

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Hassiba Ben bouali de Chlef

Faculté de Technologie

Département Génie Mécanique



PROJET DE FIN D'ETUDE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction mécanique

Présenté Par :

HENNI DOUMA Ilyas

Thème :

ETUDE ET CONCEPTION D'UN VERTICALISATEUR POUR ENFANT

➤ Encadré par : **Dr. FEKAOUNI Mohammed Faouzi**

Soutanes le 26 Juin 2024, devant le jury composé de :

- ❖ Président : Dr. BENHAMOU Abedssoufi
- ❖ Examinateur: Dr. HADJE HENNI Ismail
- ❖ Examinateur : Dr. GHOUAOULA Abdelhamid

Année universitaire : 2023/2024

Remerciement

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance au directeur de mémoire, **Dr. FEKAOUNI Mohammed Faouzi** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de les consulter et de répondre à mes questions.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance aux amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Un infini merci à mes parents, à mes sœurs et frères pour leur amour et surtout pour leur précieuse présence dans ma vie.

Dédicace

Je dédie ce travail :

À mon Père, en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard. À ma Mère, ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne qui éclaire mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour. À Mes frères qui m'ont beaucoup soutenu durant toutes mes études, aucun mot ne pourra décrire vos dévouements et vos sacrifices. À tous mes amis qui nous ont fait partager les bons moments que nous avons passés ensemble. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein de bonnes promesses. À tous les gens qui ont cru en moi et qui me donnent l'envie d'aller en avant, je vous remercie tous, votre soutien et vos encouragements me donnent la force de continuer.

Résumé

La conception et l'optimisation d'un verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2 pour les enfants atteints de paralysie cérébrale. En mettant en lumière les défis moteurs et les besoins en équipements spécialisés pour les enfants à tin de la paralysie cérébrale. On présente les Types et les applications du verticalisateur. On se focalise sur le verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2, en expliquant ses caractéristiques spécifiques et ses avantages pour les enfants. L'étude et la conception et la simulation de ce dispositif, utilisant des outils avancés de CAO pour garantir un produit efficace et sécurés. Ouvrant la voie à sa réalisation en Algérie.

➤ Les mots clés pour le paragraphe fourni :

1. Conception
2. Optimisation
3. Verticalisateur ventrale-dorsale
4. Catégorie 2
5. Enfants
6. Paralysie cérébrale
7. Défis moteurs
8. Besoins en équipements spécialisés
9. Types de verticalisateurs
10. Applications
11. Caractéristiques spécifiques
12. Avantages
13. Étude
14. Simulation
15. Outils CAO
16. Efficacité
17. Sécurité
18. Réalisation en Algérie

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale.....	13
Chapitre 01 : INSUFFISANCE MOTRICE CEREBRALE (IMC)	
1.1. Introduction.....	15
1.2. La handicap.....	15
1.3. Définition de l'insuffisance motrice cérébrale.....	15
1.4. Les type de I M C.....	16
1.4.1. Les troubles moteurs.....	16
1.4.2. La distribution topographique.....	16
1.5. À propos de la spasticité due à l'infirmité motrice cérébrale.....	16
1.6. Trouble moteur.....	16
1.7. Les cause de I M C.....	16
1.8. Les conséquences de I M C.....	17
1.9. L'aide proposée on l'appareillage.....	17
1.10. Analyse du mouvement.....	17
1.11. La rééducation motrice des enfants (IMC).....	18
1.12. Les objectifs de la rééducation.....	18
1.13. Conclusion.....	18
Chapitre 2 : VERTICALISATEUR	
2.1. Définition de verticalisateur.....	19
2.1.1. Définition.....	19
2.1.2. Etablissement utilisant les verticalisateurs.....	19
2.1.3. Apport des verticalisations.....	19
2.1.4. Catégorie de patients.....	19
2.1.5. Types de verticalisateurs.....	20
2.2. Objectif.....	21
2.3. Modèles de verticalisateurs.....	22

TABLE DES MATIERES

2.3.1 Le verticalisateur simple	22
2.3.2. Le verticalisateur électrique	22
2.3.3. Le verticalisateur de Bernard Cavin	23
2.3.4. Coque mobile de verticalisation (CMV)	23
2.3.5. Corset siège mobile (CSM)	24
2.4. Conclusion	25
Chapitre 3 : VERTICALISATION PEDIATRIQUE VENTRAL-DORSAL CATEGORIE 2(V-D Cat2)	
3.1. Définition (V-D Cat2)	26
3.2. Fonctionnalité.....	26
3.3. Les avantages du verticalisateur modulable évolutif V-D Cat 2.....	27
3.4. Principe de fonctionnement du châssis	27
3.5. Critères techniques et utilisation	28
3.6. Équipements standard	28
3.7. Équipements optionnels	29
3.8. Les tailles principales du Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal.....	30
3.8.1. Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 1.....	30
3.8.2. Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2	31
3.9. Le réglage du verticalisateur	32
3.10. Les tailles principales du Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2	32
3.10.1. Taille 1	32
3.10.2. Taille 2	32
3.11. Tailles principales	33
3.11.1. Tableau des tailles I et II	33
3.11.2. Tableau des tailles dorsale et ventrale	34
3.12. Compatibilité	35
3.13. Réalisation du modèle	36
3.13.1. Nomenclature des pièces	36
3.14. Les dimensions principales	38
3.15. Caractéristiques des pièces.....	39

TABLE DES MATIERES

3.15.1. Le châssis de CAT 2	39
3.15.2. Le coussin de CAT 2	39
3.15.3. Les roues de CAT 2	40
3.16. Conclusions	40
Chapitre 4 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2	
4.1. Introduction	41
4.2. La CAO (conception assistée par ordinateur)	41
4.2.1. Définition de la CAO	41
4.2.2. Domaines de la CAO	41
4.2.3. Définition de SolidWorks.....	41
4.2.4. Application	42
4.3. Module Simulation Ansys Workbench	42
4.4. Le module Simulation	43
4.5. Conception du V-D (CAT 2)	43
4.5.1. Partie A	44
4.5.2. L'assemblage de partie A	46
4.5.3. Partie B	47
4.5.4. L'assemblage de partie B	52
4.5.5. Assemblage des parties A et B	52
4.6. Simulation de verticalisateur ventrale-dorsale Cat 2 avec Workbench 15.0	53
4.6.1. Etapes de simulation de V-D (CAT 2)	53
4.6.1.1 Partie 01	53
4.6.1.2Partie 02	70
4.6.2 Partie 03	90
4.7 CONCLUSION	91
Conclusion générale	93

Listes des figures

Figure	Page
Figure 2.1 un verticalisateur.....	21
Figure 2.2 Verticalisateur simple... ..	22
Figure 2.3 Le verticalisateur électrique.....	22
Figure 2.4 verticalisateur de Bernard Cavin	23
Figure 2.5 Coque mobile de verticalisation	24
Figure 2.6 Corset Siège Mobile	25
Figure 3.7 Verticalisation pédiatrique V-D Cat 2.....	26
Figure 3.8 Modifications de châssis de verticalisateur cat 2.....	28
Figure 3.9 Ceinture maintien tête.....	29
Figure 3.10 Sandales 3D la paire	29
Figure 3.11 Plateau avec rebord.....	29
Figure 3.12 Roues Tango (75/125/100m)	29
Figure 3.13 Roues métallique 125mm	29
Figure 3.14 Couleur de la housse en éponge utilisée	30
Figure 3.15 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 1	31
Figure 3.16 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2	31
Figure 3.17 Les tailles principales	33
Figure 3.18 les tailles principales du verticalisateur	34
Figure 3.19 Solution pratique de verticalisateur pour enfant de vivre pleinement leur vie quotidienne ...	35
Figure 3.20 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 (A et B)	37
Figure 3.21 Les dimensions principales (V-D Cat2)	38
Figure 3.22 Image d'illustration de châssis CAT 2.....	39
Figure 3.23 Les coussins de CAT 2.....	39
Figure 3.24 Roues métallique	40

LISTE DES FIGURES

Figure 4.25 interface d'utilisation SolidWorks.....	42
Figure 4.26 Piece 01.....	44
Figure 4.27 Piece 02.....	44
Figure 4.28 Piece 03.....	44
Figure 4.29 Piece 04.....	44
Figure 4.30 Piece 05.....	45
Figure 4.31 Piece 06.....	45
Figure 4.32 Piece 07.....	45
Figure 4.33 Piece 08.....	45
Figure 4.34 Assemblage des pièces de partie A.....	46
Figure 4.35 Piece 09.....	47
Figure 4.36 Piece 10.....	47
Figure 4.37 Piece 11.....	47
Figure 4.38 Piece 12.....	47
Figure 4.39 Piece 13.....	48
Figure 4.40 Piece 14.....	48
Figure 4.41 Piece 15.....	48
Figure 4.42 Piece 16.....	48
Figure 4.43 Piece 17.....	49
Figure 4.44 Piece 18.....	49
Figure 4.45 Piece 19.....	49
Figure 4.46 Piece 20.....	49
Figure 4.47 Piece 21.....	50
Figure 4.48 Piece 22.....	50
Figure 4.49 Piece 23.....	50
Figure 4.50 Piece 24.....	50
Figure 4.51 Piece 25.....	51

LISTE DES FIGURES

Figure 4.52 Piece 26.....	51
Figure 4.53 Piece 27.....	51
Figure 4.54 Piece 28.....	51
Figure 4.55 Assemblage des pièces de partie B.....	52
Figure 4.56 Assemblage des pièces de partie A et B	52
Figure 4.57 Caractéristique de bois multiplié	54
Figure 4.58 Choisi de la matière	54
Figure 4.59 Détaillies de maillage	55
Figure 4.60 Maillage de V-D Cat 2.....	55
Figure 4.61 Structure statique (A5)	56
Figure 4.62 Application de Pression et Support Fixe.....	56
Figure 4.63 La solution (A6)	57
Figure 4.64 Appliqué les forces (230,53 N).....	58
Figure 4.65 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	58
Figure 4.66 Résulta 01 de contrainte équivalent.....	59
Figure 4.67 Résulta 02 de Déformation élastique équivalent	59
Figure 4.68 Résulta de déformation.....	60
Figure 4.69 Résulta de déformation.....	60
Figure 4.70 Résulta de contrainte	61
Figure 4.71 Résulta de contrainte	61
Figure 4.72 Appliqué les forces (313,92 N).....	62
Figure 4.73 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	62
Figure 4.74 Résulta 01 de contrainte équivalent.....	63
Figure 4.75 Résulta 02 de déformation élastique équivalent	63
Figure 4.76 Résulta de contrainte	64
Figure 4.77 Résulta de contrainte	64
Figure 4.78 Résulta de déformation.....	65

LISTE DES FIGURES

Figure 4.79 Résulta de déformation.....	65
Figure 4.80 Appliqué les forces (490,50 N).....	66
Figure 4.81 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	66
Figure 4.82 Résulta 01 de contrainte équivalent.....	67
Figure 4.83 Résulta 02 de déformation élastique équivalent.....	67
Figure 4.84 Résulta de déformation élastique équivalente.....	68
Figure 4.85 Résulta de déformation élastique équivalente.....	68
Figure 4.86 Résulta de contrainte.....	69
Figure 4.87 Résulta de contrainte.....	69
Figure 4.88 Caractéristique de bois multiplié.....	70
Figure 4.89 Choisi de la matière.....	70
Figure 4.90 Détails de maillage.....	71
Figure 4.91 Maillage de V-D Cat 2.....	71
Figure 4.92 Structure statique (A5).....	72
Figure 4.93 Application de Pression et Support Fixe.....	72
Figure 4.94 La solution (A6).....	73
Figure 4.95 Appliqué les forces (230,53 N).....	74
Figure 4.96 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	74
Figure 4.97 Résulta de Contrainte.....	75
Figure 4.98 Résulta de déformation.....	75
Figure 4.99 Résulta de contrainte équivalente.....	76
Figure 4.100 Résulta de contrainte équivalente.....	76
Figure 4.101 Résulta de contrainte équivalente.....	77
Figure 4.102 Résulta de contrainte équivalente.....	77
Figure 4.103 Résulta de Déformation élastique.....	78
Figure 4.104 Résulta de Déformation élastique.....	78
Figure 4.105 Résulta De Déformation élastique.....	79

LISTE DES FIGURES

Figure 4.106 Résulta De Déformation élastique	79
Figure 4.107 Appliqué les forces (313,92 N)	80
Figure 4.108 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	81
Figure 4.109 Résulta de contrainte équivalente	82
Figure 4.110 Résulta de contrainte équivalente	82
Figure 4.111 Résulta de contrainte équivalente	83
Figure 4.112 Résulta de contrainte équivalente	83
Figure 4.113 Résulta de Déformation élastique	84
Figure 4.114 Résulta de Déformation élastique	84
Figure 4.115 Résulta de Déformation élastique	85
Figure 4.116 Résulta de Déformation élastique	85
Figure 4.117 Appliqué les forces (490,50 N)	86
Figure 4.118 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine.....	87
Figure 4.119 Résulta de contrainte équivalente	87
Figure 4.120 Résulta de contrainte équivalente	88
Figure 4.121 Résulta de contrainte équivalente	88
Figure 4.122 Résulta de contrainte équivalente	89
Figure 4.123 Résulta de Déformation élastique.....	89
Figure 4.124 Résulta de Déformation élastique.....	90
Figure 4.125 Résulta de Déformation élastique.....	90
Figure 4.126 Résulta de Déformation élastique.....	91
Figure 4.127 V-D Cat 2 de l'angle de 170°	91
Figure 4.128 V-D Cat 2 de l'angle de 45°	92

Liste des tableaux

Tableau	page
Tableau 3.1 : Tableau des tailles 1 et 2.....	33
Tableau 3.2 : Des tailles dorsales et ventrale	34
Tableau 3.3 : Nomenclature des pièces Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2	38
Tableau 4.4: Caractéristique des matériaux	43
Tableau 4.5: Différent âges et forces	57
Tableau 4.6: Différent âges et forces	73

Introduction générale

L'un des défis majeurs en matière de santé liés à la mobilité auquel la communauté scientifique mondiale est actuellement confrontée concerne les personnes atteintes de paralysie cérébrale (PC). Cette pathologie engendre des difficultés importantes pour maintenir l'équilibre corporel, notamment en position debout. Le traitement de cette condition nécessite un équipement spécialisé et personnalisé. Cependant, cet appareil n'est pas disponible en Algérie, obligeant les patients à se rendre à l'étranger et à engager des dépenses considérables pour l'acquérir. Les enfants, particulièrement touchés par cette situation, nécessitent une attention spéciale dès que la maladie est diagnostiquée. Il est crucial de planifier les soins appropriés, de déterminer les dispositifs nécessaires et de définir la durée d'utilisation de ces équipements. Notre projet vise à étudier et concevoir un dispositif appelé appareil orthopédique pédiatrique ventral-dorsal Cat 2, déjà utilisé à l'étranger comme équipement médical orthopédique. Les rares exemplaires disponibles en Algérie sont importés. Cet appareil est essentiel dans la rééducation et le traitement pédiatrique. Conçu pour offrir un soutien optimal aux enfants avec des troubles du mouvement, il permet une transition fluide entre différentes positions, favorisant le développement musculaire, la coordination et l'alignement postural. Sa conception ergonomique et ajustable assure un confort maximal tout en garantissant une sécurité accrue durant les séances de rééducation. Grâce à ses caractéristiques innovantes et à sa fiabilité, le support dorsal ventral pédiatrique Cat 2 constitue un outil précieux pour les professionnels de la santé travaillant avec des enfants ayant des troubles neurologiques ou orthopédiques, permettant une utilisation prolongée plutôt que limitée dans le temps.

D'où le choix du thème de notre projet de fin d'étude intitulé : étude et conception de verticalisateur pour enfant, notre travail est parti comme suit :

Chapitre un : Insuffisance Motrice Cérébrale Ce chapitre explore la paralysie cérébrale, une condition qui entraîne une insuffisance motrice significative. Il couvre les aspects médicaux de la maladie, y compris ses causes, symptômes, et impacts sur la qualité de vie des patients. L'accent est mis sur les défis spécifiques rencontrés par les enfants et les besoins en termes de rééducation et de soutien.

Chapitre deux : Verticalisateur en Général Ce chapitre présente une vue d'ensemble des verticalisateurs, des dispositifs médicaux conçus pour aider les patients à maintenir une position debout. Il examine les différents types de verticalisateurs disponibles, leurs applications dans la rééducation, et les avantages qu'ils apportent pour améliorer l'autonomie et la mobilité des patients.

Chapitre trois : Verticalisateur Ventrale-Dorsale Catégorie 2 Dans ce chapitre, l'attention se porte sur le verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2. Il décrit ses caractéristiques spécifiques, son fonctionnement et son utilisation dans le contexte pédiatrique. Les avantages ergonomiques et les bénéfices pour le développement postural et musculaire des enfants atteints de paralysie cérébrale sont également discutés.

Chapitre quatre : Étude, Conception et Simulation du Verticalisateur Ventrale-Dorsale Catégorie 2 Ce chapitre détaille le processus d'étude, de conception et de simulation du verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2. En utilisant des outils de conception assistée par ordinateur (CAO) comme SolidWorks et Ansys Workbench 15.0, il présente les différentes étapes de conception, les choix de matériaux, les assemblages et les tests de simulation effectués pour assurer la sécurité et l'efficacité de l'appareil.

Enfin une conclusion générale, focalisé sur le verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2 à travers l'utilisation de logiciels de conception assistée par ordinateur, notamment SolidWorks et Ansys Workbench 15.0, nous avons conçu et simulé ce dispositif pour en assurer la sécurité et l'efficacité.

1. INSUFFISANCE MOTRICE CEREBRALE (IMC)

1.1. Introduction :

A la naissance, l'enfant possède une motricité spontanée, alors qu'il n'a pas d'activité à but fonctionnel. En effet, on observe des mouvements individualisés des membres supérieurs (épaules, coudes, poignets, doigts) et des membres inférieurs (hanches, genoux, chevilles) qui s'amplifient, se synchronisent et se complexifient au cours des premiers mois.

Le bébé possède un « outil corporel » (os, articulations, muscles,) qui se modifie en fonction de la maturation cérébrale et des expériences sensori-motrices. Afin de faire des acquisitions motrices, l'enfant valide confronte les informations sensibles visuelles, auditives, musculaires, articulaires et cutanées. Il y répond par une action adaptée en tenant compte des expériences antérieures. Les enchaînements moteurs dirigés vers un but vont devenir plus précis, plus rapide et moins coûteux sur le plan énergétique. Ces mouvements seront ensuite automatisés et permettront de répondre rapidement aux diverses stimulations.

Chez les enfants qui ont une insuffisance motrice cérébrale (IMC), ce processus d'automatisation est insuffisant voire inexistant pour certaines fonctions. Les muscles non ou mal utilisés vont se raccourcir ; les articulations et les os vont se déformer, accentuant alors les troubles initiaux de l'atteinte motrice.

1.2. L'handicap :

L'handicap est une notion dont la définition a toujours posé « souci ». En effet, le terme handicap est emprunté au vocabulaire des courses de chevaux pour traduire l'égalisation des chances entre les différents concurrents en attribuant des efforts supplémentaires (poids ou longueurs) aux plus forts. Dans le domaine de la médecine, le terme de « définition » est associé à celui de « classification ». Ces deux termes peuvent avoir une connotation péjorative. Définir et classifier induit la crainte de voir transformer les problèmes quotidiens en lignes de tableaux et statistiques diverses. Le terme handicap n'apparaît que tardivement dans les années 1945, afin de remplacer les termes péjoratifs précédents tels qu'infirmes ou invalides.

La notion de handicap et sa connotation ont évolué en parallèle des modèles qui lui sont associés. Avant la fin des années 1970, le modèle de handicap était copié sur celui du diagnostic médical. Autrement dit, le handicap était fortement associé à une maladie.[1]

1.3. Définition de l'insuffisance motrice cérébrale :

L'infirmité motrice cérébrale ou paralysie d'origine cérébrale est un trouble moteur non progressif lié à une lésion du cerveau survenue en période anténatale, périnatale ou dans les mois qui suivent la naissance. Le handicap moteur séquellaire se compose à des degrés divers de troubles du mouvement et de la posture.[2]

1.4. Types de l'IMC :

1.4.1. Troubles moteurs :

- Spastique (réflexes myotatiques hyperactifs et clonus)
- Dyskinétique (mouvements choréiques, athétosiques)
- Mixte (spasticité et athétose touchant tout le corps) [3]

1.4.2. Distribution topographique :

- Monoplégie (un seul membre touché)
- Hémiplégie (touchant les deux membres ipsilatéraux)
- Paraplégie (deux membres inférieurs spastiques)
- Diplégie et quadriplégie (touchant les 4 membres) [4]

1.5. Spasticité due à l'IMC :

La spasticité est causée par une lésion d'une partie du système nerveux central qui commande les mouvements volontaires. Cette lésion perturbe le transfert des signaux entre le système nerveux et les muscles, créant un problème de régulation nerveuse qui accroît l'activité ou les spasmes musculaires.

La spasticité peut rendre difficiles les mouvements, le maintien de la posture et l'équilibre. Elle peut compromettre la capacité d'une personne à bouger un ou plusieurs membres ou un côté du corps. La spasticité est parfois si sévère qu'elle perturbe les activités quotidiennes, le sommeil et les soins. Dans certaines situations, cette perte de contrôle peut être dangereuse pour l'individu. [5]

1.6. Trouble moteur :

La topographie du trouble moteur dépend de la topographie de la lésion cérébrale comme dans une atteinte cérébrale acquise chez un adulte, mais elle dépend aussi de la maturation cérébrale.

La maturation cérébrale de l'enfant suit un processus bien défini.

A la naissance il existe une hypertonie des 4 membres et une hypotonie du tronc (la tête ne tient pas et les membres sont en triple flexion). Petit à petit l'hypotonie du tronc disparaît laissant place à un contrôle automatique et volontaire du tronc, ce qui permet à l'enfant de tenir sa tête puis de tenir assis (6 mois). Ensuite l'hypertonie des membres diminue pour laisser place aux mouvements volontaires. Cette évolution se fait de haut en bas c'est-à-dire que ce sont les membres supérieurs qui sont d'abord « libérés de l'hypertonie » puis les membres inférieurs en commençant par la racine des membres et en finissant par les pieds.

Ainsi après l'acquisition de la station assise, l'enfant peut expérimenter la préhension (8 mois). Il pourra se mettre debout que vers 10 mois et la motricité volontaire globale du corps sera acquise vers 1 an, âge d'acquisition de la marche. Ensuite il ne s'agit que de perfectionnement. Cette maturation cérébrale peut être stoppée du fait de la lésion cérébrale à n'importe quel moment de l'évolution. [6]

1.7. Cause de l'IMC :

Les causes de l'infirmité motrice cérébrale comprennent des lésions cérébrales causées par une privation d'oxygène ou par des infections, et des malformations cérébrales. [7]

Les insuffisances cérébrales sont causées par : [7]

- Souffrance néo-natale, 04 semaines après la naissance.
- Prématurité.
- Post-maturité.
- Circulation ou procidence du cordon.
- Infection.
- Ictère nucléaire.
- Déshydratation.
- Crises convulsives.

1.8. Conséquences de l'IMC :

Le degré de gravité de l'infirmité motrice cérébrale est très variable. Les signes physiques comprennent la faiblesse musculaire ou la spasticité et la rigidité. Dans certains cas, ils sont accompagnés de troubles neurologiques, par exemple un retard mental ou des convulsions.[8]

1.9. L'aide proposée de l'appareillage :

À la lumière de l'analyse factorielle Certains soutiens s'intègrent dans la vie quotidienne de l'enfant. La fonction de ces dispositifs répond à de nombreux objectifs allant de la prévention/réduction des déformations osseuses et articulaires à l'assistance ou au remplacement de la fonction.

1.10. Analyse du mouvement :

L'analyse du mouvement peut être abordée de plusieurs manières très différentes les unes des autres en fonction de l'objectif que l'on se fixe.

Le but recherché est d'étudier l'anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur, c'est-à-dire de montrer à quoi servent et comment fonctionnent les dispositifs articulaires et les muscles qui animent notre squelette.

Une telle étude peut cependant offrir un grand intérêt, non seulement théorique mais aussi pratique.

C'est le cas, notamment, lorsqu'il s'agit de comprendre les modifications qu'entraînent dans la statique et la cinématique humaines les paralysies et les atrophies musculaires.

C'est aussi sur les mêmes bases de physiologie mécanique que reposent tous les problèmes des suppléances fonctionnelles musculo-articulaires et ceux, souvent si ardues, des appareillages orthopédiques.

L'analyse des mouvements mérite une place importante dans la formation des bases des techniciens appareilleurs pour la compréhension de l'économie du geste et du rendement maximum des appareillages fournis pour une insertion acceptable. Le point de départ de la compréhension du mouvement est le geste. La décomposition s'attache à découvrir la part exacte qui revient dans son exécution, à chacun des éléments anatomiques en jeu.

Le mouvement est toujours la résultante de plusieurs forces, concourantes ou antagonistes qui sont les contractions musculaires, la pesanteur, la force d'inertie, la force centrifuge, le frottement entre autres facteurs. La mise en jeu de cette différente force n'aura pas pour conséquence la production d'un mouvement souvent elles aboutissent à l'établissement d'un état d'équilibre.

En somme notre corps ou ses segments fonctionnent comme des leviers auxquels sont appliquées des forces qu'il faut déterminer. Ils obéissent aux lois de la mécanique générale.

L'analyse des mouvements pour être bien comprise demande un effort d'imagination qui fait en quelque sorte vivre et sentir chaque geste au fur et à mesure qu'il se déroule. C'est seulement dans ces conditions que l'on pourra pénétrer dans l'intimité des mécanismes musculo-articulaires et saisir les aspects essentiels.

1.11. La rééducation motrice des enfants (IMC) :

La rééducation motrice précoce du jeune enfant IMC, qu'il est juste d'appeler éducation thérapeutique, prend son sens et apporte une aide aux enfants infirmes moteurs cérébraux et d'une certaine manière un soutien à leurs parents par la qualité des techniques employées et adaptées pour chaque enfant, mais aussi au prix d'une étroite collaboration et d'une concertation prolongée entre le médecin et les rééducateurs. [10]

1.12. Les objectifs de la rééducation :

Inscrire les actions mises en œuvre afin d'optimiser l'usage et l'expression des possibilités sensorimotrices de l'enfant dans son quotidien et ses activités sociales : collaborer, coopérer, informer tous les acteurs qui entourent l'enfant. [11]

- Activités motrices individuelles.
- Activités éducatives et thérapeutiques de groupe.
- Loisirs culturels ou sportifs.

1.13. Conclusion :

En concluant, on peut dire qu'il est important de savoir que les personnes atteintes d'IMC ne guérissent pas. Les lésions cérébrales sont en effet irréversibles. La prise en charge doit être précoce et permettre un accompagnement de l'enfant et sa famille face aux difficultés inhérentes au handicap moteur.

Les contraintes de soins sont souvent très lourdes, longues et difficilement compatibles avec les impératifs scolaires et les temps de loisirs nécessaires à l'enfant. Nous devons intégrer au mieux ces éléments dans la vie courante en perturbant le moins possible les loisirs, la scolarité, la vie sociale et affective.

2.VERTICALISATEUR

2.1. Définition de verticalisateur :

2.1.1. Définition :

Le verticalisateur, appelé également releveur, est un appareil médical de transfert actif d'une personne. Il a pour objectif de permettre le transfert assis-debout par exemple du lit vers le fauteuil ou vers les toilettes en passant par la position.

Pour apporter de l'aide à des enfants atteints d'une infirmité motrice cérébrale (IMC), les médecins et les appareilleurs ont développés des appareils et orthèses pour les différents types d'handicaps existant. Dans ce chapitre, on **définit** la verticalisation et ces bienfaits sur des enfant atteints de l'IMC, on **classifie** les différents types d'appareils de verticalisation « standings dynamiques » moulés sur mesure permettant à l'enfant avec une paralysie cérébrale d'être en position (posture dynamique) debout tout en favorisant certaines acquisitions nécessaires au développement sensorimoteur et on **choisit** le type le plus adapté à chaque enfant.[12]

2.1.2. Etablissement utilisant les verticalisateurs :

Le verticalisateur est plus communément destiné aux Établissements d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes (EHPAD), Maisons d'Accueil Spécialisé (MAS), Centres de Rééducation et de Réadaptation Fonctionnelle (CRRF), hôpitaux et cliniques. D'une manière générale, il trouve son utilité dès lors qu'un résident présente un certain degré de dépendance avec nécessité d'un intervenant pour les soins de base.[12]

2.1.3. Apport des verticalisations :

La verticalisation, ou mise en station debout pour un enfant souffrant de handicap permet d'améliorer la respiration (en réduisant les pressions causées par la position assise), d'améliorer le flux sanguin, les fonctions rénales et intestinales, de préserver la densité osseuse et de prévenir les escarres.

On en a, plus le muscles est fort. Les sarcomères qui composent la myofibrille sont bout à bout. Ce sont de longues chaînes de plusieurs milliers de segments qui, chacun, peut s'allonger ou se raccourcir de moitié sous l'étirement musculaire ou en réponse à l'influx nerveux. Le paquet de myofibrilles est attaché aux deux bouts à des tendons qui n'ont aucune fonction contractile.

Si un muscle est maintenu constamment dans la même position, il perd des sarcomères. Il devient donc moins extensible (et aussi moins contractile). Sa course diminue et les articulations ne peuvent plus bouger aussi amplement. Si on veut conserver une bonne amplitude articulaire (pour tenir debout, pour marcher) il faut solliciter les muscles en allongement et en raccourcissement. Il faut les faire bouger. Ne pas seulement les maintenir étirés. Quand on maintient les muscles étirés longtemps, ils souffrent et ils fabriquent surtout du tendon. La chirurgie ne sait pas rajouter des sarcomères. Elle ne fait qu'allonger un peu les tendons ou les déplacer pour qu'ils soient moins gênants. C'est parfois tout de même indispensable, ne serait-ce que pour permettre la reprise de la verticalisation. [12]

2.1.4. Catégorie de patients :

Le verticalisateur est conçu pour les patients dont la mobilité est réduite mais qui peuvent cependant prendre appui temporairement sur au moins une jambe, et qui ont besoin d'une aide mécanique pour

être mis en station debout et être déplacé. L'utilisation de ce genre d'appareils requiert une évaluation des capacités du patient.

2.1.5. Types de verticalisateurs :

De nombreux seniors aspirent à demeurer dans leur foyer le plus longtemps possible, où ils se sentent en sécurité et entourés de souvenirs précieux. Pour répondre à ce besoin, il est crucial de leur garantir un environnement sécurisé. Cela implique non seulement un soutien médical adéquat, mais aussi l'utilisation d'équipements appropriés. Parmi ceux-ci, le verticalisateur, également connu sous le nom de "releveur", se distingue. Ce dispositif, conçu il y a plusieurs années, offre une solution pratique en permettant aux personnes âgées ou en situation de handicap de se relever sans effort, facilitant ainsi les transferts d'un siège à un autre ou le passage de la position allongée à la position assise. Bien que traditionnellement utilisé dans les hôpitaux et les établissements de soins, le verticalisateur gagne en popularité au sein des domiciles des personnes âgées. Il existe une variété de modèles sur le marché, chacun adapté à des besoins spécifiques.[12]

Il existe également des verticalisateurs spécialement conçus pour les enfants, offrant des solutions adaptées à leurs besoins uniques et à leur croissance.

Bien sûr, voici quelques exemples de types de verticalisateurs ventral-dorsale catégorie 2 pour 3 catégories différentes :

➤ **Catégorie Médicale :**

- Verticalisateur ventral-dorsale pour le soutien postural des patients atteints de troubles neurologiques.
- Verticalisateur ventral-dorsale pour la rééducation des personnes souffrant de blessures médullaires.
- Verticalisateur ventral-dorsale utilisé dans les programmes de réadaptation pour les patients ayant subi un accident vasculaire cérébral. [12]

➤ **Catégorie Pédiatrique :**

- Verticalisateur ventral-dorsale spécialement conçu pour les enfants atteints de paralysie cérébrale.
- Verticalisateur ventral-dorsale pour les enfants présentant des troubles musculosquelettiques nécessitant un soutien postural.
- Verticalisateur ventral-dorsale adapté aux besoins des enfants handicapés pour favoriser leur mobilité et leur développement moteur. [12]

➤ **Catégorie Gériatrique :**

- Verticalisateur ventral-dorsale pour les personnes âgées souffrant de dégénérescence musculaire ou articulaire.
- Verticalisateur ventral-dorsale pour les personnes âgées ayant des difficultés à maintenir une position debout ou assise.
- Verticalisateur ventral-dorsale pour les personnes âgées en rééducation après une fracture ou une chirurgie orthopédique.[12]

2.2. Objectif :

- Permettre le développement d'une posture stable et dynamique.
- Permettre une mise en charge du corps contre gravité, pour favoriser une croissance et un développement ostéoarticulaire harmonieux et symétrique.
- Permettre la maturation d'appuis fonctionnels au niveau des membres inférieurs.
- Contribuer à la construction des axes corporels gauche/droit et haut/bas.
- Favoriser des micromouvements autour de l'axe pour améliorer le redressement et les réactions de redressement.
- Prévenir les déformations orthopédiques.
- Stimuler l'orthostatisme vasculaire.
- Stimuler les fonctions digestives comme le transit, diminuer la constipation.

Les réponses aux médecines orthopédistes, en verticalisant les enfants.

Pour atteindre au mieux ces objectifs, il faut réduire le temps de verticaliser sans tirer trop fort mais avec des répétitions régulières.

On trouvera notamment des verticalisateurs :

- Verticalisateur électrique
- Verticalisateur simple (ou manuels)
- Verticalisateur motile
- Verticalisateur dynamique
- Verticalisateur orthoprothésiste
- Verticalisateur enfant handicapé
- Verticalisateur orthèse
- Verticalisateur dynamique adulte
- Verticalisateur déambulateur



Figure 2.1 un verticalisateur

2.3. Modèles de verticalisateurs :

2.3.1 Le verticalisateur simple :

Le verticalisateur simple est confortable et pratique, il améliore également la sécurité grâce à son assise pivotante déployable facilement. Il peut être une excellente alternative à la chaise roulante grâce à son siège constitué de deux plaques pivotantes et ses genouillères rembourrées.



Figure 2.2 Verticalisateur simple

2.3.2. Le verticalisateur électrique :

Le verticalisateur électrique fonctionne plus ou moins de la même manière. La seule différence est que le patient ne se relève pas tout seul. Le moteur électrique lui permet de se mettre plus facilement en position verticale. Néanmoins, il est déplaçable sur une très courte distance. Les deux modèles sont très stables et disposent d'une attache pour fixer une sangle afin de sécuriser au maximum la personne. Il existe aussi des fauteuils roulants qui font office de verticalisateurs pour les patients. Ces modèles se retrouvent beaucoup en établissements spécialisés. En effet, ils sont moins encombrants qu'un releveur traditionnel.



Figure 2.3 Le verticalisateur électrique.

2.3.3. Le verticalisateur de Bernard Cavin :

Ce type de verticalisateur a été inventé par Bernard Cavin et coll. (anciennement, ergothérapeute chef de l'Hôpital Orthopédique de la Suisse Romande). Il s'agit d'une approche moulée antérieurement à l'enfant. Il est dédié, selon notre analyse, aux enfants adoptants un schéma de flexion global et avec un contrôle de tête satisfaisant. Il possède principalement une composante de mouvements dans le plan sagittal avec quelques micromouvements dans le plan frontal et transverse.

Le centre de gravité est intériorisé ou en position neutre. Il offre la capacité à l'enfant de développer un redressement et des réactions de redressement principalement par un mouvement d'avant vers arrière. Il est le seul à pouvoir gérer de manière optimale une flexion exagérée des hanches et des genoux.

Le moulage qui se réalise à même le corps stabilise au mieux la position du dos pour prévenir toutes déformations en scoliose chez les enfants quadriplégiques. Le patron ci-contre est le même que le standing postérieur.

Lors du moulage, on pose le matériel Thermo formable sur un plan puis l'enfant y est couché en décubitus ventral.[13]



Figure 2.4 verticalisateur de Bernard Cavin.[13]

2.3.4. Coque mobile de verticalisation (CMV) :

Le CMV en acier simple monté avec une barre d'abduction. Le CMV doit être utilisé dans la limite de poids conseiller et suivent l'appréciation de l'orthoprothésiste en fonction du patient à appareiller. Limite de poids 40, 60 et 100 Kg. Il est destiné pour les malades atteints d'un IMC (insuffisance motrice cérébrale). [13]

Ce matériel procure : autonomie – meilleur digestion – moine de risque d'ostéoporose – moins de risque d'escarres – sensation de bien-être – socialisation.



Figure 2.5 Coque mobile de verticalisation.[13]

2.3.5. Corset siège mobile (CSM) :

Destiné aux enfants IMC et polyhandicapés.

Le CSM est un support roulant, pivotant et réglable en Hauteur, comportent un système de freinage et un dispositif inclinable pouvant recevoir plusieurs types d'assises pour corset siège.

Il dispose de nombreuses options qui permettront, à partir du module de base, la réalisation de plusieurs configurations en fonction des avantages recherché. La modularité du CSM, allie à son faible encombrement et à son limité en font une solution idéale pour une utilisation à domicile, en centre de rééducation et en milieu scolaire. [13]

- Base roulante très stable grâce au réglage du centre de gravité, assure une sécurité optimale.
- Une assise innovante dans la fixation du socle du corset-siège, facilite l'adaptabilité et la mise en place.
- Réglable en hauteur et en déclive.
- Une gamme d'accessoires fonctionnels pour adapter accoudoirs, tablette, repose pied
- Un large choix de coloris.



Figure 2.6 Corset Siège Mobile.[13]

2.4. Conclusion :

Les verticalisateurs sont des dispositifs médicaux essentiels pour aider les personnes à mobilité réduite à se tenir debout. Leur utilisation peut améliorer la circulation sanguine, prévenir la déformation des os et des articulations, ainsi que favoriser l'indépendance et la qualité de vie des utilisateurs. En examinant les différents modèles de verticalisateurs, on constate une variété d'options disponibles sur le marché, allant des modèles manuels aux modèles motorisés, chacun offrant des fonctionnalités spécifiques adaptées aux besoins individuels. Certains verticalisateurs sont conçus pour une utilisation à domicile, tandis que d'autres sont destinés à une utilisation professionnelle dans les établissements de soins de santé. Les caractéristiques à considérer lors du choix d'un verticalisateur comprennent la capacité de poids, la stabilité, la facilité d'utilisation, et les options de réglage pour s'adapter à différentes tailles et formes. Il est également important de tenir compte des options de sécurité intégrées pour minimiser les risques de blessures pendant l'utilisation. Enfin, les avantages des verticalisateurs vont au-delà de la simple assistance physique, car ils peuvent contribuer à renforcer la confiance en soi et à favoriser l'inclusion sociale en permettant aux personnes à mobilité réduite de participer à des activités debout avec leur famille et leurs amis. En somme, les verticalisateurs jouent un rôle crucial dans l'amélioration de la qualité de vie des personnes ayant des difficultés de mobilité, et choisir le bon modèle peut faire toute la différence dans leur bien-être et leur autonomie.

3. VERTICALISATION PEDIATRIQUE VENTRAL-DORSAL CATEGORIE 2(V-D Cat2) :

3.1. Définition (V-D Cat2) :

Verticalisateur (V-D Cat2) de type verticalisateur modulable évolutif ventral et dorsal catégorie 2 est un dispositif médical conçu pour aider les personnes à mobilité réduite à se tenir debout de manière sécurisée et confortable. [14]

3.2. Fonctionnalité :

Ce type de verticalisateur offre la possibilité de positionnement tant ventral que dorsal, ce qui lui confère une grande adaptabilité aux besoins individuels de l'utilisateur. En tant que dispositif de catégorie 2, il est destiné à être utilisé sous la supervision d'un professionnel de la santé, ce qui garantit un niveau de soutien approprié et une utilisation adéquate. Avec ses fonctionnalités modulables et évolutives, ce verticalisateur peut être ajusté pour s'adapter à différentes morphologies et peut évoluer avec l'utilisateur au fil du temps, offrant ainsi une solution durable pour répondre aux besoins de mobilité changeants. En résumé, le verticalisateur modulable évolutif ventral et dorsal de catégorie 2 représente une avancée significative dans les dispositifs d'assistance à la mobilité, offrant sécurité, polyvalence et adaptabilité pour améliorer la qualité de vie des



personnes à mobilité réduite. [14]

Figure 3.7 Verticalisation pédiatrique V-D Cat 2.[15]

3.3. Les avantages du verticalisateur modulable évolutif V-D Cat 2 :

- Il offre la possibilité de positionnement tant ventral que dorsal, ce qui permet une utilisation adaptée aux besoins spécifiques de l'utilisateur.
- Grâce à ses fonctionnalités modulables, il peut être ajusté pour s'adapter à différentes morphologies, assurant ainsi un confort optimal.
- Conçu pour évoluer avec l'utilisateur au fil du temps, il offre une solution à long terme pour répondre aux besoins de mobilité changeants.
- Classé dans la catégorie 2, il est destiné à être utilisé sous la supervision d'un professionnel de la santé, garantissant un niveau de soutien approprié et une utilisation sécurisée.
- Son design modulable et évolutif assure un soutien confortable et efficace, permettant à l'utilisateur de se tenir debout de manière stable et sécurisée.
- En favorisant la mobilité et l'indépendance, ce verticalisateur contribue à améliorer la qualité de vie des personnes à mobilité réduite en leur permettant de participer à des activités debout avec plus de facilité et de confort.

Le verticalisateur modulable évolutif ventral et dorsal de catégorie 2 offre une combinaison unique de polyvalence, adaptabilité, évolutivité, sécurité, confort et amélioration de la qualité de vie, en faisant un choix précieux pour les personnes ayant des besoins de mobilité spécifiques. [16]

3.4. Principe de fonctionnement du châssis :

Le châssis du verticalisateur modulable évolutif V-D Cat 2 offre un soutien confortable et adaptable pour les patients nécessitant une rééducation ou un traitement en position verticale, tout en permettant une personnalisation et une évolution selon les besoins spécifiques de chaque individu.

- Le châssis du verticalisateur modulable évolutif V-D Cat 2 est conçu de manière ergonomique pour offrir un soutien précis et confortable au patient. Voici les détails du fonctionnement de ce châssis :
- Le châssis est fabriqué à partir de matériaux légers et résistants, souvent de bois, ce qui le rend facile à manipuler pour le personnel médical. Il est conçu de manière à être ajustable en fonction de la taille et des besoins spécifiques du patient.
- Le châssis est équipé de supports dorsaux et ventraux qui maintiennent le patient en position verticale. Ces supports sont rembourrés et ergonomiquement conçus pour répartir la pression de manière uniforme et minimiser les points de pression susceptibles de causer des inconforts ou des blessures.
- Le châssis est doté de divers modules et accessoires qui peuvent être ajoutés ou retirés selon les besoins du patient et les objectifs de rééducation. Par exemple, des repose-pieds réglables en hauteur ou des sangles supplémentaires peuvent être fixés au châssis pour offrir un soutien supplémentaire ou faciliter la mobilisation du patient.
- Le châssis est évolutif, ce qui signifie qu'il peut être adapté à mesure que les besoins du patient évoluent.
- Le châssis est conçu pour offrir une stabilité maximale au patient tout en minimisant les risques de chute ou de blessure.



