplacements

• **Déformation**

Les déformations maximales de la flèche sont localisées au niveau Les zones représentées en rouge de l'ordre  $9.54 \cdot 10^{-05}$  mm

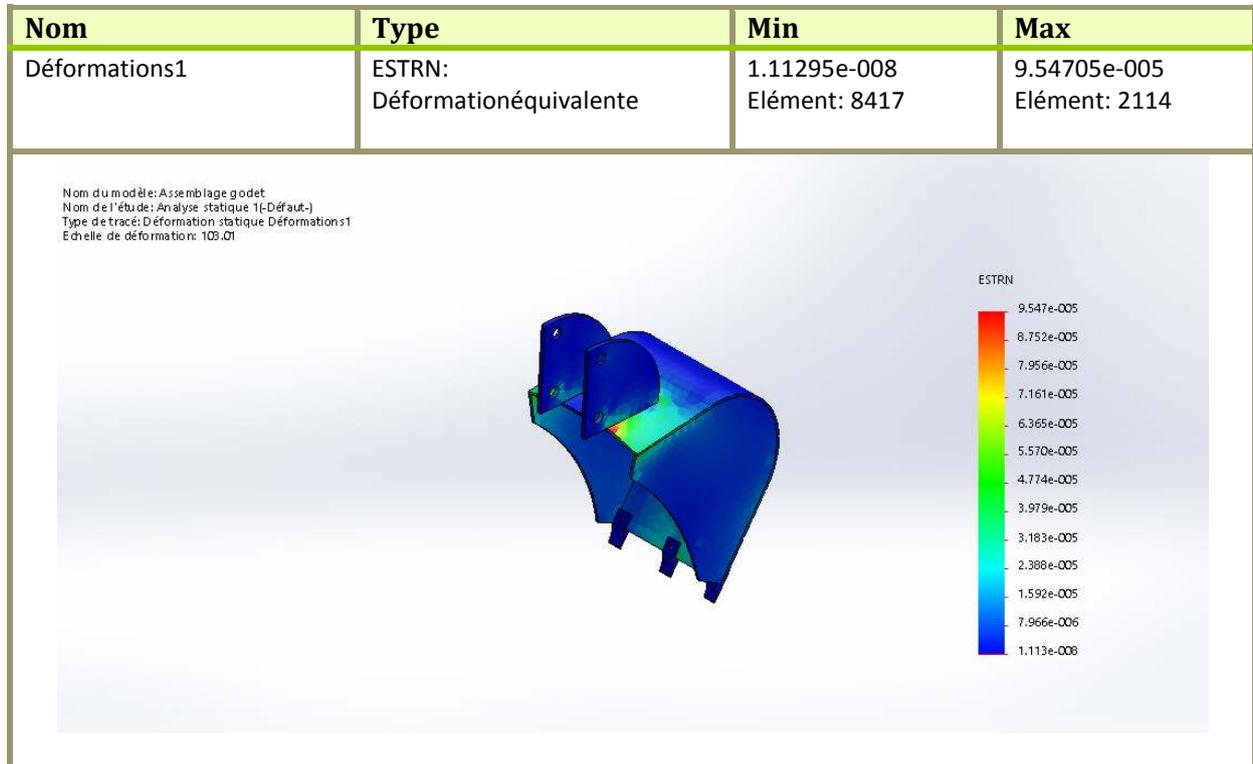


Tableau 3.25 Analyse statique 4-Déformations

Les résultats obtenus indiquant que le bras tient suffisamment aux conditions imposées.

**3.6.5. Etude de résistance de l'axe pivot de la flèche**

Cet axe assure la fixation et l'articulation de la flèche avec l'actionneur de rotation, il doit supporter une charge qui rassemble le poids de la flèche, bras, godet ainsi leur vérins et la charge à soulever par le godet

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Boss.-Extru.4 	Corps volumique	Masse:0.573308 kg Volume:7.3501e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:5.61842 N	C:\Users\pc\Pictures\Documents\memoire 2018\piece fleche\AXR3 SLDPRT.SLDPRT Jun 23 10:01:36 2018

Tableau 3.26. Détails de l'axe pivot

### 3.6.5.1. Propriétés du matériau

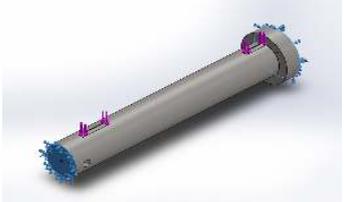
Le matériau utilisé pour les axes est l'acier non allié 42CrMo4 (42CD4 selon la norme AFNOR) les propriétés dans le tableau suivant :

