



Mémoire Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Filière : Génie Mécanique – Conception Mécanique et Innovation

Sous le Thème

ANALYSE DE MONTABILITE DES SIEGES AR
(MEP+SIMULATION) DANS UNE LIGNE MONTAGE
VEHICULES

Réalisé au sein d'ALTRAN Engineering sur le projet X5 de STELLANTIS



Soutenu le 13/07/2021, par :

Ahmed LAMINE

Jury :

- Pr. M. BELATIK (FSTF)
- Pr. A. JABRI (FSTF)
- Pr. M. EL MAJDOUBI (FSTF)

Encadré par :

- Pr. M. BELATIK (FSTF)
- Mr. A. JAOUJANE (ALTRAN)
- Mr. T. CHADDOU (ALTRAN)

Année Universitaire : 2020/2021

Dédicaces

*A ma chère Maman, pour ses sacrifices, son amour, sa tendresse, son soutien et ses prières
tout au long de ma vie.*

A ma femme qui m'a soutenu et encouragé dans toutes les étapes de ce projet.

A mes chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

Qu'Allah vous protège

Remerciement

Je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce rapport.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

*Je tiens à remercier vivement mes encadrants industriel, **M Ayoub JAOUJANE** le chef d'équipe et **M Tarik CHADDOU** le pilote technique, pour m'avoir donné l'opportunité de passer mon stage PFE au sein de la société ALTRAN part of CAPGEMINI, pour leur accueil ainsi que pour leurs précieux conseils et leurs idées qui m'ont été d'une aide précieuse, Le projet qu'ils m'ont confié m'a permis d'acquérir des connaissances et des compétences qui sont un atout important dans ma carrière.*

*Je tiens aussi à remercier vivement mon encadrant pédagogique et mon professeur à la F.S.T de Fès, **M Mourad BELATIK** pour ses remarques pertinentes son amabilité et sa disponibilité tout au long de cette période de stage.*

*Mes remerciements s'adressent également à **Mme Aziza KELLATI** spécialiste de l'équipe, pour son temps, son aide, et ses conseils précis sur tout ce qui est relatif au métier.*

Enfin, Je tiens à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.

Résumé

Le projet consiste à analyser la faisabilité de montage des sièges AR d'un nouveau projet véhicule X5 du client STELLANTIS dans une ligne de montage véhicules à Mulhouse en France. L'étude réalisée sera détaillée en trois parties : D'abord, l'étude de faisabilité de la prise des sièges du véhicule X5. Ensuite, l'analyse de la faisabilité de l'introduction de ces sièges dans le véhicule. Finalement le repose des sièges et le retrait de manipulateur.

L'adaptation des moyens qui existent au sein de l'usine pour réaliser les trois phases du montage des sièges était non faisable dans un premier temps. Par contre, après la proposition de quelques modifications sur ces moyens, nous avons pu réaliser cette faisabilité et réduire les coûts de montage.

Abstract

The project consists of analyzing the feasibility of fitting the rear seats of a new vehicle project X5, for the customer STELLANTIS in a vehicle assembly line in Mulhouse, France. The study carried out will be detailed in three parts: First of all, the feasibility study for the seating of the X5 vehicle. Then, the analysis of the feasibility of the introduction of these seats in the vehicle. Finally, the seats fitting and removing the manipulator.

The adaptation of the means that exist within the factory to carry out the three phases of the assembly of the seats was not feasible at first. On the other hand, after the proposal of some modifications on these means, we were able to realize this feasibility and reduce the assembly costs.

ملخص

يتطرق هذا المشروع الى تحليل جدوى تركيب المقاعد الخلفية لمشروع مركبة جديد اكس 5, لصالح الزبون الاستراتيجي "ستيلانتس". وذلك في خط تجميع المركبات في مصنع "مولوز" بالشمال الشرقي لفرنسا. الدراسة المنجزة ستفصل في ثلاث اجزاء: اولاً، دراسة جدوى وامكانية اخذ مقاعد المركبة اكس 5 بواسطة اداة التجميع. ثم دراسة جدوى ادخال المقاعد داخل المركبة. واخيراً دراسة الجدوى التقنية لوضع المقاعد في مكانها واخراج الاداة.

في بداية المشروع لم يكن تكييف ادوات التجميع الموجودة سلفاً بالمصنع مع المراحل الثلاث للمشروع الجديد بالأمر الهين. لكن وبعد اقتراح تعديلات تقنية وتنفيذها تحقق الامر وتم تخفيض تكاليف التجميع، وتجنب الشركة خسائر كبيرة.

Table des matières

Remerciement	4
Résumé	5
Abstract	5
ملخص	6
Liste des figures	10
Liste des tableaux	13
Tableau des abréviations	14
Introduction générale	15
 Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil et contexte général du projet	
1.1. Présentation de l'entreprise :	17
1.1.1. Aperçu sur l'entreprise	17
1.1.2. Implantation ALTRAN Part of CAPGEMINI	17
1.1.3. Historique :	18
1.1.4. Les principaux secteurs de Groupe :	18
1.1.5. L'industrie automobile au sein du Groupe ALTRAN :	19
1.2. ALTRAN Maroc :	20
1.2.1. Fiche signalétique Altran Maroc :	21
1.2.2. Partenariat avec STELLANTIS :	21
1.2.3. Organigramme de l'entreprise :	22
1.2.4. Organigramme de la direction mécanique :	22
1.3. La fabrication automobile à STELLANTIS :	23
1.3.1. Cycle de vie d'un projet véhicule de STELLANTIS :	23
1.3.2. Les composants d'un véhicule :	23
1.3.3. Etapes de fabrication automobile à STELLANTIS :	24
1.4. Conclusion :	27
 Chapitre 2 : Définition du projet et analyse de l'existant	
2.1. Présentation du projet :	29
2.1.1. Cahier de charge :	29
2.1.2. Charte de projet :	30
2.1.3. L'analyse QQQQCP :	31
2.1.4. Description de la méthodologie de l'analyse de montage numérique :	32
2.1.5. Démarche du projet :	34

2.1.6. Planning du travail :	35
2.2. Les outils de travail.....	36
2.2.1. L'outil Catia V5/V6	36
2.2.2. L'outil 3DCOM	36
2.2.3. L'outil PLM	36
2.3. Conclusion	37

Chapitre 3 : Analyse de la faisabilité de la prise des sièges AR du projet véhicule X5

3.1. Introduction.....	39
3.2. L'étude technique de la faisabilité de la prise des sièges AR pour le projet véhicule X5.....	39
3.2.1. Création de l'environnement de la phase de la prise.....	40
3.2.2. Etude comparative et vérification de la compatibilité du moyen avec le véhicule vie-projet X5 et le véhicule vie-série X001 au sein de l'usine Mulhouse :	41
3.2.3. Analyse du positionnement du manipulateur de montage par rapport aux sièges AR des projets véhicule X5/X001	42
3.2.4. Etude et analyse de positionnement du manipulateur sur les sièges arrière du véhicule vie-projet X5 :	46
3.2.5. Calcul de la structure du manipulateur Mulhouse sous Catia :	49
3.2.6. Plan d'actions et solutions proposées pour annuler le risque trouver dans la phase de la prise des sièges du véhicule vie-projet X5 :	54
Matériau pour une poutre de section rectangulaire.....	56
3.2.7. Calcul de la structure des mors du manipulateur Mulhouse après la modification d'épaisseur : ..	59
3.2.8. Etude de l'impact de cette proposition sur la prise des sièges du véhicule vie-série X001 :	62
3.2.9. La simulation des trajectoires du manipulateur dans la phase de la prise :	64
3.3. Conclusion :	65

Chapitre 4 : Analyse de faisabilité de l'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-projet X5

4.1. Introduction	67
4.2. L'étude technique de la faisabilité de l'introduction des sièges AR :	67
4.2.1. Création de l'environnement numérique de la phase de l'introduction des sièges AR :	67
4.2.2. Création du volume de garde :	68
4.2.3. Vérification de l'introduction des sièges AR du véhicule vie-série X001 par le manipulateur de montage à L'usine Mulhouse :	71
4.2.4. Etude de la faisabilité technique de l'introduction des sièges AR dans le projet véhicule X5 :	72
4.3. Conclusion :	73