Figure 3.8 Modifications de châssis de verticalisateur cat 2.[15]

3.5. Critères techniques et utilisation :

Le V-D Cat 2 est un verticalisateur en bois écologique qui possède la particularité d'une verticalisation ventrale ou dorsale (supination ou pronation). En effet, l'enfant peut être placé avec les sangles de maintien situées dans le dos ou au niveau du ventre. Ce produit est décoré par un dessin de chat de chaque côté.

L'inclinaison se fait par vérin à gaz actionnable par une pédale à l'emplacement de la queue du chat.

Il est disponible en 2 tailles :

- En taille 1, il supporte 35 Kg, pèse 24 Kg et mesure 56 cm de largeur hors-tout.
- En taille 2, il supporte 45 Kg, pèse 24 Kg et mesure 60 cm de largeur hors-tout.

Des supports de genoux sont livrés avec la taille 2. [15]

3.6. Équipements standard :

Cadre avec roulettes et freins - repose-pieds avec sandales - vérin (réglage avec indicateur d'inclinaison) - cales tronc - cales hanches - sangle thoracique et pelvienne - tablette ajustable - cales genoux - appui de tête multiprises [15]

3.7. Équipements optionnels :



Figure 3.9 Ceinture maintien tête [15]



Figure 3.10 Sandales 3D la paire [15]



Figure 3.11 Plateau avec rebord [15]
(75/125/100m)[15]



Figure 3.12 Roues Tango



Figure 3.13 Roues métallique 125mm [15]

Nous utilisons un dispositif vertical conçu pour soutenir la tête, le dos, les côtés de la taille et les pieds, qui agit comme une sorte d'éponge. Sa teinte peut varier entre le vert et le bleu en fonction des spécifications de fabrication et des préférences. [15]

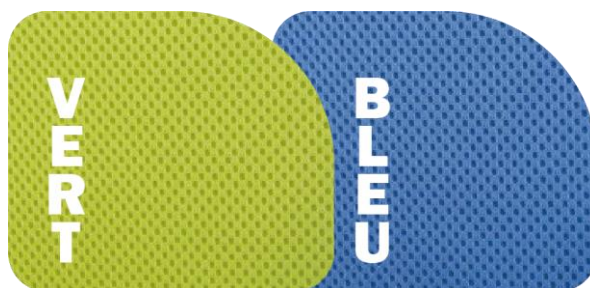


Figure 3.14 Couleur de la housse en éponge utilisée [15]

3.8. Tailles principales du Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal :

Les verticalisateurs sont des dispositifs médicaux utilisés pour aider les personnes à se mettre debout, notamment celles ayant des difficultés de mobilité. Il existe différentes catégories, chacune avec des caractéristiques spécifiques.[15]

3.8.1. Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 1 :

Le Sander CAT 1 a été conçu pour aider les enfants à se tenir debout, ce qui leur permet de découvrir leur environnement de manière nouvelle et favorise leur développement physique et mental. Cette position debout a également des effets bénéfiques sur les processus physiologiques et améliore l'oxygénation de l'organisme de l'enfant.

Le CAT 1 présente plusieurs avantages notables, dont un angle d'inclinaison ajustable de 25° à 85°, même lorsque l'enfant est dans l'appareil. Un système élaboré de ceintures et de supports assure la sécurité de l'enfant.

Fabriqué à partir de matériaux écologiques, ce produit est respectueux de l'environnement et peint à la main, garantissant une qualité supérieure et une attention particulière aux détails.

Caractéristiques particulières :

- Structure stable
- Le dispositif assure une stabilité adéquate et la sécurité de l'utilisateur.
- Matériaux respectueux de l'environnement
- Nous n'utilisons que des matériaux respectueux de l'homme et de l'environnement.
- Fonctionnement silencieux
- L'utilisation d'un ressort à gaz dans le produit garantit un fonctionnement silencieux.
- Rembourrage de l'espaceur Rembourrage de l'espaceur
- L'appareil est équipé d'un tissu d'espacement 3D respirant et hypoallergénique. Vous pouvez désormais être sûr que votre peau reste sèche plus longtemps !



Figure 3.15 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 1 [15]

3.8.2. Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 :



Figure 3.16 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 [15]

Caractéristiques particulières :

- Inclinaison Variable Manuelle : Capacité d'incliner manuellement le verticalisateur pour ajuster l'angle en fonction des besoins thérapeutiques.
- Supports Ajustables : Supports pour les genoux et les hanches ajustables manuellement pour un alignement optimal et un confort accru.
- Stabilité et Sécurité : Base large et stable avec des dispositifs de verrouillage pour assurer la sécurité pendant l'utilisation.

La principale différence réside dans le niveau de support et de sophistication. Les verticalisateurs de catégorie 2 offrent des fonctionnalités plus avancées et sont adaptés à des besoins plus complexes que ceux de catégorie 1.

La verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 offre un niveau de support et de fonctionnalités plus avancé que les appareils de classe 1, et avec ses fonctionnalités avancées telles que le support multizone, les réglages précis et les accessoires supplémentaires, il répond mieux à vos besoins spécifiques en termes de confort, de sécurité et d'adaptabilité.

Ce dernier nous assure de disposer d'un appareil solide et efficace qui aidera à maintenir une posture debout stable et à bénéficier des bienfaits thérapeutiques associés à la position debout, d'où le choix de notre thème de projet de fines études.

3.9. Réglage du verticalisateur :

Le fonctionnement d'un verticalisateur ventral/dorsal de catégorie 2 commence par la préparation de l'utilisateur, en s'assurant qu'il est confortablement installé avec les sangles de sécurité bien ajustées. Ensuite, les réglages initiaux sont effectués, notamment en ajustant la hauteur du dispositif pour correspondre à la taille de l'utilisateur et en positionnant les supports dorsaux et abdominaux pour un soutien adéquat du tronc. Les ajustements supplémentaires, tels que l'inclinaison du verticalisateur et la position des supports pour les jambes, peuvent être faits selon les besoins. Pendant l'utilisation, l'utilisateur peut participer à des activités thérapeutiques ou de communication grâce à des accessoires adaptés. Une fois l'utilisation terminée, le verticalisateur est abaissé en toute sécurité. Ce processus assure une utilisation efficace et sécurisée du dispositif, offrant à l'utilisateur un soutien optimal et les avantages thérapeutiques de la verticalisation.

3.10. Tailles principales du Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 :

Les estimations générales de la taille des porte-bagages pour enfants avant et arrière de catégorie 2, souvent exprimées en termes de plages de dimensions :[15]

3.10.1. Taille 1 :

- Convient généralement aux nourrissons et aux jeunes enfants.
- Sa hauteur peut varier de 60 cm à 90 cm.
- La largeur peut varier de 30 cm à 40 cm.
- La profondeur peut varier entre 25 cm et 35 cm.

3.10.2. Taille 2 :

- Convient aux enfants d'âge préscolaire et aux tout-petits.
- La plage de hauteur peut aller de 80 cm à 120 cm.
- La largeur peut varier de 35 cm à 50 cm.
- La profondeur peut varier entre 30 cm et 40 cm.

Ces valeurs sont des estimations générales et peuvent varier en fonction du fabricant et des spécifications exactes du modèle de support pédiatrique Cat 2.[15]

3.11. Tailles principales :

3.11.1. Tableau des tailles 1

et 2 :

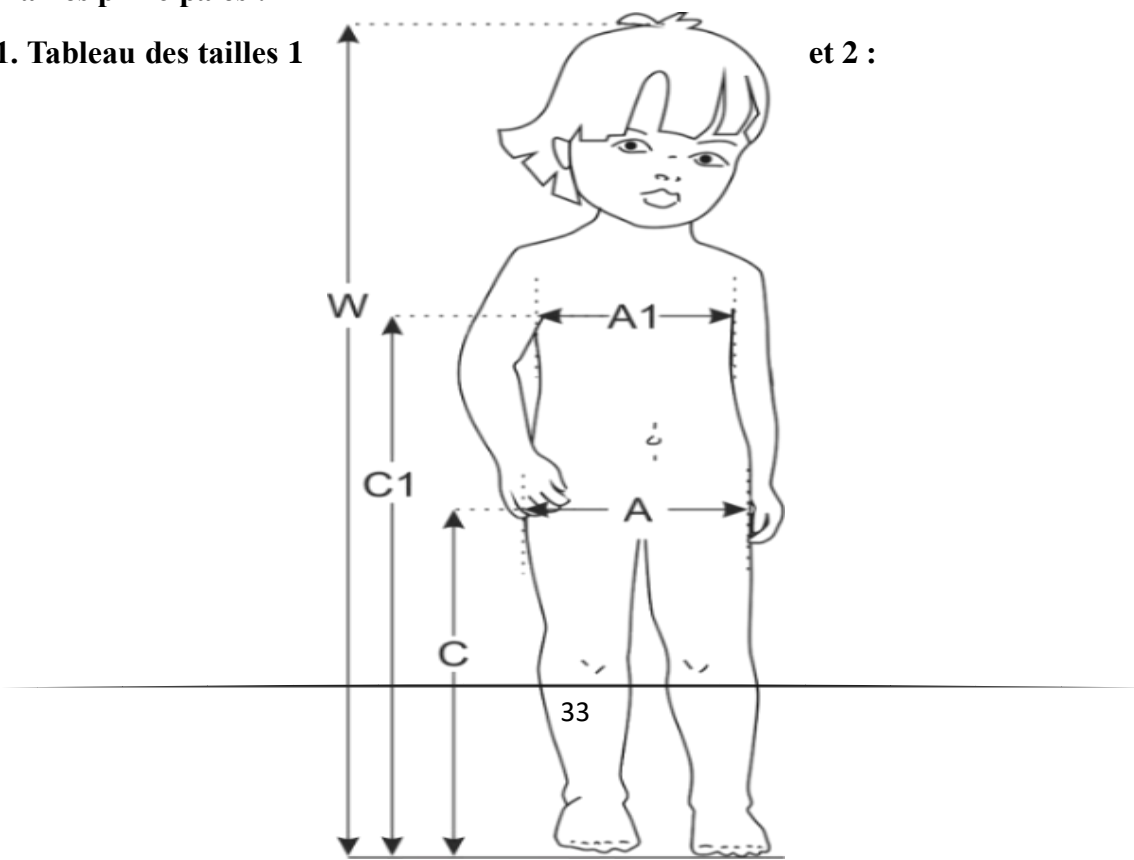
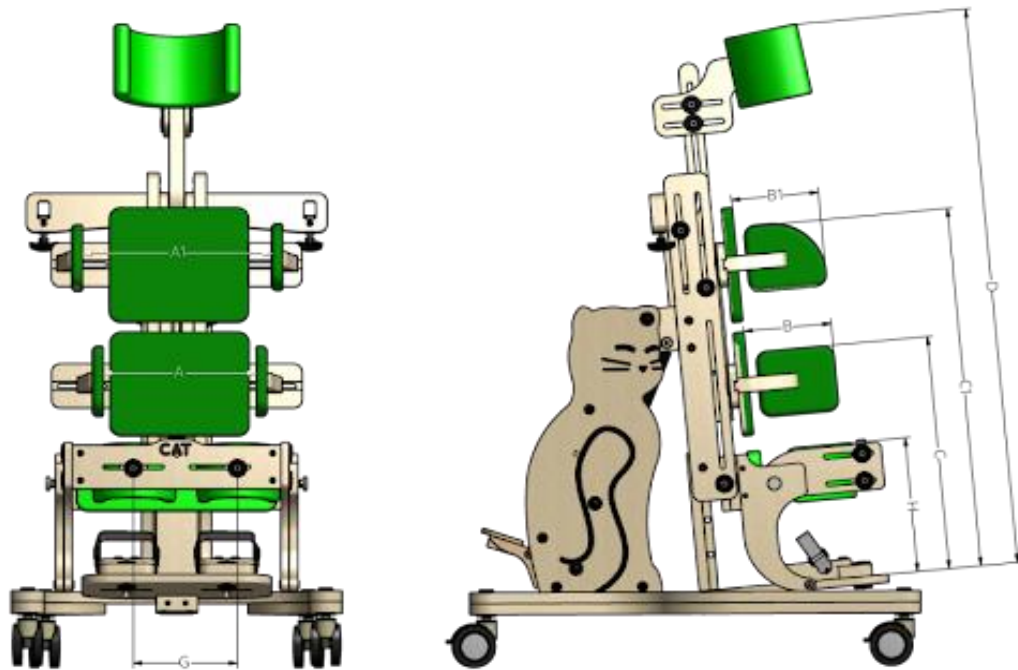


Figure 3.17 Les tailles principales. [15]

Symbole	Unit	Taille 1	Taille 2
A	[cm]	14-27	18-31
C	[cm]	34-59	40-78
A1	[cm]	14-27	18-31
C1	[cm]	50-75	65-97
W	[cm]	70-100	80-130

Tableau 3.1 : Tableau des tailles 1 et 2



3.11.2. Tableau des tailles dorsale et ventrale :

Figure 3.18 les tailles principales du verticalisateur. [15]

Symbole		Unit	Dorsale	Ventrale	Dorsale	Ventrale
A	Largeur support thoracique	[cm]	14-27		18-31	
B	Profondeur support thoracique	[cm]	15		15	
C	Hauteur ajustement cales pelviens	[cm]	30-59	34-59	27-78	40-78
A1	Largeur support pelvien	[cm]	14-27		18-31	
B1	Profondeur support pelvien	[cm]	15		15	
C1	Hauteur ajustement cales thoracique	[cm]	46-75	50-75	50-97	65-97
D	Hauteur appui de tête	[cm]	72-106	–	80-135	–
G	Largeur bloc genou	[cm]	14-23	14-23	14-23	14-23
H	Hauteur bloc genou	[cm]	15-31	15-54	15-54	15-54
	Angle inclinaison	[°]	0-90		0-90	

Poids max utilisateur	[Kg]	35	45
-----------------------	------	----	----

Tableau 3.2 : Des tailles dorsales et ventrale

3.12. Compatibilité :

Nous pouvons changer l'alignement de ce dispositif et l'angle avec l'aide de ressorts à gaz. En outre, nous pouvons facilement changer la position d'un enfant debout sur le mensonge. Avec les supports latéraux et des ceintures, en plus de la protection des enfants, il offre la possibilité d'avoir du plaisir, apprendre et encore manger debout avec Cat 2.

Une solution pratique pour permettre aux enfants de vivre pleinement leur vie quotidienne consiste à utiliser une table pivotante à la place de la base de la tête, avec la possibilité de changer de côté selon les besoins. Cette adaptation favorise l'intégration de l'enfant dans son environnement en lui offrant un support adéquat, tel qu'un support de table, qui contribue à stimuler ses capacités intellectuelles et artistiques.



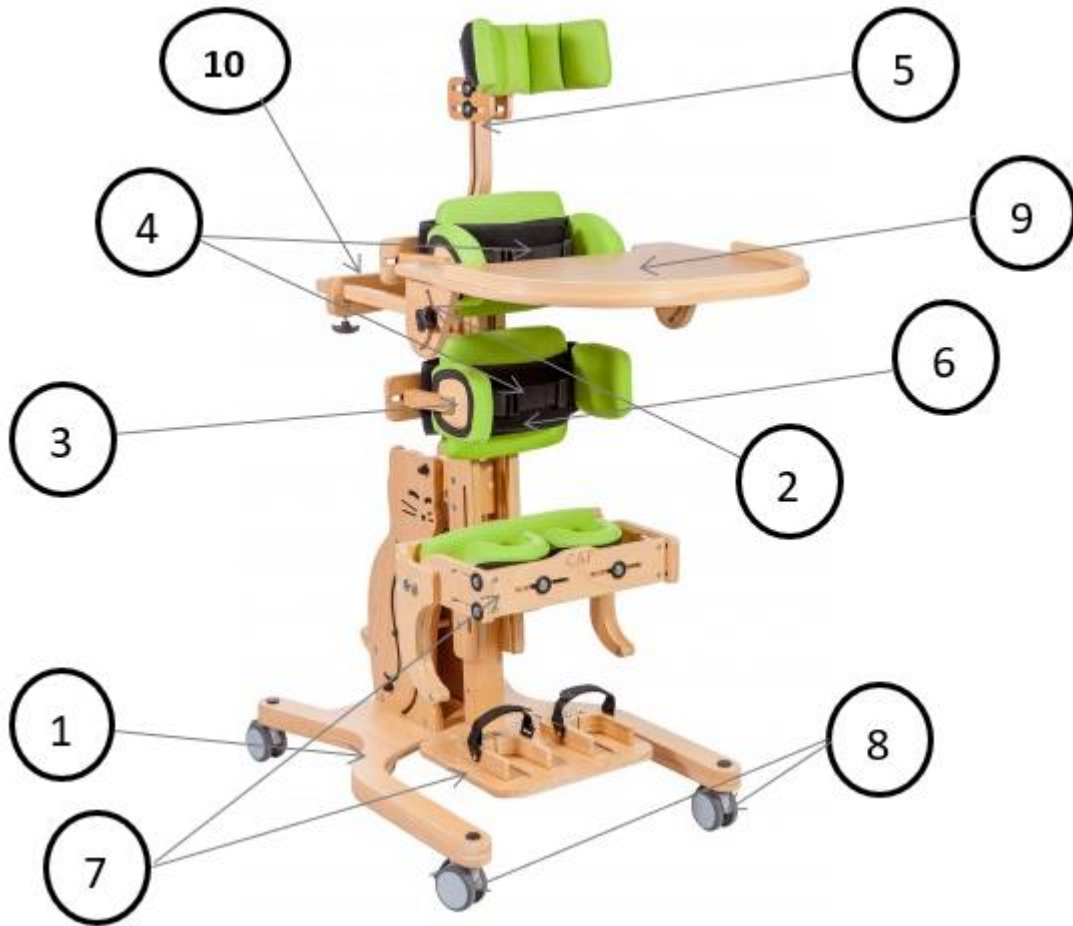
Figure 3.19 Solution pratique de verticalisateur pour enfant de vivre pleinement leur vie quotidienne.[15]

3.13. Réalisation du modèle :

3.13.1. Nomenclature des pièces :

1. **Cadre principal** : La structure principale du verticalisateur, fournissant le support et la stabilité nécessaire.
2. **Barre d'appui thoracique** : Une barre ajustable située au niveau de la poitrine pour assurer un maintien sécurisé du torse de l'enfant.
3. **Barre d'appui pelvien** : Une barre ajustable située au niveau du bassin pour soutenir et stabiliser la région pelvienne de l'enfant.
4. **Sangles de sécurité** : Des sangles robustes et réglables qui sécurisent l'enfant dans le verticalisateur pour éviter les chutes.
5. **Appui-tête réglable** : Un support ajustable pour la tête de l'enfant, offrant confort et soutien pendant l'utilisation du verticalisateur.
6. **Ceinture abdominale** : Une ceinture réglable qui entoure l'abdomen de l'enfant pour renforcer la posture et la stabilité.
7. **Support de jambe** : Un support ou une plateforme réglable pour les jambes de l'enfant, offrant un soutien supplémentaire et une position confortable.
8. **Roulettes verrouillables** : Des roulettes équipées de dispositifs de verrouillage pour stabiliser le verticalisateur lorsqu'il est en position stationnaire.
9. **Plateau pour accessoires** : Une surface ou un support intégré pour placer des accessoires ou des équipements supplémentaires, tels que des jouets ou des dispositifs de communication.
10. **Poignée de manœuvre** : Une poignée ergonomique située sur le cadre principal pour faciliter le déplacement et le transport du verticalisateur.
11. **Vérin hydraulique** : la puissance fluide pour le mouvement linéaire.

Chaque élément contribue à fournir un soutien sûr et confortable pour l'enfant tout en utilisant le verticalisateur pédiatrique ventral-dorsale CAT 2.



(A)



(B)

Figure 3.20 Verticalisation pédiatrique ventral-dorsal Cat 2 (A et B) [15]

3.14. Dimensions principales :

Les dimensions principales du verticalisateur sont choisies par le concepteur en respectant certaine condition, diminuais le poids du châssis au maximum, mètre l'enfant dans une posture confortable, prendre en compte la croissance rapide de l'enfant.

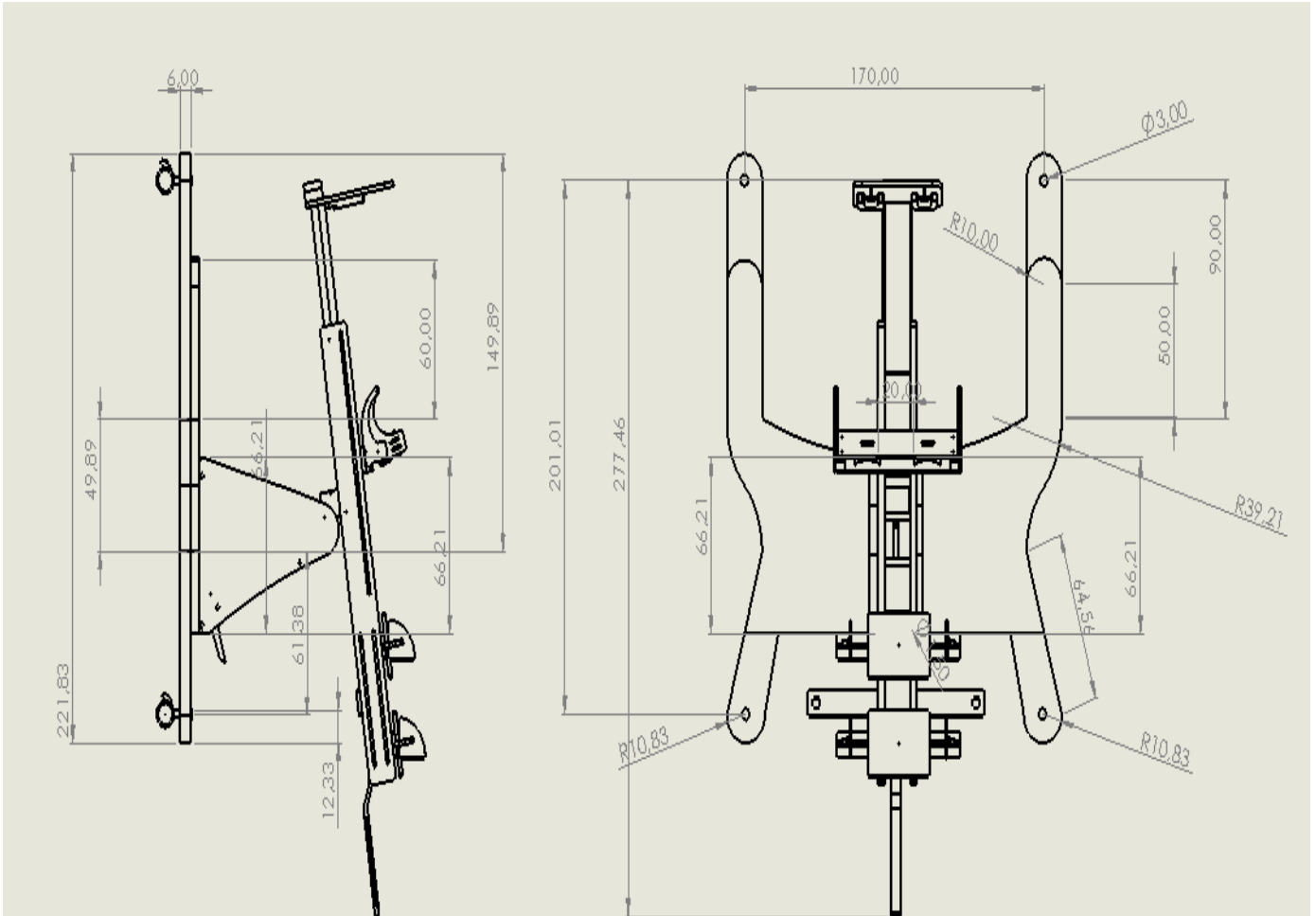


Figure 3.21 Les dimensions principales (V-D Cat2)

3.15. Caractéristiques des pièces :

3.15.1. Châssis de CAT 2 :

Le châssis du verticalisateur CAT 2 est fabriqué à partir de bois.

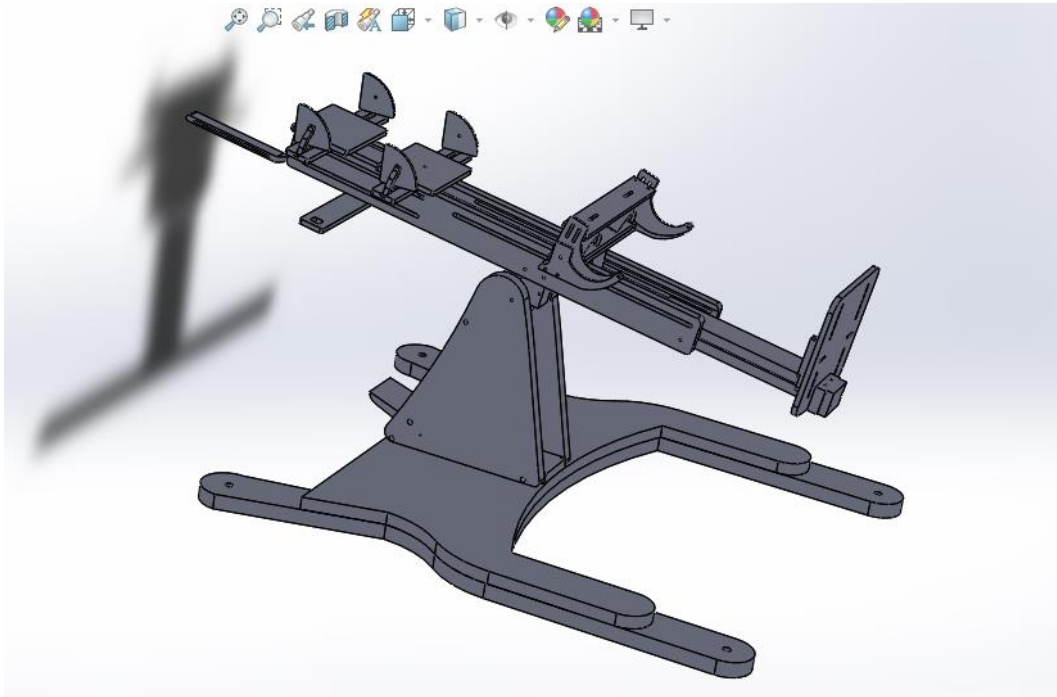


Figure 3.22 Image d'illustration de châssis CAT 2

3.15.2. Coussin de CAT 2 :

Le coussin pour le dos, l'abdomen et les jambes est en éponge recouverte d'un tissu doux.



Figure 3.23 Les coussins de CAT 2

3.15.3. Roues de V-D CAT 2 :

Les roues directionnelles sont conçues pour maintenir une trajectoire constante, ce qui facilite la mobilité des patients présentant un polyhandicap ou une infirmité motrice cérébrale.



Figure 3.24 Roues métallique

3.16. Conclusions :

Parfois, l'un des gros problèmes rencontrés par l'entourage du patient, est le refus de celui-ci à se faire aider d'un verticalisateur. Souvent, ces personnes souhaitent rester chez elle pour continuer à vivre dans un environnement chaleureux. Elles ne veulent donc pas "hospitaliser" leur foyer. Elles ont également du mal à admettre qu'elles perdent en mobilité.

Le meilleur moyen de les rassurer, c'est de présenter le verticalisateur comme la possibilité de gagner en autonomie. Celui-ci ne représente pas leur perte de mobilité, bien au contraire. Leur perte de capacités physiques est indéniable. Pour autant, le verticalisateur va leur permettre de continuer à vivre normalement malgré cela.

Il est important également de leur souligner l'aide que cela va apporter à leur entourage. C'est un grand soulagement pour celles et ceux qui s'occupent du sénior au quotidien. Physiquement, elles ne sont plus aussi sollicitées. Et moralement, elles sont rassurées. En effet, le verticalisateur évite les chutes à la fois du patient mais également de l'accompagnant.

4. ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2 :

4.1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'étude statique du châssis et à la conception des pièces du V-D CAT 2 avec les éléments standards à l'aide de la **CAO** (conception assistée par ordinateur), en utilisant précisément un logiciel dénommé **SOLIDWORKS**. En plus de la conception, la simulation par programme Ansys **Workbench 15.0** sera utilisée pour simuler le V-D CAT 2, permettant ainsi de vérifier les performances et le comportement du châssis sous différentes conditions de pression.

4.2. CAO (conception assistée par ordinateur) :

4.2.1. Définition de la CAO :

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, et de tester virtuellement des produits. Lorsqu'un système est affecté d'un nombre trop grand de paramètres, il devient difficile de tout contrôler. La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse la capacité de l'être humain, et d'apprécier globalement le comportement de l'objet créé avant même que celui-ci n'existe. En CAO, on ne dessine pas, on construit virtuellement un objet capable de réagir dans son espace réel selon des lois régies par le logiciel. Le résultat, appelé maquette numérique qui constitue alors un véritable prototype évolutif. [17]

4.2.2. Domaines de la CAO :

CAO possède un nombre important d'avantages qui contribuent énormément à l'amélioration de l'industrie en général, de ce fait elle est devenue un élément essentiel. Parmi ces avantages :

- Gain de temps et productivité pour les équipes de conception avec l'utilisation de la modélisation solide.
- Amélioration considérable de la qualité des produits du fait que la CAO permet de contrôler leurs qualités avant même leurs productions.
- Diversification de la production, par la possibilité de conception des formes complexes.
- Importance des échanges entre concepteurs et réalisateurs, du fait d'une définition beaucoup plus complète en CAO. [17]

4.2.3. Définition de SolidWorks :

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) développé par Dassault Systèmes. Il est utilisé principalement pour la modélisation 3D, la simulation, l'analyse et la documentation technique de produits. SolidWorks permet aux ingénieurs et concepteurs de créer des modèles précis et détaillés de pièces et d'assemblages, facilitant ainsi le processus de conception et de fabrication. Le logiciel est largement utilisé dans de nombreux secteurs, notamment l'ingénierie mécanique, l'aérospatiale, l'automobile et les produits de consommation.[18]

4.2.4. Application :

SolidWorks est un logiciel de conception tridimensionnelle moderne qui prend en charge la modélisation volumique et surfacique. Il est structuré en modules fonctionnels appelés ateliers, chacun étant dédié à la création ou à la modification d'un type spécifique d'objet. En outre, SolidWorks peut simuler diverses déformations affectant les pièces. Ce logiciel nous a permis de concevoir les pièces du verticalisateur, d'effectuer leur assemblage, et d'utiliser la mise en plan pour clarifier les détails.

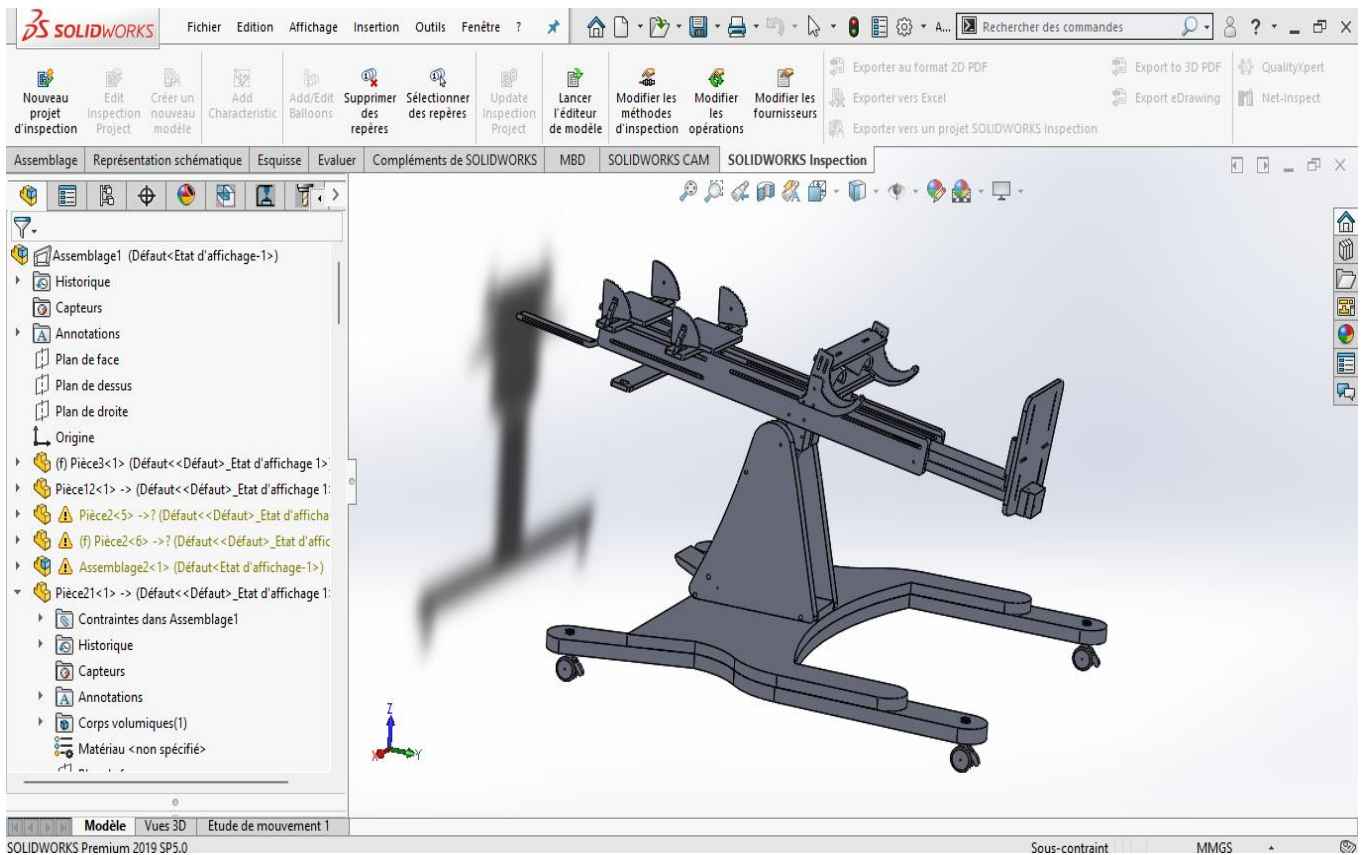


Figure 4.25 interface d'utilisation SolidWorks

4.3. Module Simulation Ansys Workbench :

Ansys Workbench est une plateforme d'ingénierie intégrée pour la simulation par éléments finis (FEM) développée par Ansys Inc. Elle permet aux ingénieurs de modéliser, de simuler et d'analyser divers phénomènes physiques dans un environnement unifié et convivial.

Simulation Ansys Workbench Outil de simulation numérique utilisé pour analyser les comportements mécaniques, thermiques, fluidiques et électromagnétiques des produits et des systèmes à l'aide de méthodes de calcul par éléments finis. Il offre une interface graphique intuitive pour créer, paramétrer et exécuter des simulations complexes, tout en intégrant divers modules spécialisés pour répondre à des besoins d'analyse spécifiques.[19]

4.4. Le module Simulation

Dans le contexte de la simulation du chargement sur le châssis du verticalisateur à l'aide de la méthode des éléments finis, voici les étapes clés à suivre :

- **Modélisation géométrique** : Création d'un modèle 3D du châssis du verticalisateur, en prenant en compte sa géométrie, ses dimensions et ses composants.
- **Définition des propriétés matérielles** : Attribution des propriétés mécaniques et physiques du matériau constituant le châssis, telles que la rigidité, la densité, le module de Young, etc.
- **Application du chargement** : Simulation des charges qui agissent sur le châssis du verticalisateur, comme les forces, les moments, les contraintes thermiques, etc., en fonction des conditions réelles d'utilisation.
- **Exécution de la solution** : Utilisation de l'outil de simulation Ansys Workbench pour résoudre numériquement les équations qui décrivent le comportement du système sous chargement.
- **Analyse des résultats** : Évaluation des résultats de la simulation pour comprendre les contraintes, les déformations, les contraintes thermiques, etc., sur le châssis du verticalisateur. Cette analyse permet de vérifier la résistance et la performance du châssis sous différentes conditions de chargement et d'identifier d'éventuelles zones de concentration de contraintes ou de déformations excessives.[19]

4.5. Conception du V-D (CAT 2) :

La verticalisateur ventral-dorsale Catégorie 2 est composé deux parties importantes A et B chacune d'elles est composé de plusieurs éléments, huit éléments dans **A** et vingt éléments dans **B**.

En utilise différents matériaux pour la conception de ces machines en tenant compte de la robustesse et de la légèreté :

- Bois et ces dérivés
- Acier avec ces différents alliages
- Composites

Caractéristique des différents matériaux :

Caractéristique	Bois multiple	Acier inoxydable	Matériaux composite
Masse volumique	500 à 900 Kg/m ³	7800 à 8000 Kg/m ³	900 à 1400 Kg/m ³
Module de Yong	7 à 15 GPa	190 à 210 GPa	1 à 3 GPa
Coefficient de poisson	0,2 à 0,4	0,27 à 0,30	0,3 à 0,4
Manœuvrabilité	Bonne à très bonne	Moyenne à difficile	Bonne à très bonne
Disponibilité du matériau en Algérie	Disponible	Disponible	Disponible
Prix	4200 DA	280000 DA	420 DA

Tableau 4.4: Caractéristique des matériaux

4.5.1. Partie A :

Les éléments composants la partie A et son assemblage.