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p>Nom: <b>1.7225 (42CrMo4)</b>            Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueiso tropique</b>            Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b>            Limited'élasticité: <b>7.5e+008 N/m^2</b>            Limite de traction: <b>1e+009 N/m^2</b>            Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m^2</b>            Coefficient de Poisson: <b>0.28</b>            Masse volumique: <b>7800 kg/m^3</b>            Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m^2</b>            Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b></p>	<p><b>Corps volumique 1(Boss.-Extru.4)(AXR3 SLDPRT)</b></p>

Tableau 3.27. Propriété du matériau de l'axe pivot

### 3.6.5.2. Actionsexérieures

Les actions extérieures appliquées sur l'axe de la flèche avec l'actionneur de rotation, nous avons appliqué une géométrie fixe aux l'extrémité et une force au niveau des parties de l'axe en contact avec la flèche pour simuler le travail de ce dernier.

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		<p>Entités: <b>2 face(s)</b>            Type: <b>Géométrie fixe</b></p>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		<b>Entités: 2 face(s)</b> <b>Type: Force normale</b> <b>Valeur: 1555.75 N</b> <b>Angle de phase: 0</b> <b>Unités: deg</b>

### 3.6.5.3. Résultats de l'étude

- Contrainte**

On remarque une contrainte maximale de 40MPa situé au niveau du palier de la flèche en contact avec l'actionneur de rotation alors que la limite élastique du matériau utilisé est de 750MPa, ceci implique que cet axe résiste au chargement imposé.

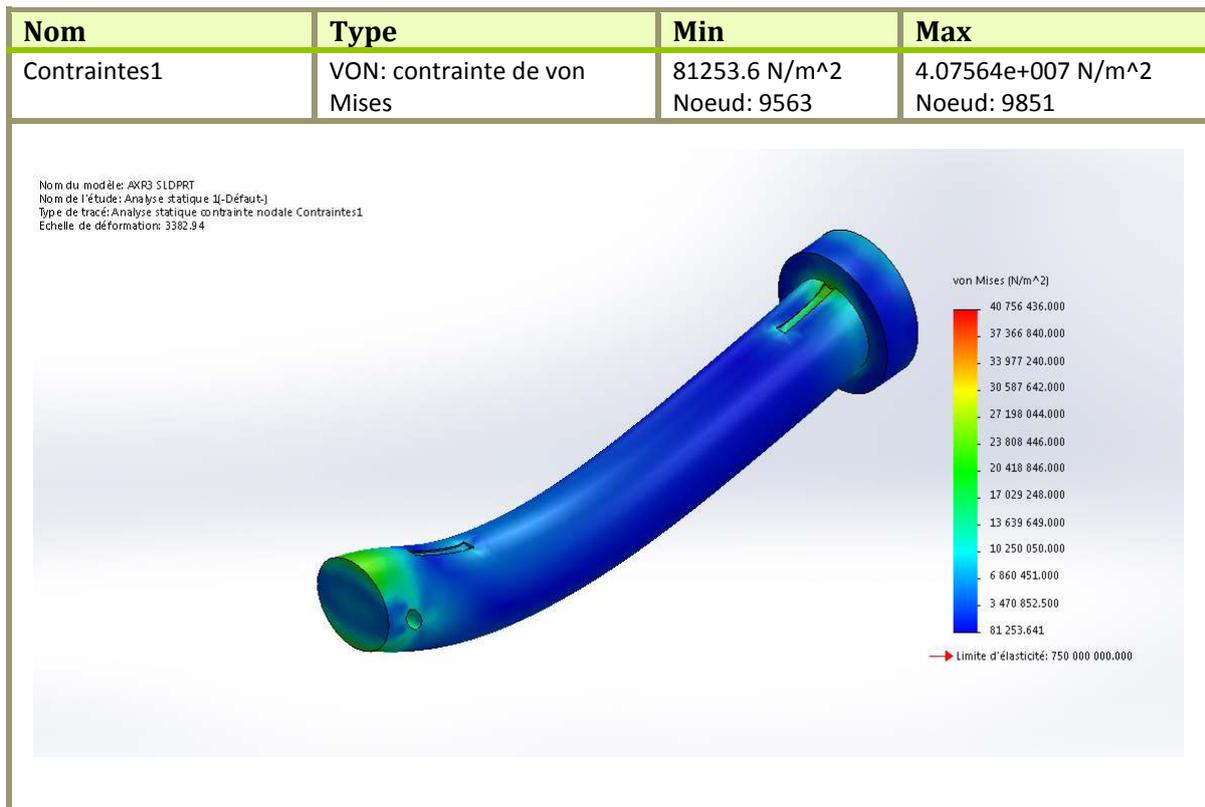


Tableau 3.28AXR3 -Analyse statique 5-Contraintes

- **Déplacement**

Le déplacement maximum de cet axe est de quatre millièmes de millimètres ce qui le rend négligeable vu la dimension globale de l'axe.