Chapitre 5 : Mise en place des sièges AR de projet véhicule X5 et le retrait du manipulateur de montage

5.1. L'étude technique de la faisabilité de la MEP des sièges AR à l'intérieur des véhicules X001 et X5 :	75
5.1.1. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-série X001 :	75
5.1.2. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-projet X5 :	76
5.2. Plan d'actions et solutions techniques proposée pour éviter l'interférence entre les pinces de serrage de manipulateur et le pavillon de véhicule vie-projet X5 :	77
5.2.1. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-série X5, après les modifications :	78
5.2.2. Analyse de faisabilité de retrait du manipulateur :	79
5.3. Conclusion :	81
5.4. Bref étude économique :	81
5.4.1. Bénéfices bruts :	81
5.4.2. Bénéfices nets :	81
Conclusion générale	83
Bibliographie	84
Webographie	84
Annexes	85

Liste des figures

Figure 1: Implantation du Groupe Altran part of Capgemini.	17
Figure 2: Historique de l'entreprise	18
Figure 3: Secteurs industriels d'Altran	18
Figure 4: Le pourcentage de la rentabilité de chaque secteur	19
Figure 5: Localisation de Capgemini Maroc	20
Figure 6: Organigramme de Capgemini Maroc	22
Figure 7: L'organigramme de la direction mécanique	22
Figure 8: Cycle de vie d'un projet véhicule chez STELLANTIS	23
Figure 9: Vue éclatée des éléments du véhicule PEUGEOT 307	23
Figure 10: processus de fabrication des véhicules automobile	24
Figure 11: Processus d'emboutissage	25
Figure 12: Processus de ferrage	25
Figure 13: Processus de peinture	26
Figure 14: Processus de montage	26
Figure 15: Synoptique cible de montage chez STELLANTIS	27
Figure 16: Logigramme d'une étude de faisabilité.	32
Figure 17: Les étapes de la création de l'environnement	33
Figure 18: Démarche DMAIC	34
Figure 19: Les taches du projet	35
Figure 20: Diagramme de GANTT	35
Figure 21: Plateforme PLM	37
Figure 22: les interactions entre les outils du travail	37
Figure 23: Ligne du montage véhicule dans l'usine STELLANTIS à Mulhouse.	39
Figure 24: Manipulateur Mulhouse	40
Figure 25: les sièges AR du projet véhicule X5	40
Figure 26: Palette livraison des sièges arrière	40
Figure 27: Vue 3D des sièges AR du véhicule X001 sur Catia V5	41
Figure 28: La longueur et la hauteur des sièges AR pour X5 et X001	41
Figure 29: Etude comparative des produits vie-série et vie-projet	42
Figure 30: Les parties principales du manipulateur	43
Figure 31: Les mors	43
Figure 32: Les pinces de serrage	43
Figure 33: Positionnement du moyen sur les sièges arrière du véhicule X001	44
Figure 34: Vue 3D du positionnement des mors du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 avec les sections effectuées sous PLM	44
Figure 35: Les sections 2D effectuée au niveau des mors du manipulateur de montage	45
Figure 36: Vue 3D du positionnement des pinces de serrage du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 avec les sections effectuées sous PLM	45
Figure 37: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage	46
Figure 38: Les sièges AR du véhicule X5 en position livraison sur la palette livraison dans Catia V6	46
Figure 39: Positionnement du moyen sur les sièges arrière du véhicule X5	47
Figure 40: Vue 3D du positionnement du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X5 avec les sections effectuées sous PLM	47
Figure 41: Les sections 2D effectuée au niveau des mors du manipulateur de montage positionner sur les sièges X5	48
Figure 42: Simulation de la prise des sièges AR	48

Figure 43: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage positionner sur les sièges X5	48
Figure 44: Zone où les fibres sont tendues	49
Figure 45: Zone où les fibres sont comprimées	49
Figure 46: Vue 3D du mors du manipulateur	50
Figure 47: vue de droit du mors du manipulateur	50
Figure 48: Affectation du matériau	51
Figure 49: Maillage de la structure	51
Figure 50: Fixation de la structur	52
Figure 51: Le poids des sièges AR X5	52
Figure 52: Chargement	52
Figure 53: Lancement du calcul	52
Figure 54: Déformation des mors	53
Figure 55: Déplacements totale	53
Figure 56: Déplacement maximale	53
Figure 57: les contraintes de Von-Misses	54
Figure 58: la contrainte maximale	54
Figure 59: Nouvel angle d'ouverture du manipulateur de montage au sein de l'usine Mulhouse	55
Figure 60: Critères pour limiter le choix des matériaux	57
Figure 61: Familles des matériaux générés	57
Figure 62: choix de matérieaux sous CES Edupack	58
Figure 63: Décalage des surfaces de 2 mm	58
Figure 64: La forme finale de la pièce surfacique	59
Figure 65: Vue 3D de nouveau mors du manipulateur	59
Figure 66: Nouveau déformation	60
Figure 67: Nouveaux déplacements	60
Figure 68: Nouveau déplacement maximal	60
Figure 69: les nouvelles contraintes de Von-Mises	61
Figure 70: Nouvelle contrainte de Von-Mises	61
Figure 71: Sections A, B, et C au niveau des mors du manipulateur après la modification d'angle	62
Figure 72: Sections D, E au niveau des pinces du manipulateur après la modification d'angle d'ouverture	62
Figure 73: Repositionnement du manipulateur sur les sièges du véhicule X001	62
Figure 74: Vue 3D du manipulateur positionné sur les sièges vie-série après la proposition effectuée avec les sections réalisée sous PLM	63
Figure 75: Sections A, B, et C au niveau des mors après la modification d'angle d'ouverture du	63
Figure 76: Vue 3D du positionnement des pinces de serrage du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 après la solution proposée avec les sections effectuée sous PLM	63
Figure 77: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage après la modification d'angle d'ouverture du manipulateur	64
Figure 78: Simulation de la prise des sièges AR du véhicule vie-projet X5	64
Figure 79: L'environnement numérique réalisé pour la phase de l'introduction des sièges AR dans les véhicules X5 et X001 sous PLM	68
Figure 80: Côté habitacle sous Catia V6	68
Figure 81: Position de PDD dans l'arborescence de montage dans Catia V6	69
Figure 82: Position de 3DD dans l'arborescence de montage dans Catia V6	69
Figure 83: L'extraction des courbes	69
Figure 84: Extraction des surfaces	70
Figure 85: Volume de sécurité des deux véhicules X001 et X5	70
Figure 86: L'introduction des sièges AR de véhicule vie-série X001	71
Figure 87: Le volume balayé par les sièges AR de la véhicule X001 dans la phase de l'intro	71

Figure 88: L'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-projet X5	72
Figure 89: Les détails de la figure	72
Figure 90: Simulation des trajectoires des sièges AR dans la phase de l'intro	73
Figure 91: Dépose des sièges AR à l'habitacle du véhicule vie-série X001	75
Figure 92: Vue en perspective de la dépose des sièges AR X001	76
Figure 93: Dépose des sièges AR du projet véhicule X5	76
Figure 94: Interférence entre les pinces de serrage et le pavillon du projet véhicule X5	77
Figure 95: Accouplement bague d'arrêt	78
Figure 96: Dépose des sièges AR après les modifications	78
Figure 97: les distances entre le manipulateur et l'habitacle	79
Figure 98: Retrait de manipulateur de montage	79
Figure 99: Détail A	80
Figure 100: Détail B	80
Figure 101: Détail C	80

Liste des tableaux

Tableau 1: fiche signalétique d'Altran Maroc _____	21
Tableau 2: Nomenclature des différents constituants du véhicule PEUGEOT 307 _____	24
Tableau 3: La charte de projet _____	30
Tableau 4: L'analyse QQQQCP _____	32
Tableau 5: Les propriétés du matériau utilisé _____	51
Tableau 6: les bénéfices bruts _____	81
Tableau 7: L'estimation des charges imposées à l'entreprise (Activité faisabilité Produit/Process) _____	82

Tableau des abréviations

PLM	PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT
MEP	Mise En Place
PSN	Product système numérique
CATIA	Computer Aided Three-dimensional Interactive Application.
AR	Arière

Introduction générale

Face à la concurrence accrue que caractérise le domaine automobile, CAPGEMI Maroc travaille en grande partie avec son client fondamental et stratégique STELLANTIS, c'est dans le cadre de cette collaboration que s'inscrit ce projet à savoir l'étude de la faisabilité du montage des sièges AR pour introduire un nouveau véhicule X5 dans le site de STELLANTIS à Mulhouse en France.