Figure 4.26 Piece 01

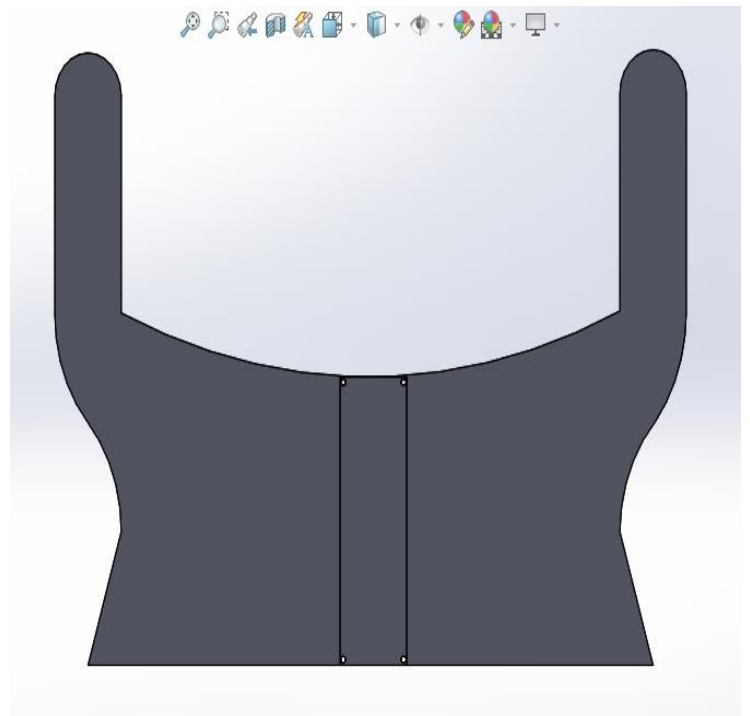


Figure 4.27 Piece 02

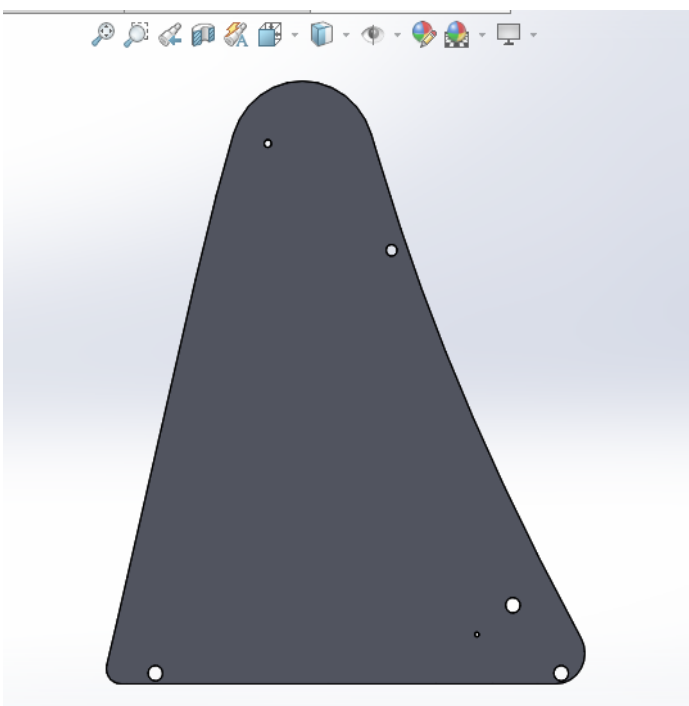


Figure 4.28 Piece 03

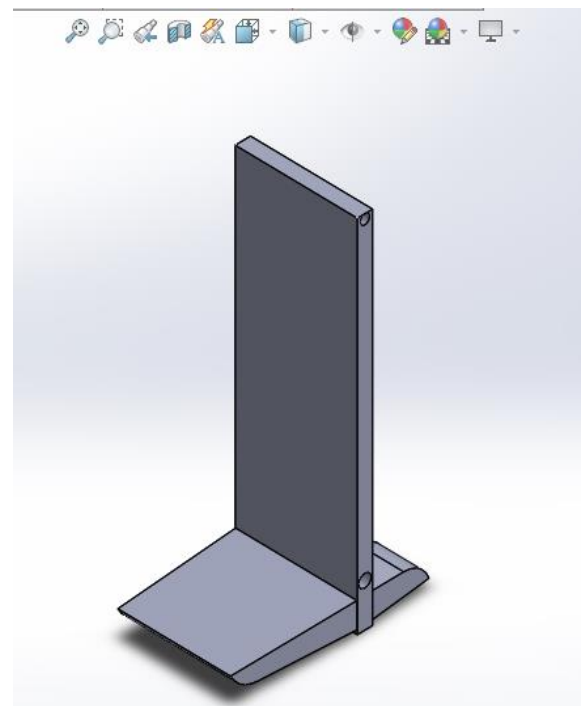


Figure 4.29 Piece 04

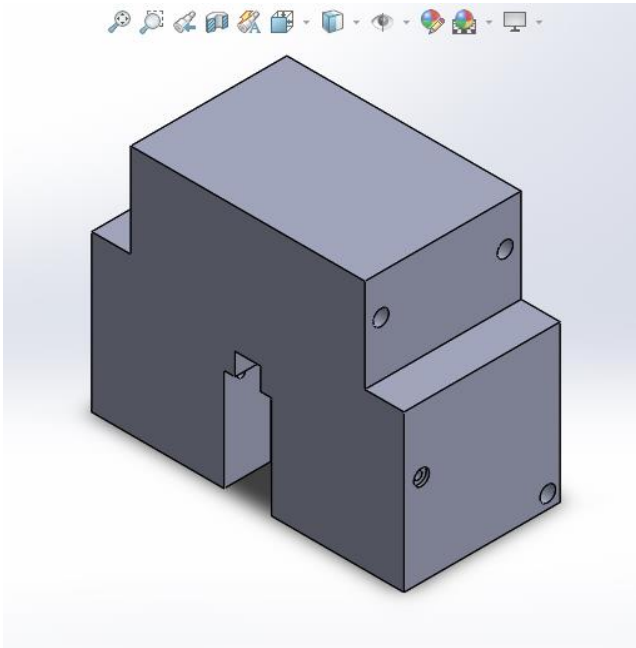


Figure 4.30 Piece 05

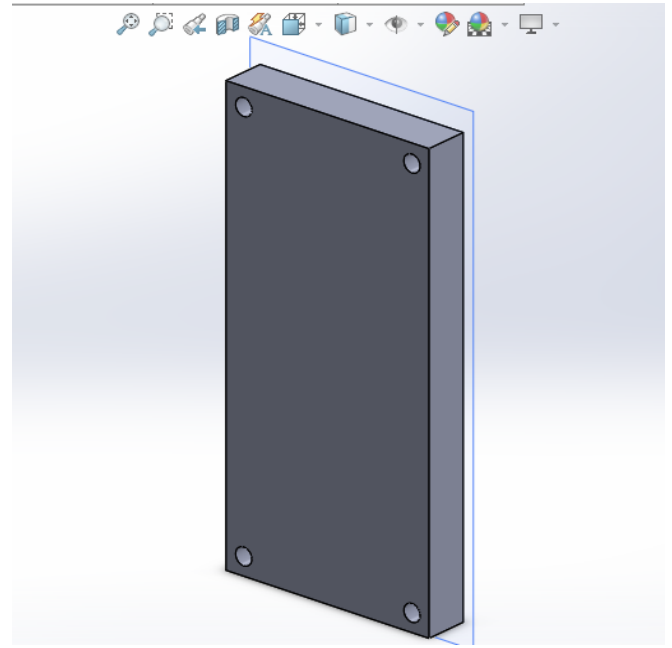


Figure 4.31 Piece 06

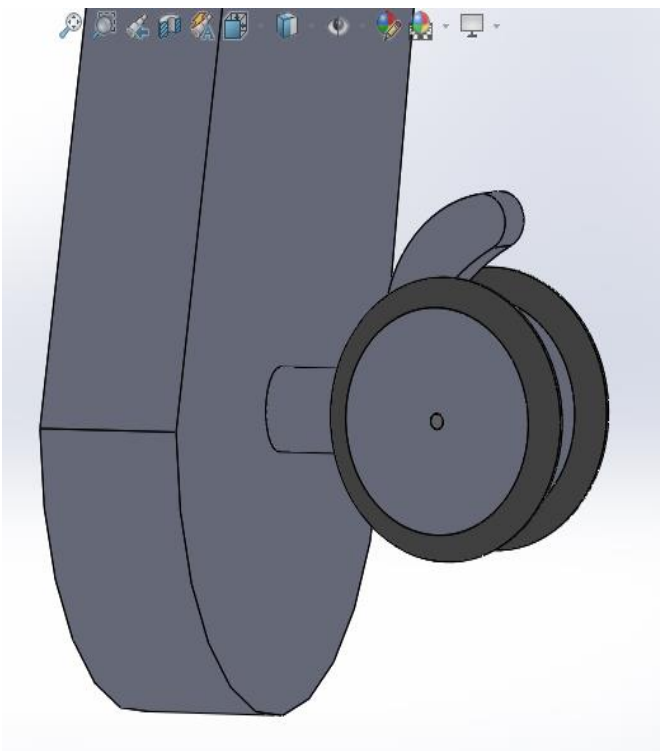


Figure 4.32 Piece 07



Figure 4.33 Piece 08

4.5.2. L'assemblage de partie A :

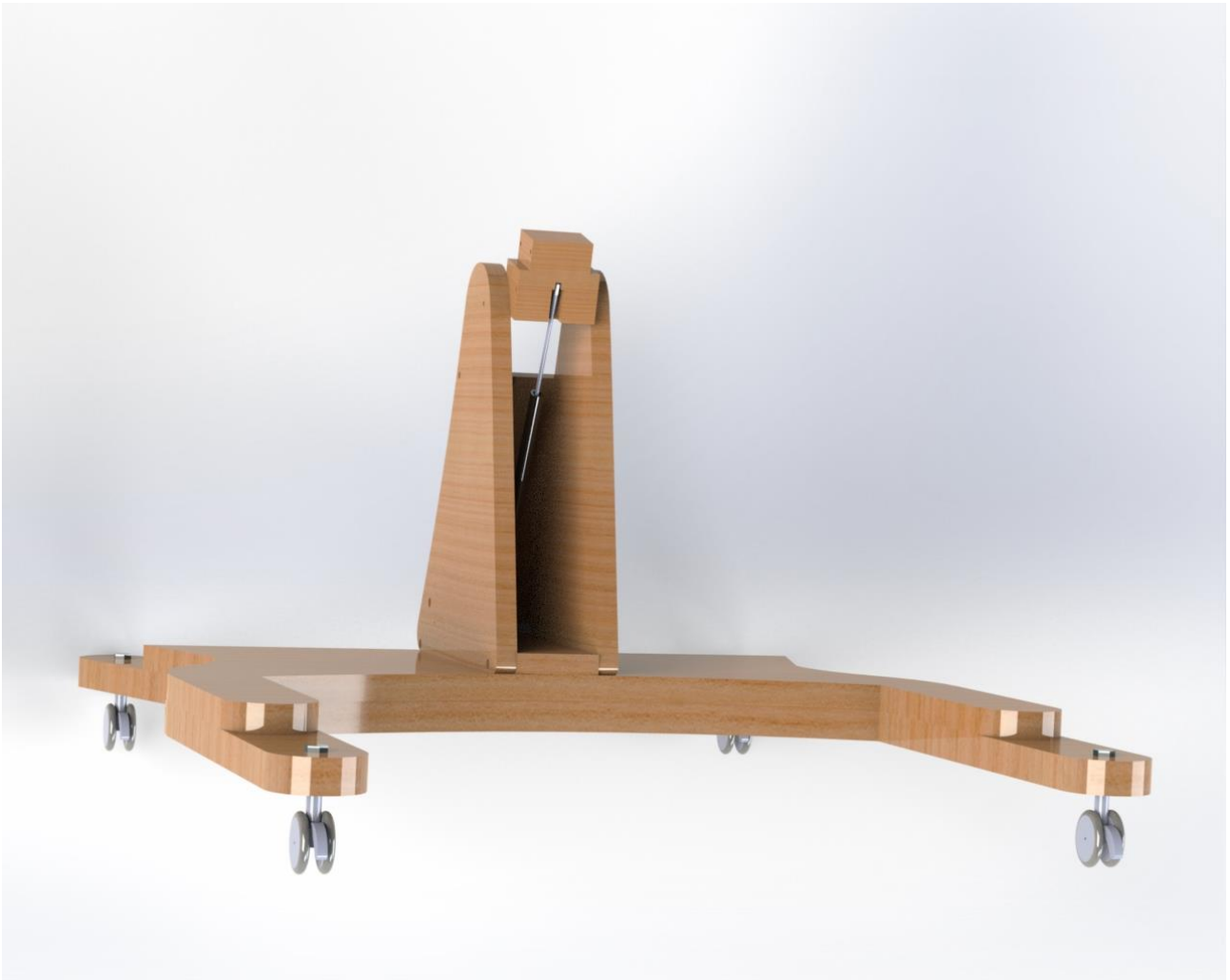


Figure 4.34 Assemblage des pièces de partie A

4.5.3. Partie B :

Les éléments composants la partie B et son assemblage .

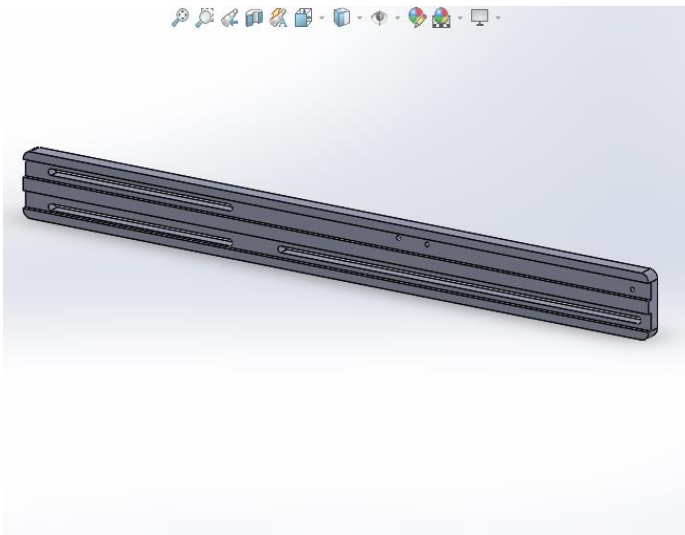


Figure 4.35 Piece 09

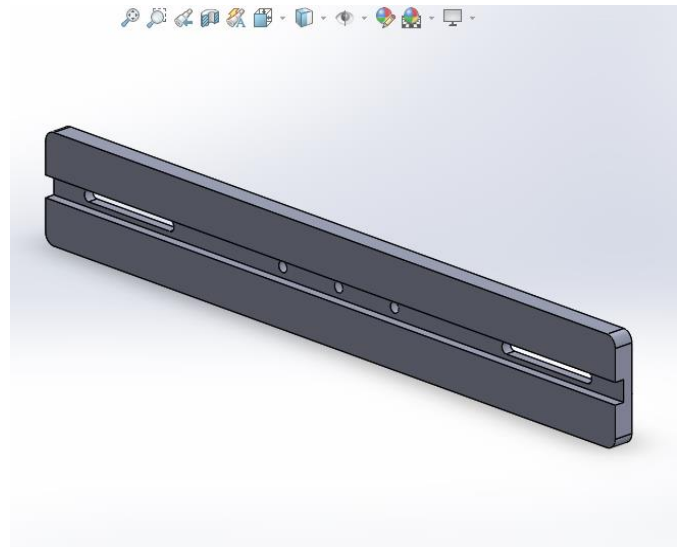


Figure 4.36 Piece 10

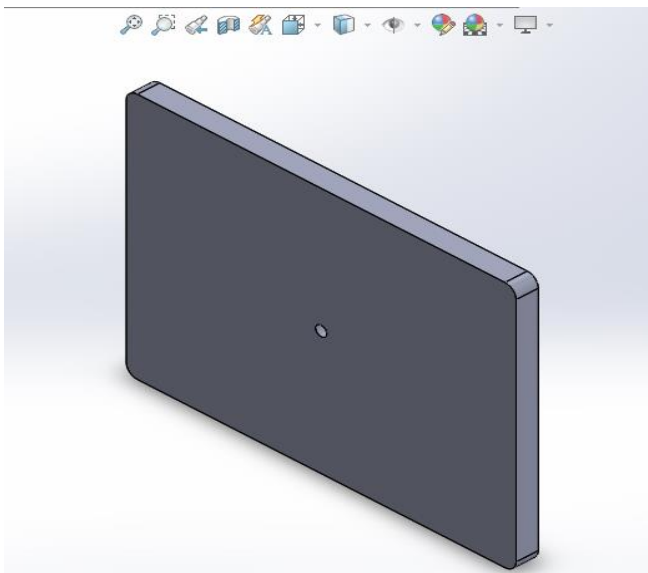


Figure 4.37 Piece 11

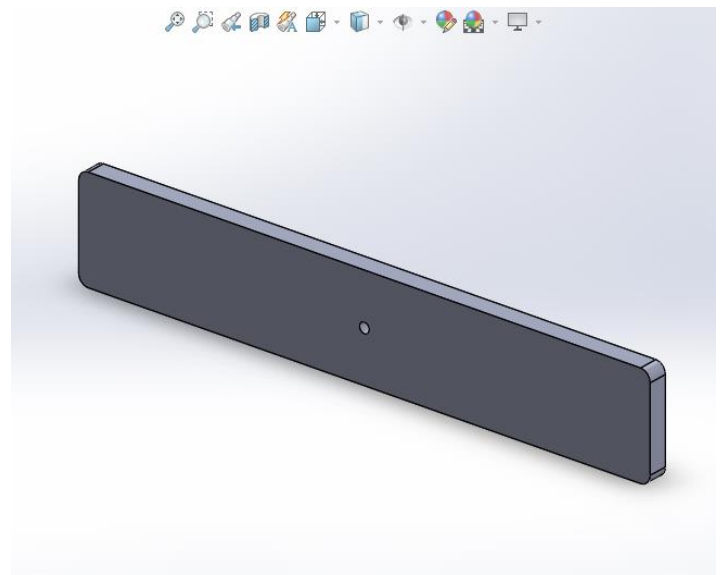


Figure 4.38 Piece 12

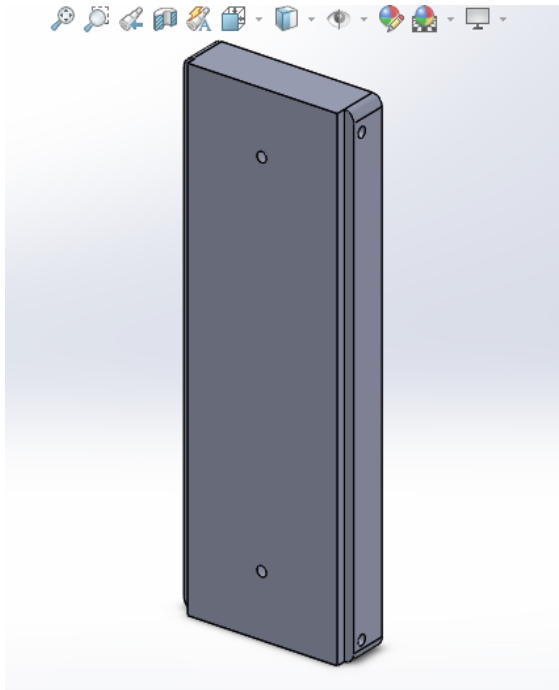


Figure 4.39 Piece 13

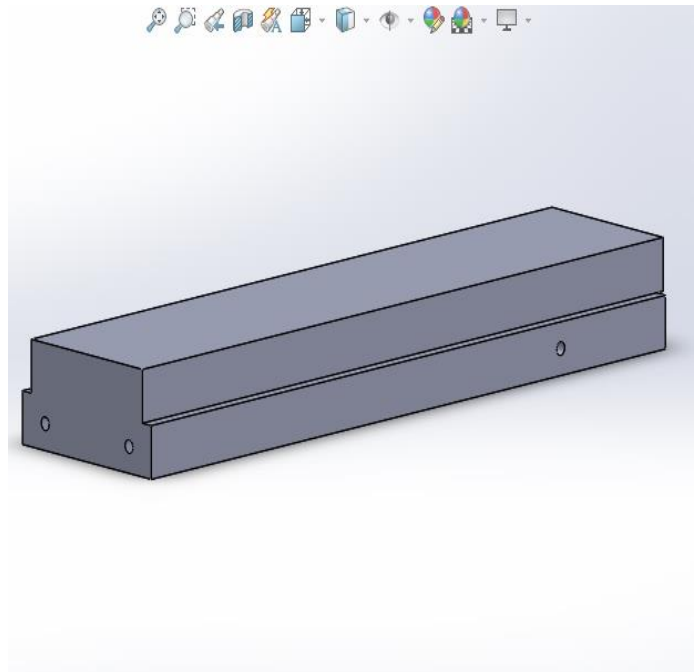


Figure 4.40 Piece 14

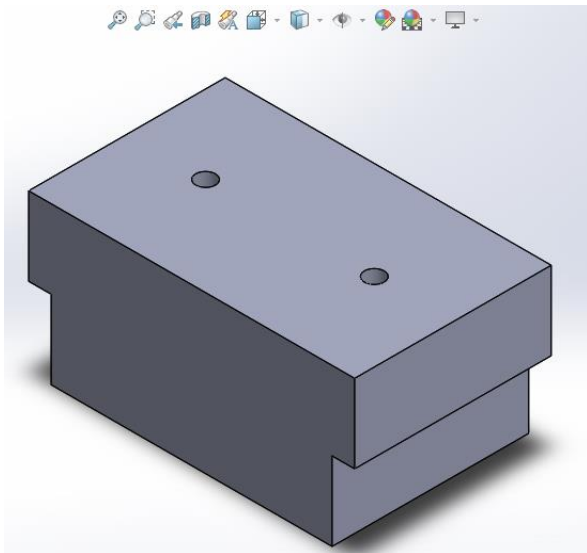


Figure 4.41 Piece 15

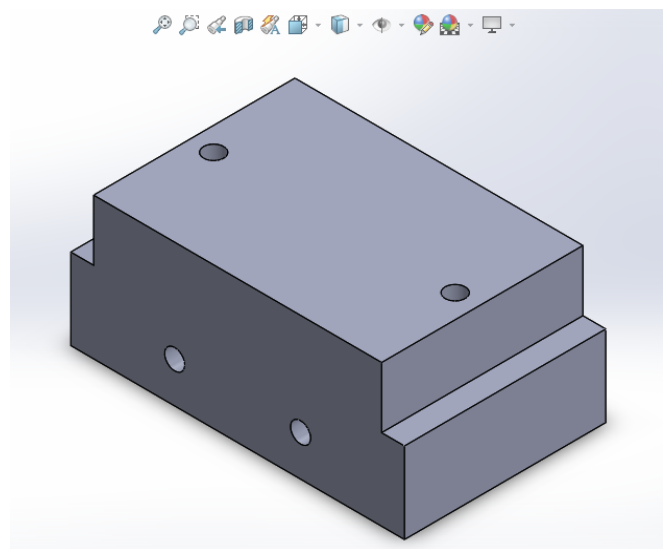


Figure 4.42 Piece 16

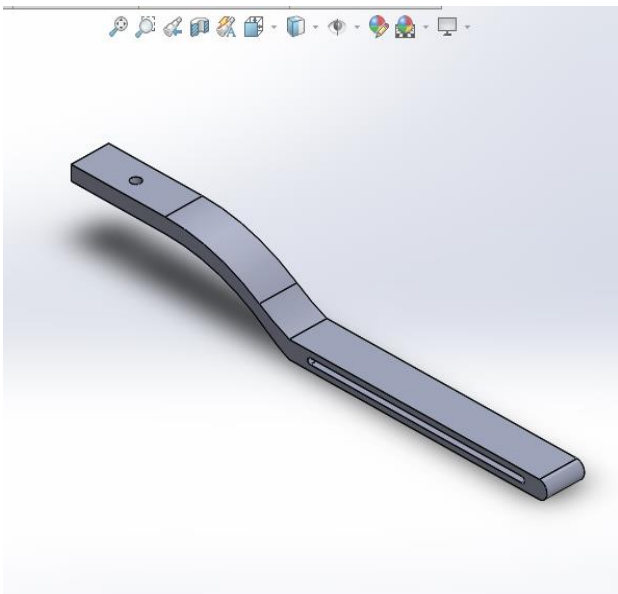


Figure 4.43 Piece 17

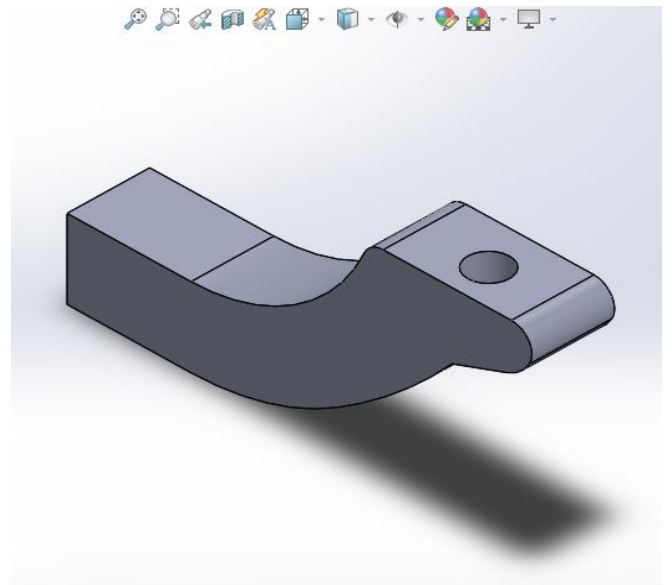


Figure 4.44 Piece 18

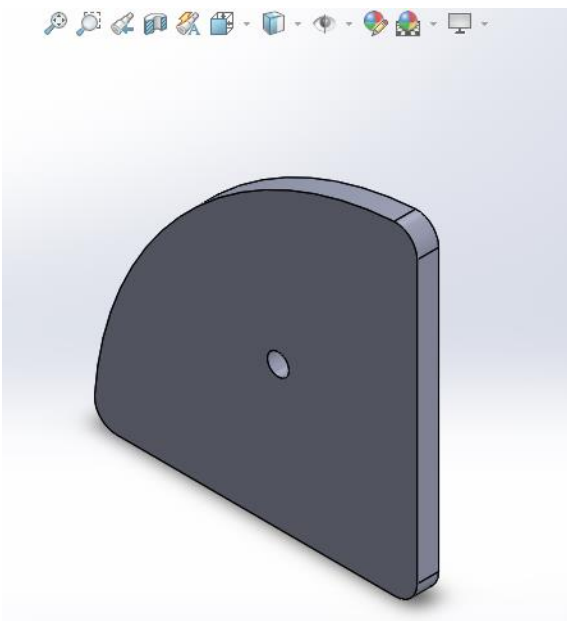


Figure 4.45 Piece 19

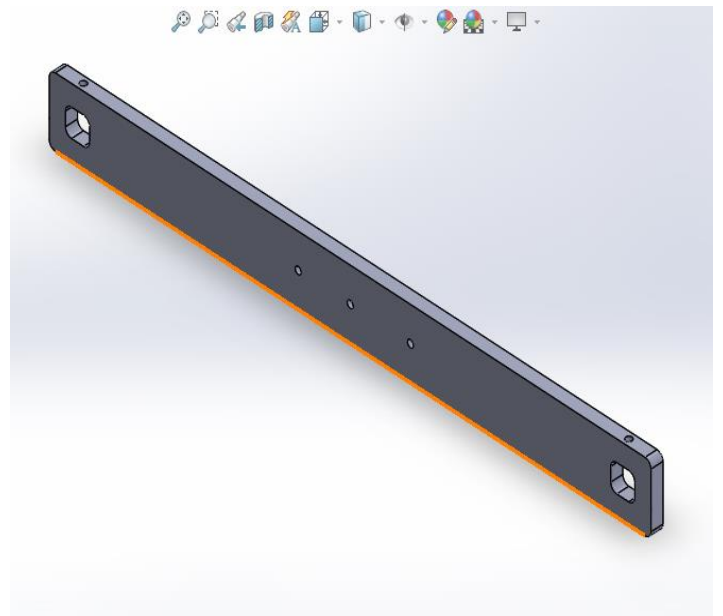


Figure 4.46 Piece 20

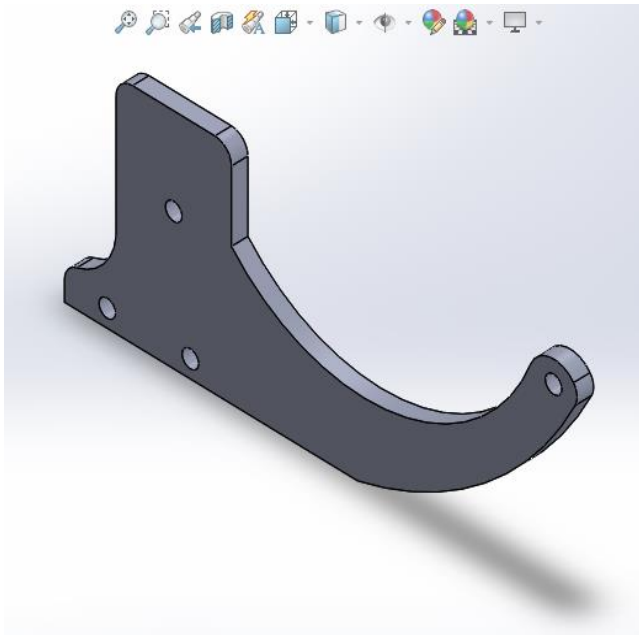


Figure 4.47 Piece 21

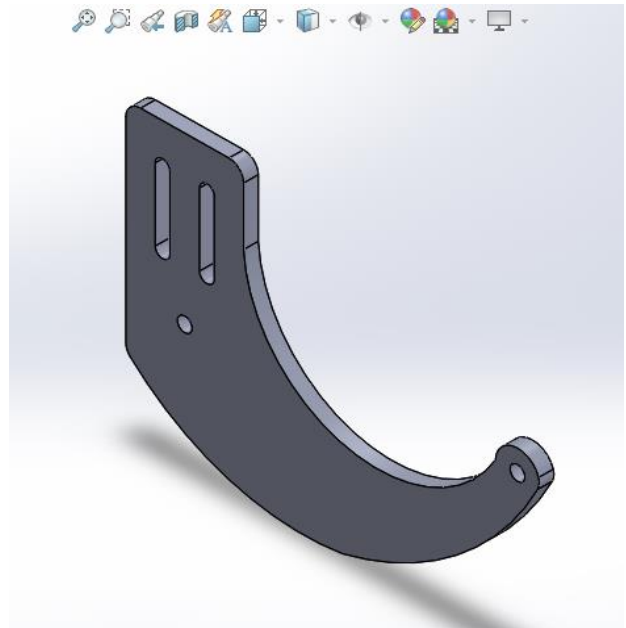


Figure 4.48 Piece 22

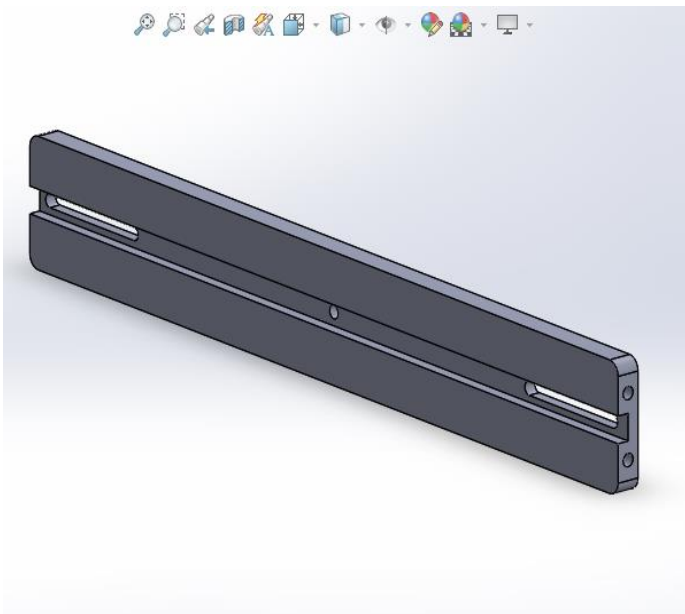


Figure 4.49 Piece 23

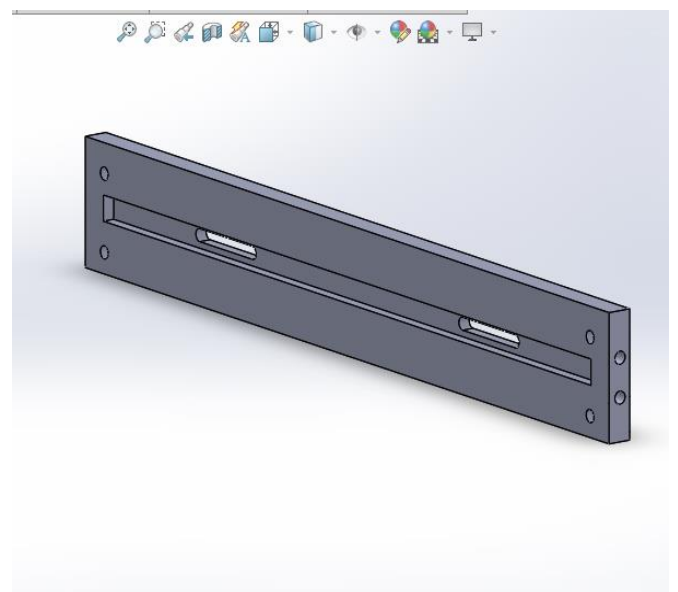


Figure 4.50 Piece 24

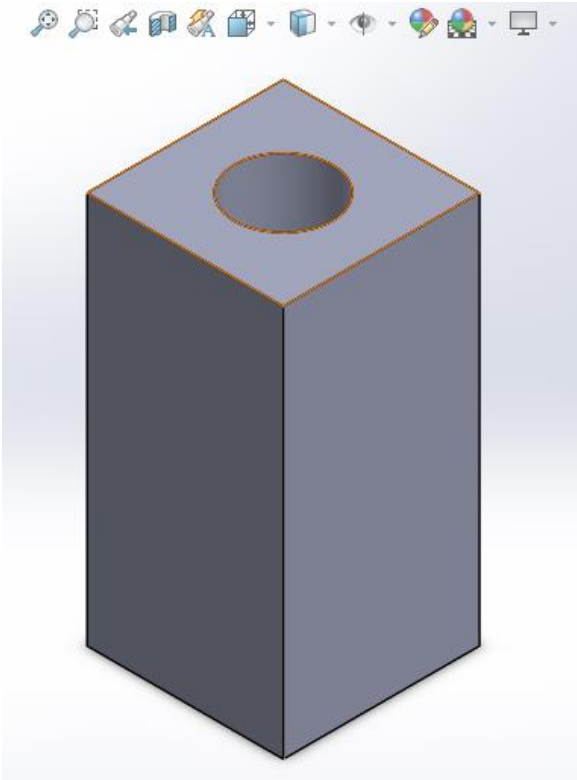


Figure 4.51 Piece 25

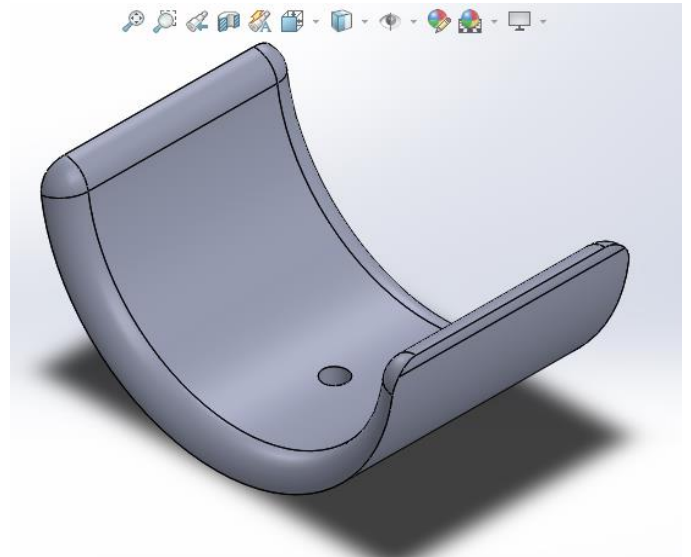


Figure 4.52 Piece 26

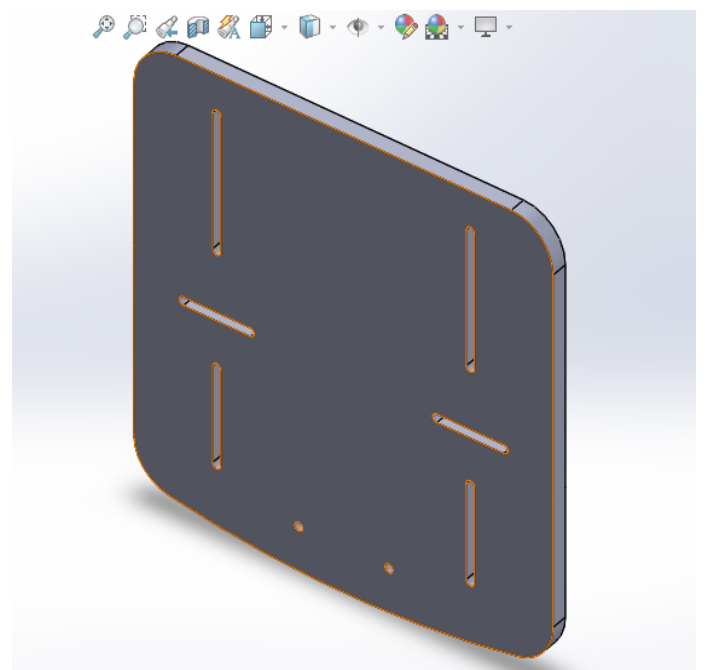
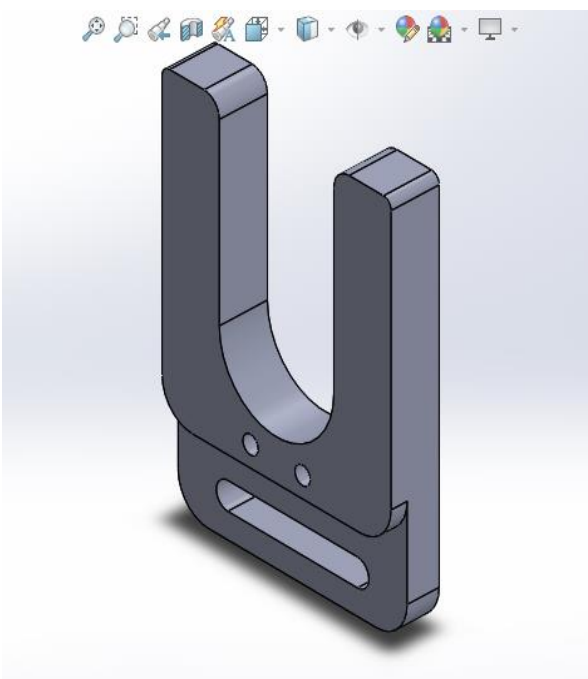
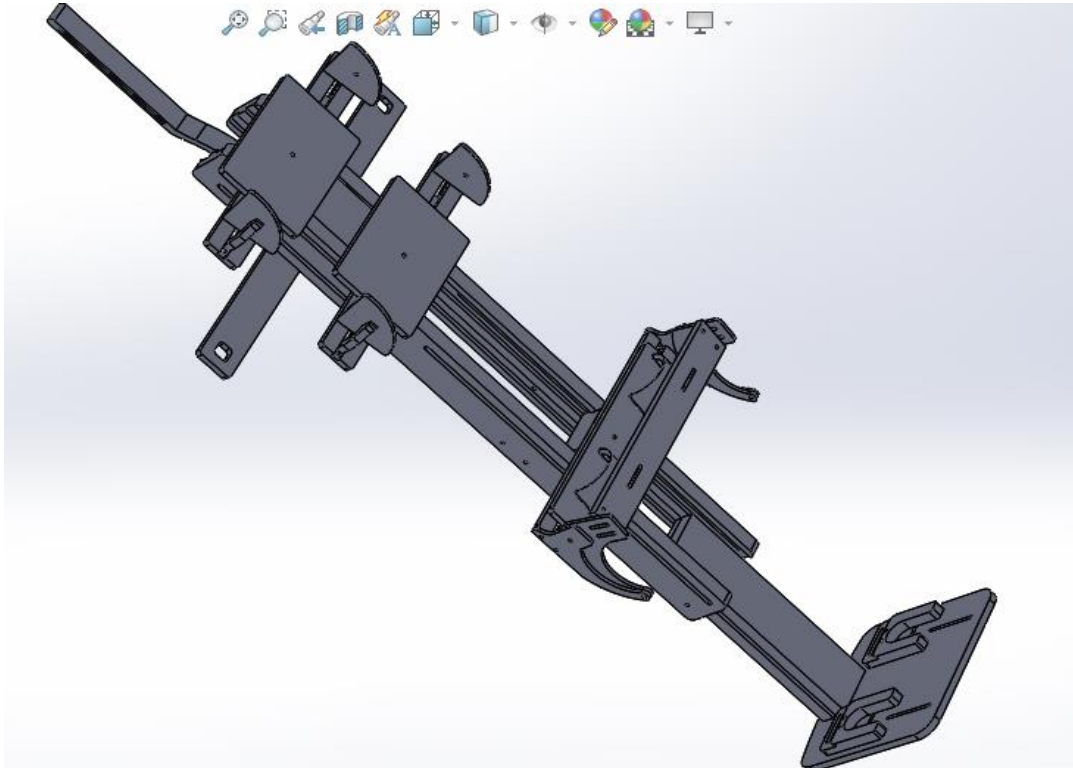


Figure 4.53 Piece 27

Figure 4.54 Piece 28



4.5.4. L'assemblage de partie B :

Figure 4.55 Assemblage des pièces de partie B



4.5.5. Assemblage des parties A et B :

Figure 4.56 Assemblage des pièces de partie A et B

4.6. Simulation de verticalisateur ventrale-dorsale Cat 2 avec Workbench 15.0 :

Ce mémoire explore la simulation de verticalisateur ventral-dorsal de catégorie 2 (Cat 2), des dispositifs médicaux cruciaux pour aider les personnes à mobilité réduite à passer de la position allongée à la position debout. Ces dispositifs sont particulièrement utiles pour les patients souffrant de troubles musculosquelettiques ou neurologiques, en fournissant un soutien adéquat et en minimisant le risque de blessures. La classification Cat 2 indique des standards spécifiques de sécurité et d'efficacité pour ces dispositifs.

L'objectif de cette recherche est de modéliser et analyser ces dispositifs en utilisant le logiciel Workbench 15.0. Ce programme permet de créer des simulations numériques précises des verticalisateurs, facilitant ainsi l'étude des forces et des contraintes appliquées sur le corps du patient ainsi que la stabilité de l'appareil. Grâce à Workbench 15.0, il est possible d'optimiser le design du verticalisateur pour maximiser le confort et la sécurité des utilisateurs.

La simulation numérique avec Workbench 15.0 est essentielle pour tester divers scénarios et améliorer les dispositifs sans avoir besoin de prototypes physiques coûteux. Cette méthodologie innovante est primordiale pour l'amélioration des aides techniques, contribuant ainsi à une meilleure qualité de vie pour les utilisateurs finaux.

4.6.1. Etapes de simulation de V-D (CAT 2) :

4.6.1.1 Partie 01 :

Etape 01 : choisir la matière de V-D Cat 2

J'ai choisi le bois multiplié pour cette simulation car il est largement disponible et présente des

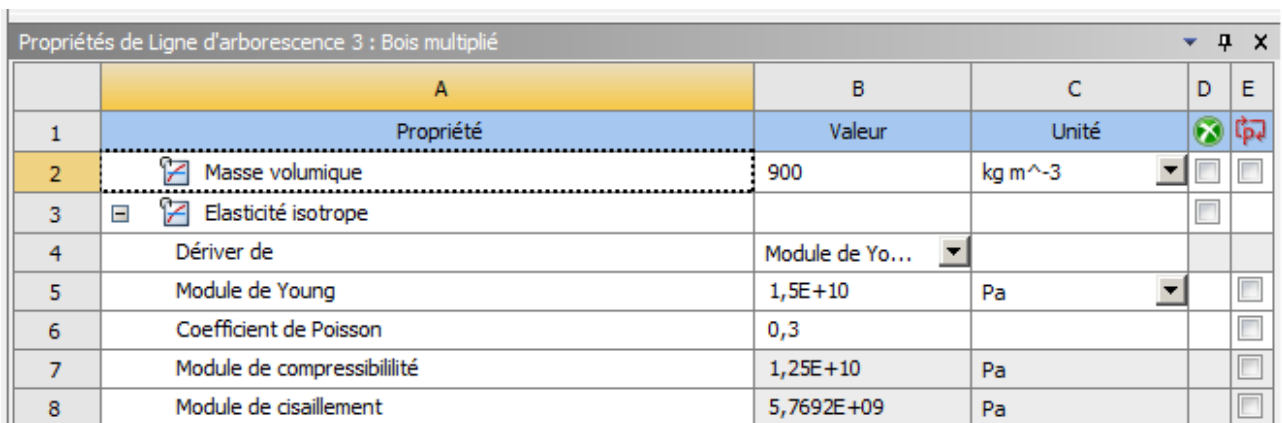
CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

caractéristiques mécaniques avantageuses pour le design du verticalisateur ventral-dorsal Cat 2. Voici quelques raisons spécifiques pour ce choix :

- **Disponibilité et Accessibilité** : Le bois multipliés est facilement accessible sur le marché, ce qui facilite les tests et les prototypes à moindre coût.
- **Résistance et Durabilité** : Ce matériau offre une excellente résistance mécanique, capable de supporter des charges importantes sans se déformer de manière permanente. Les multiples couches de bois collées ensemble augmentent sa robustesse et sa stabilité.
- **Légèreté** : Comparé à d'autres matériaux de construction, le bois multipliés est relativement léger, ce qui est essentiel pour le confort et la facilité d'utilisation du dispositif par les patients.
- **Facilité de Travail** : Le multipliés est facile à couper, former et assembler, permettant des modifications rapides et économiques du design en phase de prototypage.
- **Écologique** : Étant un matériau renouvelable et recyclable, le bois multipliés est une option plus respectueuse de l'environnement par rapport à des matériaux synthétiques ou métalliques.

En intégrant ces propriétés dans la simulation à l'aide de **Workbench 15.0**, nous pouvons optimiser la conception du verticalisateur pour qu'il soit à la fois fonctionnel et économique, tout en répondant aux exigences de sécurité et de confort pour les utilisateurs finaux.