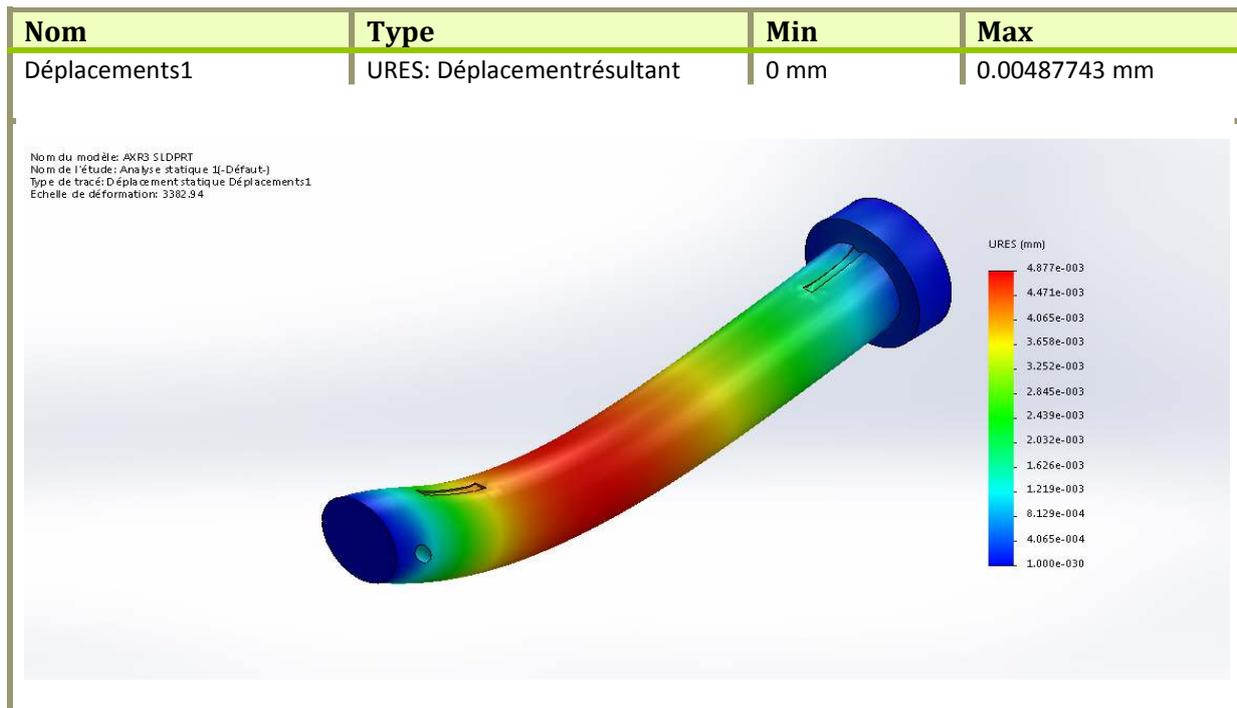


Tableau 3.29. AXR3 -Analyse statique 5-Déplacements-

- **Déformation**

La déformation observée est de  $1.07 \cdot 10^{-04}$  mm

Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN: Déformationéquivalente	5.17632e-007 Elément: 6996	0.000107432 Elément: 1650