Pour satisfaire les attentes des clients, les industriels sont contraints à proposer des produits de plus en plus personnalisés en multipliant les options et les fonctionnalités. Tout en tenant compte des innovations technologiques, cela entraîne une diversité de plus en plus importante. Assurer cette diversité, entraîne des variations importantes au niveau des moyens des postes de travail. L'intégration du PLM est devenue une nécessité pour garantir la gestion collaborative entre les différentes parties prenantes d'un projet en automobile.

Grâce à l'environnement PLM intégré, il sera possible d'inclure de nouvelles fonctions au sein de l'entreprise, tout en partageant très tôt des idées de conception au sein des équipes étendues.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude. En effet, lors du lancement d'un véhicule dans l'industrie automobile, il est nécessaire de mettre à l'épreuve sa montabilité en série. Autrement dit, il faut étudier la faisabilité des postes au niveau des moyens de montage déjà existants à fabriquer le nouveau véhicule.

Ce travail est réalisé au sein de la société Altran Maroc pour le compte de son client STELLANTIS. L'objectif de ce stage est d'étudier la faisabilité de montage des sièges arrière du nouveau véhicule X5.

Pour ce faire, le présent travail sera divisé cinq grands chapitres :

- ✚ Les deux premiers chapitres comprendront un aperçu sur le contexte général du projet.
- ✚ Les trois derniers chapitres comporteront l'étude technique de la faisabilité des trois phases : la prise, l'introduction et la mise en place des sièges AR du véhicule X5.
- ✚ Une conclusion résumant le travail clôturera ce rapport

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil et contexte général du projet.

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter l'entreprise d'accueil en deux parties. Dans la 1ère partie, nous abordons une présentation générale du groupe Altran ainsi que Altran Maroc, ses clients prestigieux et ses domaines d'activités...La 2ème porte sur la description du processus de fabrication d'automobile, en mettant l'accent sur l'atelier de montage.

1.1. Présentation de l'entreprise :

1.1.1. Aperçu sur l'entreprise

Le groupe Altran est une partie de CAPGEMINI un leader mondial du conseil en innovation et ingénierie avancée, Altran propose à ses clients d'innover autrement en les aidant à développer ou en développant pour eux les produits et les services de demain. La Groupe les accompagne sur l'intégralité de la chaîne de valeur du cycle de vie d'un projet, de l'idée à l'industrialisation. Altran intervient depuis plus de 30ans auprès des grands acteurs de nombreux secteurs : automobile ; aéronautique ; spatial, défense et naval ; ferroviaire ; énergie ; industriel et électronique ; sciences de la vie ; télécoms et médias ; logiciel ; finance et secteur public.

1.1.2. Implantation ALTRAN Part of CAPGEMINI

D'envergure internationale, le groupe était présent dans plus de trentaines de pays dans le monde. En qualité de partenaire stratégique, il propose un accompagnement global des projets de ses clients tout en garantissant un niveau constant de service. Le Groupe est également très soucieux de conserver une dimension locale afin de permettre un accompagnement spécifique sur des marchés dédiés et de proximité.

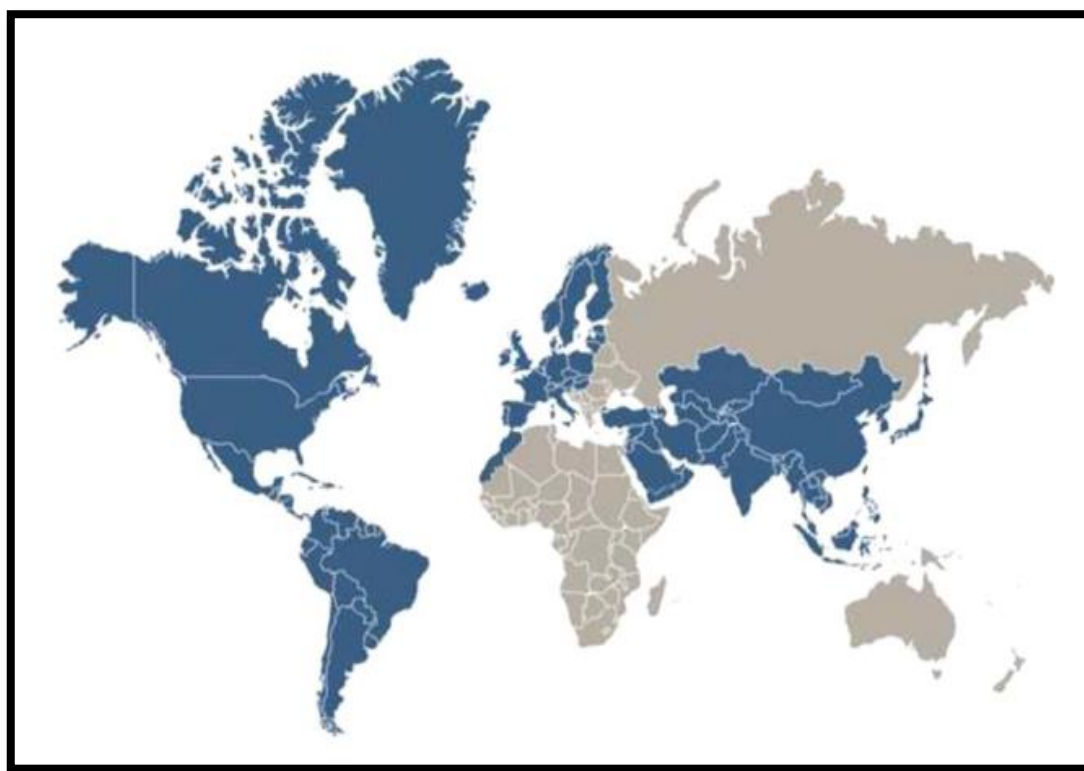


Figure 1: Implantation du Groupe Altran part of Capgemini.

1.1.3. Historique :

Depuis sa création en France en 1982 par Alexis Kniazeff et Hubert Martigny, Le groupe Altran a pu développer son savoir-faire ainsi que d'envergure son existence dans le monde entier pour être aujourd'hui le leader mondial dans son domaine d'activités à travers plusieurs étapes qui se résume essentiellement dans la figure suivante :