Donnée matériaux :





	A	B	C	D	E
1	Propriété	Valeur	Unité	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	 Masse volumique	900	kg m ⁻³	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	 Elasticité isotrope			<input type="checkbox"/>	
4	Dériver de	Module de Yo...			
5	Module de Young	1,5E+10	Pa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Coefficient de Poisson	0,3			<input type="checkbox"/>
7	Module de compressibilité	1,25E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
8	Module de cisaillement	5,7692E+09	Pa		<input type="checkbox"/>

Figure 4.57 Caractéristique de bois multiplié

Dans géométrie en choisi :

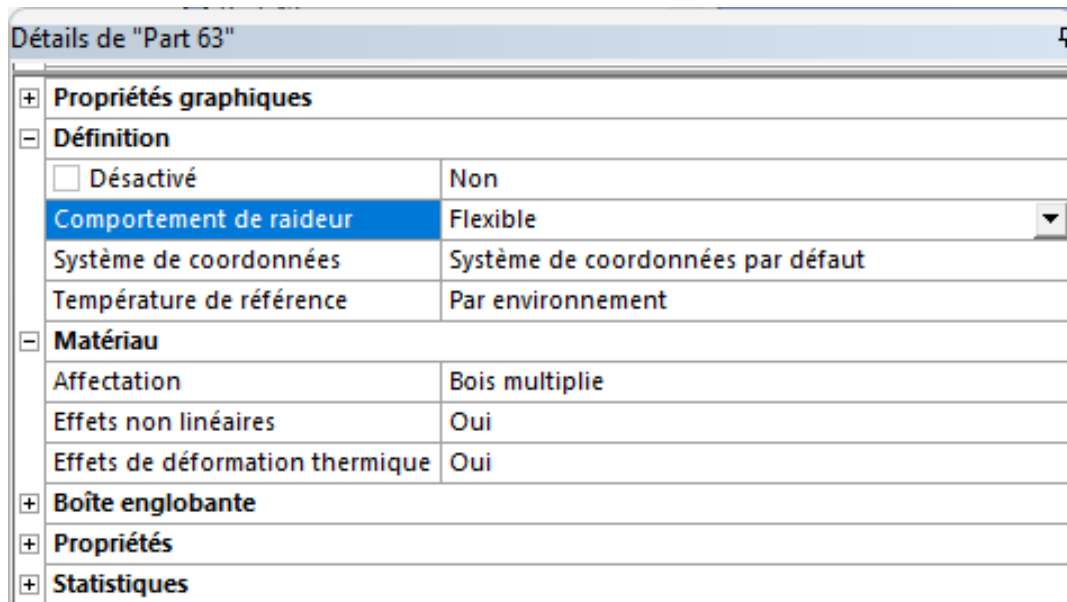


Figure 4.58 Choisi de la matière

Étape 02 : Maillage de V-D Cat 2

Le maillage, ou génération de maillage, consiste à diviser une géométrie complexe en éléments plus petits et plus simples, appelés éléments finis (ou simplement éléments). Ces éléments peuvent être des tétraèdres, des hexaèdres, des prismes, des pyramides, etc. Chaque élément est relié par des points appelés nœuds.

²Le maillage est une étape essentielle dans la simulation numérique, permettant de transformer une géométrie complexe en un ensemble de petits éléments où les équations de simulation peuvent être résolues avec précision. Un bon maillage améliore la précision des résultats et l'efficacité des calculs, ce qui est crucial pour obtenir des simulations fiables et utilisables.

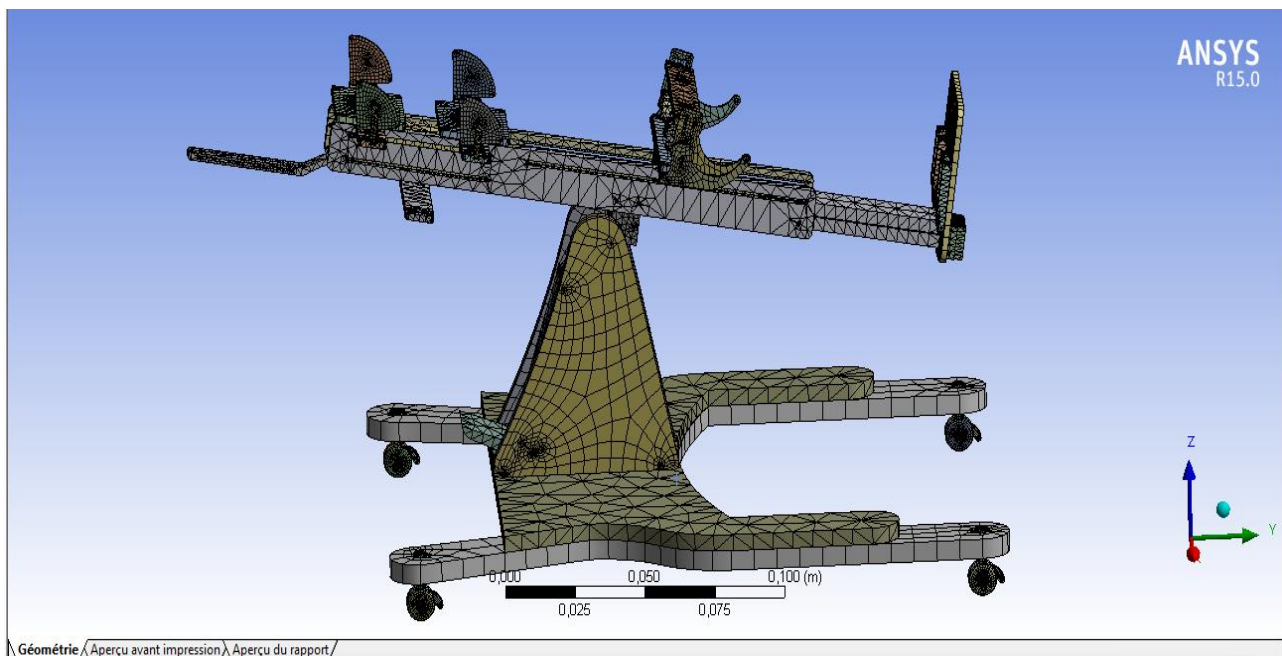
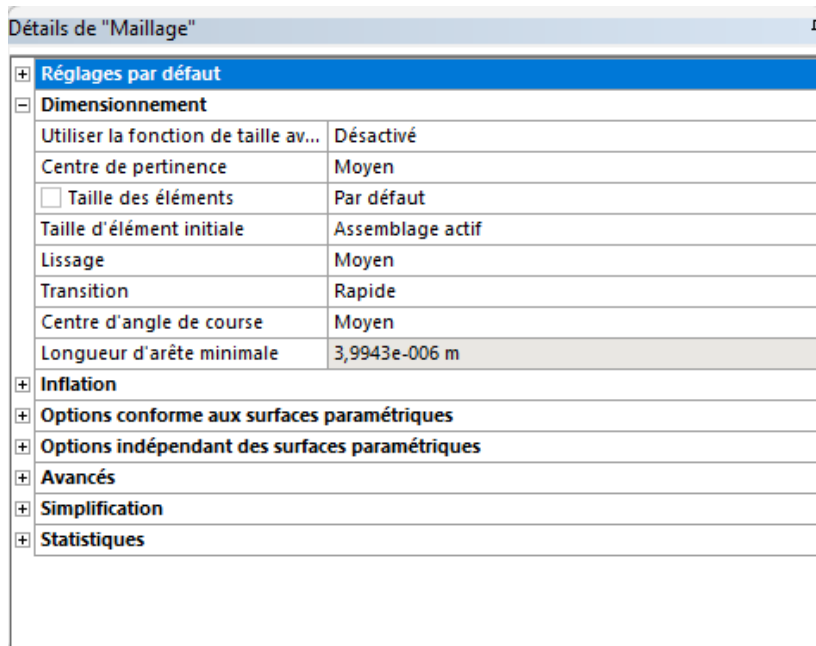


Figure 4.59 Détails de maillage

Figure 4.60 Maillage de V-D Cat 2

Etape 03 : Structure statique

- **Force** : Application de la force sur les surfaces pertinentes du V-D Cat2. La force couler rouge.

CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

- **Support Fixe** : Définition des supports fixes sur certaines parties du V-D Cat2 pour simuler des conditions de contrainte, le support fixe couler bleu.

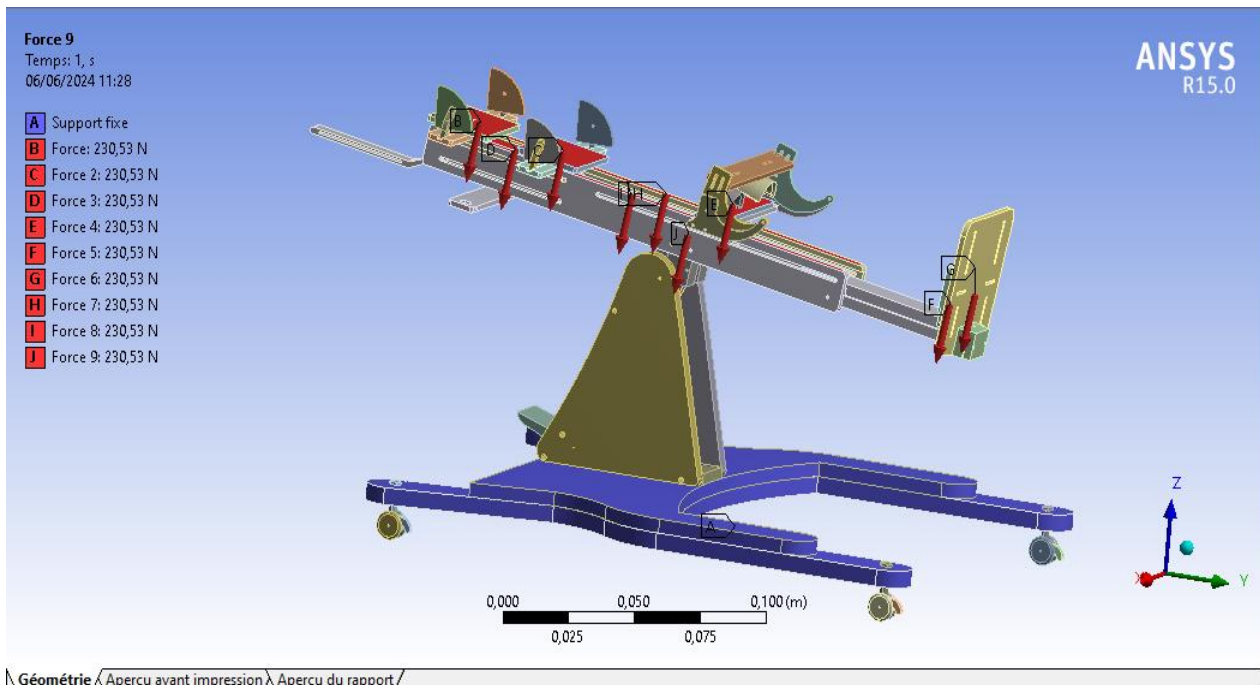
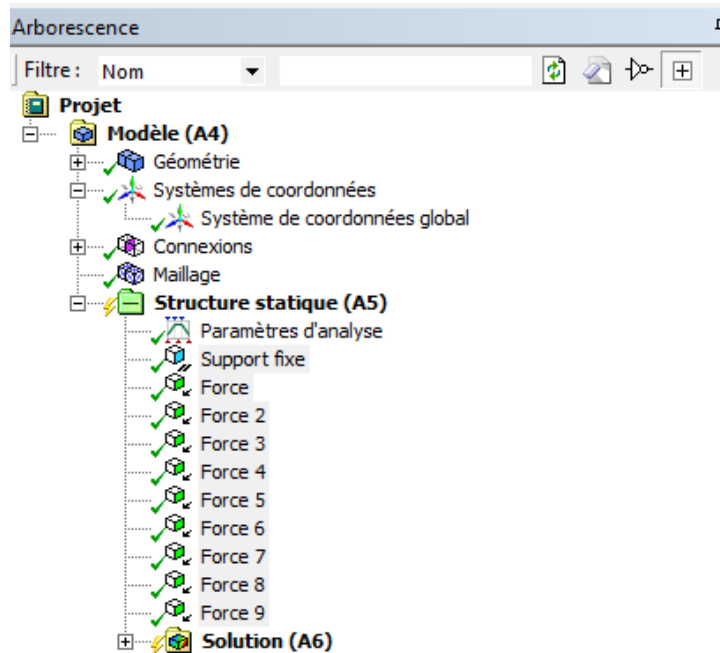


Figure 4.61 Structure statique (A5)

Figure 4.62 Application de Pression et Support Fixe

Dans cette structure statique, j'ai appliqué des forces sur V-D Cat 2 dans la langue à environ 170° et 45° et à différents âges et poids.

Ages	6 ans	9 ans	13 ans
Poids	23 kg	32 kg	50 kg
Les forces	230,50 N	313,92 N	490,50 N

Tableau 4.5: Différent âges et forces

Etape 04 : La solution

En ajoutant dans la solution la contrainte équivalente et la déformation élastique équivalente de l'angle environ de 170°degrés.

- **Contrainte équivalente** : est utilisée pour déterminer si un matériau va céder sous un certain état de contrainte. Ce critère rassemble les différents composants de contrainte en un seul paramètre, ce qui simplifie l'évaluation des critères de rupture pour les matériaux ductiles. La contrainte de Von Mises est calculée à partir des composantes principales de la contrainte et permet de comparer des états de contrainte tridimensionnels complexes à une résistance uni axiale limite.
- **Déformation élastique équivalente** : une mesure de la déformation subie par un matériau sous l'effet d'une contrainte appliquée, tout en prenant en compte les différents modes de déformation. Cette mesure synthétise les déformations dans un seul paramètre, ce qui facilite l'analyse de la réponse élastique d'un matériau à des contraintes complexes. En d'autres termes, elle représente la déformation totale qu'un matériau subit tout en prenant en considération les différentes composantes de déformation.

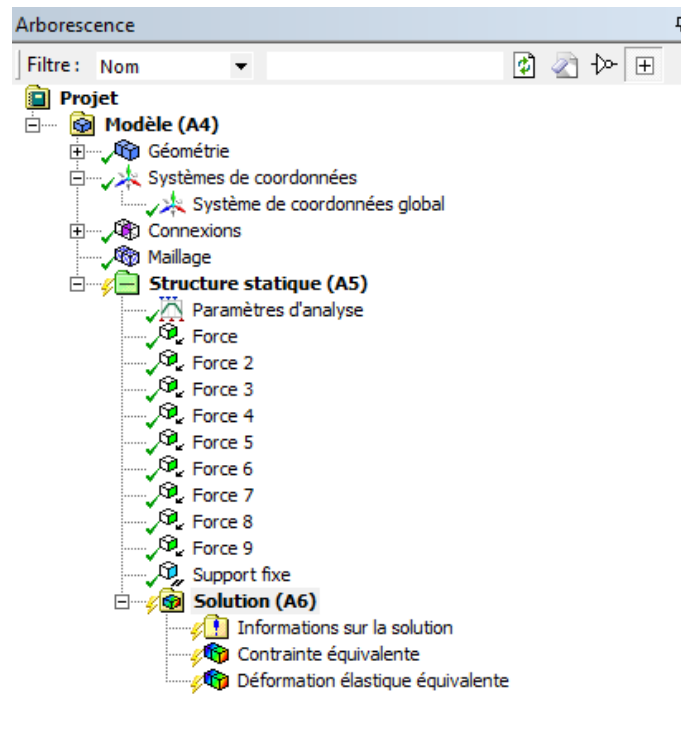


Figure 4.63 La solution (A6)

Partie A : En choisi l'Age de 6 ans du force 230,53 N.

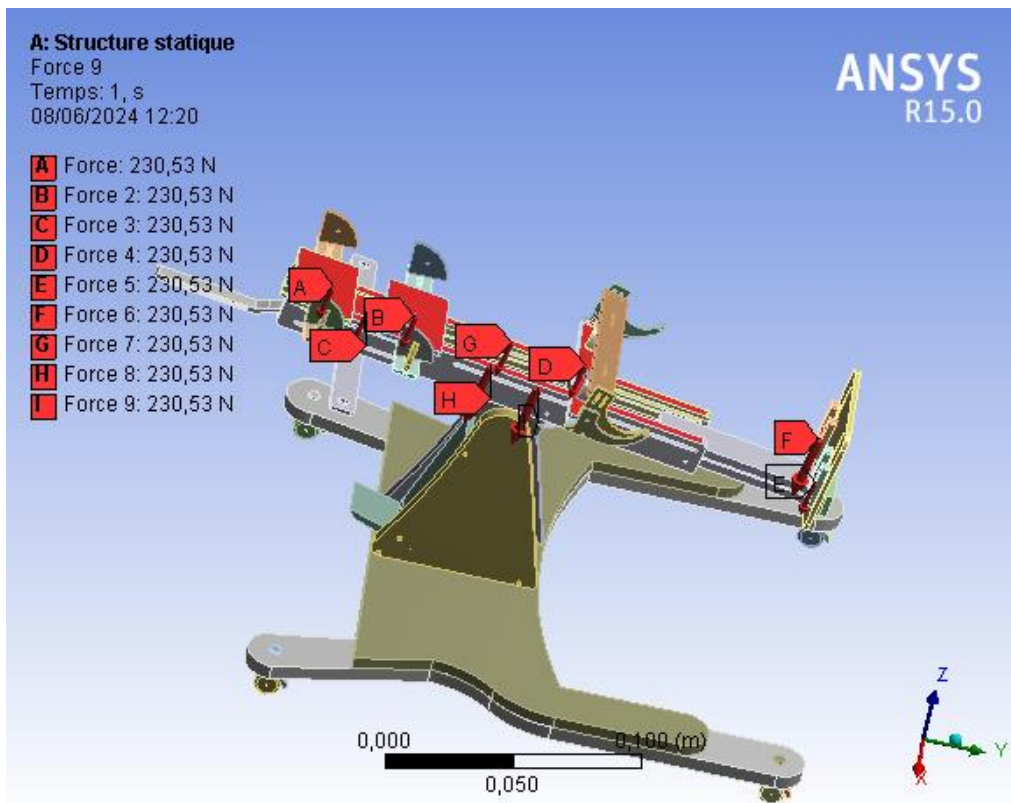


Figure 4.64 Appliqué les forces (230,53 N)

Résulta de Partie A :

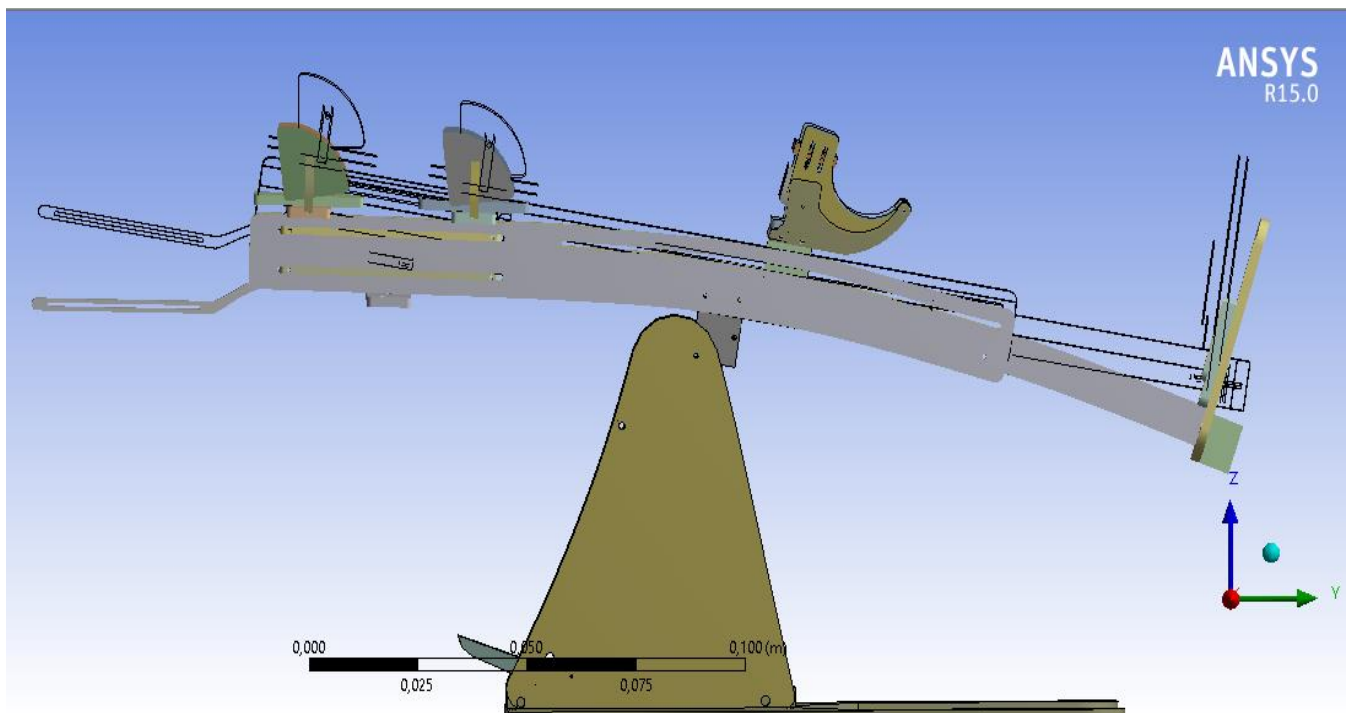


Figure 4.65 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

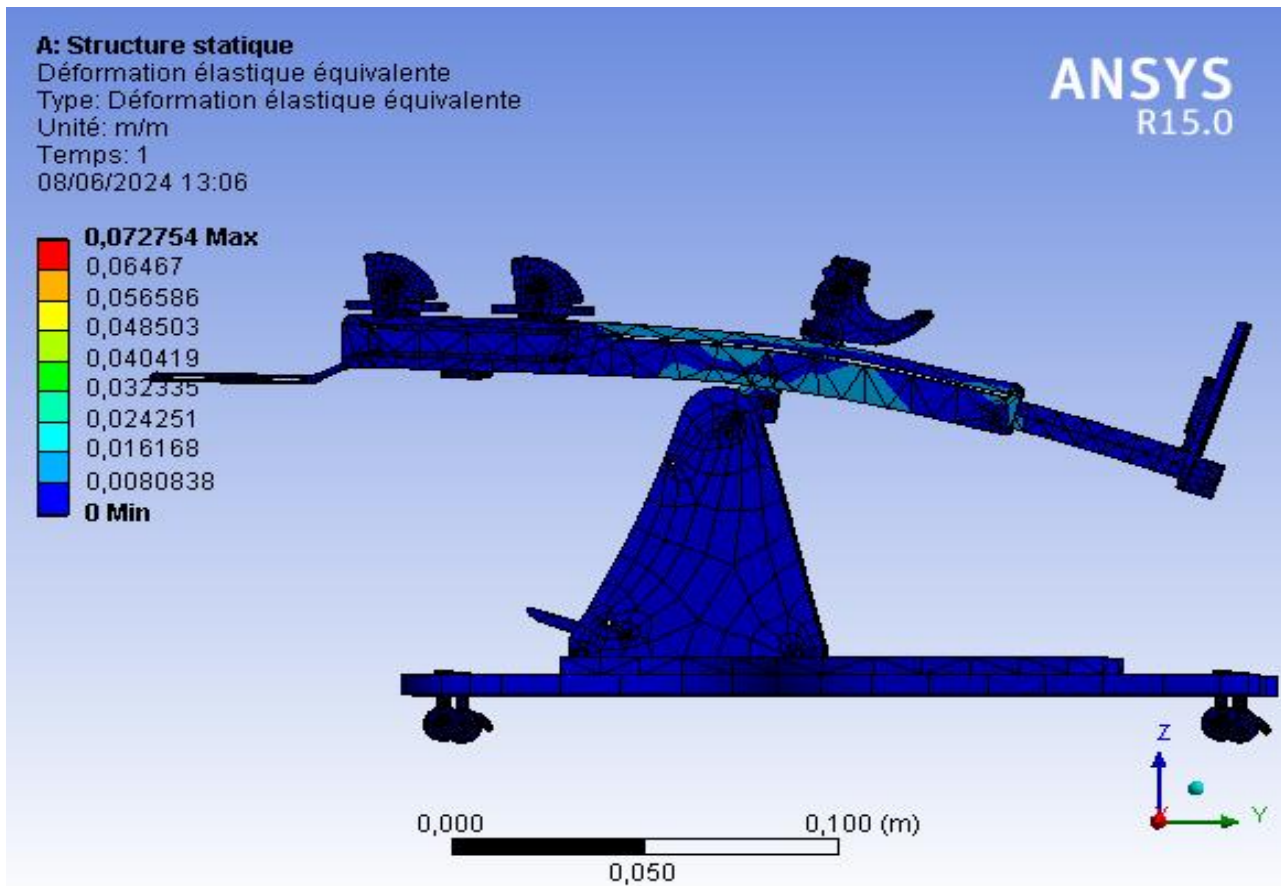
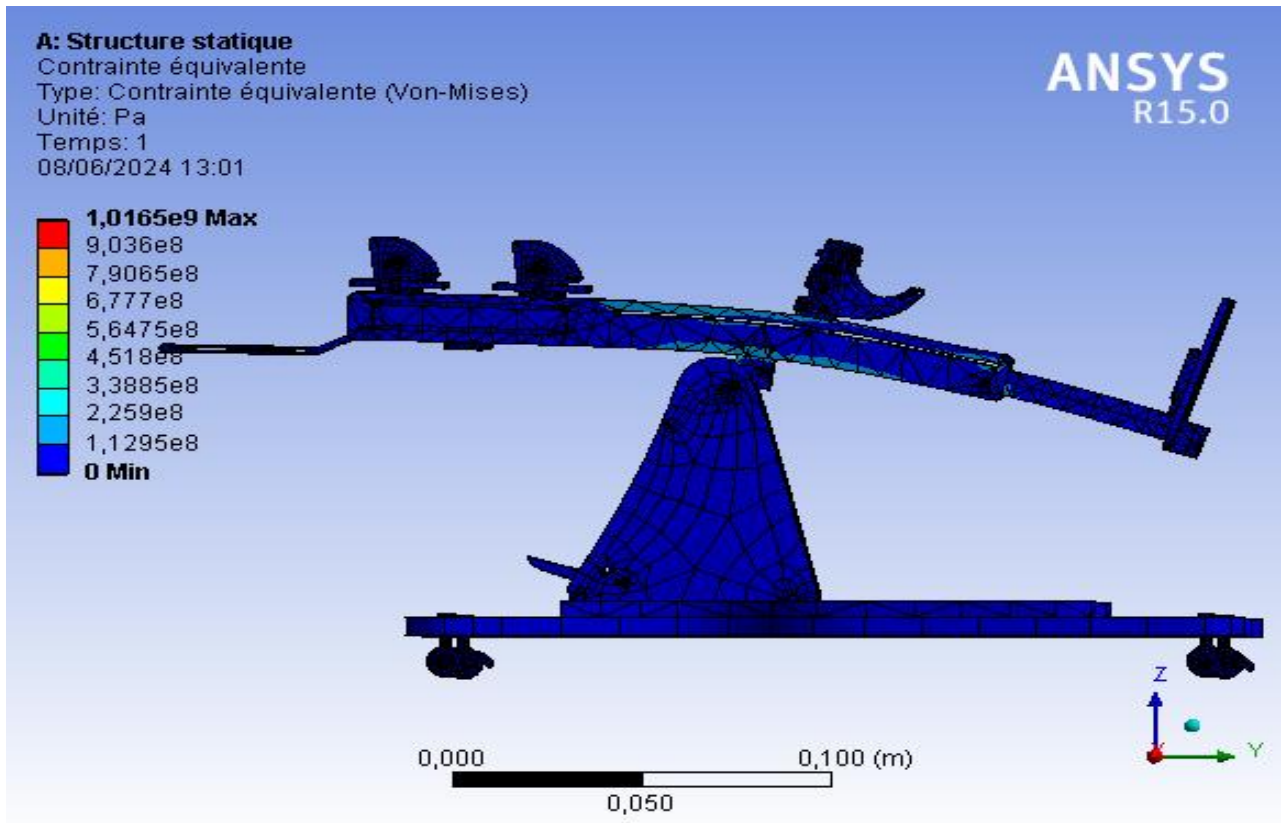


Figure 4.66 Résulta 01 de contrainte équivalent

Figure 4.67 Résulta 02 de Déformation élastique équivalent

Résulta et discussions de partie A :

La figure (Figure 4.65) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une

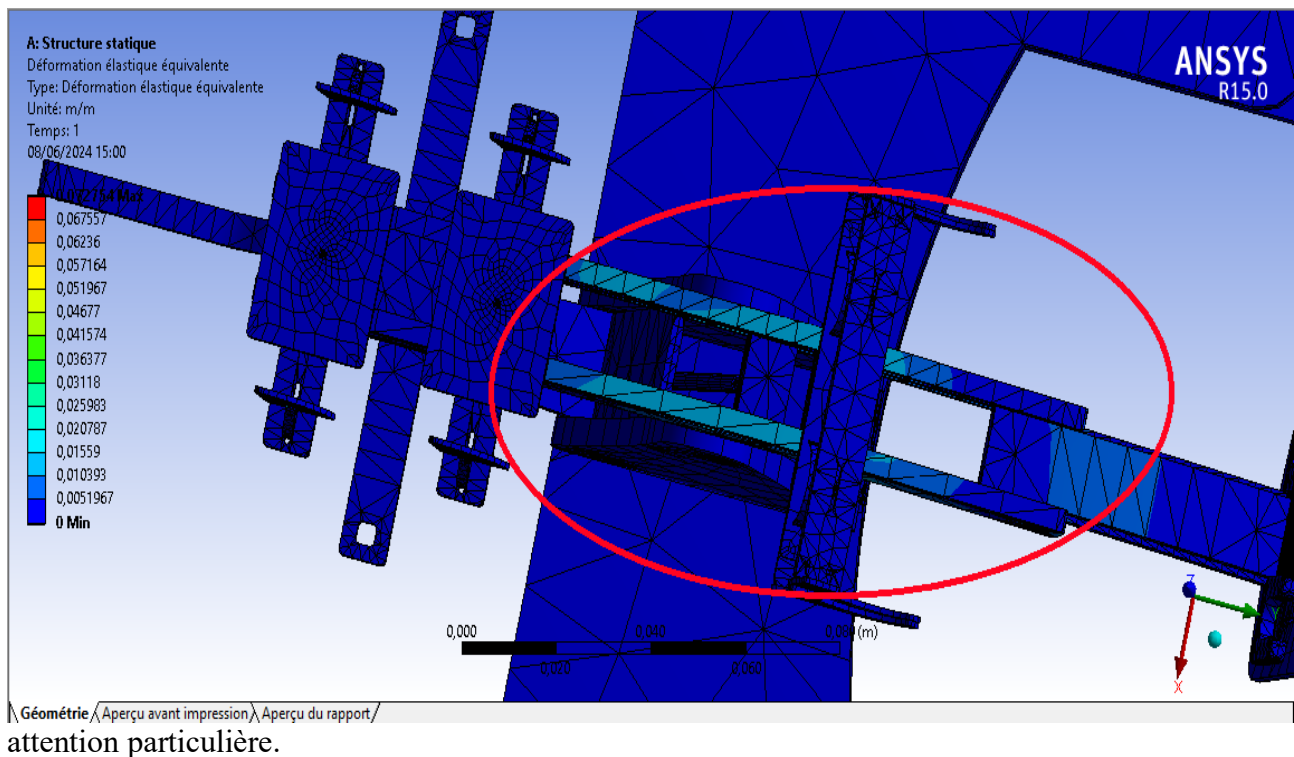


Figure 4.68 Résulta de déformation

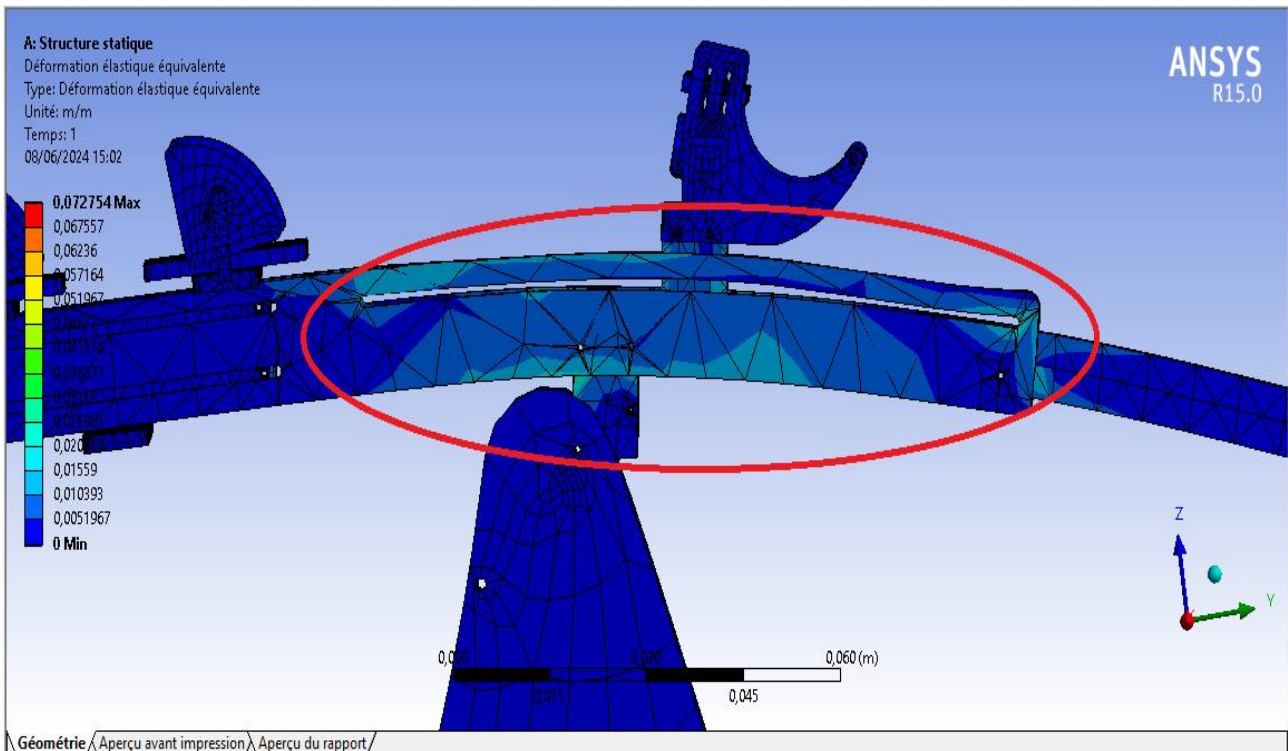


Figure 4.69 Résulta de déformation

La gamme de déformation élastique varie de 0 à 0,072754. Les zones en bleu foncé indiquent des déformations minimales ou nulles, tandis que les zones en rouge représentent des déformations maximales, atteignant 0,072754. L'ovale rouge met en évidence une région particulière de la structure où les déformations sont plus concentrées, suggérant des points de contrainte potentiellement critiques de ces figures Figure 4.68 et Figure 4.69.

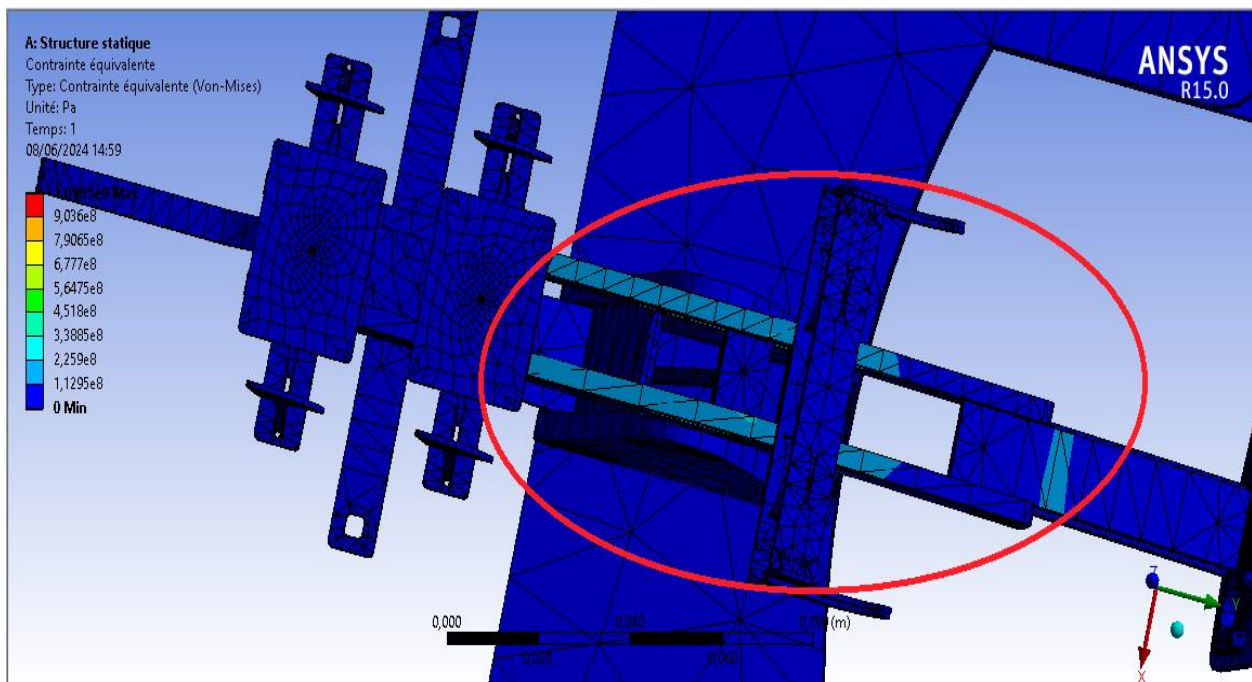
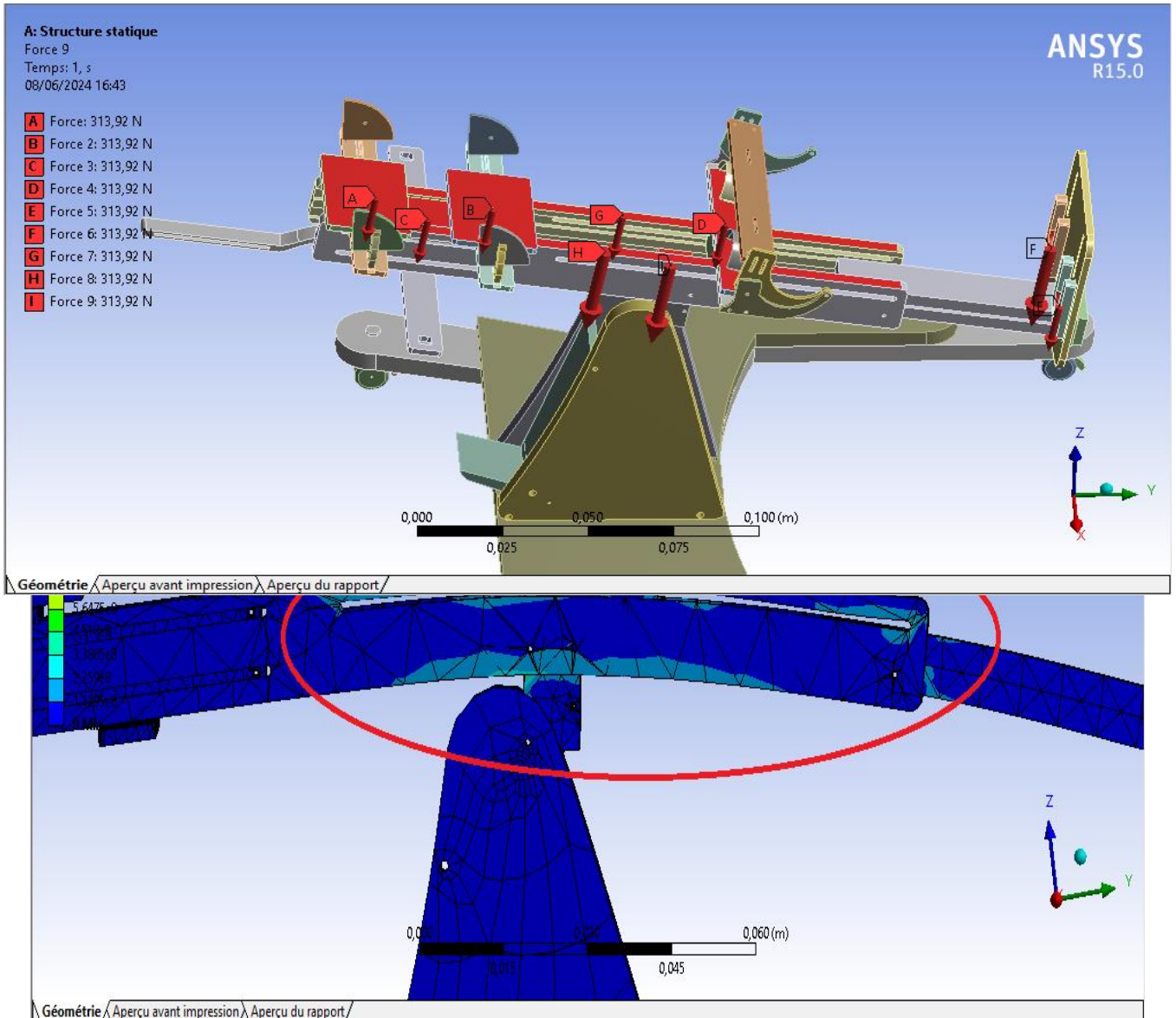


Figure 4.70 Résulta de contrainte

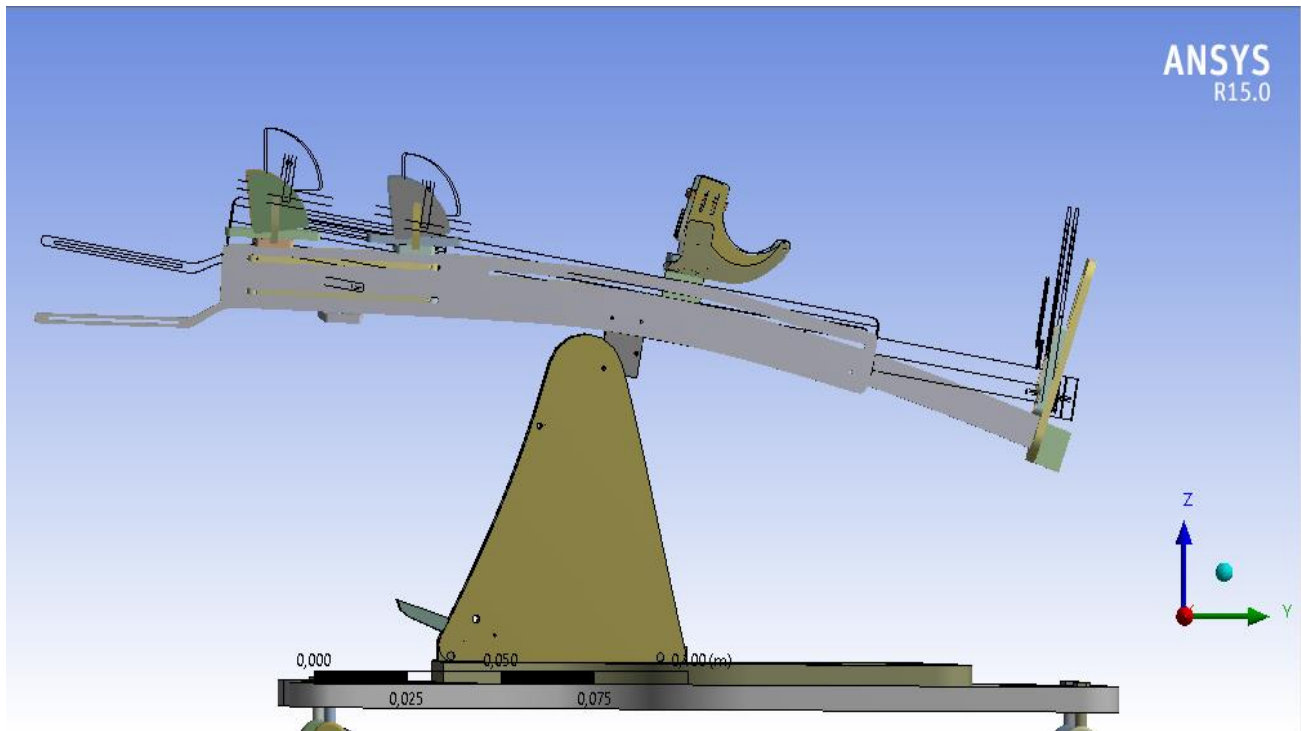
Figure 4.71 Résulta de contrainte

Les contraintes varient de 0 à $1,0165 \times 10^9$ Pa. Les zones en bleu foncé représentent les contraintes les plus faibles, tandis que les zones en rouge montrent les contraintes maximales. L'ovale rouge indique les régions où les contraintes sont les plus élevées, signalant des points potentiels de défaillance sous charge de ces figures Figure 4.70 et Figure 4.71.