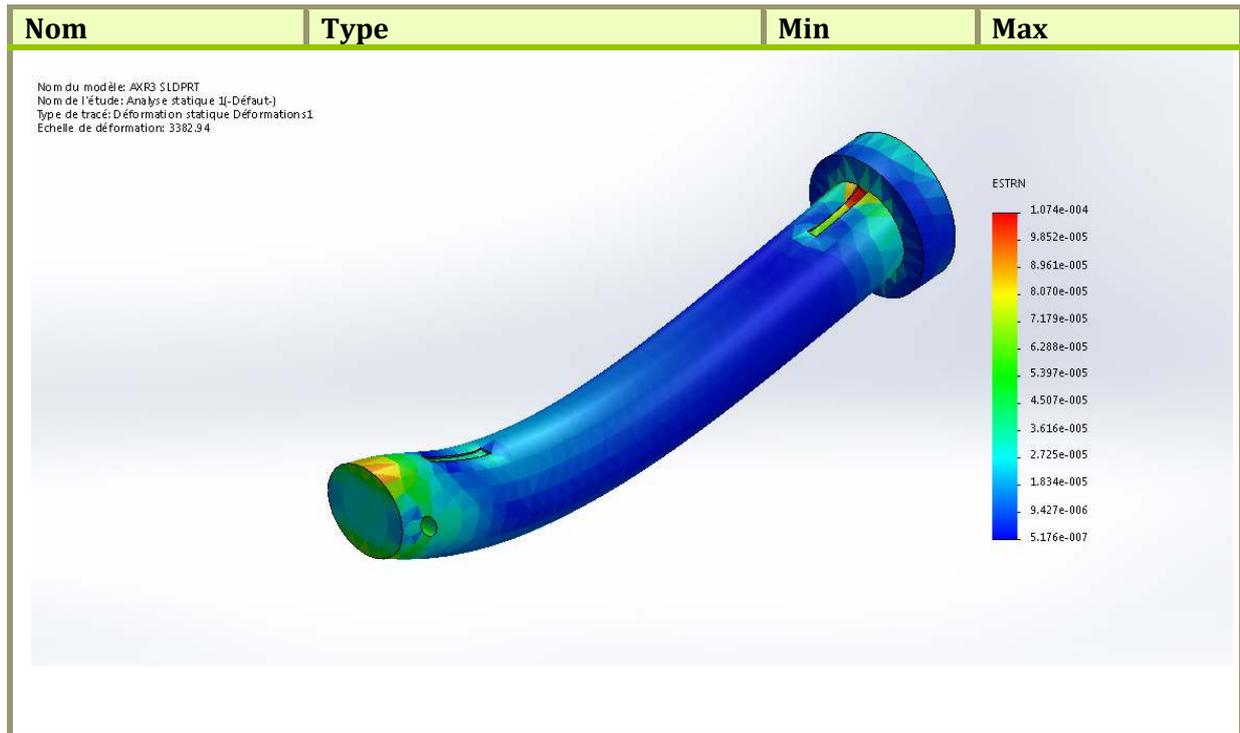


Tableau 3.30. AXR3 -Analyse statique 5-Déformations

### 3.6.6. Etude de résistance de l'axe pivot du bras

Cet axe assure la fixation et l'articulation du bras avec la flèche, il doit supporter une charge qui rassemble le poids du bras, godet ainsi son vérin et la charge à soulever.

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Enlèv. mat.-Extru.4 	Corps volumique	Masse:0.685773 kg Volume:8.79196e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:6.72058 N	C:\Users\pc\Desktop\A XR2 SLDPRT.SLDPRT Jun 26 18:51:20 2018

Tableau 3.31. Détails de l'axe pivot du bras

### 3.6.6.1. Propriétés du matériau

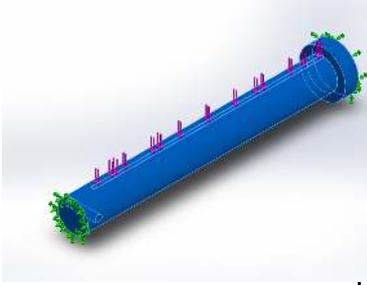
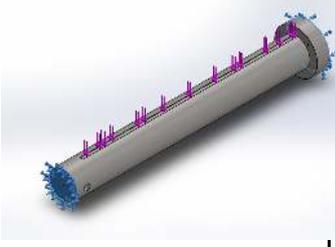
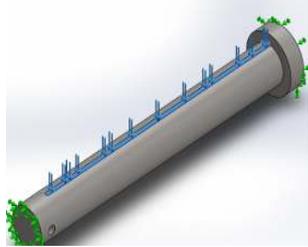
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>1.7225 (42CrMo4)</b> Type de modèle: <b>Linéaireélastiqueisotropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Contrainte de von mises</b> Limited'élasticité: <b>7.5e+008 N/m^2</b> Limite de traction: <b>1e+009 N/m^2</b> Module d'élasticité: <b>2.1e+011 N/m^2</b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7800 kg/m^3</b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m^2</b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	<b>Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.4)(AXR2 SLDPRT)</b>

Tableau 3.32. Propriété du matériau de l'axe pivot du bras

### 3.6.6.2. Actionsexérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: <b>2 face(s)</b> Type: <b>Géométrie fixe</b>

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: <b>1 face(s)</b> Type: <b>Force normale</b> Valeur: <b>682.18 N</b> Angle de phase: <b>0</b> Unités: <b>deg</b>

### 3.6.6.3. Résultats de l'étude

- **Contrainte**

On remarque une contrainte maximale de 14.5MPa situé au niveau du palier du bras en contact avec la flèche alors que la limite élastique du matériau utilisé est de 750MPa, ceci implique que cet axe résiste au chargement imposé.