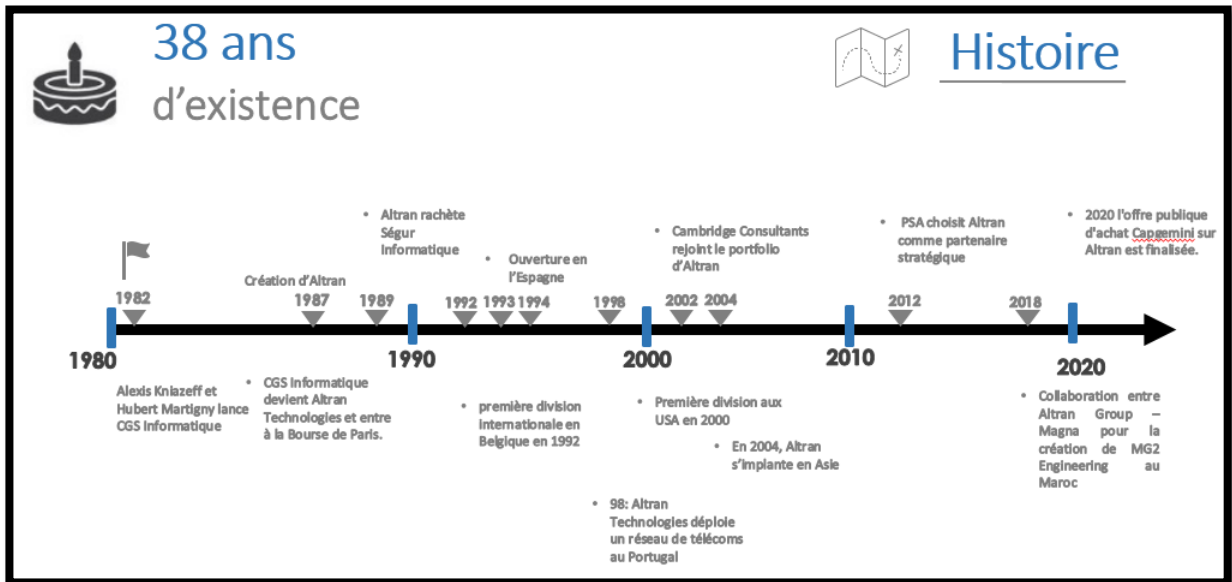


Figure 2: Historique de l'entreprise

1.1.4. Les principaux secteurs de Groupe :

- Secteur automobile : 10% du CA
- Secteur aérospatiale et défense : 19% du CA
- Finance : 10% du CA
- ...

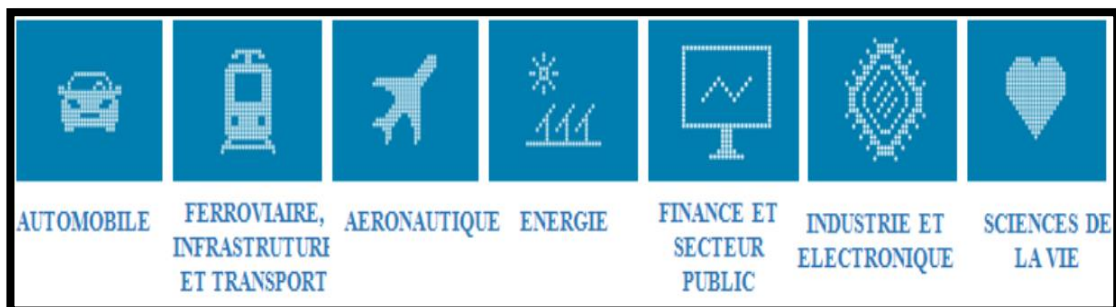


Figure 3: Secteurs industriels d'Altran

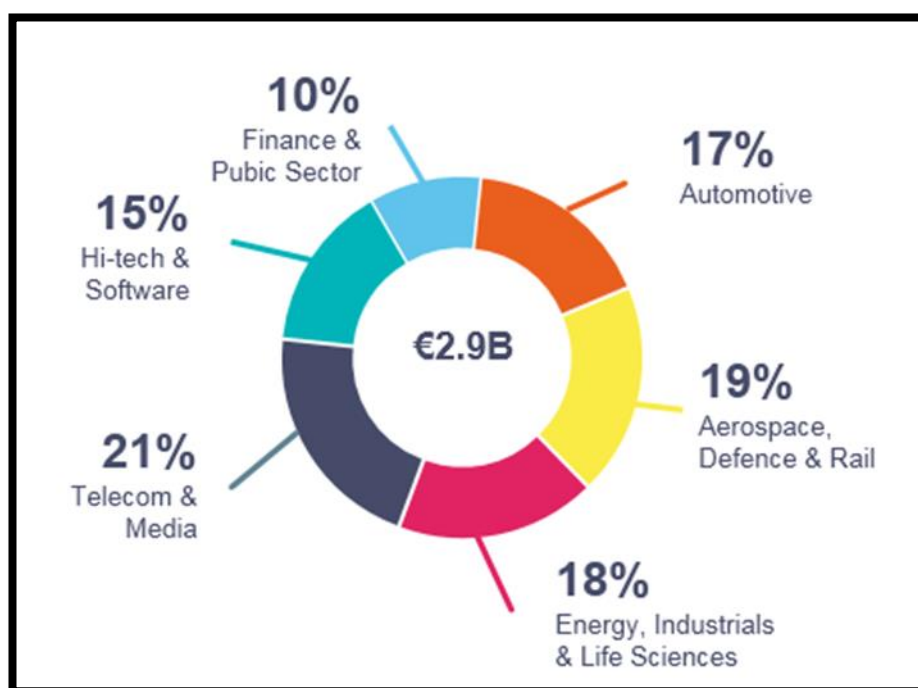


Figure 4: Le pourcentage de la rentabilité de chaque secteur

1.1.5. L'industrie automobile au sein du Groupe ALTRAN :

Les équipes automobiles d'ALTRAN sont présentes en Europe, Asie, Afrique et États-Unis pour aider les constructeurs, les équipementiers et les distributeurs à réaliser des transformations structurantes, fondées notamment sur la révolution digitale de l'outil industriel et logistique, de la relation clients ainsi que sur l'organisation, la gouvernance et la rupture culturelle induite par ces mutations.

Nos interventions adressent des enjeux à forte valeur ajoutée : nouveaux business modèles, innovation, augmentation de la valeur client, accroissement de la compétitivité mais aussi définition de nouveaux modes de collaboration tant au sein de l'entreprise qu'avec l'environnement de nos clients.

Pour ce faire, nos consultants travaillent en réseau, capitalisent sur les actifs du Groupe et associent l'expertise technologique des autres métiers de Capgemini.

1.2. ALTRAN Maroc :

A travers son implantation au Maroc, ALTRAN a disposé une plateforme Near shore afin d'accompagner le développement international du groupe dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et du transport. Il s'agit en effet d'accompagnement des clients Altran dans leur stratégie d'innovation, d'optimisation de coût et d'internationalisation. L'entité marocaine a également pour ambition d'être un acteur de proximité au service des grands comptes clients d'Altran installés sur le territoire national. Dans le cadre de la stratégie « Émergence » lancé par le gouvernement marocain, de nombreuses sociétés étrangères, et à fort développement, s'y sont installées. Capgemini Engineering (Altran Maroc auparavant) s'intéresse notamment à celles évoluant dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et de l'énergie renouvelable. Enfin, Capgemini Engineering s'appuie sur la stratégie offshoring mise en place par le gouvernement marocain offrant des avantages optimisant fortement la composante compétence / coût (spécialisation des parcours supérieurs dans les métiers de l'offshoring, plans de formation, attractivité des salaires, fiscalité, ...).



Figure 5: Localisation de Capgemini Maroc

1.2.1. Fiche signalétique Altran Maroc :

La fiche signalétique donnée par le tableau 1 regroupe quelques informations pratiques sur l'organisme :

Tableau 1: fiche signalétique d'Altran Maroc

NOM DE L'ENTREPRISE	ALTRAN MAROC
Date de création	2013
Forme juridique	Société à Responsabilité Limitée à Associé Unique
Dirigeant	Idriss LAASRI
Client principal	Le groupe STELLANTIS
Capital	2 000 000 DHS en 2017
Industries principales	Automobile, Infrastructure et Transport, Aéronautique
Nombre de collaborateurs	Plus de 2000 collaborateurs en 2020.
Solutions principales	Intelligent System - Ingénierie mécanique
Adresse / Tel	Shore 17; Nearshore, 1100 Bd Al Qods Quartier Sidi Maârouf, 20270 – Casablanca Tel: 05-29-01-51-01.

Intelligent System : nouvelle génération de systèmes embarqués et systèmes temps-réel, hautement connectés, avec une forte puissance de traitement, permettant d'exécuter des applications complexes.

Ingénierie mécanique : l'analyse, la conception, la fabrication et la maintenance de systèmes différents. Cette solution nécessite une solide compréhension des concepts de base y compris la mécanique, thermodynamique, mécanique des fluides, sciences des matériaux et l'énergie.