Partie B : En choisi l'Age de 9 ans du force 313,92 N.

Figure 4.72 Appliqué les forces (313,92 N)



Résulta de Partie B :

Figure 4.73 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

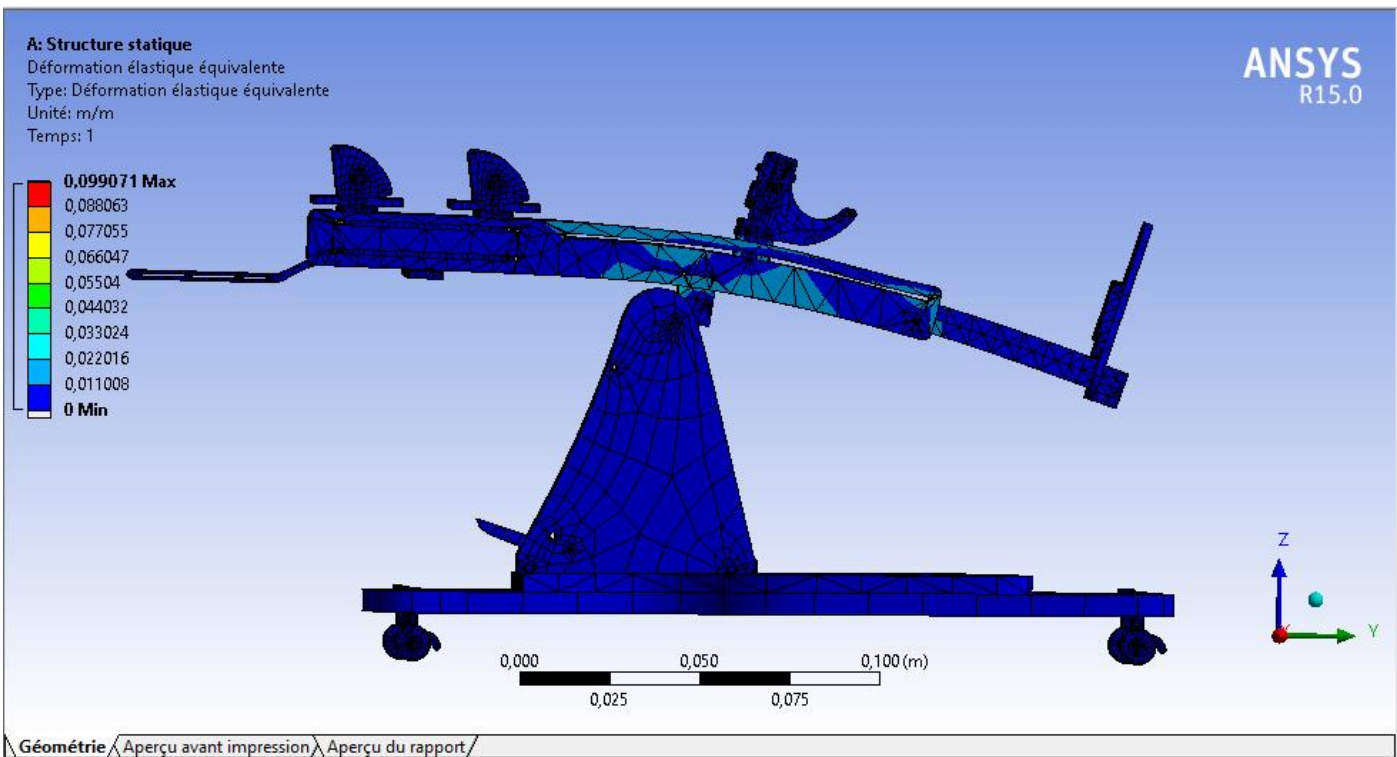
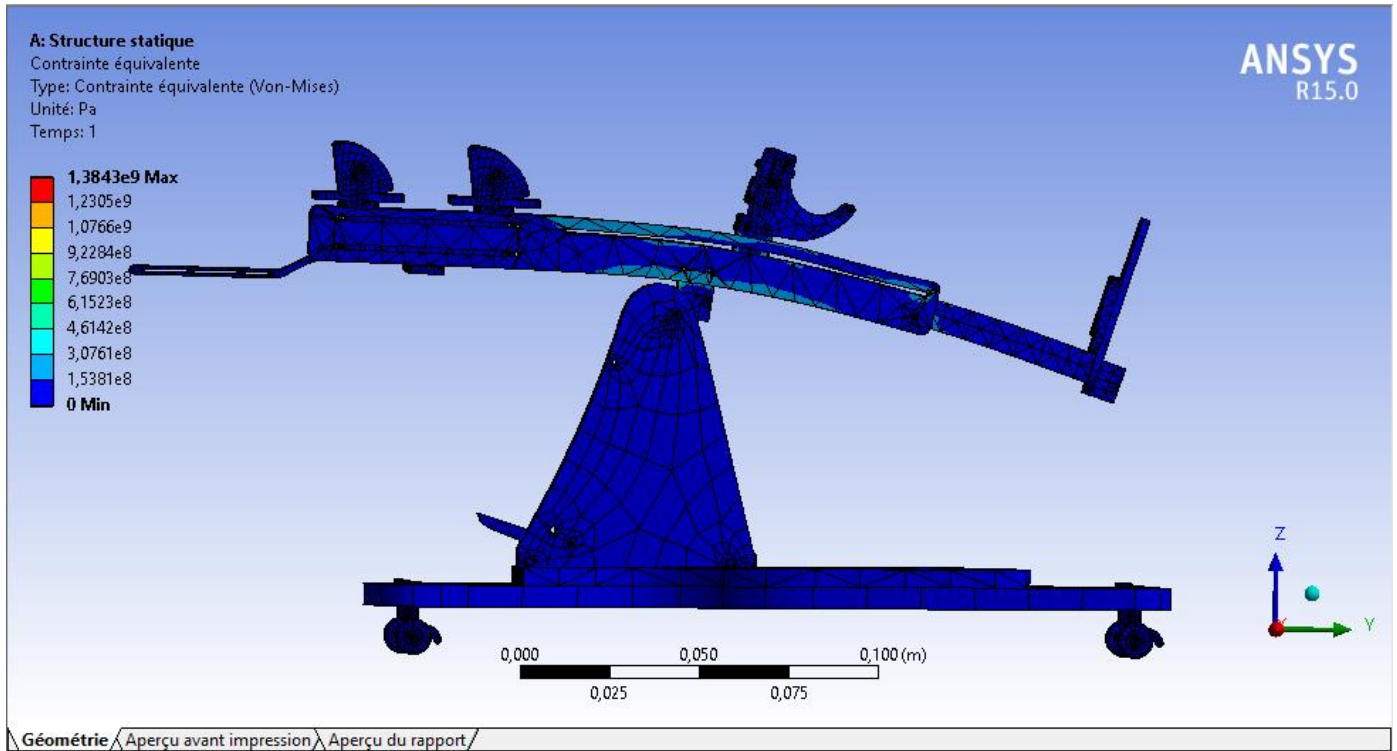
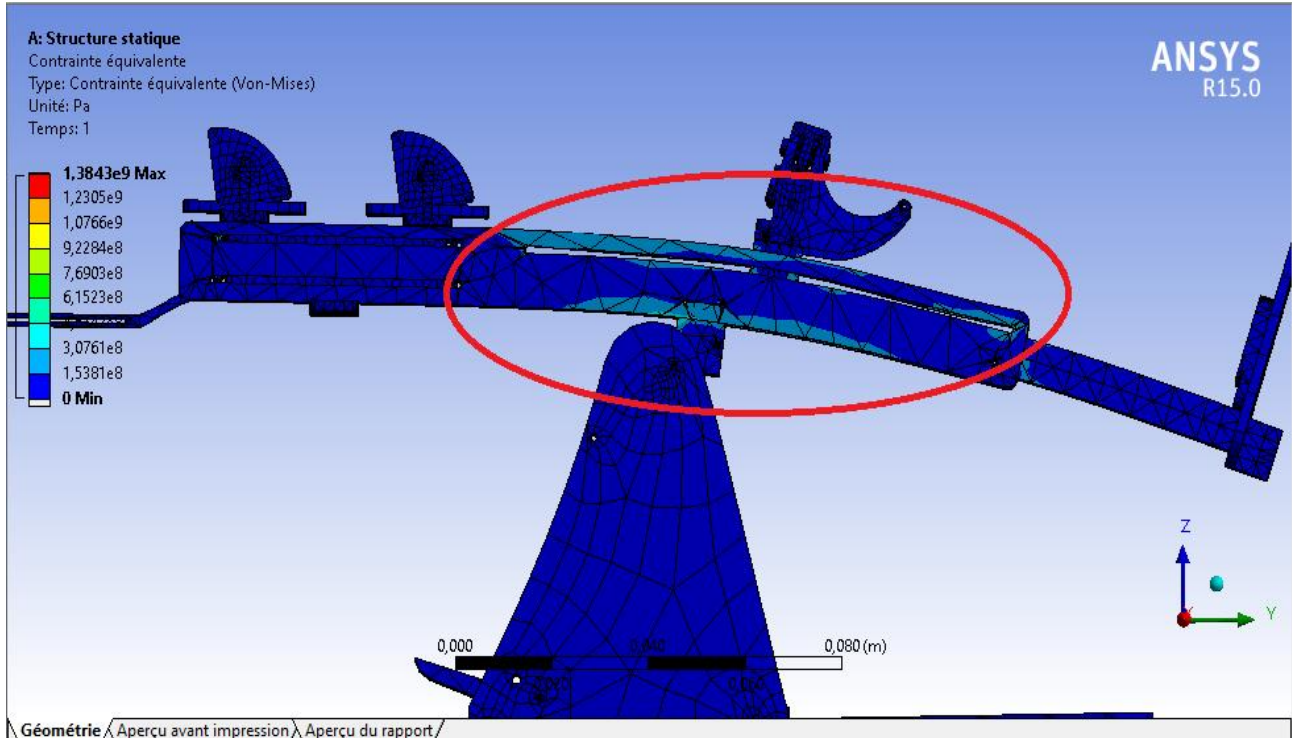


Figure 4.74 Résulta 01 de contrainte équivalent

Figure 4.75 Résulta 02 de déformation élastique équivalent

Résulta et discussions de partie B :

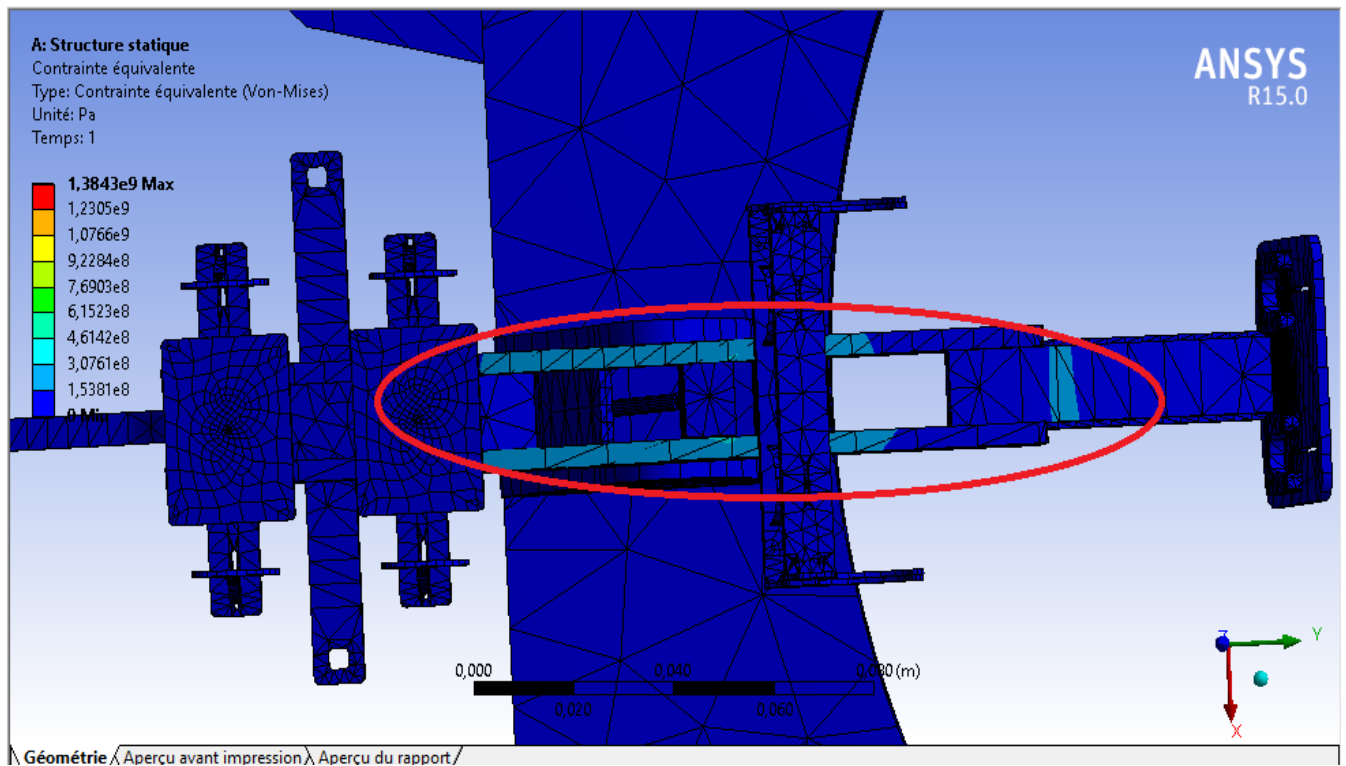
La figure (Figure 4.73) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une



attention particulière.

Figure 4.76 Résulta de contrainte

Figure 4.77 Résulta de contrainte



CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

La contrainte varie de 0 Pa à un maximum de $1,3843 \times 10^9$ Pa, avec les zones de contrainte les plus élevées représentées en rouge. Le contour rouge met en évidence une région spécifique de la structure où les contraintes sont significativement élevées. Cela suggère que cette zone pourrait être critique pour la résistance de la structure et nécessiterait une attention particulière dans la conception et l'analyse pour éviter la défaillance de ces Figure 4.76 et Figure 4.77.

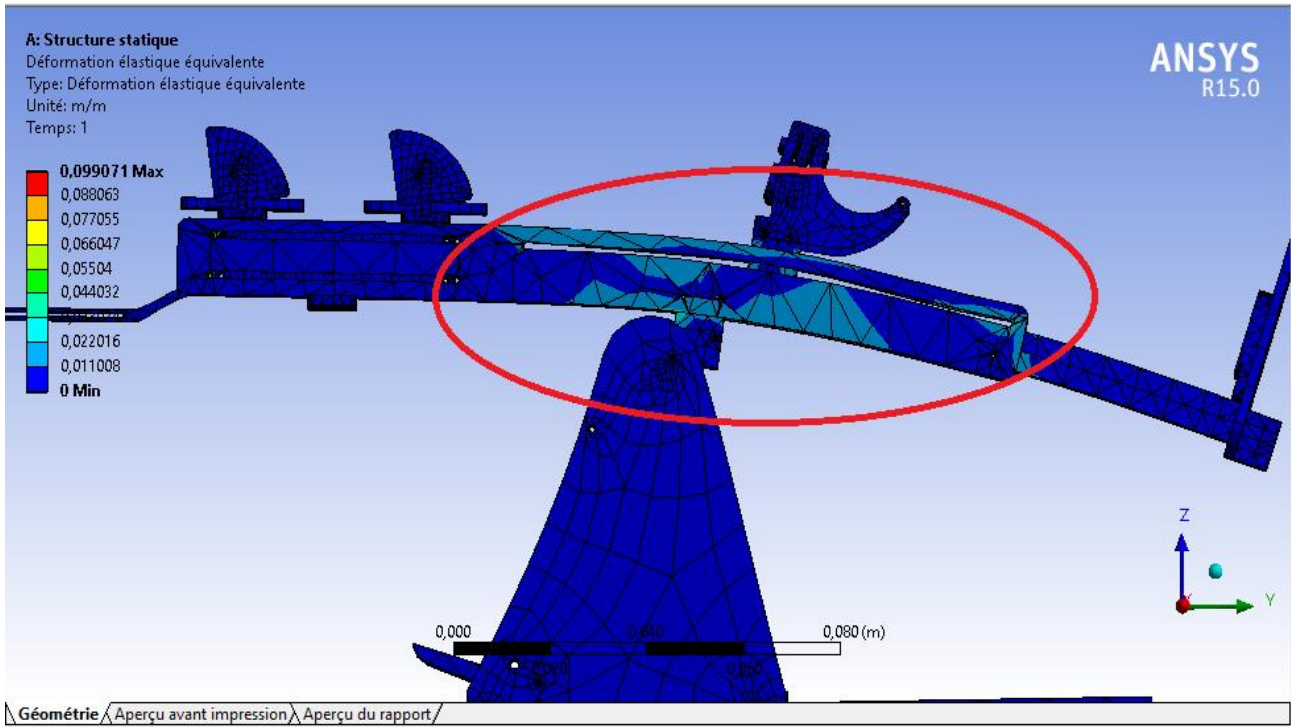


Figure 4.78 Résulta de déformation

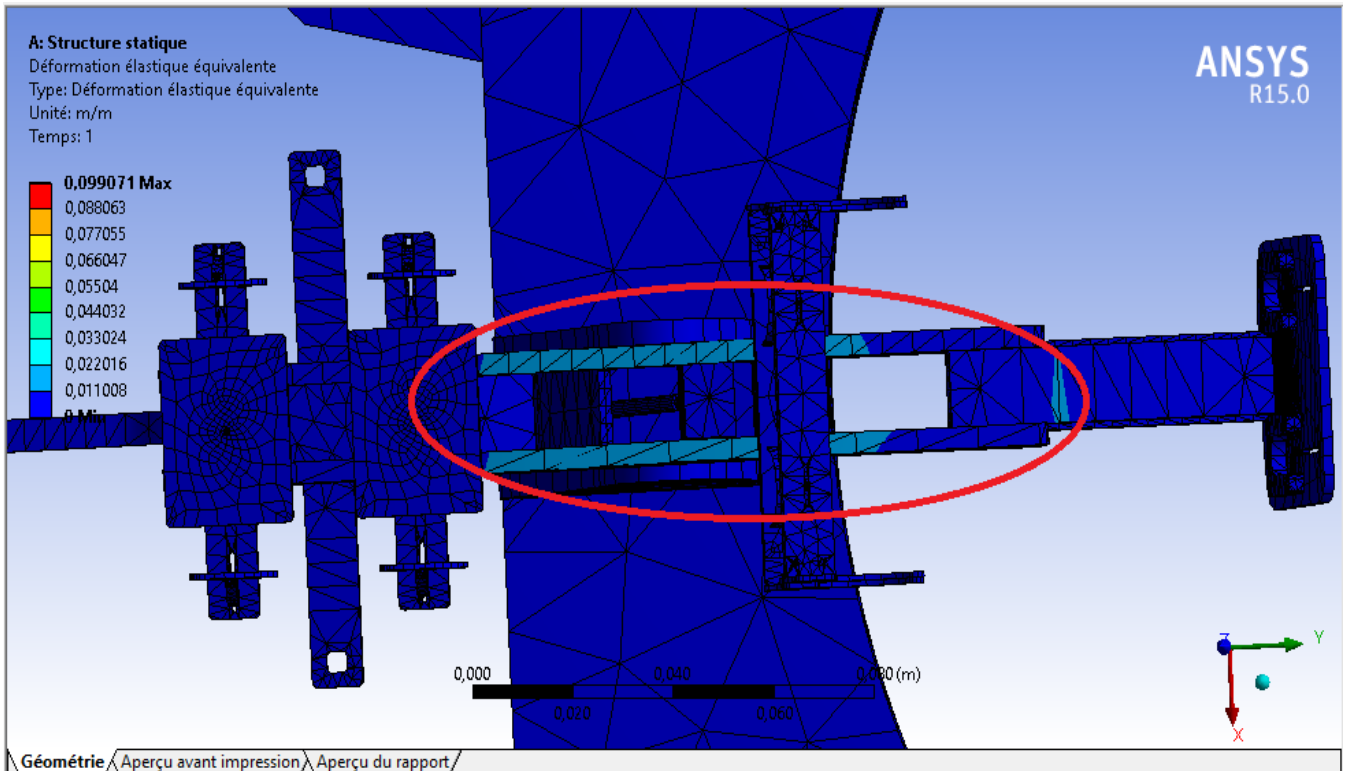


Figure 4.79 Résulta de déformation

La déformation varie de 0 à un maximum de 0,099071, avec les plus grandes déformations localisées dans la zone entourée en rouge. Les couleurs plus claires (jaune à rouge) indiquent des déformations élevées, tandis que les couleurs sombres (bleu à vert) montrent des déformations faibles de ces Figure 4.78 Figure 4.79.

Partie C : En choisi l'Age de 13 ans du force 490,50 N.

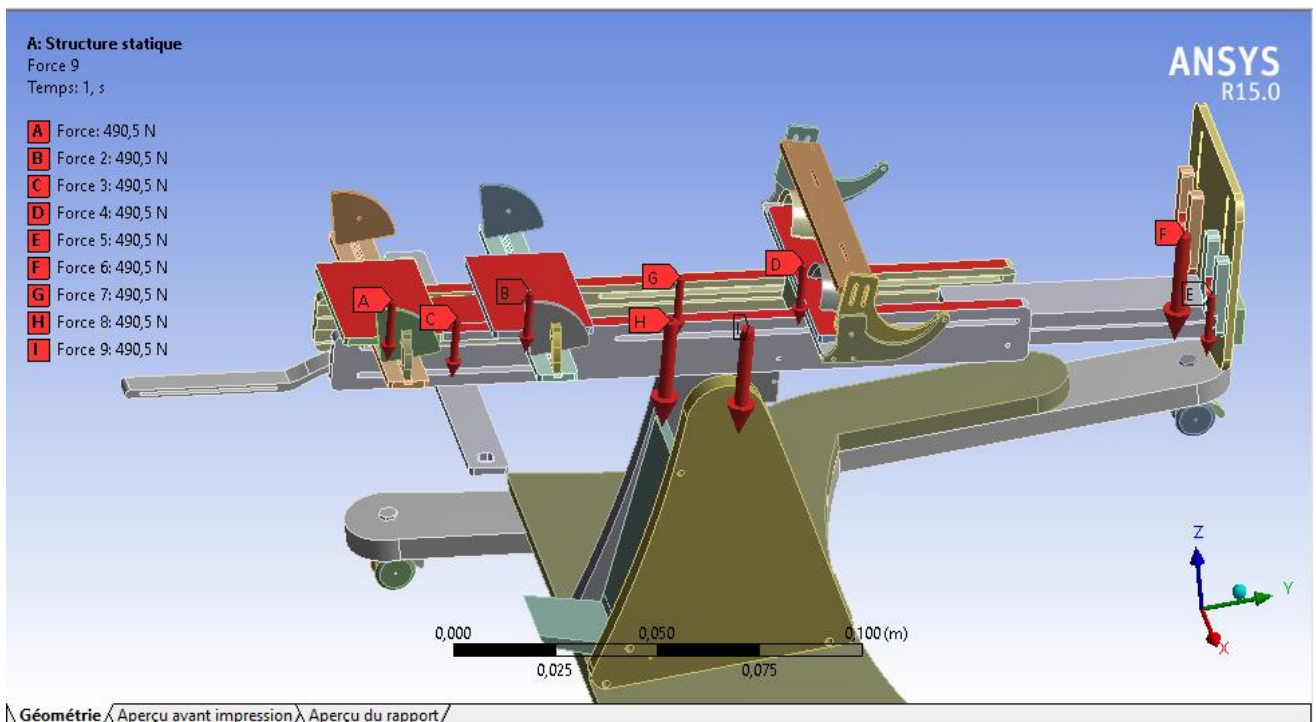
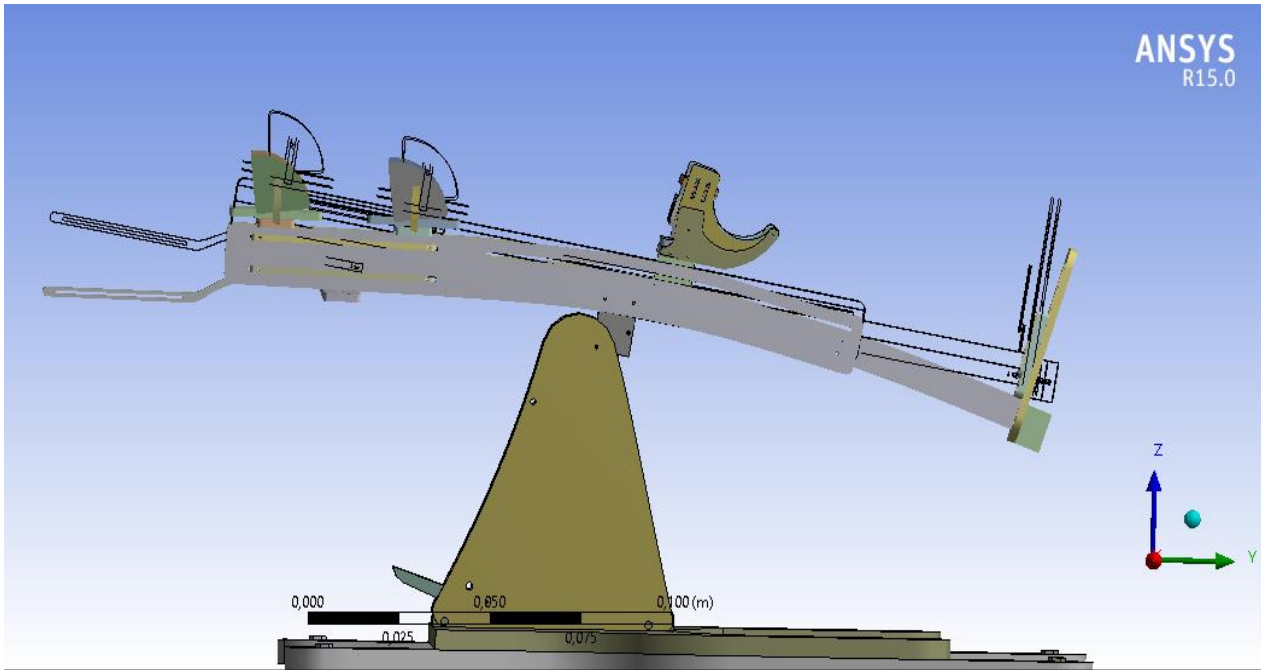


Figure 4.80 Appliqué les forces (490,50 N)



Résulta de Partie C :

Figure 4.81 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

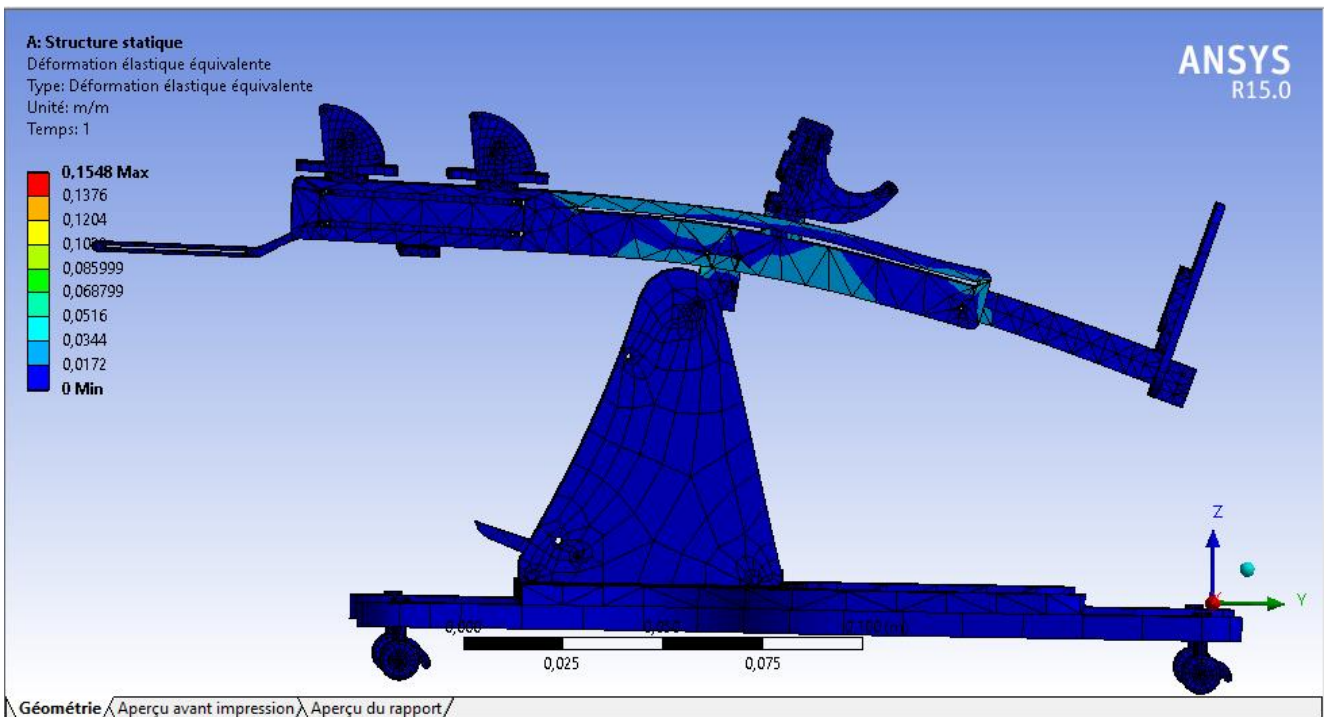
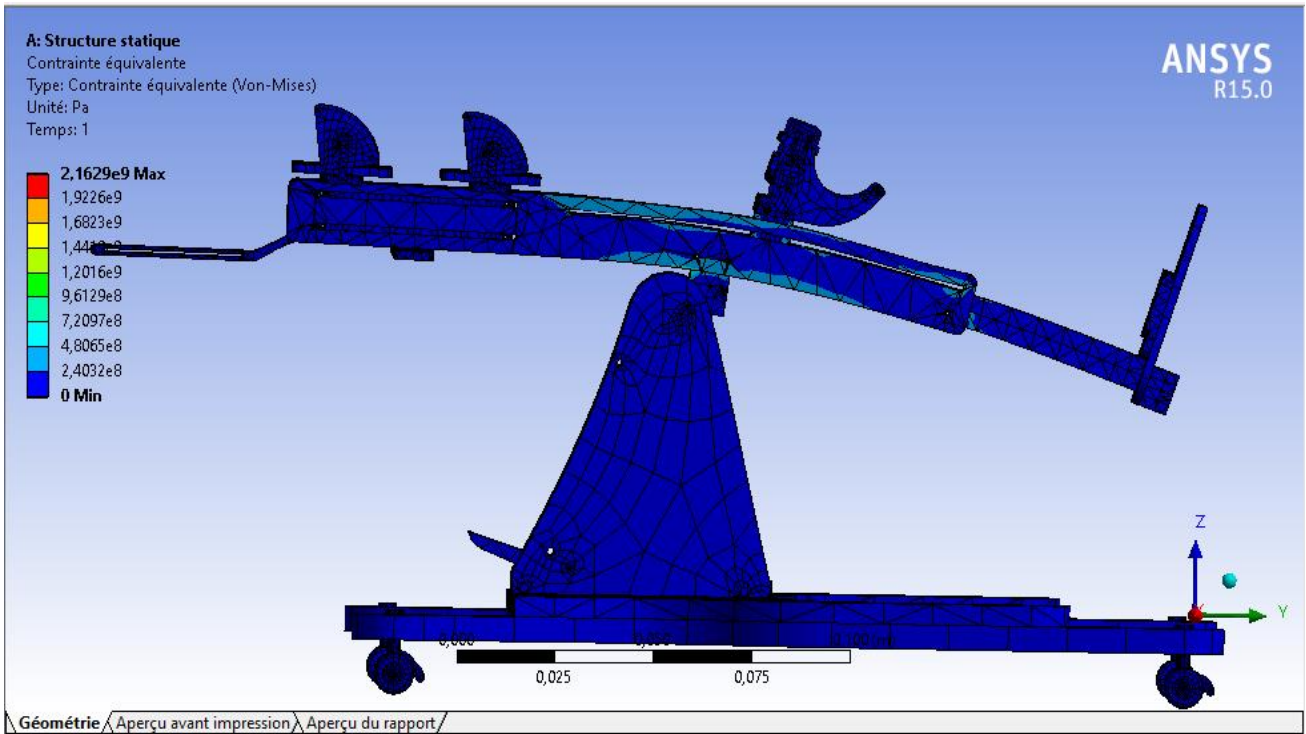
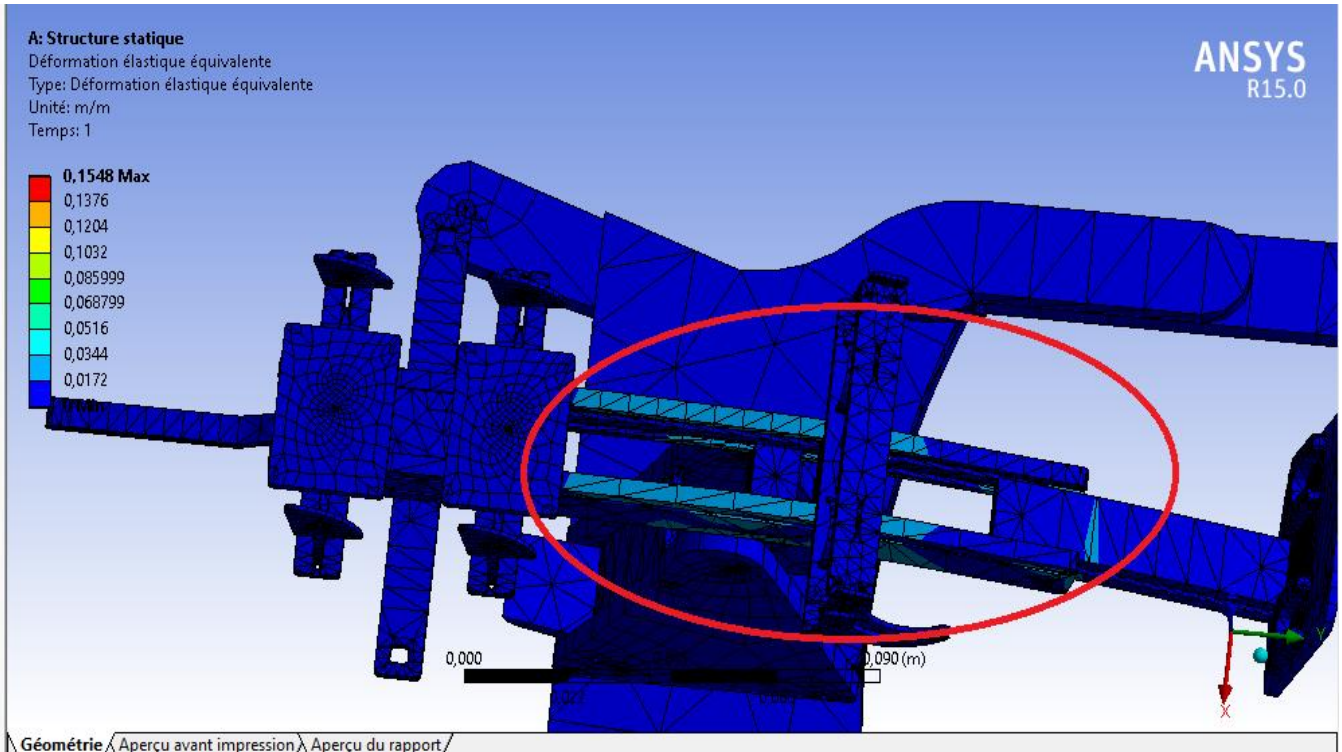


Figure 4.82 Résulta 01 de contrainte équivalent

Figure 4.83 Résulta 02 de déformation élastique équivalent

Résulta et discussions de partie C :

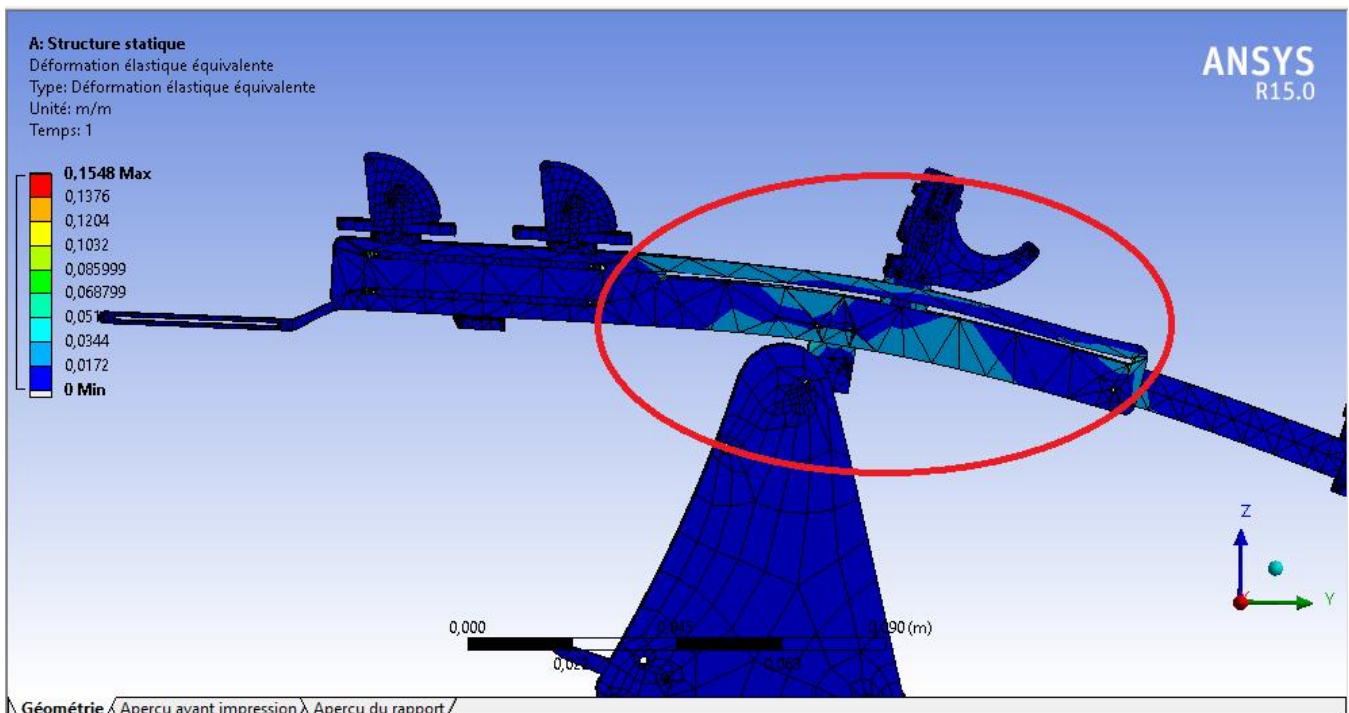
La figure (Figure 4.81) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une



attention particulière.