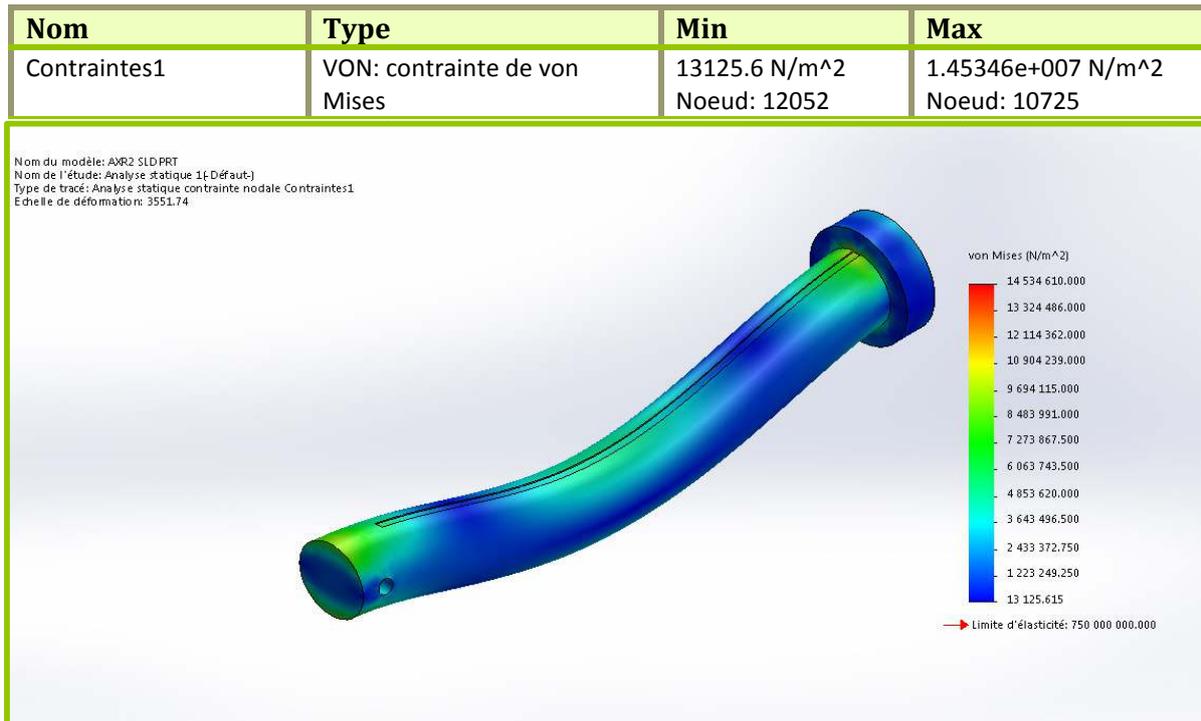


Tableau 3.33. AXR2 Analyse statique 6-Contraintes

- **Déplacement**

Le déplacement maximum de cet axe est de cinq millièmes de millimètres ce qui le rend négligeable vu la dimension globale de l'axe.

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Noeud: 53	0.00563105 mm Noeud: 12052