1.2.2. Partenariat avec STELLANTIS :

Ce partenariat traduit des valeurs communes aux deux groupes ALTRAN Engineering et STELLANTIS : une définition similaire des mots challenge et ambition, un dynamisme, une volonté partagée de réussir en mettant les femmes et les hommes au centre de leurs activités. ALTRAN Engineering soutient STELLANTIS dans ses efforts quotidiens, en lui faisant bénéficier de son expérience acquise dans d'autres secteurs d'activité. Cette vision transversale des technologies, propre à ALTRAN Engineering, favorise l'émergence d'idées et de solutions nouvelles qui seront directement appliquées à la recherche de la performance et adaptées à la compétition automobile.

1.2.3. Organigramme de l'entreprise :

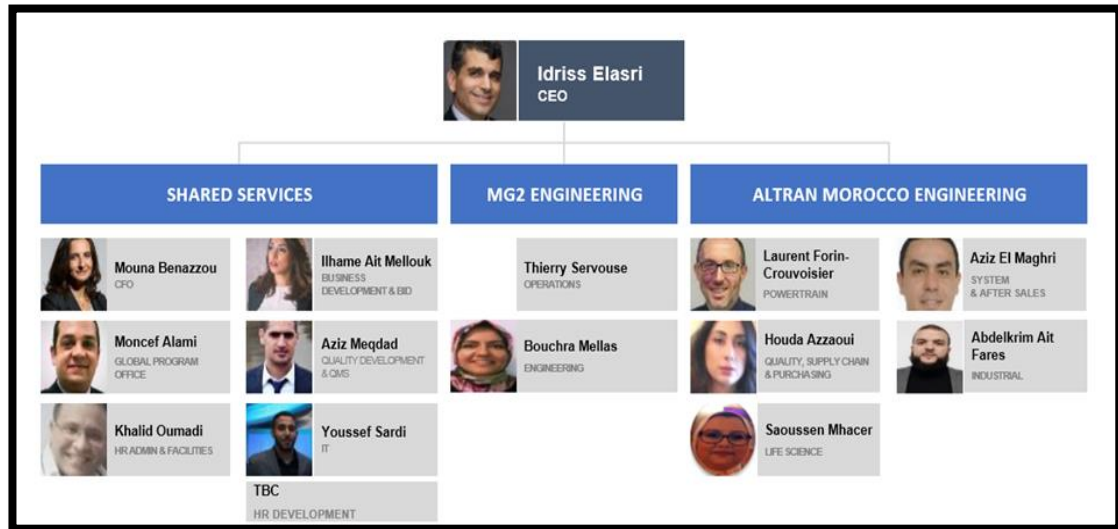


Figure 6: Organigramme de Capgemini Maroc

1.2.4. Organigramme de la direction mécanique :

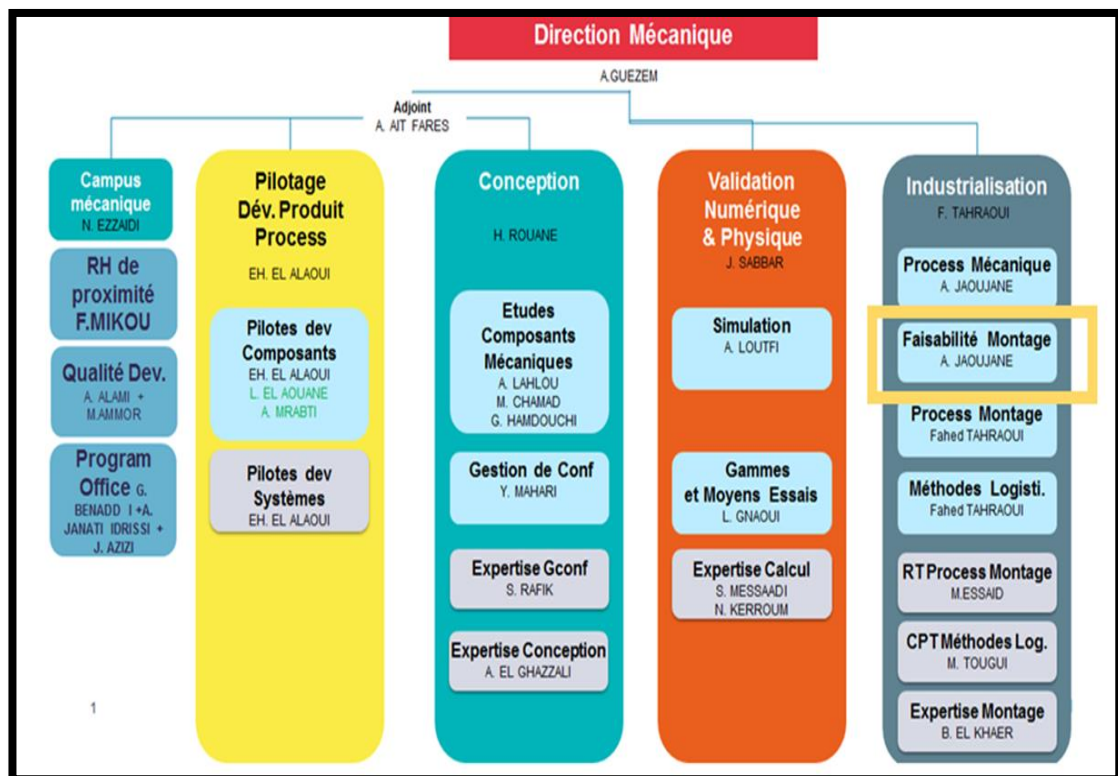


Figure 7: L'organigramme de la direction mécanique

1.3. La fabrication automobile à STELLANTIS :

1.3.1. Cycle de vie d'un projet véhicule de STELLANTIS :

Les véhicules et les organes de STELLANTIS suivent un cycle de vie allant de l'étude de nouveaux concepts de véhicules, jusqu'au désengagement sur leur réparabilité.