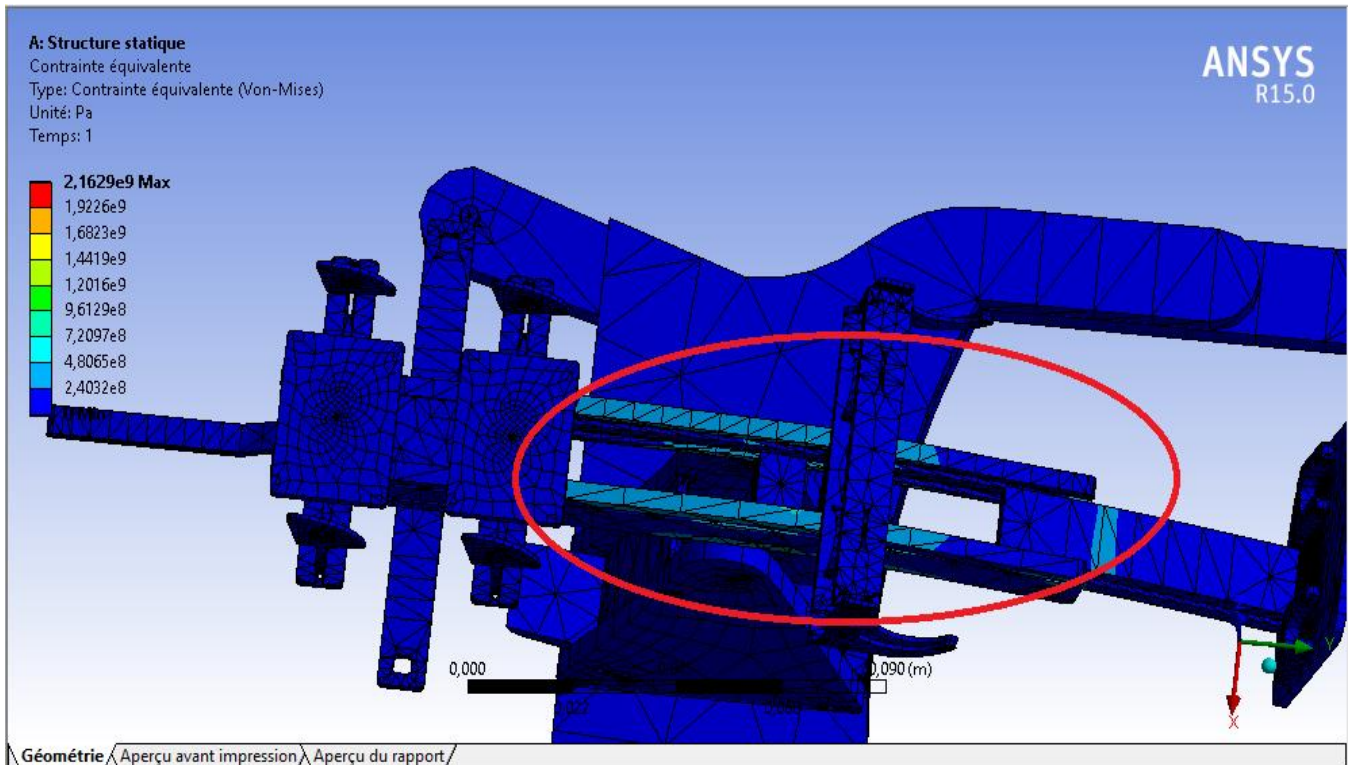
Figure 4.84 Résulta de déformation élastique équivalente

Figure 4.85 Résulta de déformation élastique équivalente



CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

La déformation varie de 0 à 0,1548, avec les plus grandes déformations localisées dans la zone entourée en rouge. Les couleurs plus claires (orange à rouge) indiquent des déformations élevées, tandis que les couleurs sombres (bleu à vert) montrent des déformations faibles de ces Figure 4.84

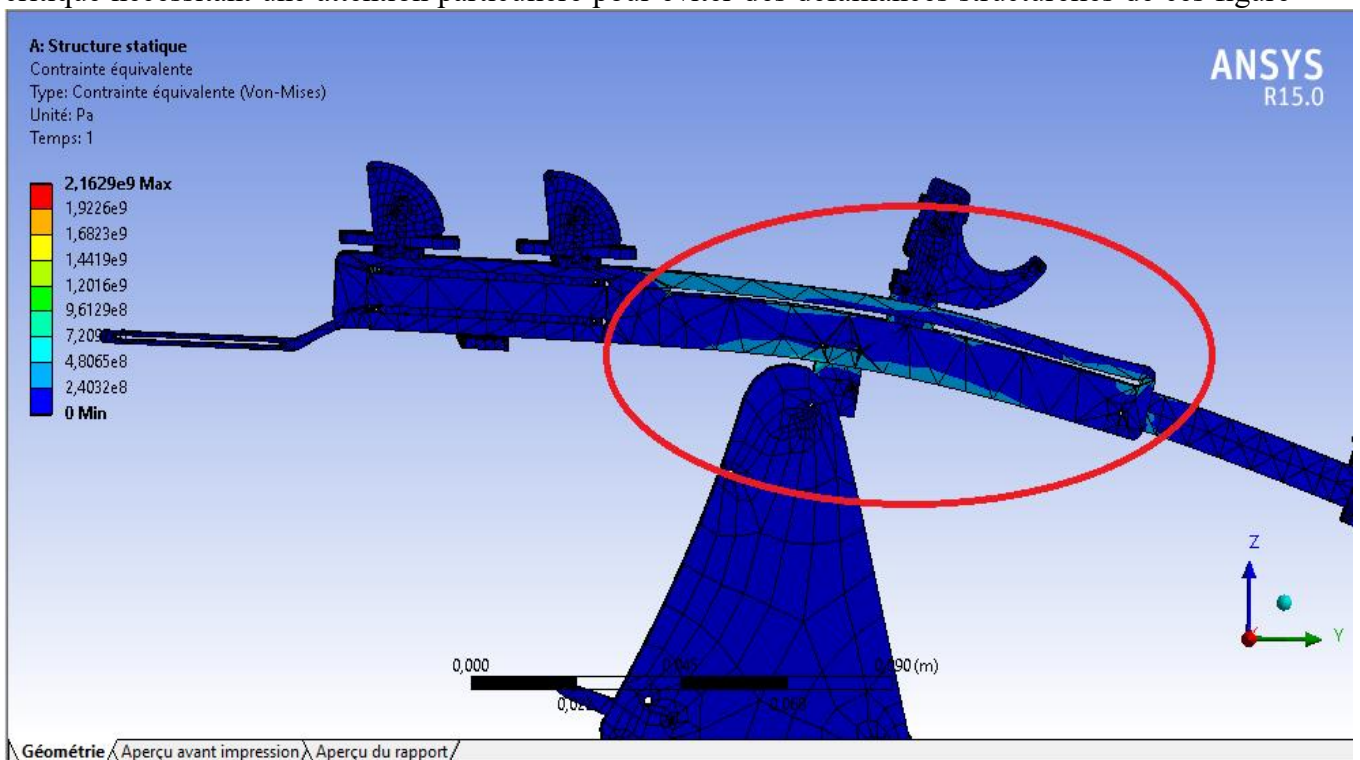


et Figure 4.85.

Figure 4.86 Résulta de contrainte

Figure 4.87 Résulta de contrainte

La plage de contrainte s'étend de 0 à 2,1629e9 Pa, où les zones de contrainte les plus élevées sont marquées en rouge et les plus faibles en bleu. L'endroit encerclé en rouge indique la région de la structure où les contraintes sont particulièrement importantes. Cela pourrait signaler un point critique nécessitant une attention particulière pour éviter des défaillances structurelles de ces figure



4.86 et figure 4.87.

4.6.1.2. Partie 02 :

Etape 01 : choisir la matière de V-D Cat 2

J'ai choisi le bois multiplié pour cette simulation.

Donnée matériaux :

	A	B	C	D	E
1	Propriété	Valeur	Unité		
2	Masse volumique	900	kg m ⁻³		<input type="checkbox"/>
3	Elasticité isotrope			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Dériver de	Module de Yo...			
5	Module de Young	1,5E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
6	Coefficient de Poisson	0,3			<input type="checkbox"/>
7	Module de compressibilité	1,25E+10	Pa		<input type="checkbox"/>
8	Module de cisaillement	5,7692E+09	Pa		<input type="checkbox"/>

Figure 4.88 Caractéristique de bois multiplié

Dans géométrie en choisi :

+ Propriétés graphiques	
- Définition	
<input type="checkbox"/> Désactivé	Non
Comportement de raideur	Flexible
Système de coordonnées	Système de coordonnées par défaut
Température de référence	Par environnement
- Matériau	
Affectation	Bois multiplie
Effets non linéaires	Oui
Effets de déformation thermique	Oui
+ Boîte englobante	
+ Propriétés	
+ Statistiques	

Figure 4.89 Choisi de la matière

Etape 02 : Maillage de V-D Cat 2

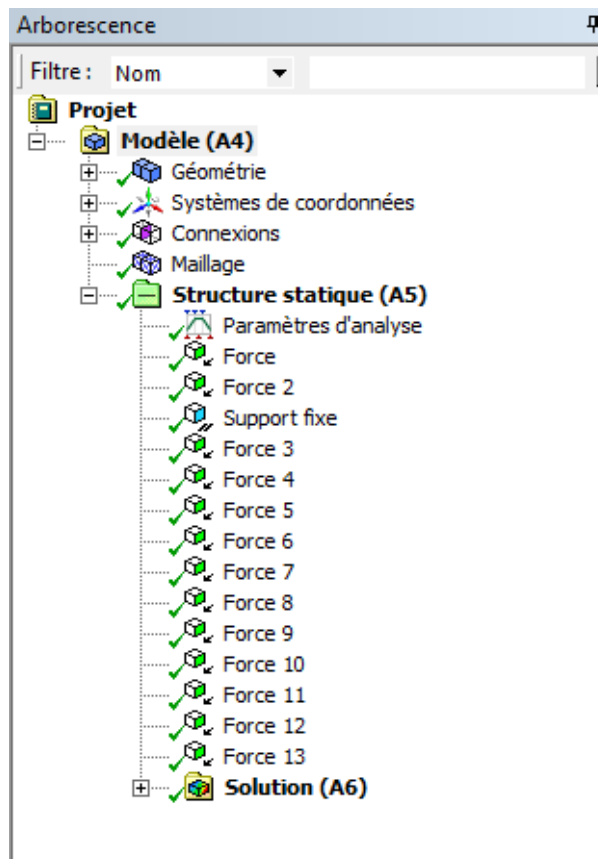
Détails de "Maillage"

+ Réglages par défaut	
- Dimensionnement	
Utiliser la fonction de taille av...	Désactivé
Centre de pertinence	Moyen
<input type="checkbox"/> Taille des éléments	Par défaut
Taille d'élément initiale	Assemblage actif
Lissage	Moyen
Transition	Rapide
Centre d'angle de course	Moyen
Longueur d'arête minimale	3,9943e-006 m
+ Inflation	
+ Options conforme aux surfaces paramétriques	
+ Options indépendant des surfaces paramétriques	
+ Avancés	
+ Simplification	
+ Statistiques	

Figure 4.90 Détails de maillage



Figure 4.91 Maillage de V-D Cat 2



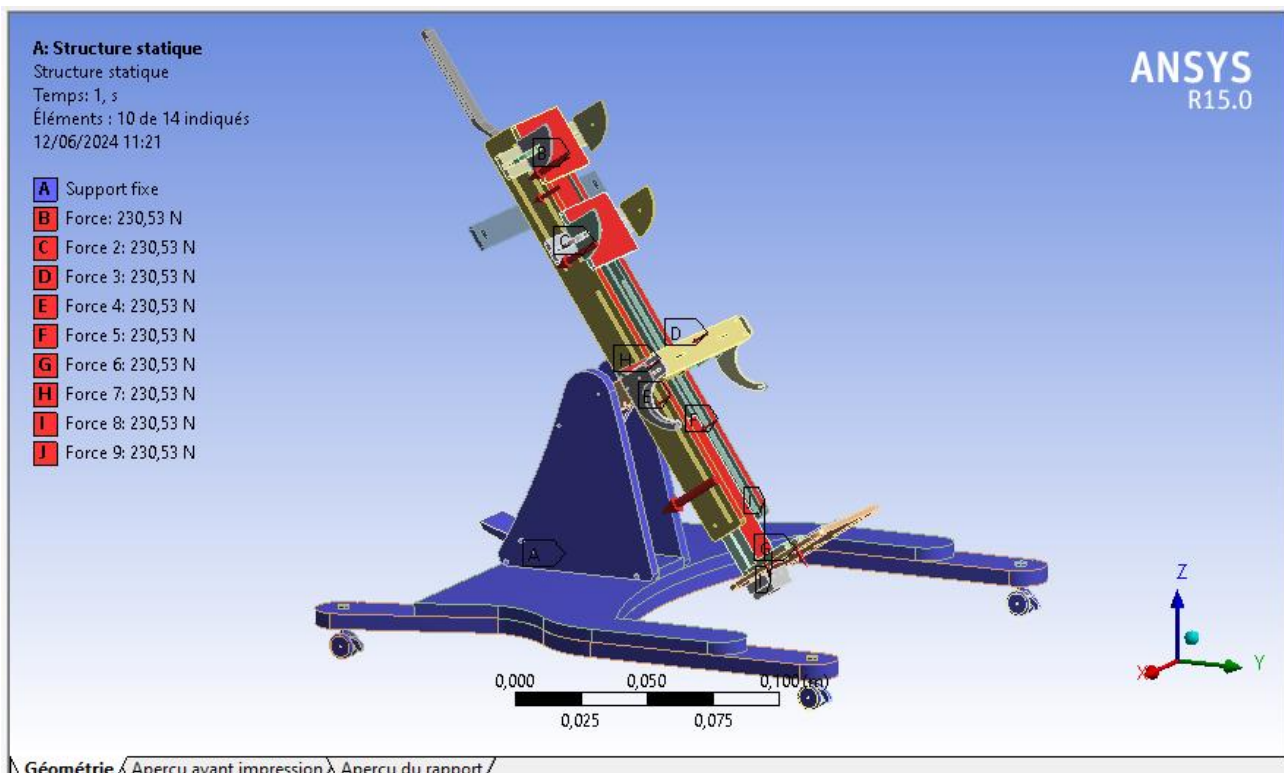
Etape 03 : Structure statique

Figure 4.92 Structure statique (A5)

Figure 4.93 Application de Pression et Support Fixe

Dans cette structure statistique, j'ai appliqué des forces sur V-D Cat 2 dans la langue à environ 170° et 45° et à différents âges et poids.

Ages	6 ans	9 ans	13 ans
------	-------	-------	--------



Poids	23 kg	32 kg	50 kg
Les forces	230,50 N	313,92 N	490,50 N

Tableau 4.6: Différent âges et forces

Etape 04 : La solution

En ajoutant dans la solution la contrainte équivalente et la déformation élastique équivalente de l'angle environ de 45°degrés.

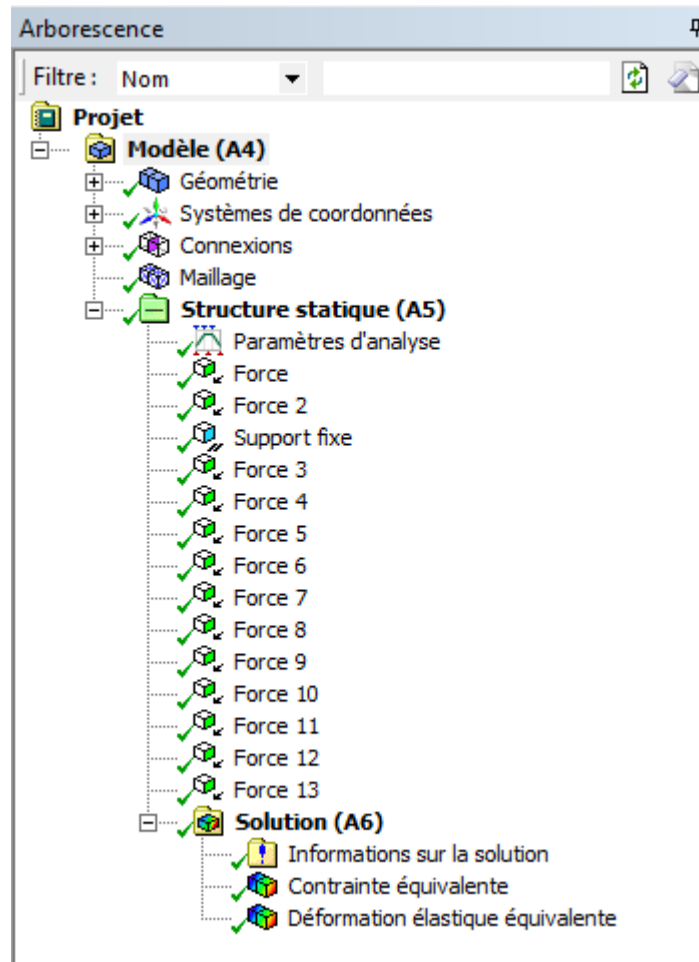


Figure 4.94 La solution (A6)

Partie A : En choisi l'Age de 6 ans du force 230,53 N.

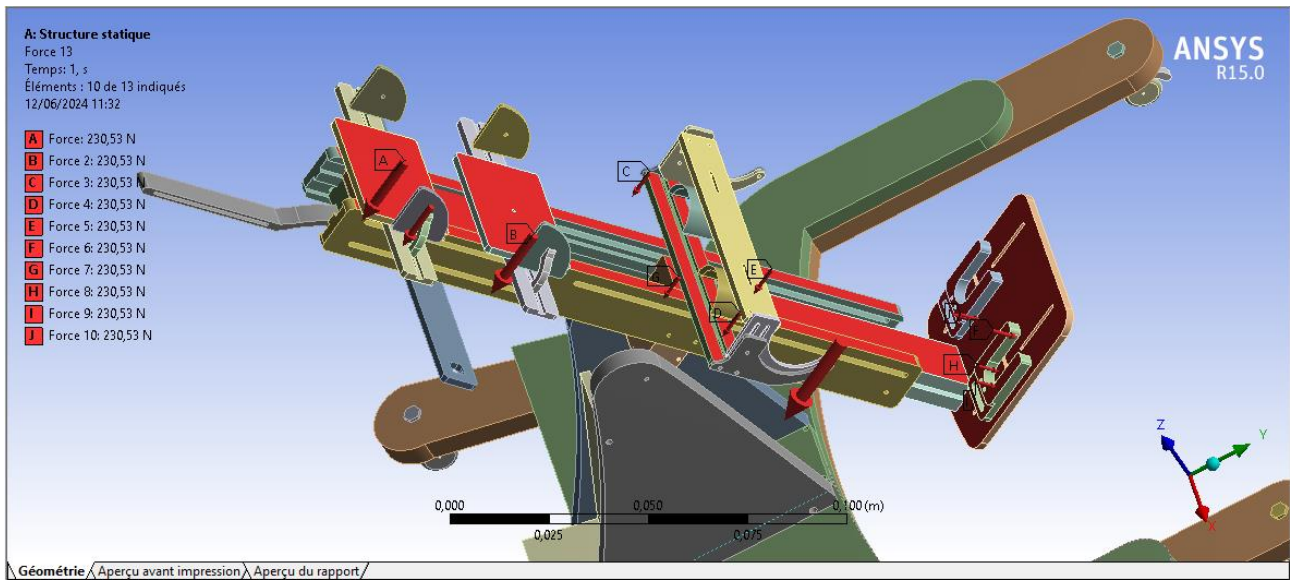
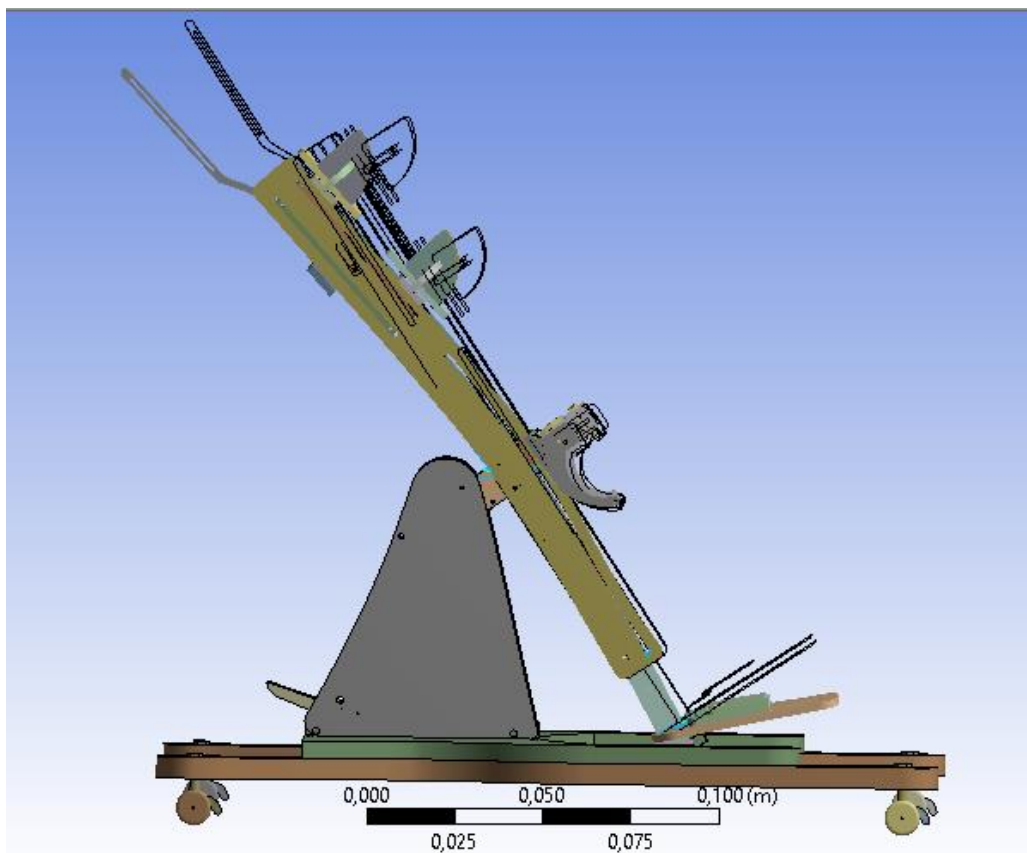


Figure 4.95 Appliqué les forces (230,53 N)



Résulta de Partie A :

Figure 4.96 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

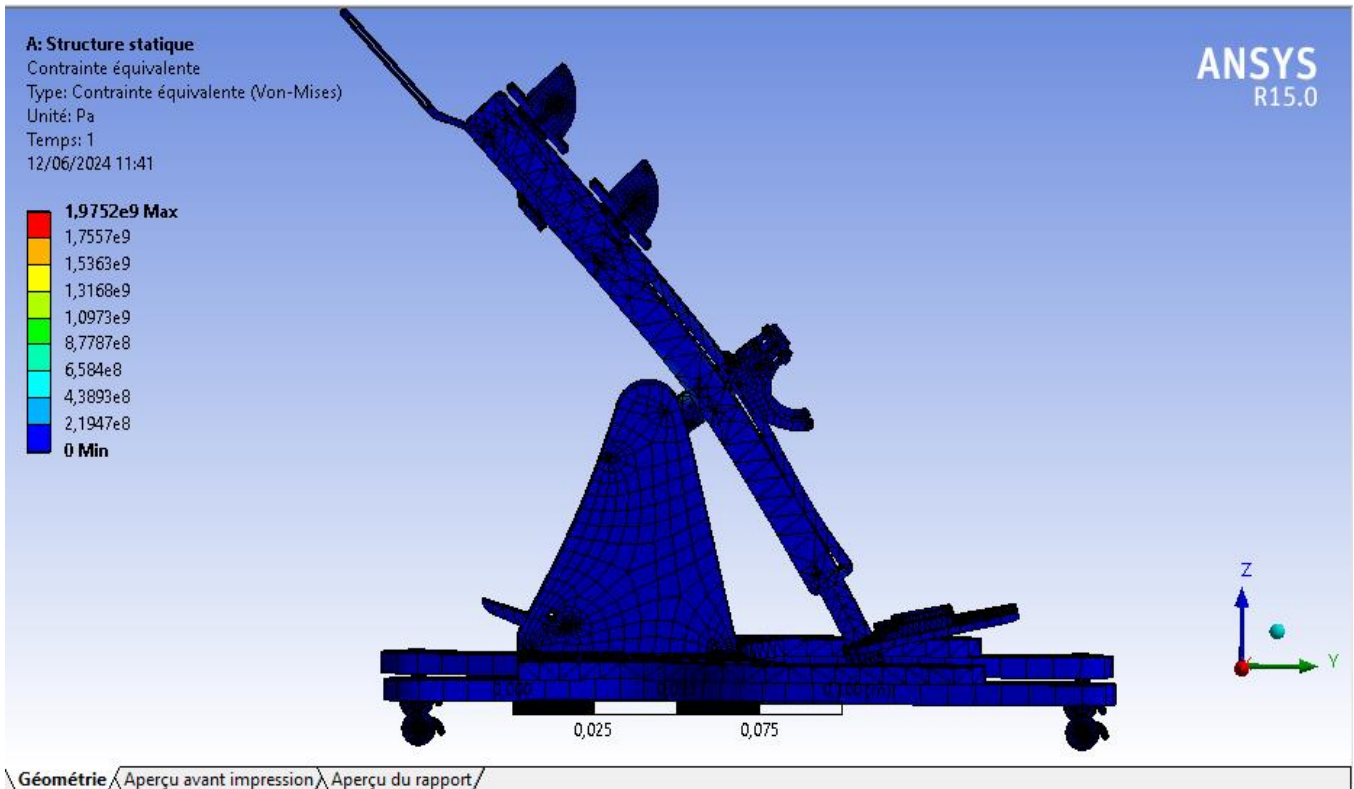


Figure 4.97 Résulta de Contrainte

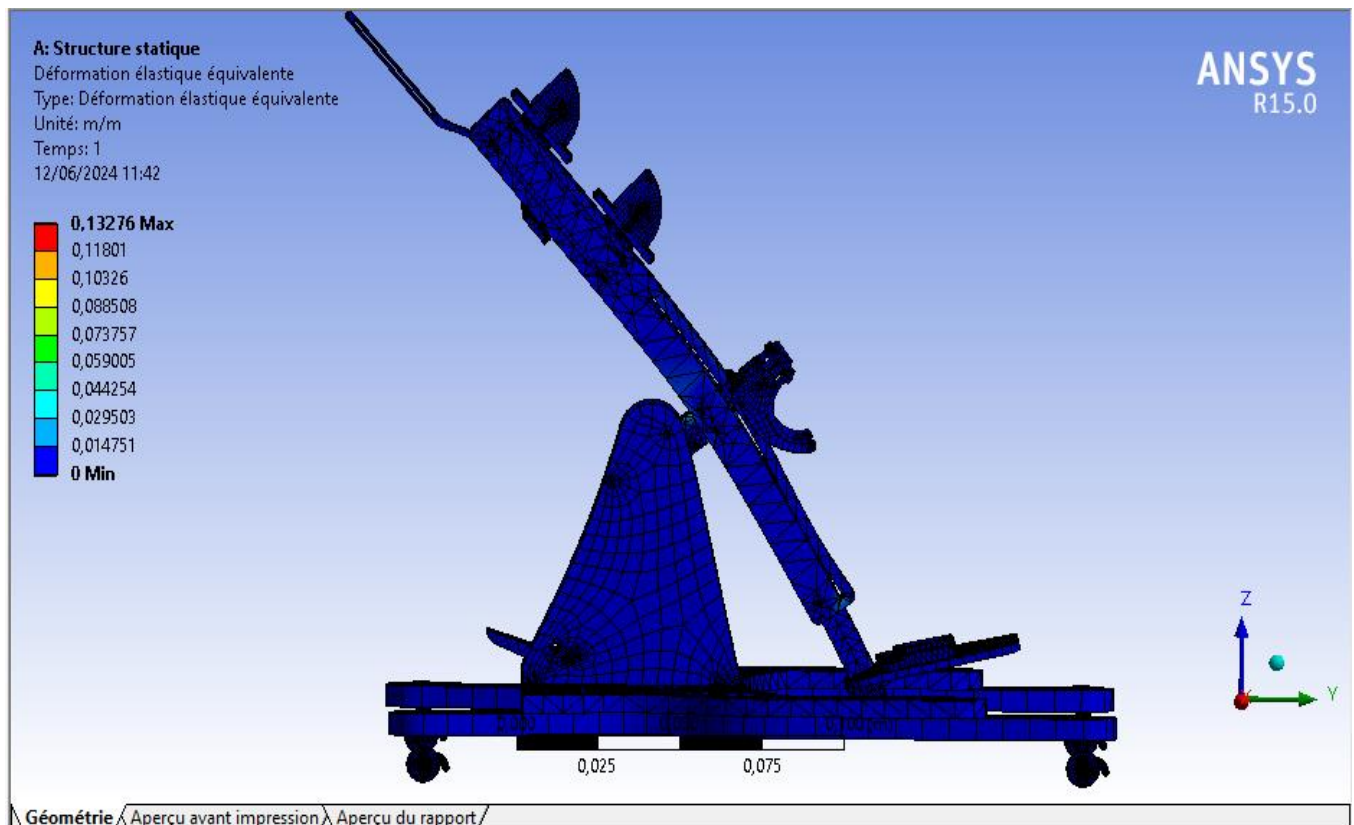
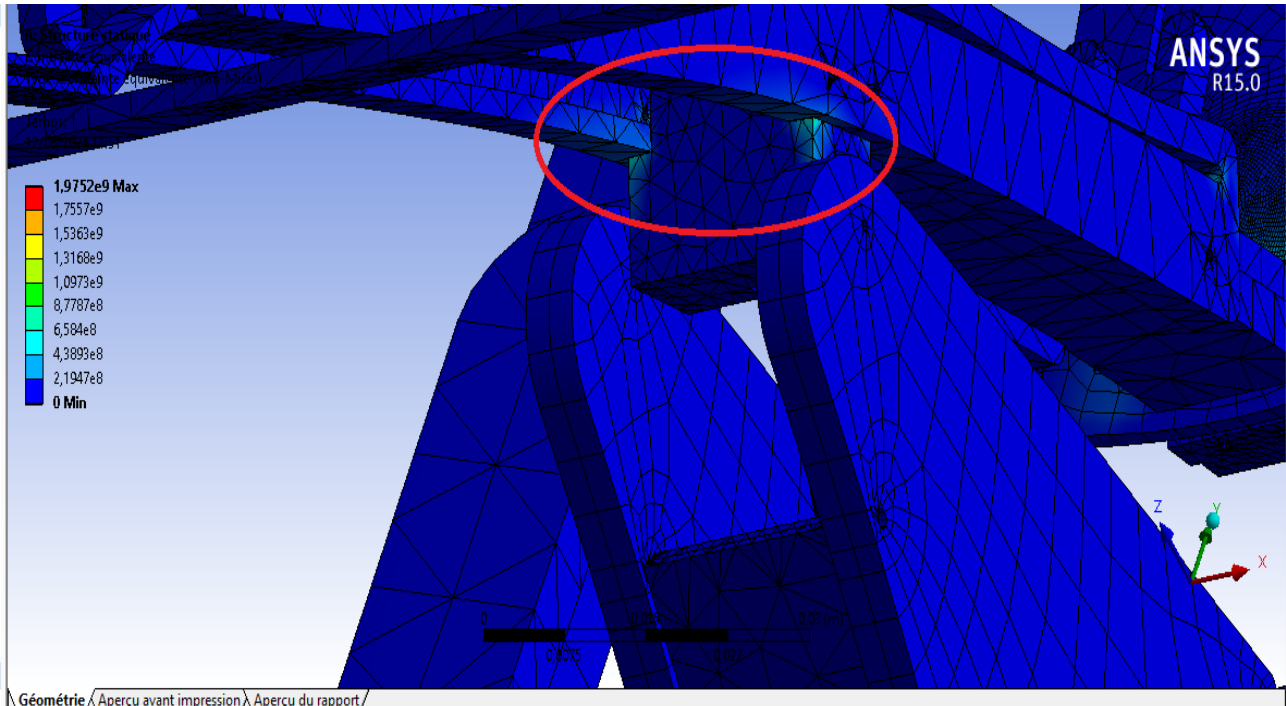


Figure 4.98 Résulta de déformation

Résulta et discussions de partie A :

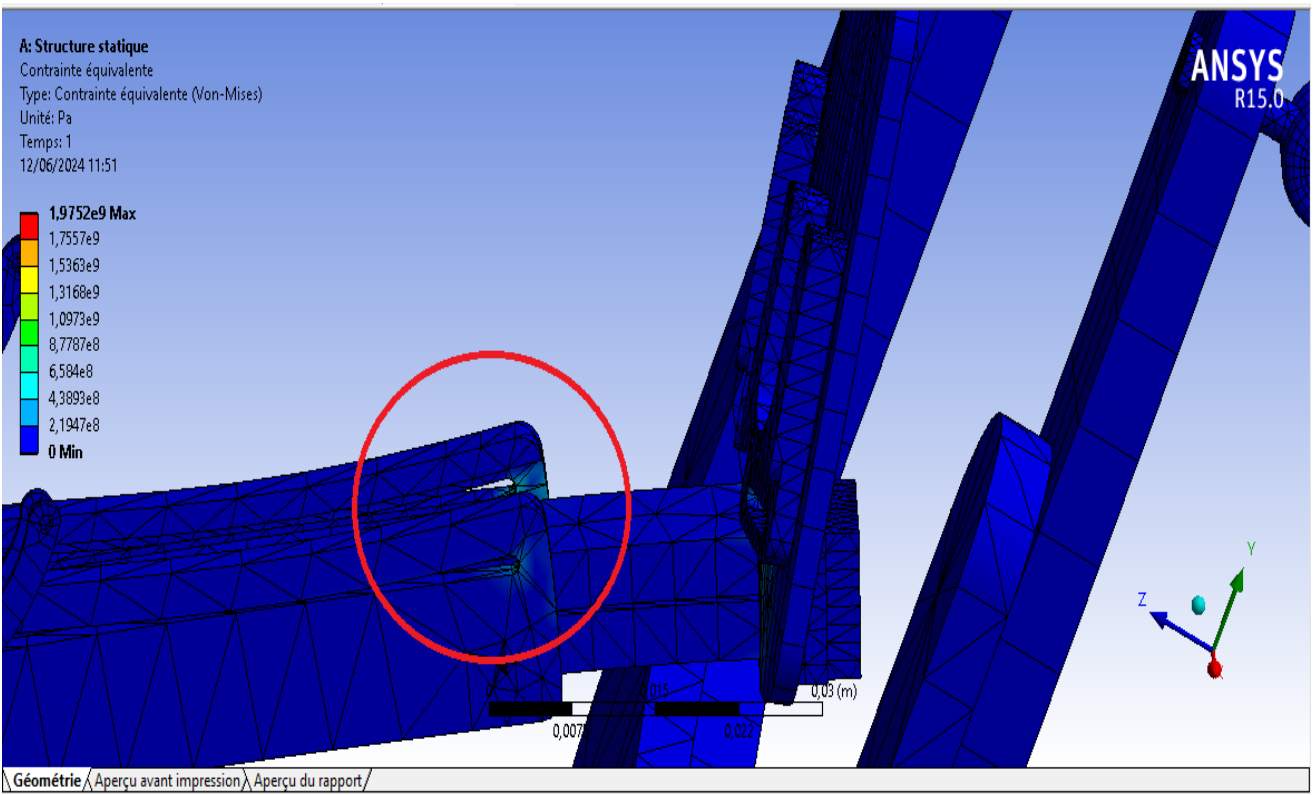
La figure (Figure 4.96) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une



attention particulière.

Figure 4.99 Résulta de contrainte équivalente

Figure 4.100 Résulta de contrainte équivalente



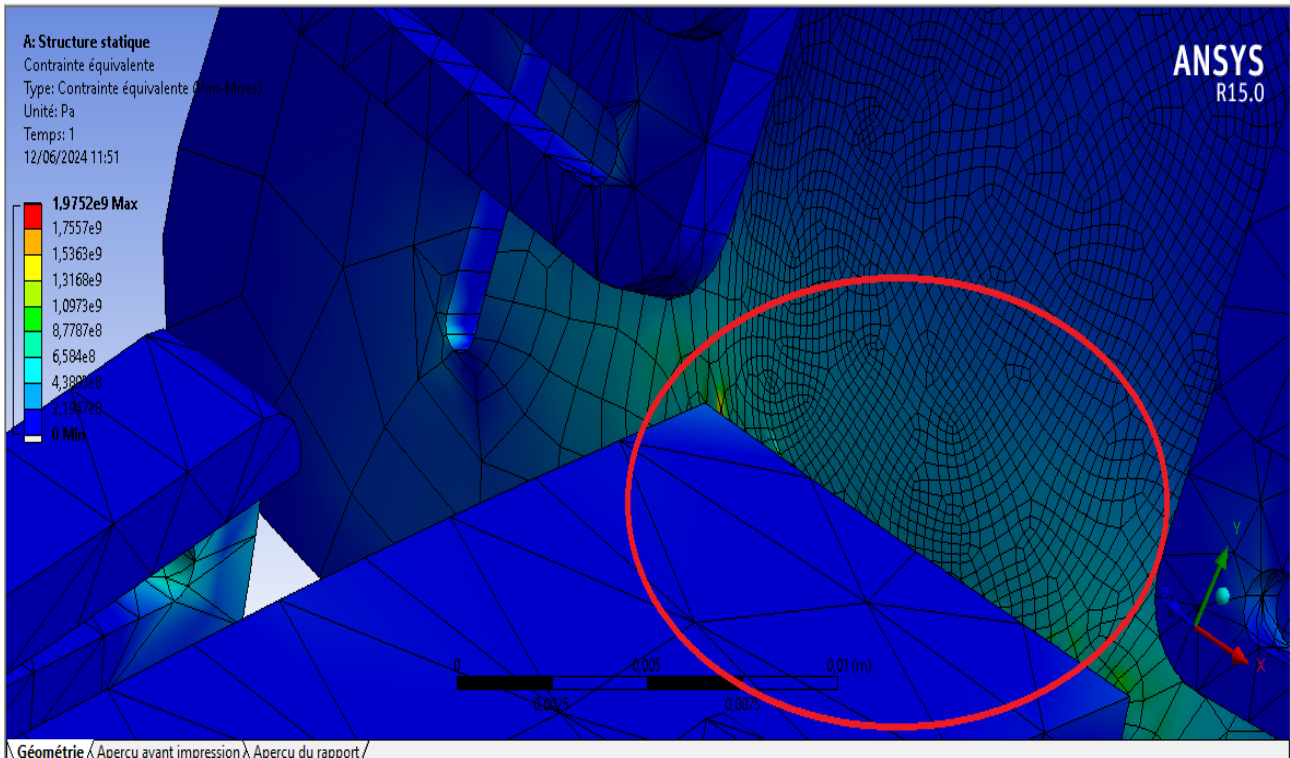


Figure 4.101 Résultats de contrainte équivalente

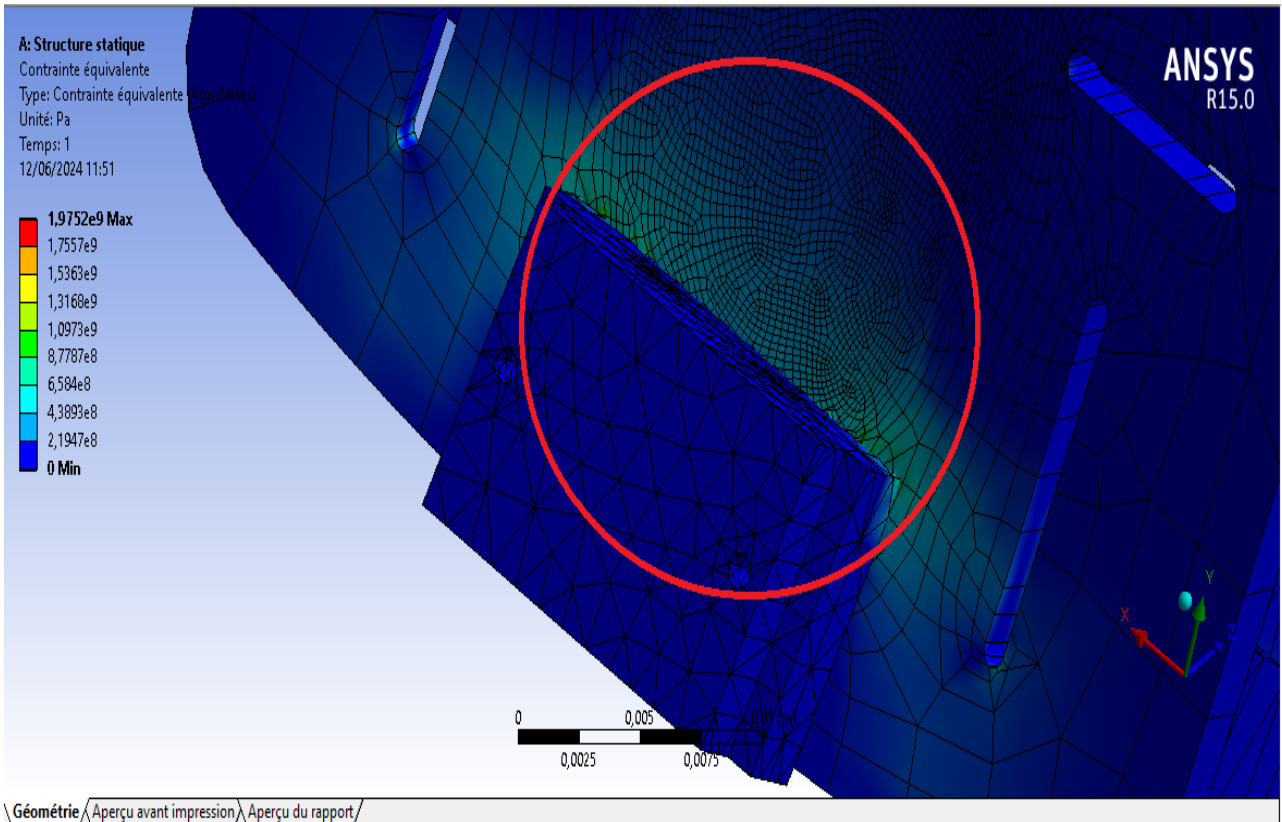


Figure 4.102 Résultats de contrainte équivalente

CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

Les valeurs de contrainte varient de 0 à $1,9752 \times 10^9$ Pa. Les zones en rouge indiquent des contraintes élevées, tandis que les zones en bleu montrent des contraintes faibles. L'endroit encerclé en rouge désigne une région de la structure où les contraintes sont particulièrement significatives, suggérant un point critique de ces Figure 4.99 et Figure 4.100 et Figure 4.101 et Figure 4.102.