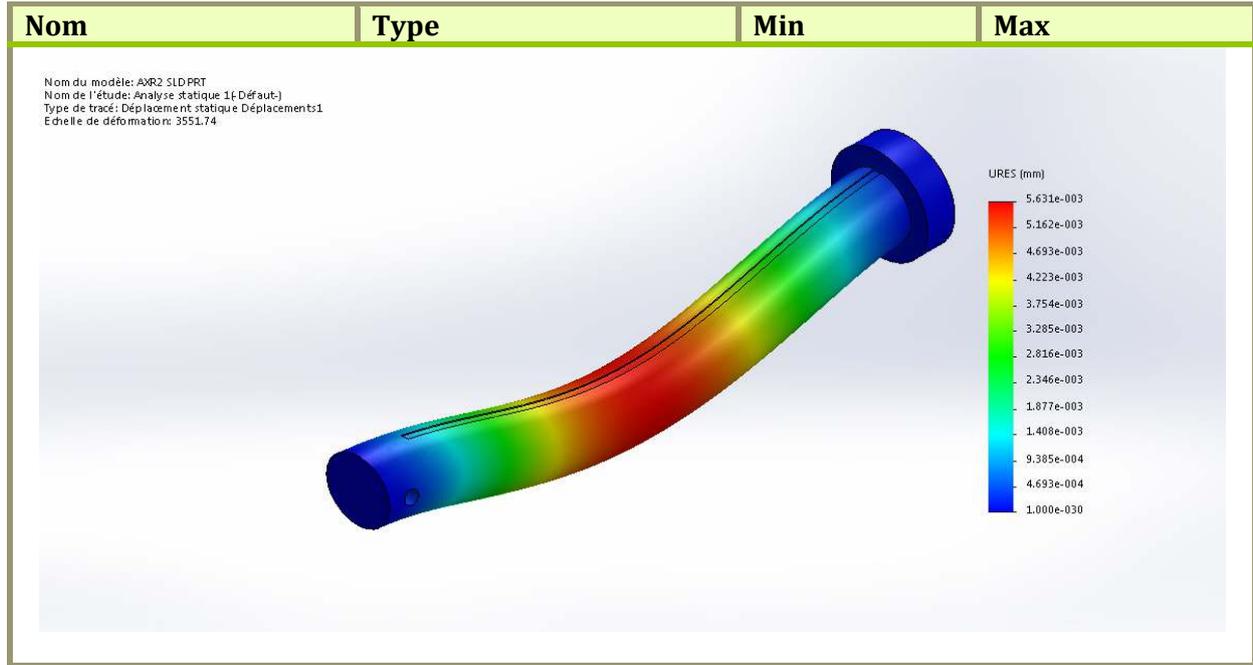


Tableau 3.34. AXR2-Analyse statique 6-Déplacements

- **Déformation**

La déformation observée est de  $4.05 \cdot 10^{-05}$  mm

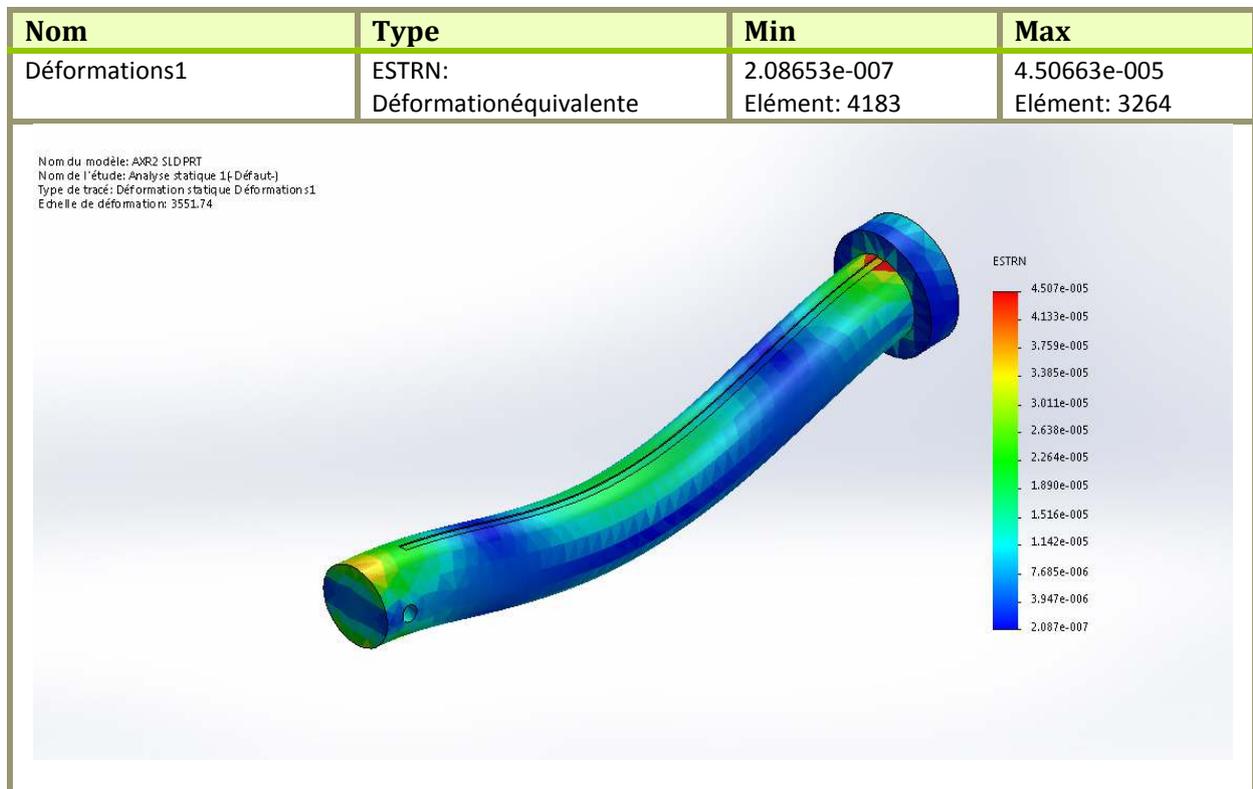


Tableau 3.35. AXR2 -Analyse statique 6-Déformations

### 3.6.7. Etude de résistance de l'axe pivot du godet

Suite à l'étude de résistance cet axe pivot avec un chargement supérieur au niveau de la flèche, ceci impliquera qu'il résiste suffisamment à ce chargement qui est inférieur à celui qui le précède.