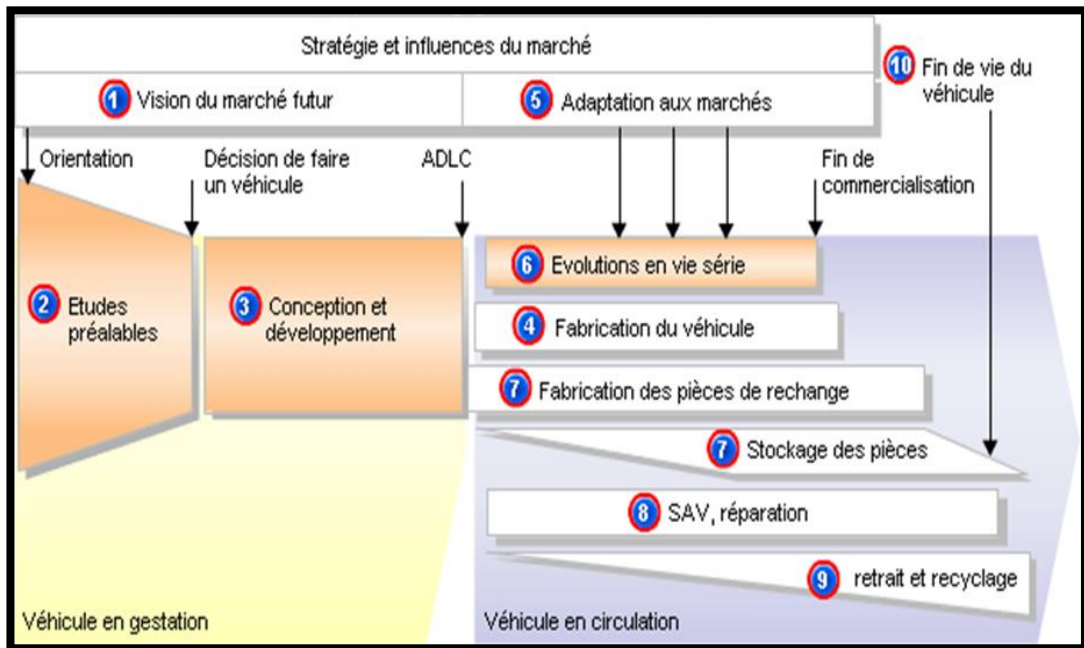


Figure 8: Cycle de vie d'un projet véhicule chez STELLANTIS

1.3.2. Les composants d'un véhicule :

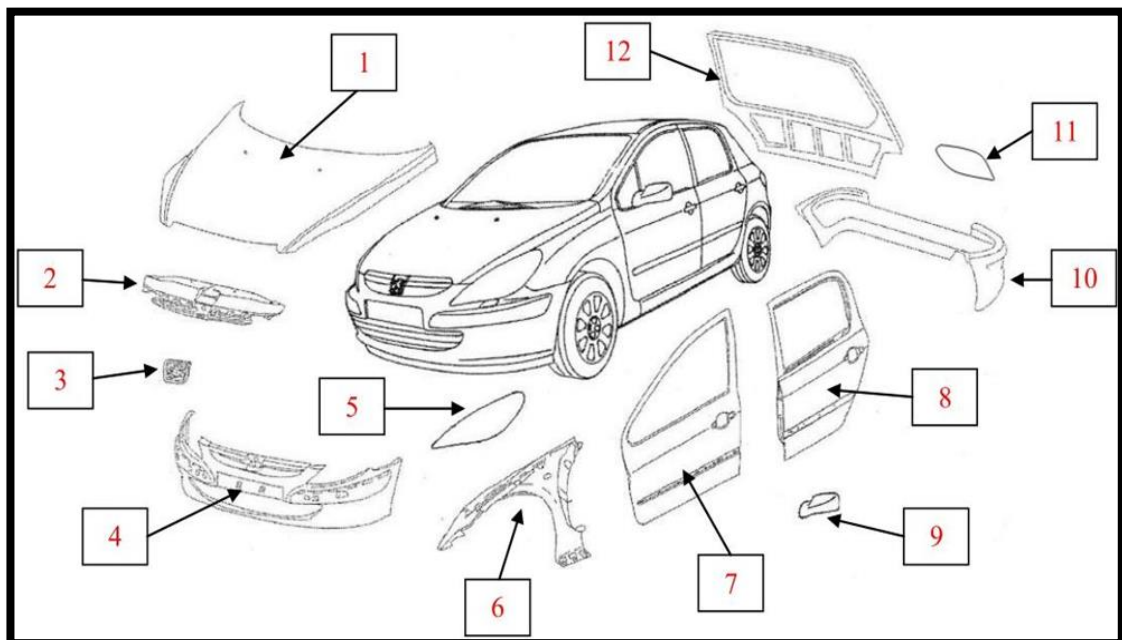


Figure 9: Vue éclatée des éléments du véhicule PEUGEOT 307

Tableau 2: Nomenclature des différents constituants du véhicule PEUGEOT 307

1	Capot moteur	7	Portière avant
2	Calandre	8	Portière arrière
3	Logo de la marque	9	Rétroviseur latéral
4	Bouclier avant	10	Bouclier arrière
5	Optique avant	11	Optique arrière
6	Aile avant	12	Hayon

1.3.3. Etapes de fabrication automobile à STELLANTIS :

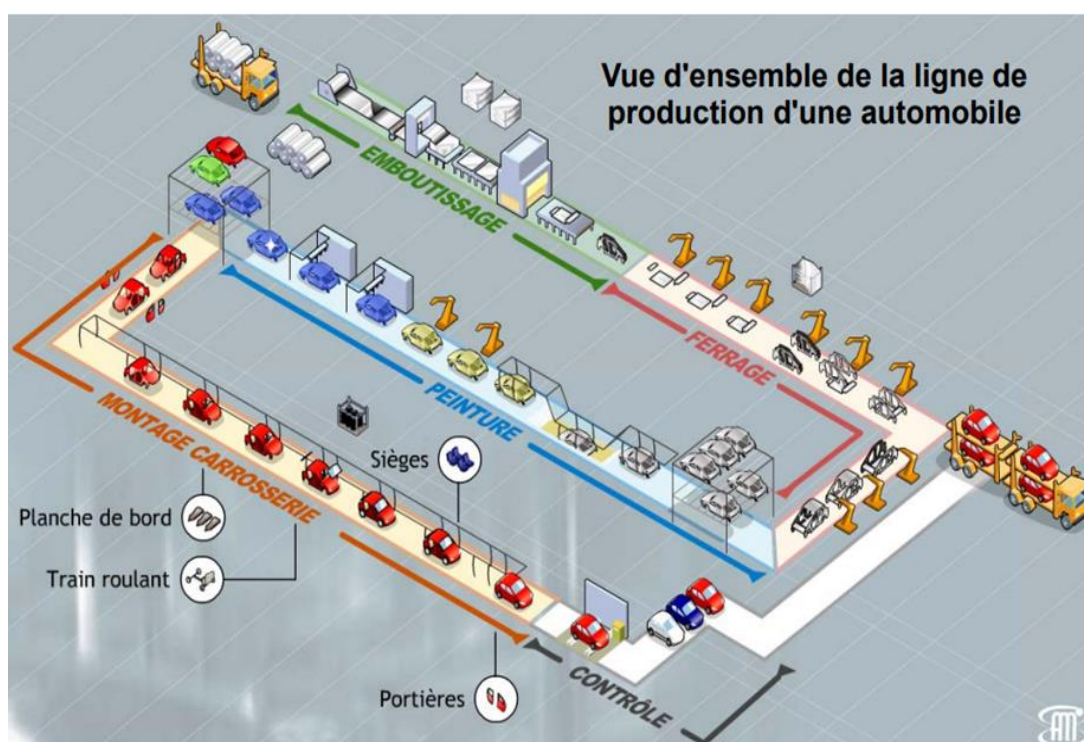


Figure 10: processus de fabrication des véhicules automobile

Après la phase de la conception et développement, vient la partie de la production. Le processus de fabrication des véhicules se résume en 4 parties : l'emboutissage, le ferrage, la peinture et le montage, de plus pour une fiabilisation du produit, les véhicules doivent être d'une performance et d'une qualité très élevées. Dans ce sens, le contrôle de la qualité prend une place et s'accroît pour satisfaire les attentes du client et le plus important assurer sa sécurité.

1.3.3.1. Emboutissage :

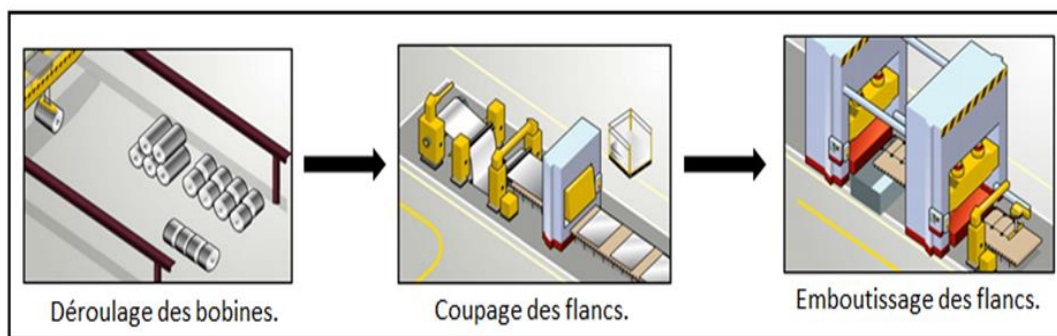


Figure 11: Processus d'emboutissage

A l'emboutissage, point de départ de processus, la matière première arrive sous forme de bobines d'acier. Celles-ci sont déroulées puis découpées et frappées pour obtenir des pièces embouties. En effet, les bobines de tôles sont livrées à l'emboutissage par voie ferrée ou par camion avant d'être découpées en flancs puis passent sur une ligne de presses pour être emboutis, détournés, poinçonnés et calibrés. A la suite de ces opérations, les pièces sont prêtes à être utilisées en tôlerie en tant que composants de la caisse (côtés de caisse, capot, ...).