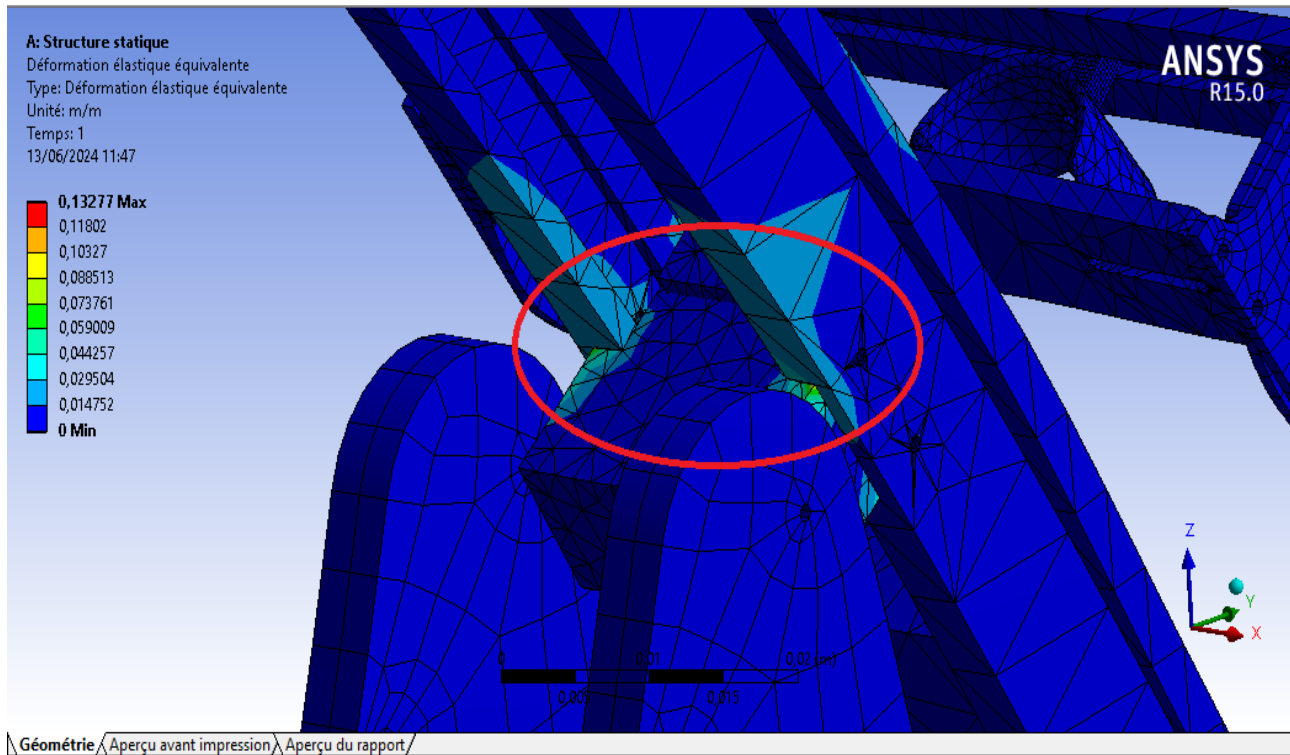
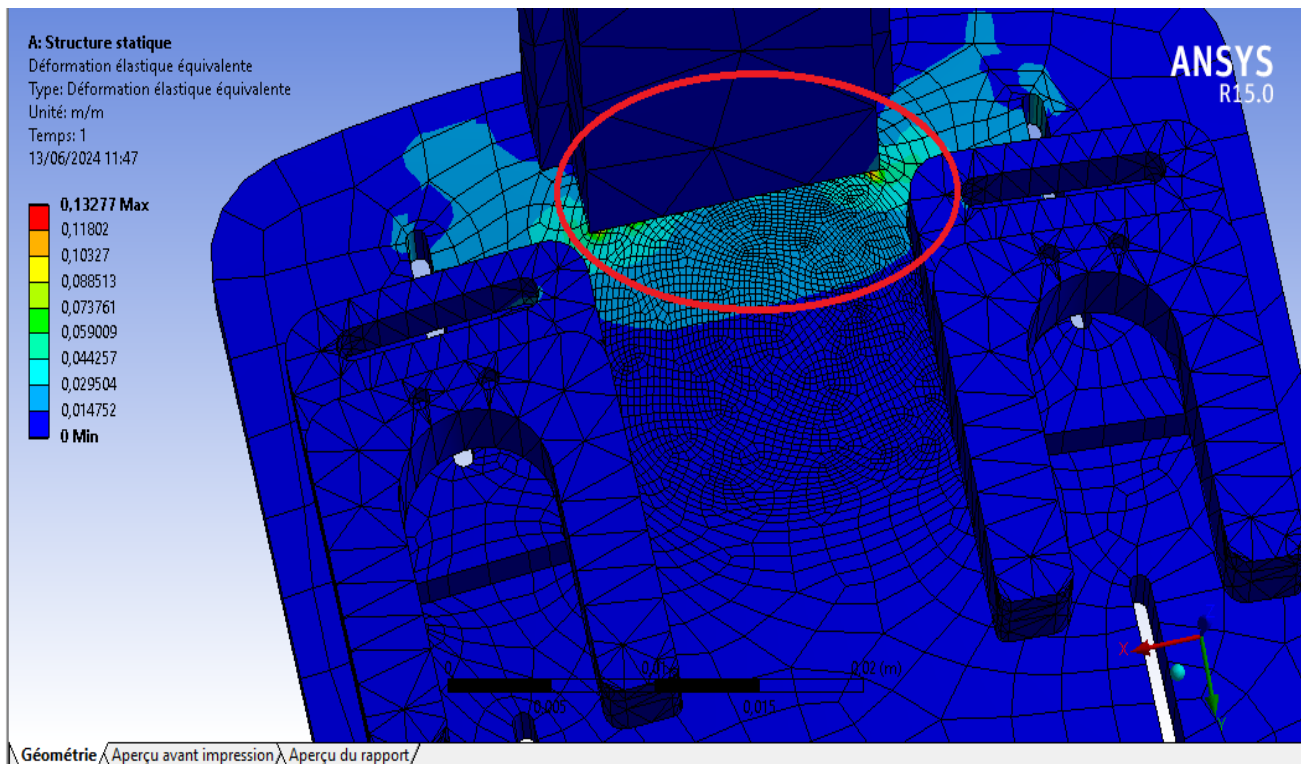


Figure 4.103 Résulta de Déformation élastique

Figure 4.104 Résulta de Déformation élastique



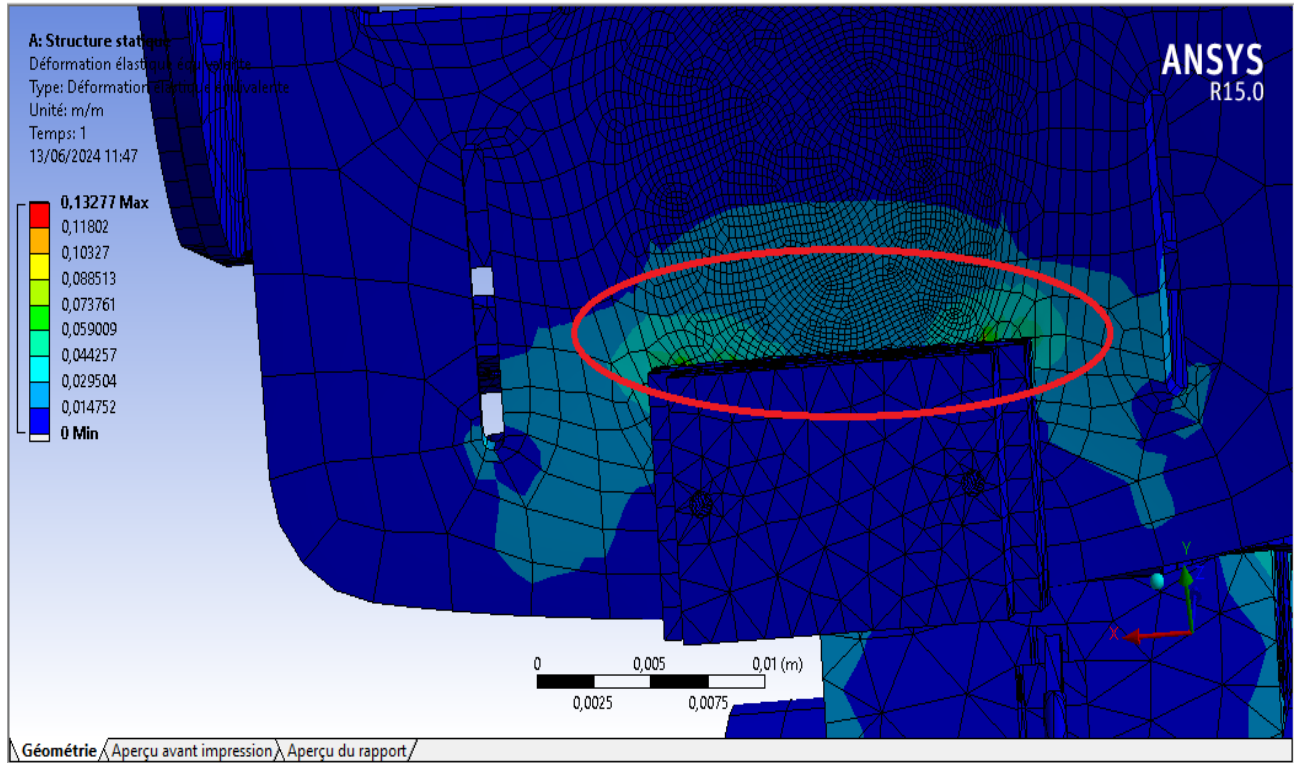


Figure 4.105 Résulta De Déformation élastique

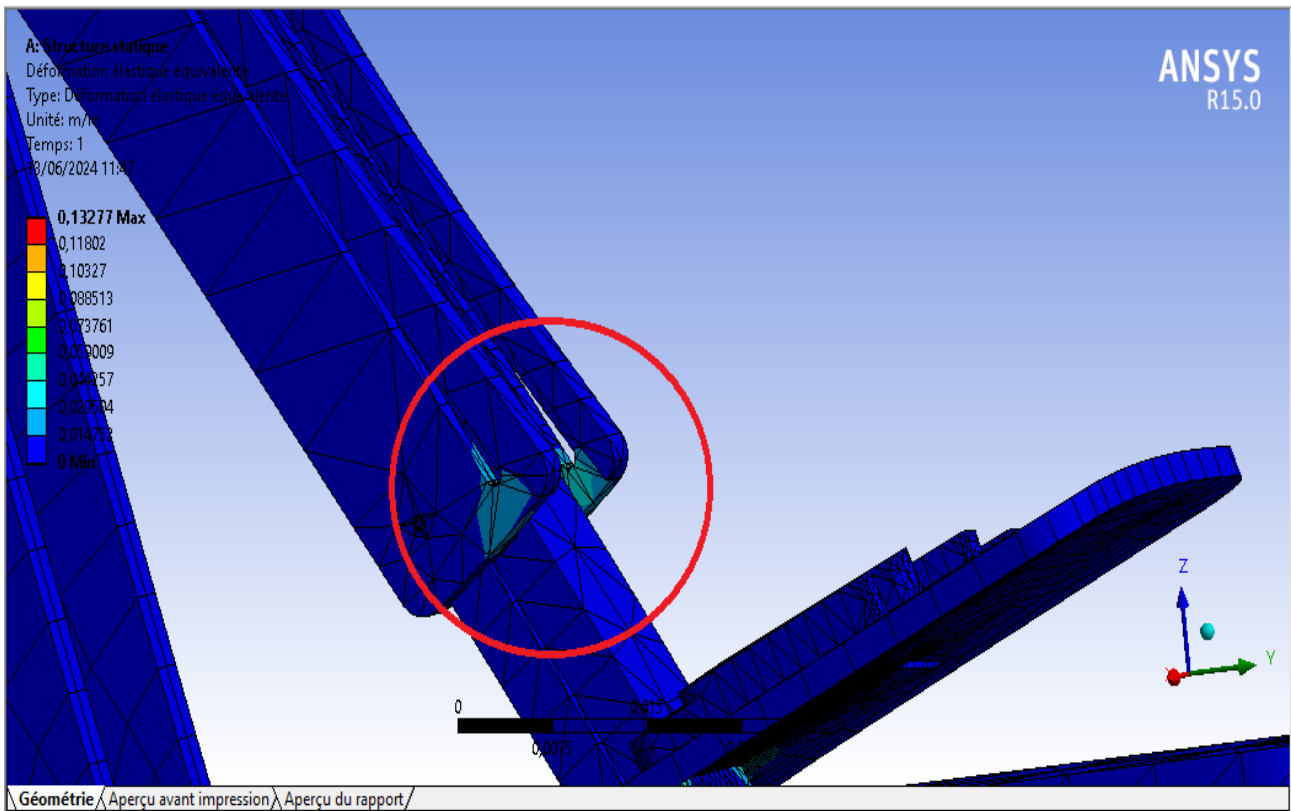


Figure 4.106 Résulta De Déformation élastique

La déformation varie désormais de 0 à 0,13277, avec les plus grandes déformations localisées dans la zone entourée en rouge. Les couleurs plus claires (orange à rouge) indiquent des déformations élevées, tandis que les couleurs sombres (bleu à vert) montrent des déformations faibles de ces Figure 4.103 et Figure 4.104 et Figure 4.105 et Figure 4.106.

Partie B : En choisi l'Age de 6 ans du force 313,92 N.

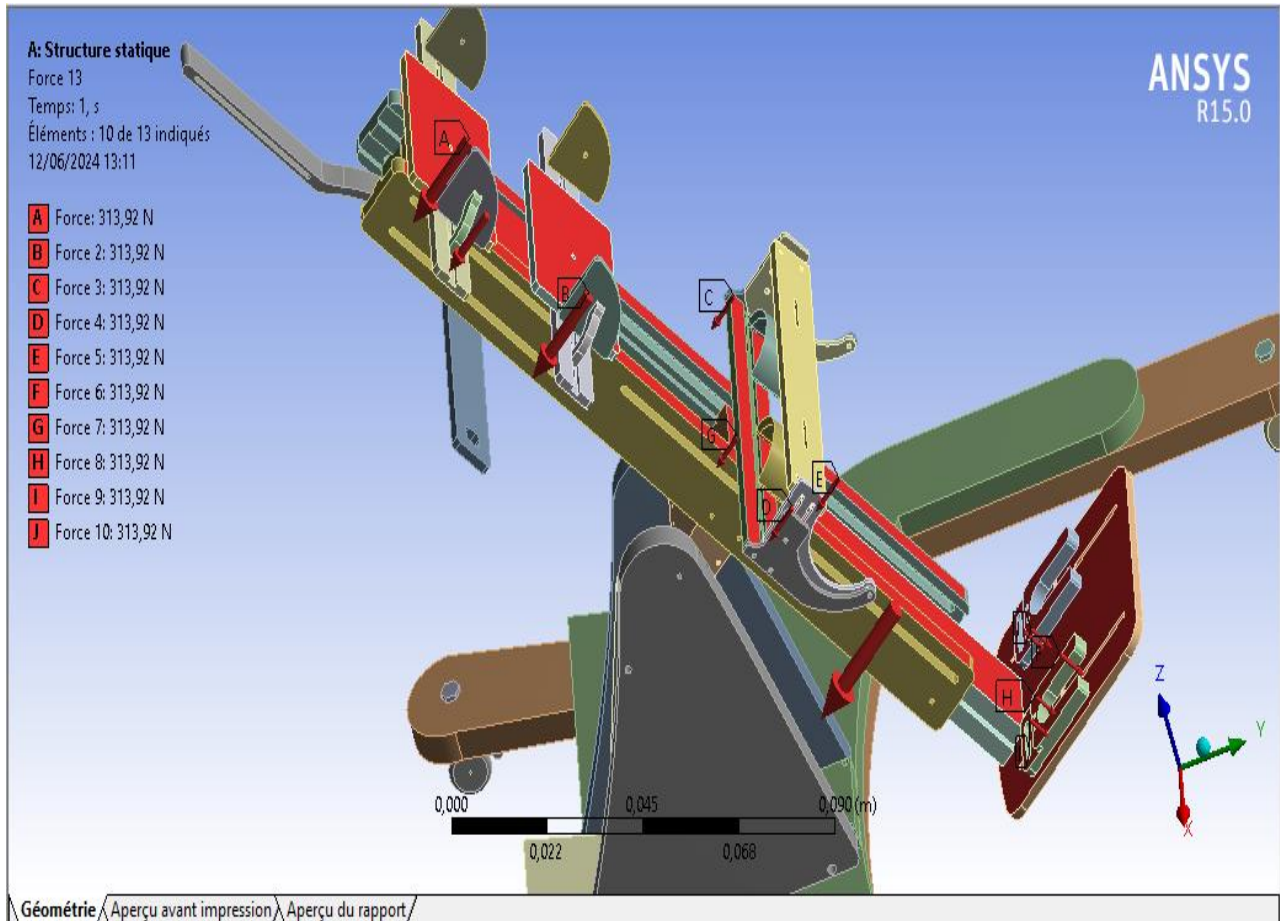
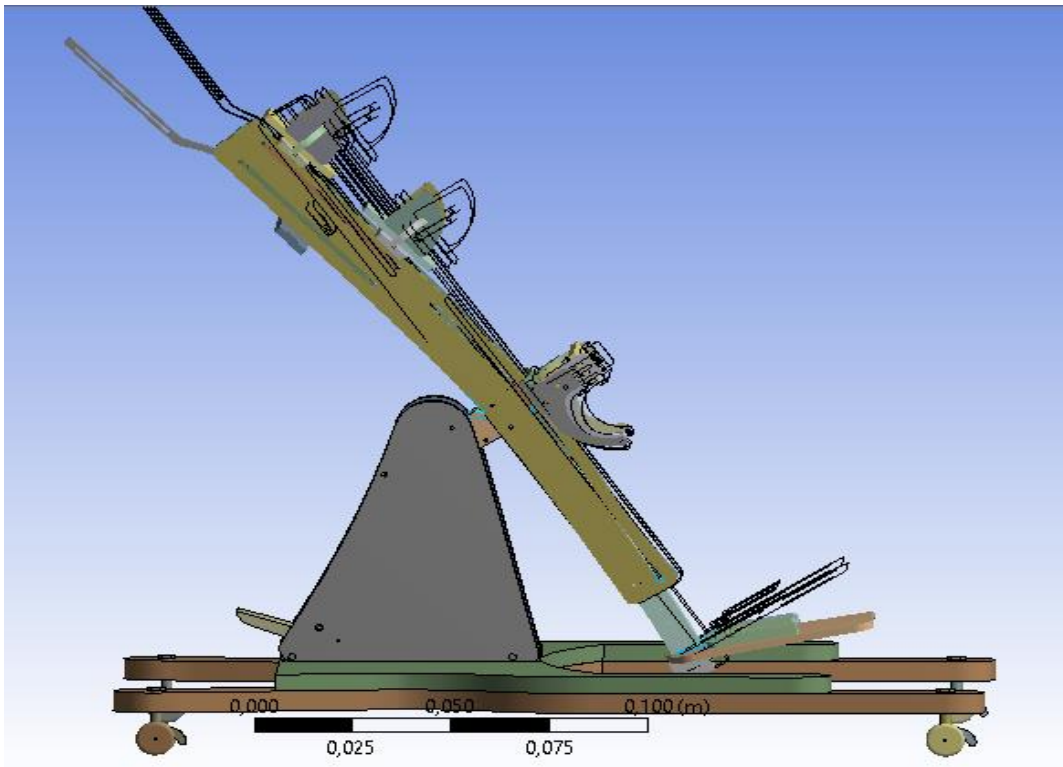


Figure 4.107 Appliqué les forces (313,92 N)



Résulta de Partie B :

Figure 4.108 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

Résulta et discussions de partie B :

La figure (Figure 4.108) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une attention particulière.

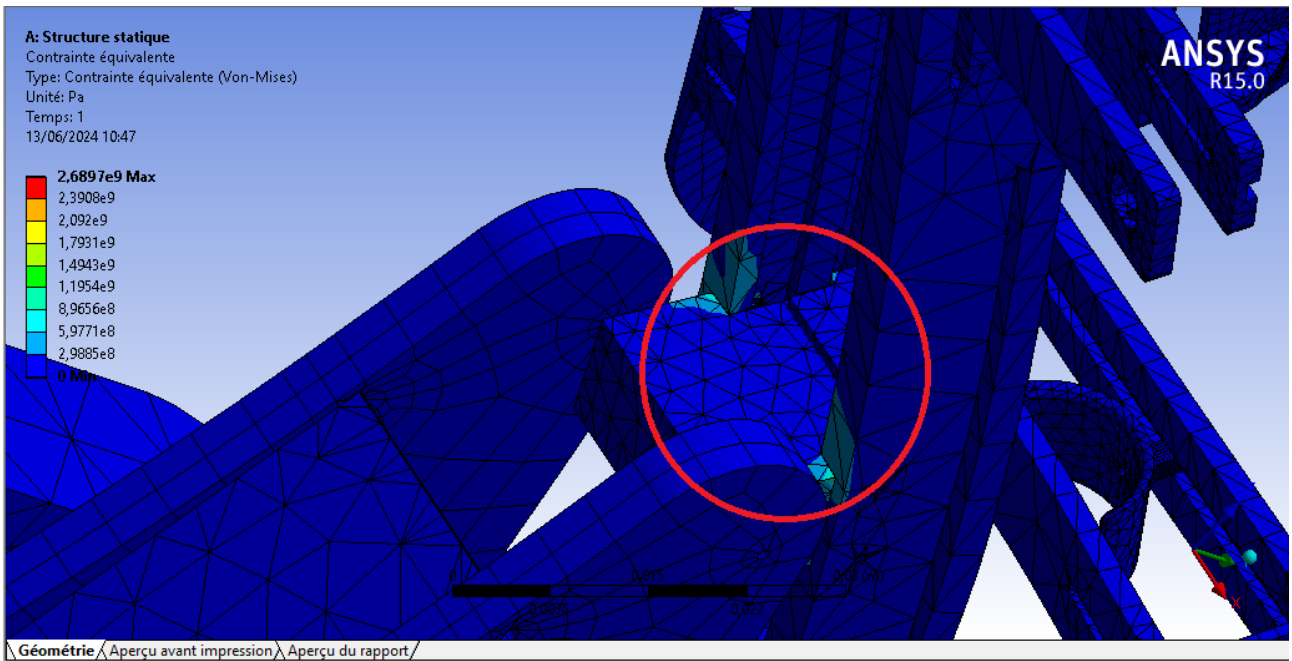


Figure 4.109 Résultats de contrainte équivalente

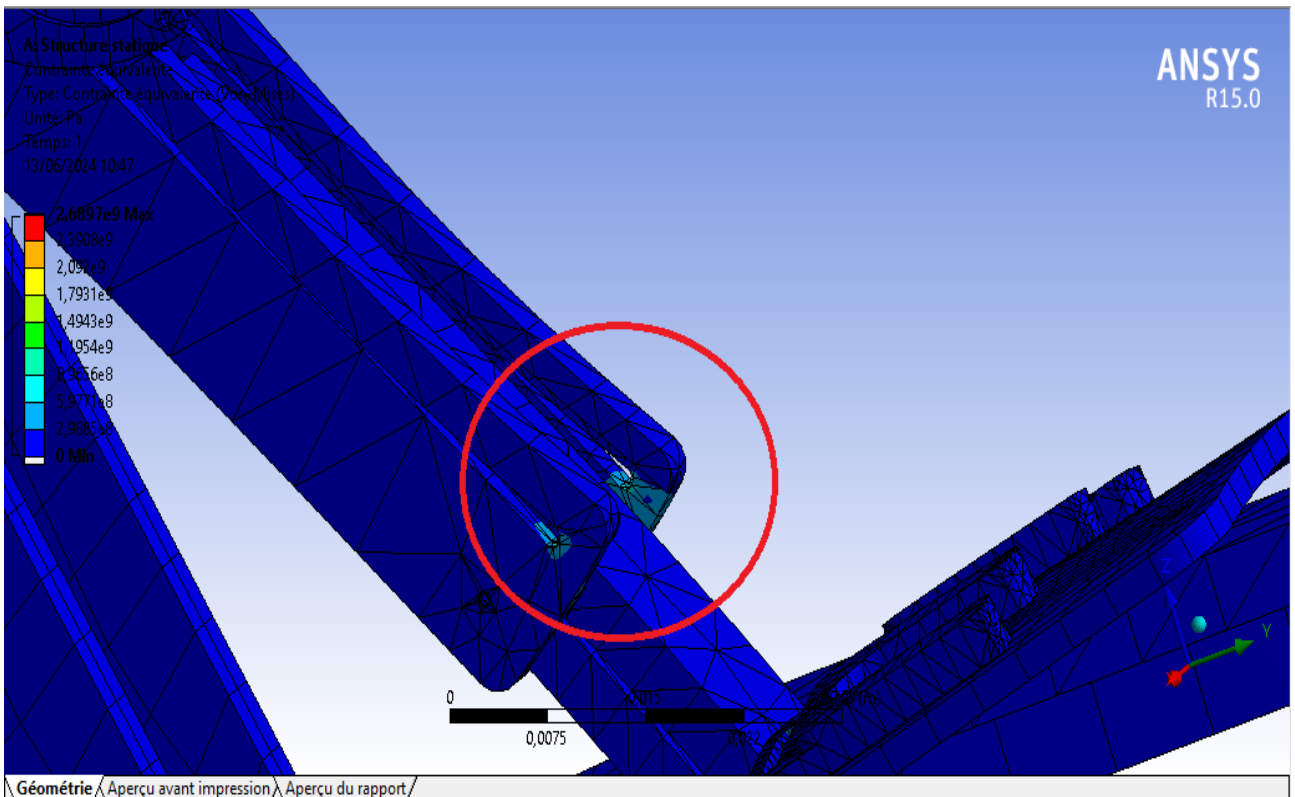


Figure 4.110 Résultats de contrainte équivalente

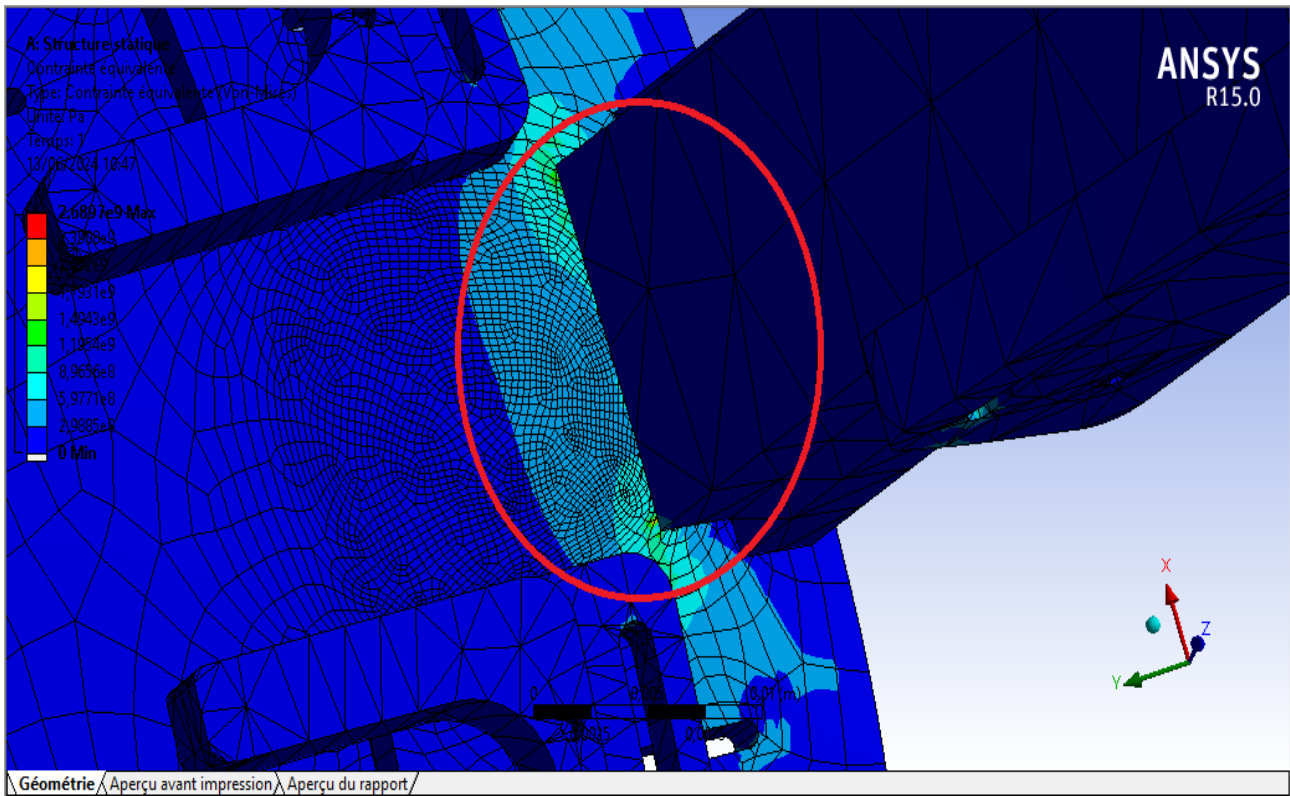


Figure 4.111 Résultats de contrainte équivalente

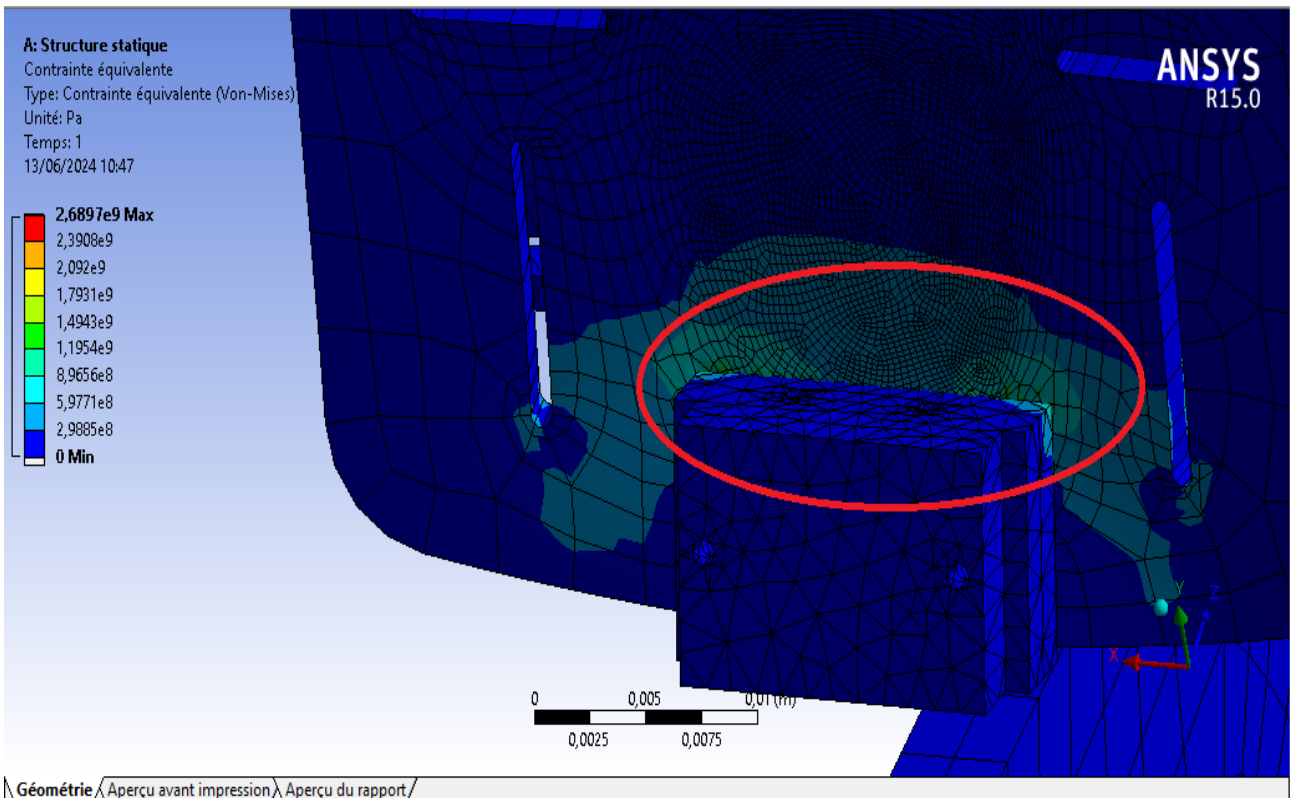
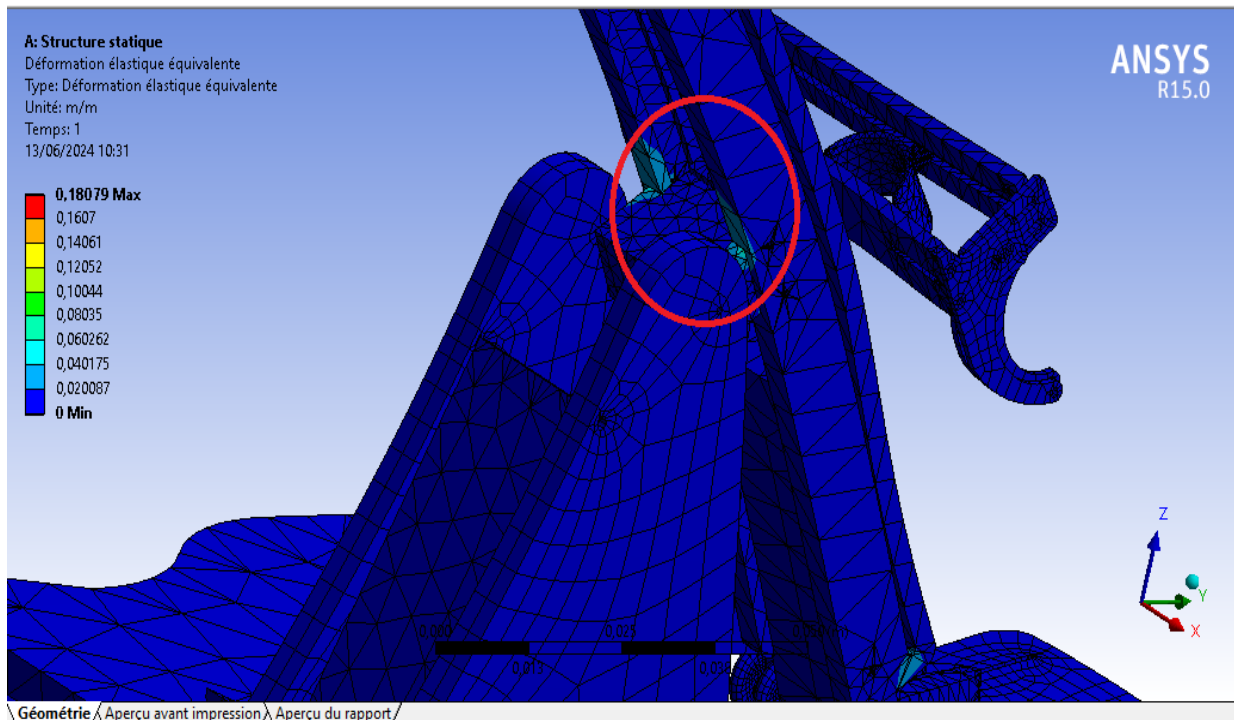


Figure 4.112 Résultats de contrainte équivalente

Les valeurs de contrainte varient de 0 à 2,6897 e9 Pa. Les zones en rouge indiquent des contraintes élevées, tandis que les zones en bleu montrent des contraintes faibles. L'endroit encerclé en rouge désigne une région de la structure où les contraintes sont particulièrement significatives, suggérant



un point critique de ces Figure 4.109 et Figure 4.110 et Figure 4.111 et Figure 4.112.

Figure 4.113 Résultats de Déformation élastique

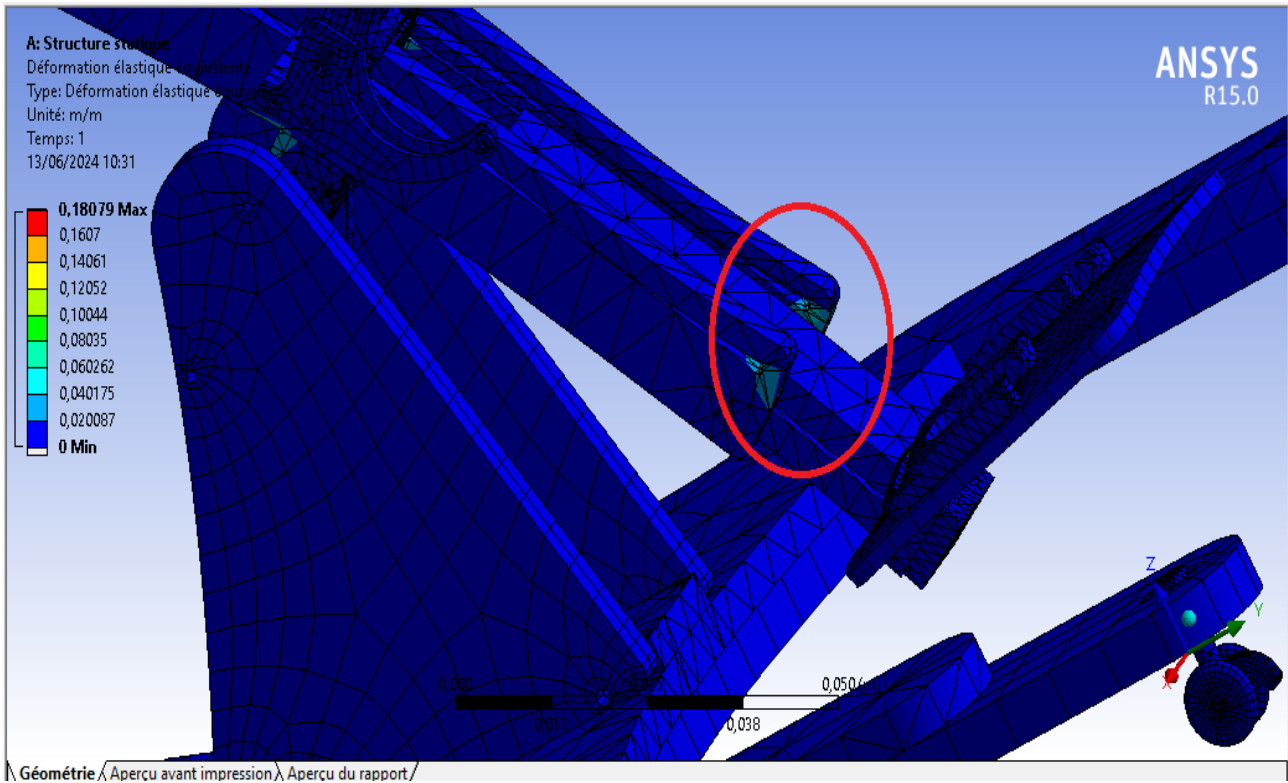


Figure 4.114 Résultats de Déformation élastique

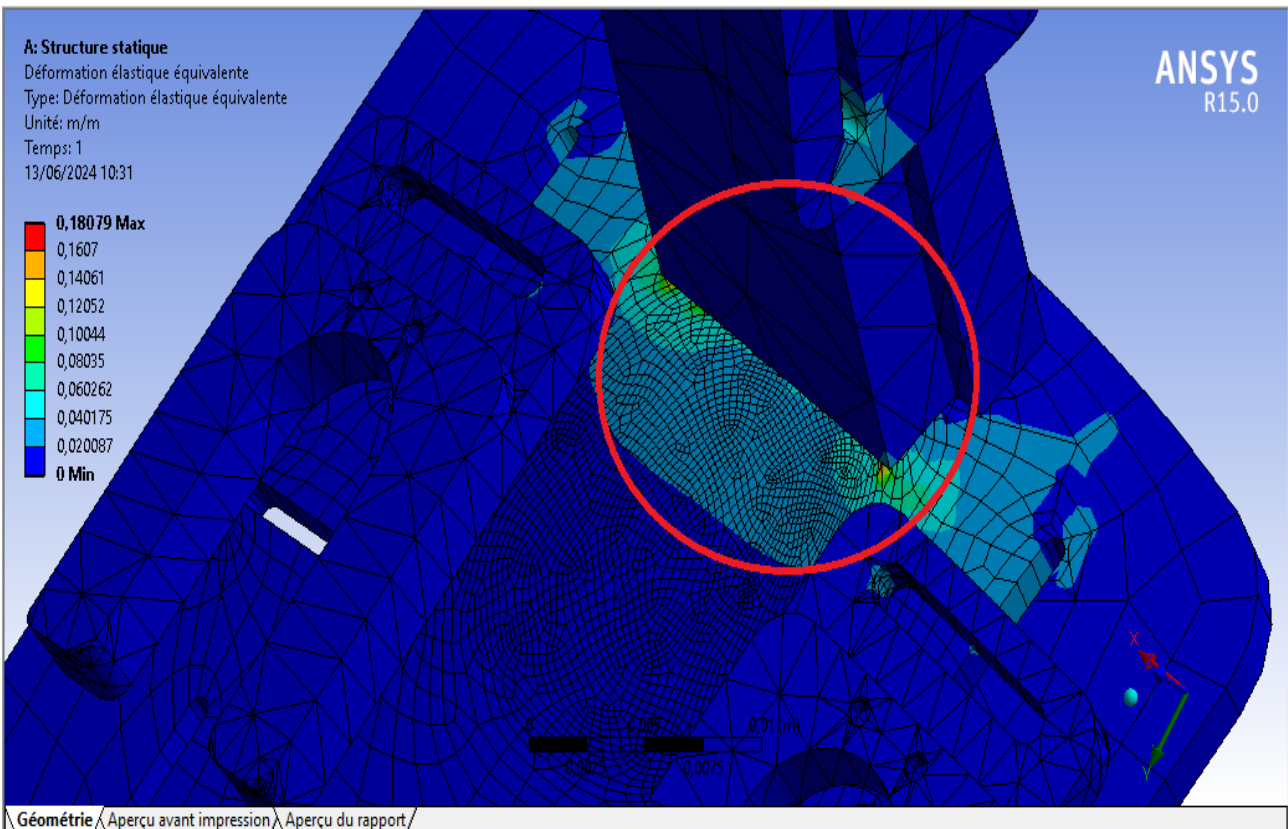


Figure 4.115 Résultats de Déformation élastique

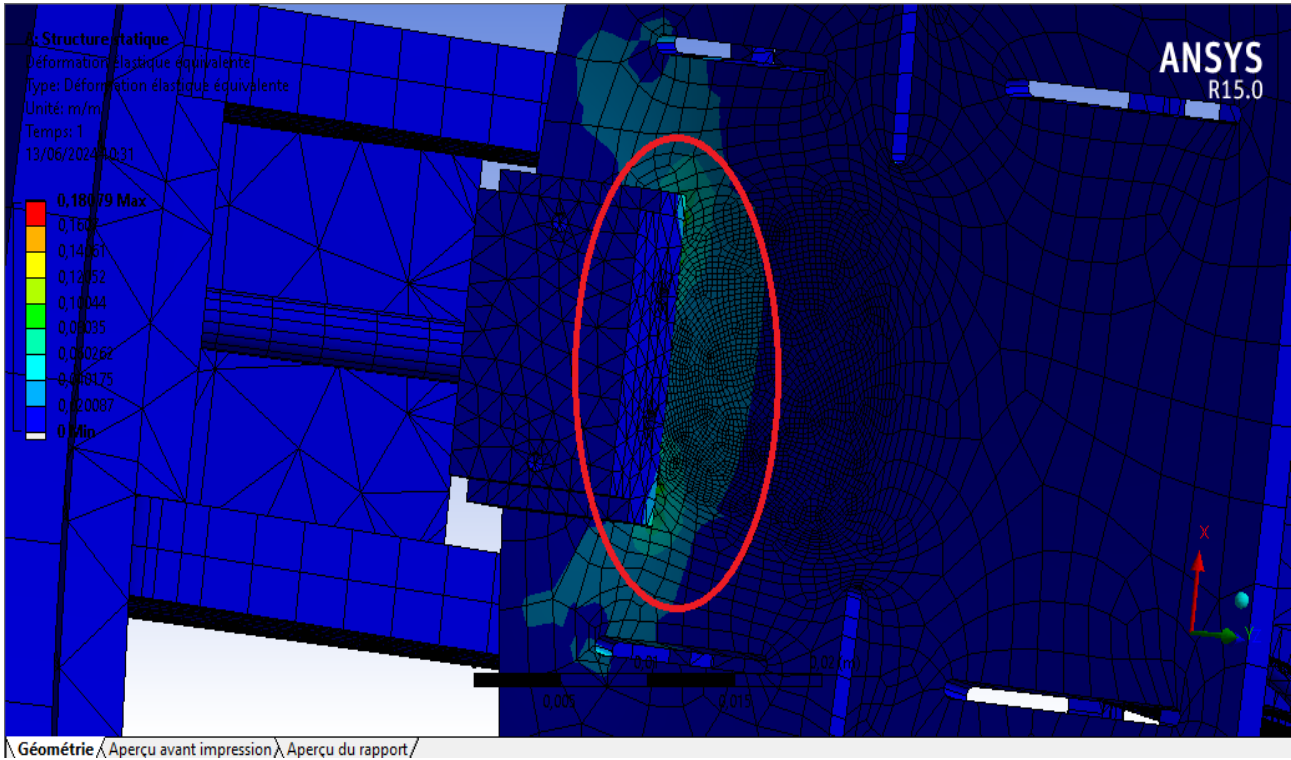


Figure 4.116 Résultats de Déformation élastique

La déformation varie désormais de 0 à 0,18079, avec les plus grandes déformations localisées dans la zone entourée en rouge. Les couleurs plus claires (orange à rouge) indiquent des déformations élevées, tandis que les couleurs sombres (bleu à vert) montrent des déformations faibles de ces Figure 4.113 et Figure 4.114 et Figure 4.115 et Figure 4.116.