D'après tous les résultats obtenus par la simulation Solidworks nous pouvons conclure comme suite :

Tous les organes de notre système résiste aux chargements appliqués, afin que notre système joue son rôle correctement, des études complémentaires vont être prises en considération par la suite, tel que l'étude du système hydraulique (distributeur et réservoir), étude dynamique, étude de la stabilité de fonctionnement et ainsi que le choix du moteur et la pompe.

## 4. Etude préliminaire du Châssis :

Ci-dessous, les figures montrent le modèle et les dimensions préliminaires du châssis de notre machine excavatrice, le châssis comprenant le réservoir, porte assis, porte commande de distribution, porte moteur et pompe et fixation du bras manipulateur.

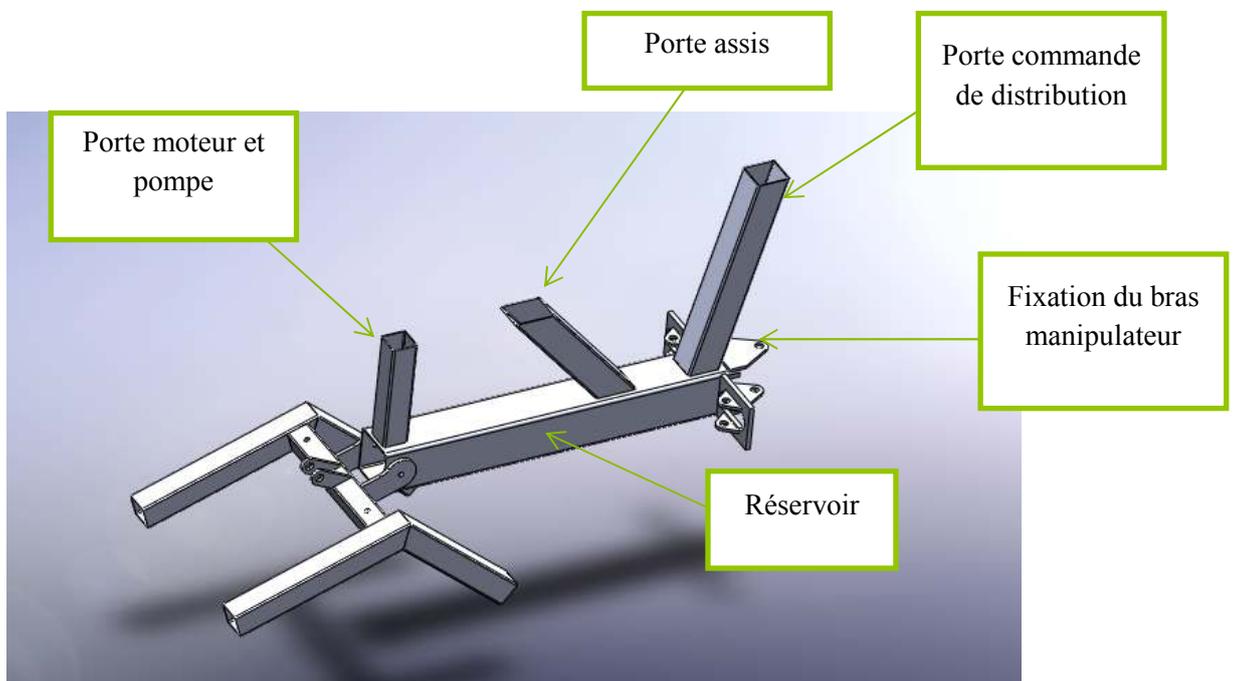


Figure 4.1. Conception préliminaire du châssis de la machine

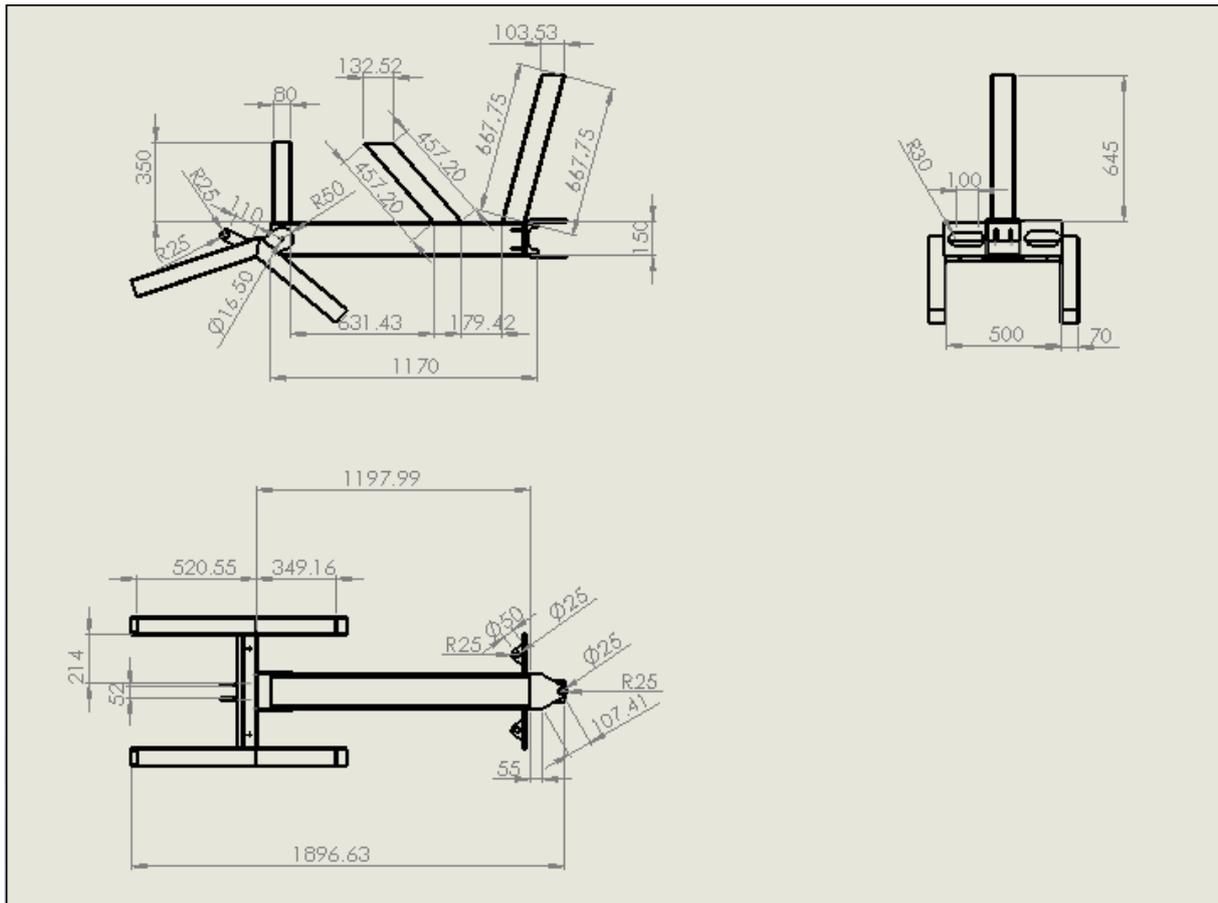


Figure 4.2. Plan 2D du châssis



## Conclusion générale :

Ce travail nous a permis d'utiliser et d'appliquer un logiciel d'actualité (solidwork 2014) pour la conception 3D et 2D, ainsi que la simulation du mécanisme.

Dans la première partie du premier chapitre, nous avons vu différentes machines excavatrice qui existe actuellement dans l'industrie et leurs domaine d'utilisation, afin de choisir le model qui repend à nos critères.

La deuxième partie nous a permis de voir la conception du système de de la mini pelleuse qui fait l'objet de notre projet où nous avons vu la mécanique générale du bras manipulateur, ce dernier est composé, d'un porteur qui se compose en deux partie flèche et bras et en fin l'organe terminal qui présente le godet.

La troisième partie nous a permis la simulation du système (bras manipulateur d'une mini excavatrice) pouvant supporter une charge 70kg. Ces différents organes qui la constituent résistent convenablement aux charges et efforts appliqué lors de la manipulation. Les contraintes maximales était très faible comparée à la contrainte admissible. Le rapport de contrainte admissible et la contrainte appliquée assure un facteur de sécurité 2.5 pour le manipulateur.

Nous avons pu grâce à cette conception mettre en pratique les différents modules acquis durant notre parcours universitaire et élargir notre maîtrise et nos connaissances dans ce domaine.