1.3.3.2. Ferrage :

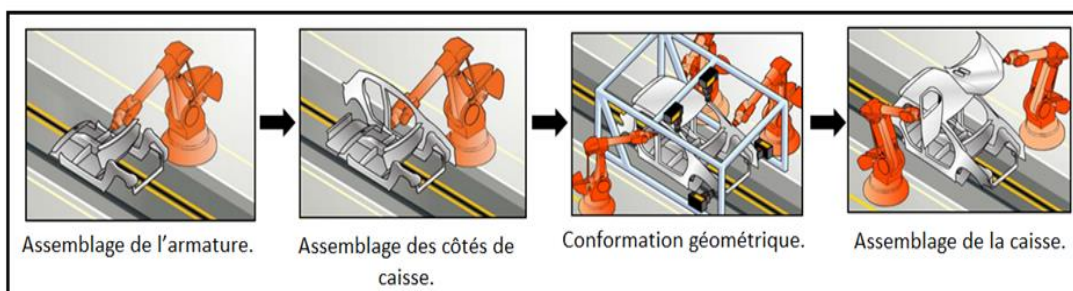


Figure 12: Processus de ferrage

Le soudage a pour rôle d'assembler les pièces embouties pour former la carrosserie de la caisse. Il y a deux types de pièces ; celles en tôle comme : les basses roulantes, les cotes de caisses, les pavillons, les portes, les portes de coffres et les capots. Et celles en plastique comme les ailes. Cette opération se fait par plusieurs technologies de soudure : la soudure par point, par laser, par flux gazeux ou le rivetage.

1.3.3.3. Peinture :

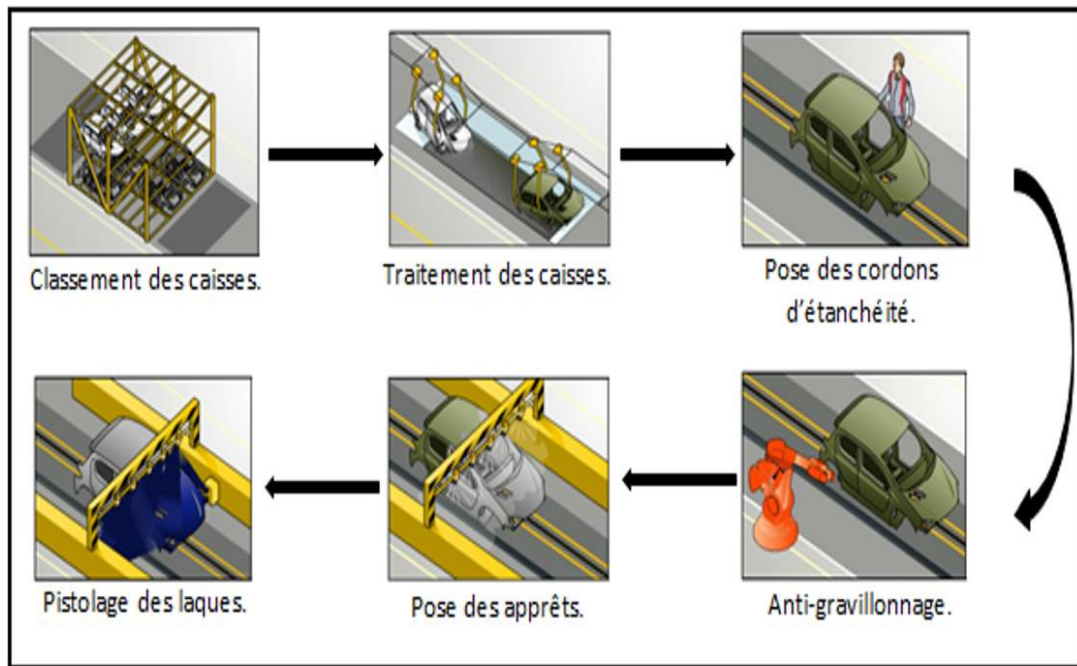


Figure 13: Processus de peinture

La peinture se fait dans un environnement clos où la caisse nettoyée passe dans différents bains protecteurs et subit plusieurs traitements avant de recevoir sa teinte définitive. En effet, le département peinture a pour mission de protéger la caisse contre la corrosion et de lui donner son aspect final. Après le traitement anticorrosion par immersion, le mastic est appliqué sur les jonctions de tôle. Une couche d'apprêt, de base colorée et de vernis est appliquée sur la caisse afin d'obtenir sa teinte avant l'injection de la cire dans les corps creux.

1.3.3.4. Montage :

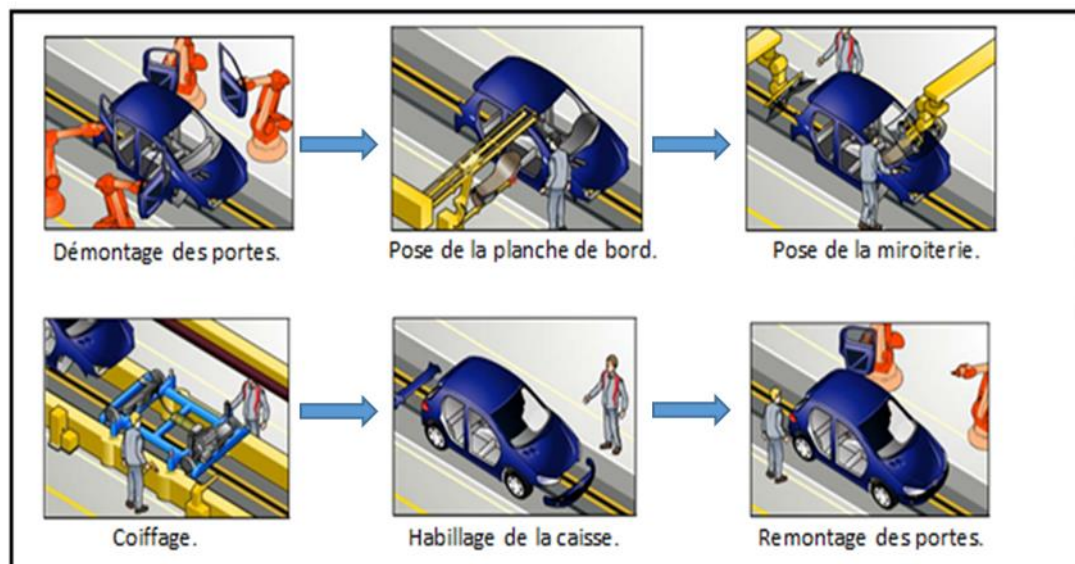


Figure 14: Processus de montage

Le montage est la dernière étape du processus de fabrication où la caisse peinte reçoit ses composants intérieurs et son groupe motopropulseur (GMP). Tous les éléments mécaniques sont assemblés lors de cette étape, en plus de la miroiterie, le poste de conduite et l'habillage

intérieur, en parallèle, des ateliers de préparation permettent l'assemblage des sous éléments, comme les châssis et les roues, la finition et les retouches sont aussi prévues lors de cette dernière phase.

1.3.4. Synoptique cible de montage chez STELLANTIS :

C'est la chronologie macroscopique du montage des pièces de la voiture, il représente l'ordre chronologique du montage des produits et se présente sous forme de modules (flux principal et flux secondaire : zones de préparations). Il a pour objectif d'homogénéiser les processus d'industrialisation du montage de tous les sites PSA afin de standardiser la production des véhicules, quelque-soit le site de production et reste un levier important dans la convergence vers cette cible unique.