Partie C : En choisissant l'âge de 6 ans de la force 490,50 N.

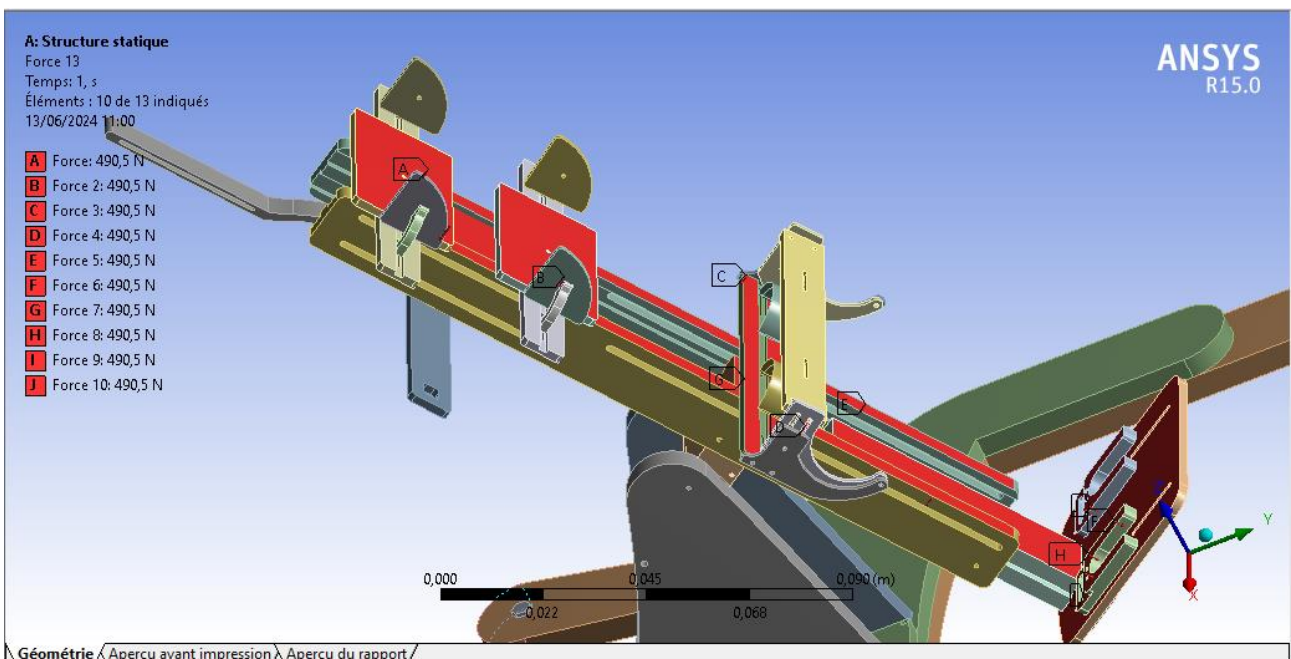
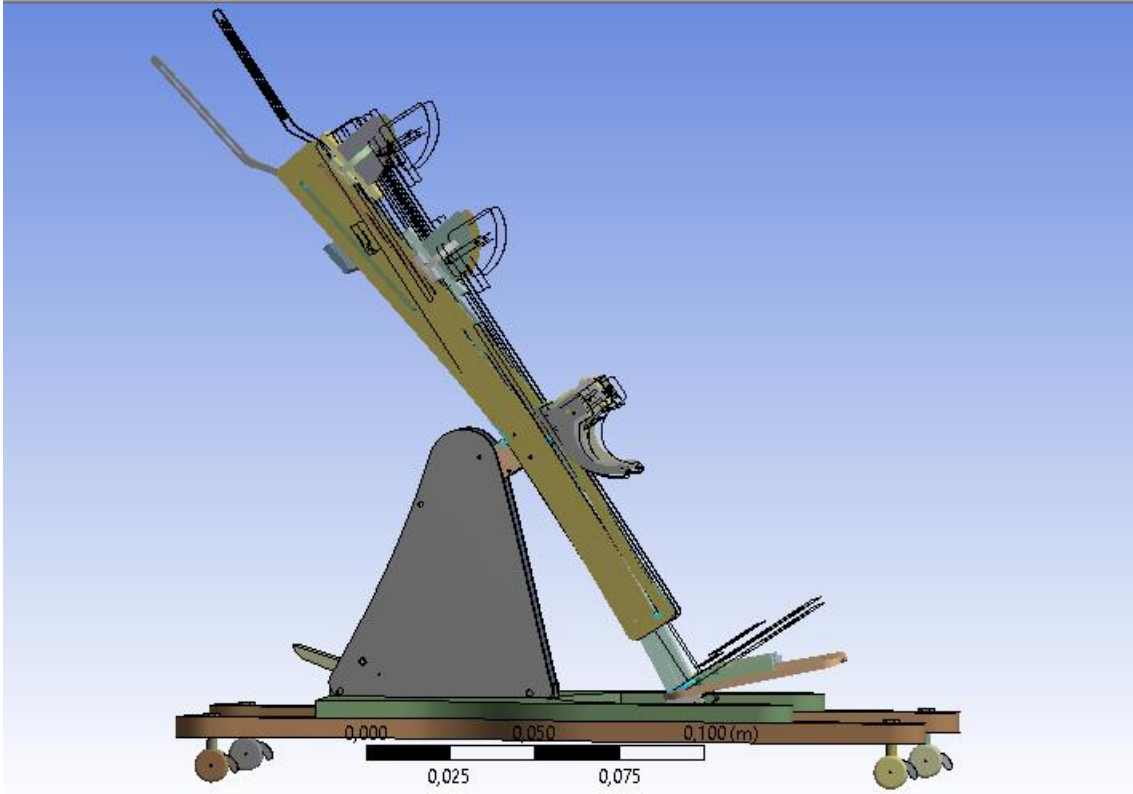


Figure 4.117 Appliqué les forces (490,50 N)

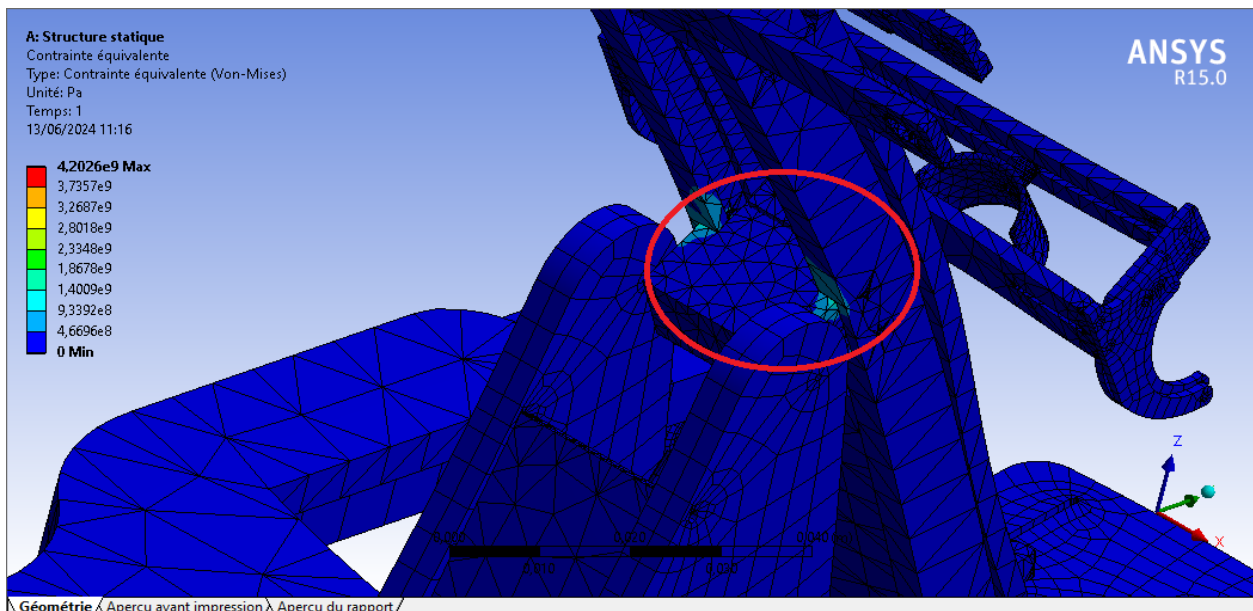


Résulta de Partie C :

Figure 4.118 V-D Cat 2 déformée par rapport à sa forme d'origine

Résulta et discussions de partie C :

La figure (Figure 4.118) montre clairement que la structure V-D Cat 2 est déformée par rapport à sa forme d'origine, représentée par la ligne noire. Cette comparaison est essentielle pour comprendre comment la structure réagit aux forces appliquées et pour identifier les zones nécessitant une



attention particulière.

Figure 4.119 Résultats de contrainte équivalente

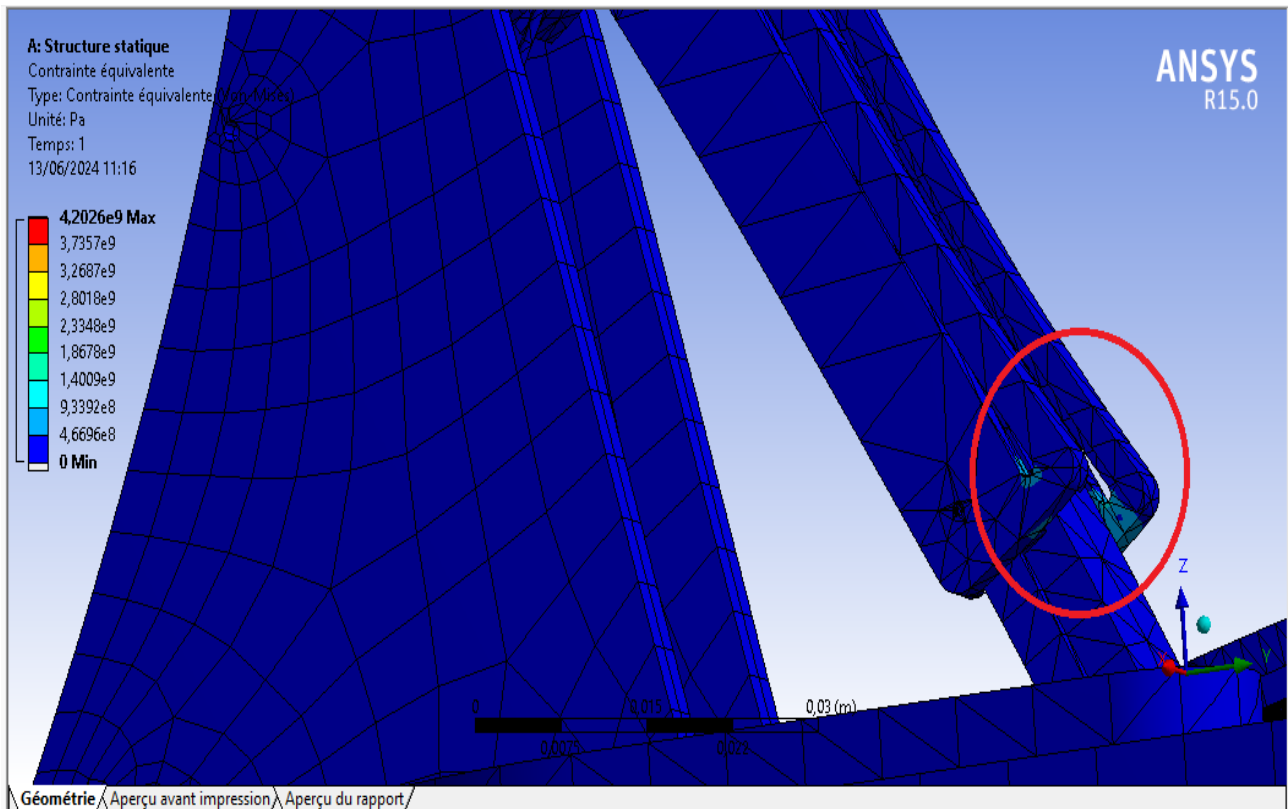
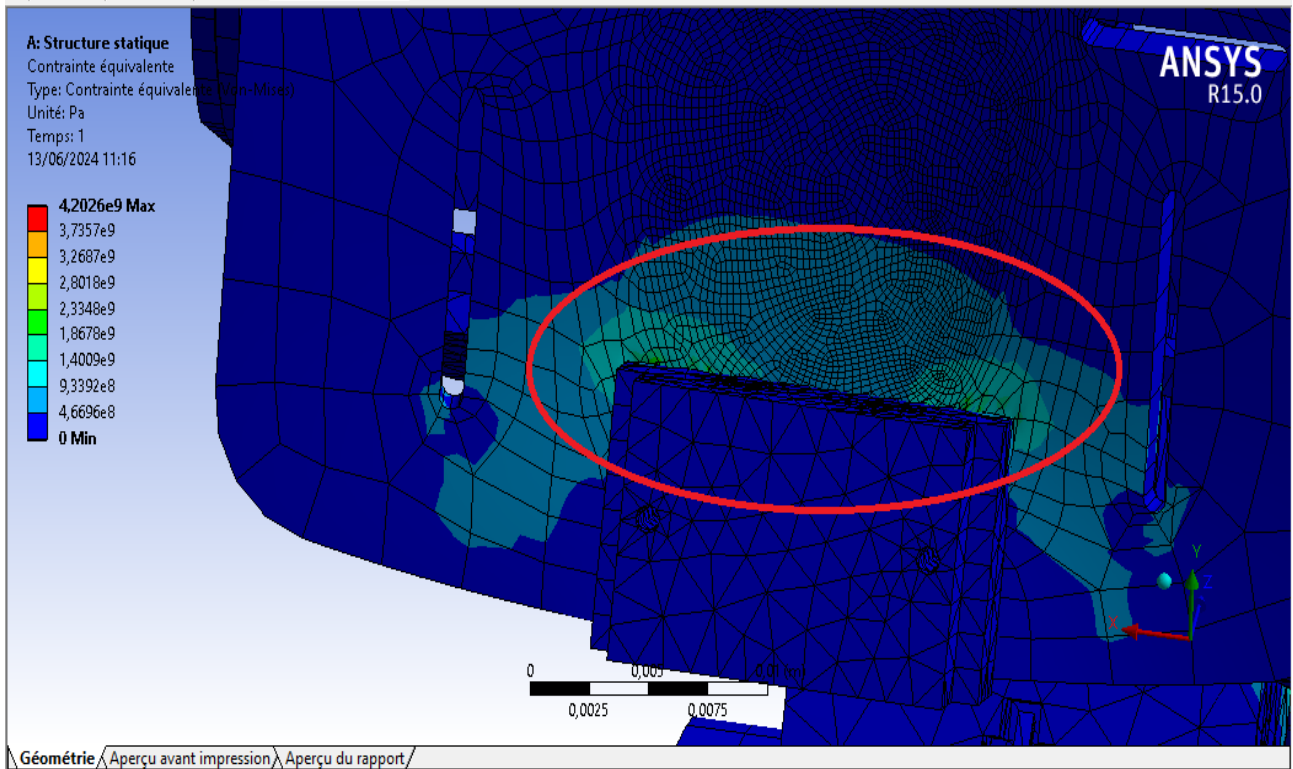


Figure 4.120 Résultats de contrainte équivalente

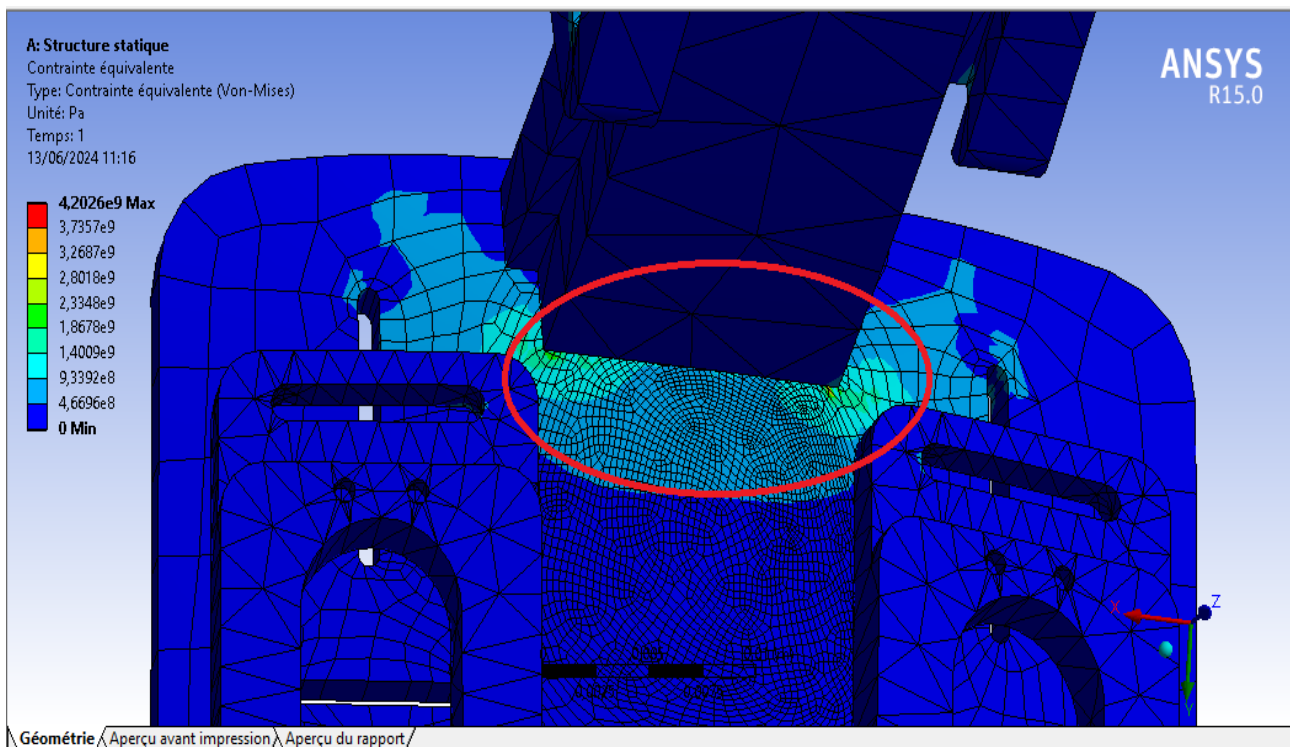


Figure 4.121 Résultats de contrainte équivalente

Figure 4.122 Résultats de contrainte équivalente

Les valeurs de contrainte varient de 0 à $4,2026 \text{ e}9 \text{ Pa}$. Les zones en rouge indiquent des contraintes élevées, tandis que les zones en bleu montrent des contraintes faibles. L'endroit encerclé en rouge désigne une région de la structure où les contraintes sont particulièrement significatives, suggérant un point critique de ces Figure 4.119 et Figure 4.120 et Figure 4.121 et Figure 4.122.

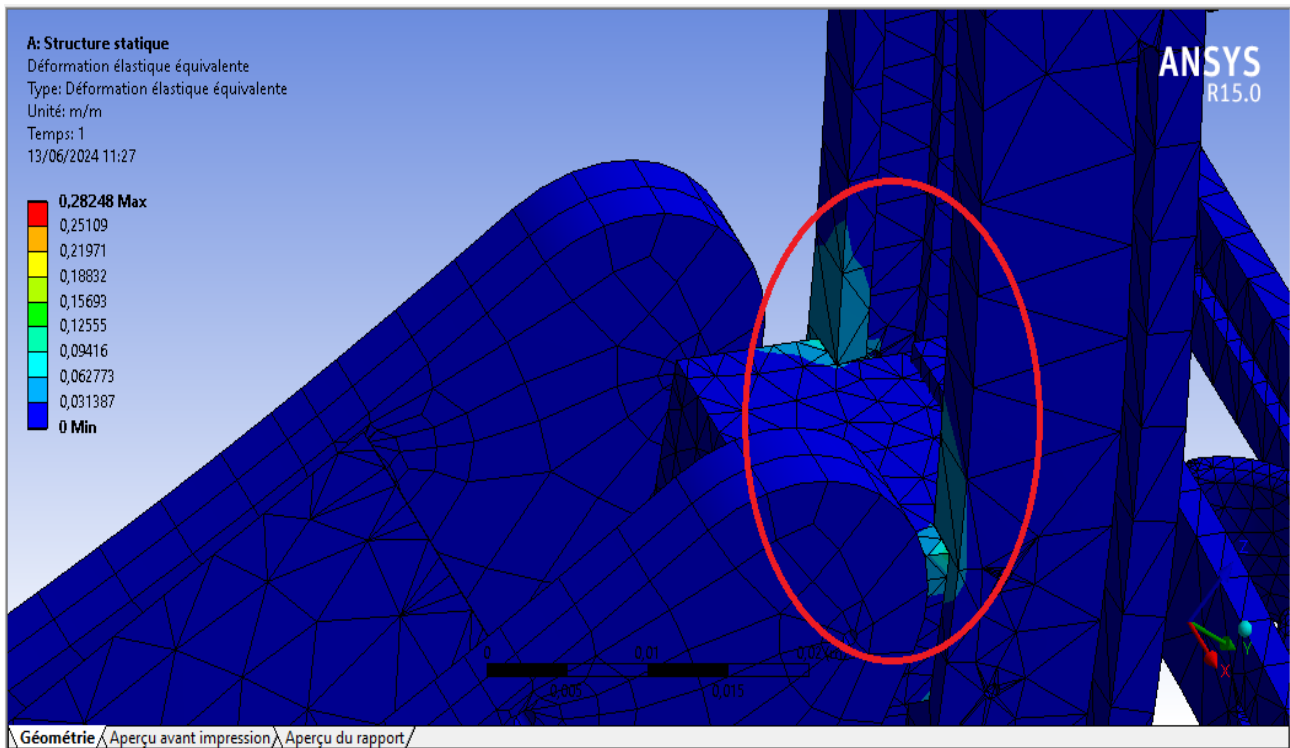
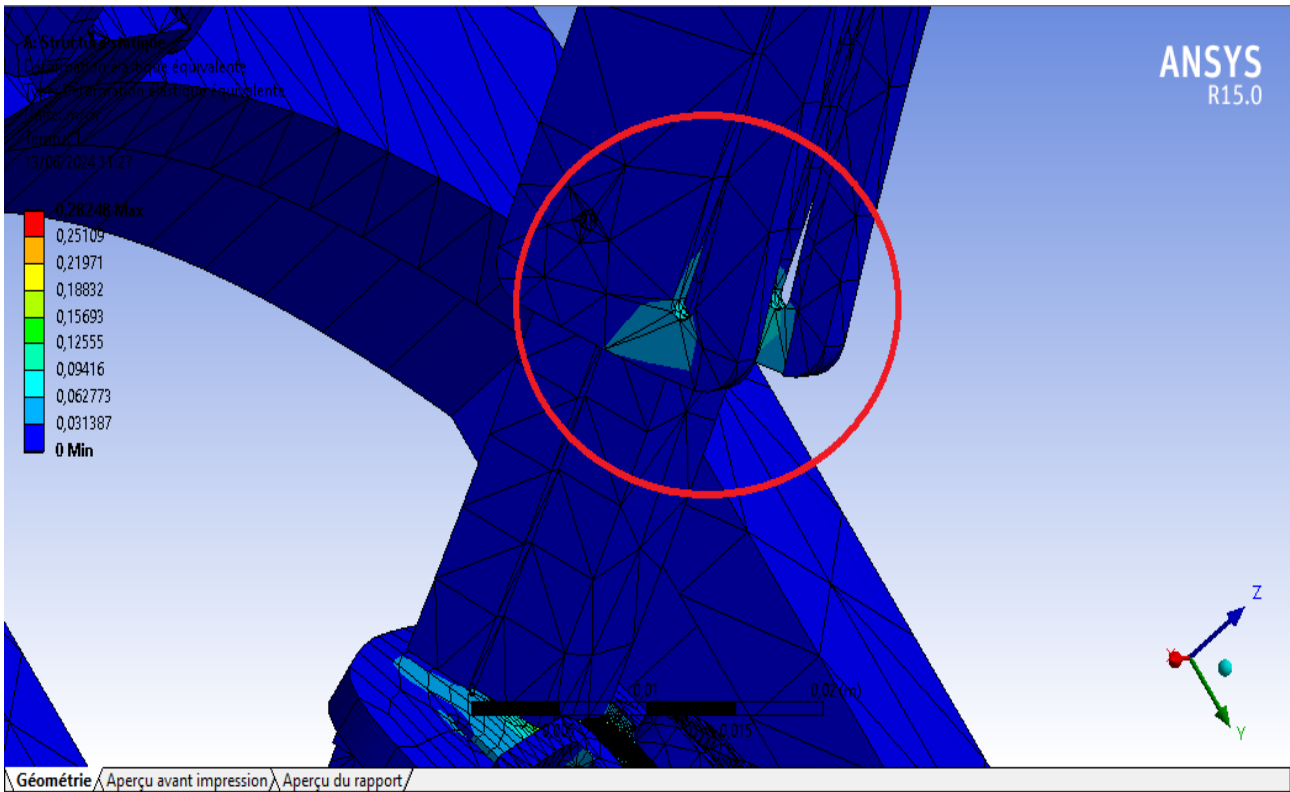


Figure 4.123 Résulta de Déformation élastique

Figure 4.124 Résulta de Déformation élastique

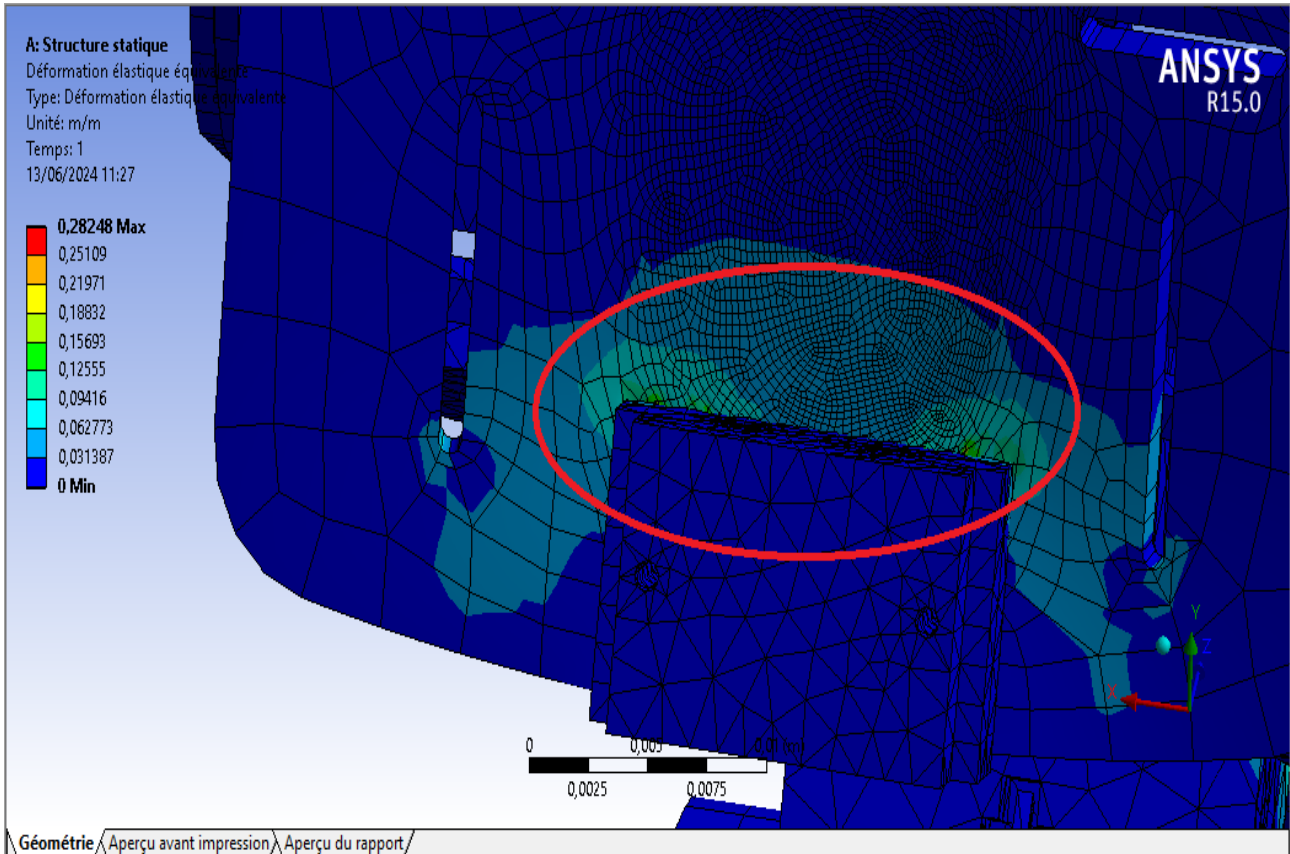


Figure 4.125 Résultats de Déformation élastique

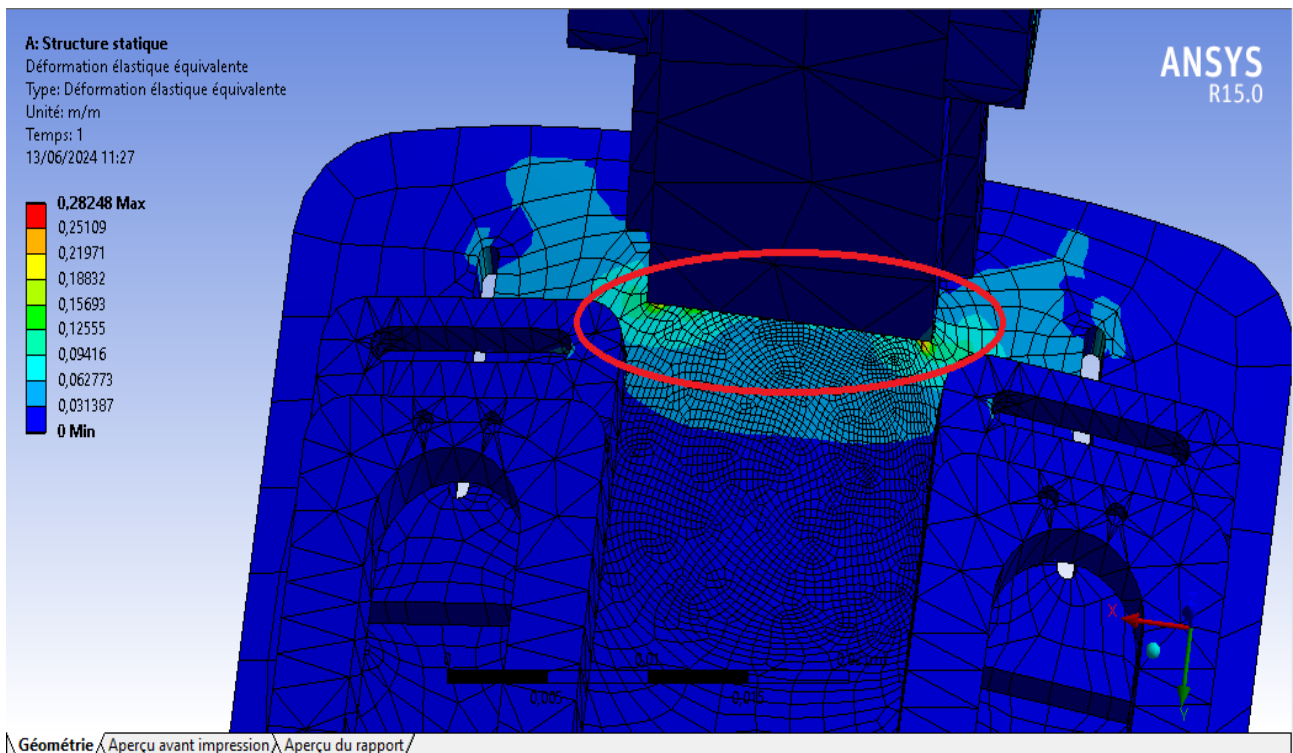


Figure 4.126 Résultats de Déformation élastique

La déformation varie désormais de 0 à 0,28248, avec les plus grandes déformations localisées dans la zone entourée en rouge. Les couleurs plus claires (orange à rouge) indiquent des déformations élevées, tandis que les couleurs sombres (bleu à vert) montrent des déformations faibles de ces Figure 4.123 et Figure 4.124 et Figure 4.125 et Figure 4.126.

4.6.2 Partie 03 : Comparaissent

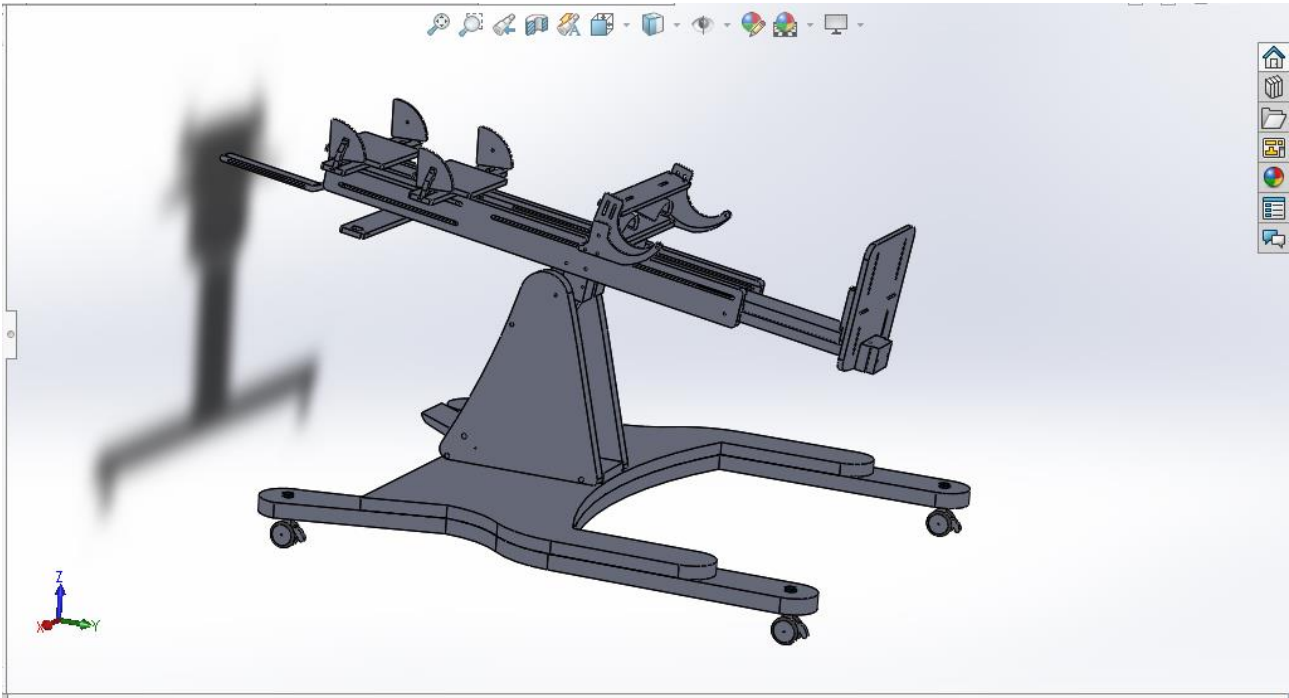


Figure 4.127 V-D Cat 2 de l'ongle de 170°



Figure 4.128 V-D Cat 2 de l'angle de 45°

La première image montre un angle de 170 degrés de (Figure 4.127) tandis que la deuxième représente un angle de 45 degrés de (Figure 4.128). Le verticalisateur à 170 degrés offre une inclinaison quasi-horizontale, limitant l'alignement naturel du corps, ce qui peut provoquer une tension excessive sur la colonne vertébrale et les muscles du dos. En revanche, le verticalisateur à 45 degrés maintient une posture plus verticale, alignant mieux le corps de l'enfant et réduisant les risques de déformations ou de tensions musculaires. Pour un enfant handicapé, la position à 45 degrés est préférable car elle assure une meilleure stabilité et un soutien ergonomique plus approprié. Cette posture aide à promouvoir une meilleure circulation sanguine et à prévenir les escarres, courantes chez les enfants ayant une mobilité réduite. De plus, cette position facilite les soins et les interactions avec l'enfant, améliorant ainsi sa qualité de vie. En conclusion, le verticalisateur à 45 degrés est le choix optimal pour offrir un soutien sûr et confortable, essentiel pour les enfants handicapés.

4.7 CONCLUSION :

Ce chapitre a présenté une étude approfondie et la conception d'un verticalisateur ventrale-dorsale Cat 2, en utilisant les outils de CAO, notamment SolidWorks et Ansys Workbench 15.0. Nous avons commencé par définir la conception assistée par ordinateur (CAO) et son domaine d'application, puis nous avons détaillé les fonctionnalités et les applications spécifiques de SolidWorks. Le module de simulation Ansys Workbench 15.0 a été également exploré, montrant son utilité dans la conception et l'analyse de modèles complexes. Ensuite, nous avons examiné les caractéristiques des différents matériaux utilisés dans la conception du verticalisateur ventrale-dorsale Cat 2, ainsi que les étapes de conception et d'assemblage de ce dispositif. La simulation de ce verticalisateur a été réalisée en suivant une série d'étapes méthodiques, permettant de comparer deux configurations principales : une à 170 degrés et l'autre à 45 degrés. La comparaison finale a révélé que le verticalisateur incliné à 45 degrés est le choix le plus approprié pour un enfant handicapé, grâce à sa meilleure stabilité, son soutien ergonomique optimal, et sa capacité à minimiser les risques de tensions musculaires et de déformations corporelles. Ainsi, ce choix améliore significativement la

CHAPITRE 04 : ÉTUDE ET CONCEPTION DU V-D CAT 2

qualité de vie et le bien-être de l'enfant, confirmant l'importance de la conception et de l'analyse précises réalisées dans ce chapitre.

Conclusion générale

Ce mémoire de ce projet a fourni une analyse exhaustive des défis posés par la paralysie cérébrale chez les enfants, en soulignant l'importance des dispositifs de rééducation adaptés. La paralysie cérébrale entraîne des insuffisances motrices importantes, rendant nécessaire l'utilisation de solutions innovantes pour améliorer la qualité de vie des jeunes patients. On a détaillé le processus de conception, d'étude et de simulation de ce verticalisateur, en utilisant des outils de conception assistée par ordinateur (CAO) tels que SolidWorks et Ansys Workbench 15.0. Ces outils nous ont permis de réaliser des simulations précises, garantissant ainsi la sécurité et l'efficacité du dispositif. Une partie essentielle de cette étude a été la comparaison entre les configurations du verticalisateur à 170 degrés et à 45 degrés. Les résultats ont clairement démontré que l'angle de 45 degrés est le choix le plus approprié pour les enfants atteints de paralysie cérébrale. Cette configuration assure une meilleure stabilité, réduit les tensions musculaires et les risques de déformations corporelles, tout en favorisant une meilleure circulation sanguine et en offrant un confort accru durant les séances de rééducation. Le développement local de ce verticalisateur est désormais possible, car toutes les caractéristiques nécessaires ont été étudiées, conçues et simulées. Cela signifie que cet équipement peut être fabriqué et acheté en Algérie, offrant ainsi une solution accessible et économique pour les enfants handicapés dans le pays. En conclusion, ce travail représente une avancée significative dans la conception d'un dispositif essentiel pour la rééducation pédiatrique. Le choix d'un angle de 45 degrés pour le verticalisateur ventrale-dorsale Catégorie 2 s'avère être le plus adapté pour offrir un soutien efficace et améliorer la qualité de vie des enfants atteints de paralysie cérébrale. Notre étude ouvre la voie à la réalisation de cet équipement dans le cadre d'un projet de fin d'étude pour répondre aux besoins des enfants handicapés en Algérie, offrant une alternative accessible pour notre industrie locale afin de réduire l'importations dans un premier temps.

Références bibliographie

- [1] Anderson Fabian Mosquera Varela, Approche territoriale d'une gestion dynamique et multidimensionnelle de l'orientation des personnes en situation de handicap : d'une orientation handicap-établissement à une orientation besoins-prestations (Thèse de doctorat en Infomath), Lyon, Université de Lyon, 2019.
- [2] Cliniques universitaires Saint-Luc Avenue Hippocrate 10 1200 Bruxelles Belgique.
- [3] Organisation Mondiale de la Santé – International Classification of adult underweight, overweight and obesity according to BMI – Dernière visite le 5 Mai 2014 – http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html
- [4] Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Ressources naturelles Canada, 2014.
- [5] Leclercq, C. (2013). Chirurgie du membre supérieur de l'enfant IMC. Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement, 34(3), 97-102. [5]
- [6] Jover, M., Ducrot, S., Huau, A., Bellocchi, S., Brun-Henin, F., & Mancini, J. (2013). Les troubles moteurs chez les enfants dyslexiques : Revue de travaux et perspectives. *Enfance*, 4(4), 323-347.
- [7] Weisnagel, S. J., & Prud'homme, D. Un examen proportionnel à l'IMC.[7]
- [8] Foroudi, P., Dinnie, K., Kitchen, P. J., Melewar, T. C., & Foroudi, M. M. (2017). IMC antecedents and the consequences of planned brand identity in higher education. *European Journal of Marketing*, 51(3), 528-550.
- [9] Escoffier, S. (2002). Caractérisation expérimentale du comportement hydromécanique des argilites de Meuse/Haute-Marne (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine).
- [10] Girardot, F., & Bérard, C. (2005). Apport de l'Évaluation Motrice Fonctionnelle Globale chez l'enfant infirme moteur cérébral. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement*, 26(4), 139-146.[10]
- [11] Yelnik, A. P., Bonan, I. V., Simon, O., & Gellez-Leman, M. C. (2008). Rééducation après accident vasculaire cérébral. *EMC-Neurologie*, 5(3), 1-15.
- [12] Gadri, H., & Oualmi, L. (2016). Étude et conception d'un verticalisateur médical de type MOTILO (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou).[12]
- [13] AMIEL-TISON C., L'infirmité motrice d'origine cérébrale, Masson. (2004) Paris, 2^eed., 88 p., 92 p., 95 p., 256-260 p. [13]

REFERNECE BIBLIOGRAPHIE

[14] Zhang, W., Li, D., Li, G., & Gao, W. (2023). Lightweight super resolution network for point cloud geometry compression. arXiv preprint arXiv:2311.00970.[14]

[15] <https://tm-medical.fr>

[16] 2024 rise Medical SUNRISE MEDICAL SAS | ZAC De La Vrillonnerie, 17 Rue Michaël Faraday – 37170 CHAMBRAY-LES-TOURS.

[17] Durey, A. (2001). Impact de la CAO sur la définition des contenus d'enseignement en génie électronique. SÉMINAIRE DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES TECHNOLOGIQUES CACHAN—1995-1996, 33.

[18] Kurowski, P. (2013). Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2013. SDC publications.

[19] Chen, X., & Liu, Y. (2018). Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench. CRC press

REFERNECE BIBLIOGRAPHIE