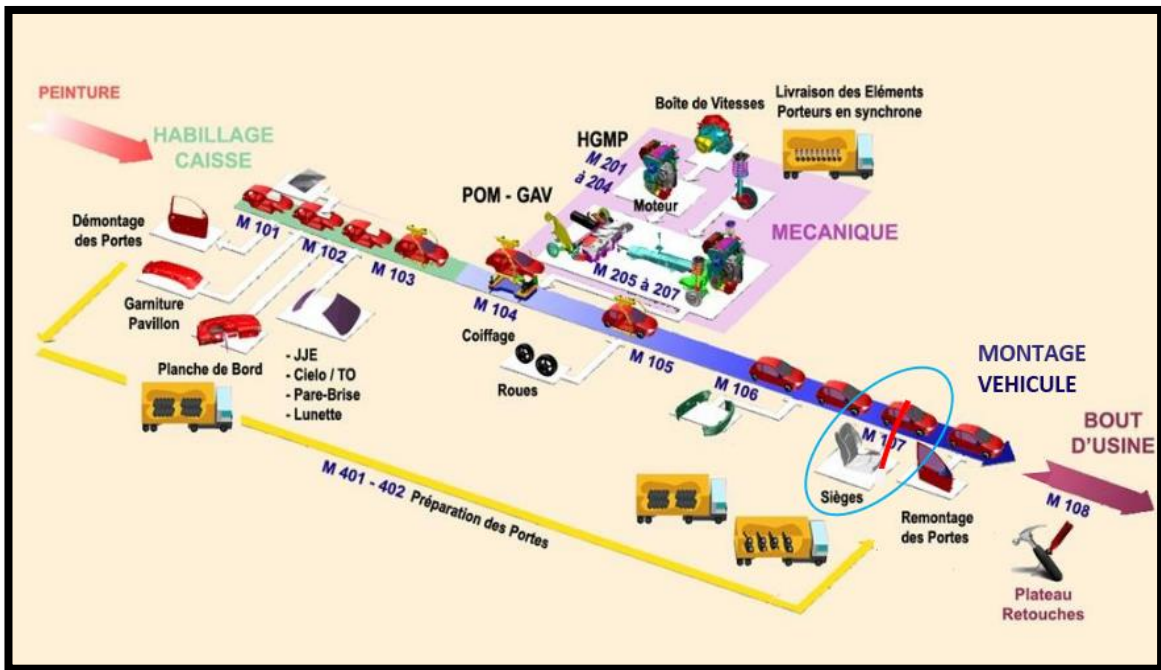


Figure 15: Synoptique cible de montage chez STELLANTIS

1.4. Conclusion :

Dans la première partie de ce premier chapitre nous avons pu faire une approche sur la société Altran, ses filiales, sa position par rapport à ses concurrents, par la suite nous avons donné un bref aperçu sur le processus de fabrication de véhicule chez le client Stellantis. Le prochain chapitre sera consacré au contexte général du projet.

Chapitre 2 : Définition du projet et analyse de l'existant.

Le deuxième chapitre a mis l'accent sur la définition de notre projet de fin d'étude et la problématique, ce qui nous a menés à définir les objectifs et les missions qui nous ont été confiés, ainsi que la méthodologie de l'étude d'une faisabilité.

Par la suite nous avons suivis cette méthodologie afin d'analyser la faisabilité de montage des sièges AR arrière de véhicule concernée, ainsi que les outils de travail.

2.1. Présentation du projet :

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'intégration de nouveau projet véhicule dans la ligne de montage véhicules à l'usine STELLANTIS à Mulhouse, qui va mettre en relation le Préparateur ou le Pilote montage (STELLANTIS) avec les concepteurs montage (Altran part of Capgemini) pour effectuer un suivi de la réalisation d'une analyse numérique en vue de vérifier la faisabilité de montage d'une pièce ou la faisabilité industrielle d'une opération. Lorsque des doutes subsistent sur la faisabilité industrielle d'une opération, d'un mode opératoire ou d'un procédé, il est préconisé de réaliser une Analyse de Montage Numérique. De là naît l'objectif de mon projet, qui consiste à étudier la faisabilité industrielle des opérations du poste de montage des sièges arrière, pour aboutir à un bon déroulement du montage du véhicule. A l'étude d'un projet véhicule, plus le nombre d'analyses de montage numérique réalisé est important et plus les risques d'apparitions d'anomalies seront minimisés lors des périodes de la montée en cadence et en Vie Série.

2.1.1. Cahier de charge :

Pour introduire un nouveau produit dans une ligne existante, il est primordial de réaliser une étude de faisabilité industrielle d'un procédé, d'un mode opératoire ou d'une opération. En identifiant les différentes contraintes du produit et des processus existants afin de suggérer un nombre de solutions les plus adéquates en mettant toujours en considération le triangle d'or « Délai, Cout, Qualité ».

L'idée par la suite sera d'évaluer l'impact de Chaque solution sur le système existant, les contraintes du produit concernent les nouveaux composants ou nouvelles pièces du produit. Une différence entre deux diversités du produit peut représenter une contrainte non négligeable au niveau de leur montage.

2.1.1.1. Objectif du projet :

- Développement du périmètre des sièges avant et arrière en respectant les données d'entrées (Style, environnement, pièces voisines, les interfaces et les règles de métier...).
- Réalisation d'une analyse numérique en vue de vérifier la faisabilité de montage.
- Vérification de la polyvalence de chaque moyen du projet par une étude benchmarking.
- Vérification des solutions.

2.1.1.2 Contrainte :

- Les solutions proposées doivent être rentables et efficaces.
- Les solutions proposées doivent avoir des résultats à court terme et durables.
- L'investissement demandé pour mettre en place la solution doit être réduit le maximum possible.

2.1.2. Charte de projet :

La charte de projet est le standard support qui définit et autorise formellement un projet. Il permet d'organiser le projet et d'enlever toute ambiguïté aux différents acteurs du projet.

Elle définit les principaux objectifs ainsi que les différents acteurs des projets, leurs fonctions, les jalons du projet ainsi que ses indicateurs. Elle est principalement utilisée comme outil de suivi et d'évaluation de l'état d'avancement du projet.

Cet outil permet de mettre par écrit ce qui sera demandé à l'équipe de travail et de clarifier les différents points du projet. Le Tableau ci-dessous synthétise la charte de ce projet.

Tableau 3: La charte de projet

Charte de projet			
Nom du projet	Analyse de faisabilité de montage des sièges arrière du projet véhicule X5	Préparé par	LAMINE Ahmed
		Date	(date de réalisation de la charte à vérifier sur GANTT)
Chef de projet	JAOUJANE Ayoub	Pilote technique	CHADDOU Tarik

Description de la problématique
Pour réduire les coûts de montage, PSA opte pour l'adaptation partielle ou même totale de ses moyens de montage pour pouvoir monter plusieurs modèles de ses véhicules projets sur les mêmes lignes de montage véhicule existante déjà sur le site.
Description du projet
Il s'agit de vérifier la capacité des moyens existants dans l'usine PSA situé à Mulhouse à réaliser la montabilité des sièges avant et arrière dans le véhicule P51
Indicateurs de succès
- Respect des délais de livraison de nos produits - Respect des exigences client exprimées dans le cahier des charges - Participation active des parties prenantes dans toutes les phases du projet (co-conception) - Amélioration des indicateurs de performance (One Time Delivery, First Time Right)
Objectif du projet
Analyse de faisabilité de montage (Analyse des interfaces produit process, détection des interférences et des anomalies, respect de l'aspect fixation et vérification de la posture ergonomique).

Garantir la montabilité au moindre cout
Produits à livrer
- PSN (Création de l'environnement 3D) - Retours 3D - Faisabilité process (Simulation du trajet, rapport d'analyse,)
Calendrier
De 01/03/2021 jusqu'à 30/06/2021 (4 mois)
Approche
<u>Etude de faisabilité montage</u> - Création de l'environnement 3D. - Récupération des moyens 3D. - Analyse de faisabilité process (respect des spécification techniques produit-process). - Rédaction du rapport d'analyse. - Proposition d'une solution technique au problème détecté. - Mesure de la performance de la solution optée. <u>Etude économique</u> - Calcul du gain économique après l'amélioration - Comparaison technique économique (choix de la solution la plus fiable et la moins cher)

2.1.3. L'analyse QQQQCP :

Dans le but d'avoir une vision claire sur la problématique, nous avons choisi d'exploiter l'outil QQQQCP. Ce dernier nous a servi à ressortir les informations nécessaires et ceci en répondant au questionnaire suivant :

Tableau 4: L'analyse QQOQCP

Données d'entrée : La version numérique du moyen utilisé pour le projet Vie-Série.	
Qui?	• Qui est concerné par le problème ? Le groupe d'automobile STELLANTIS, poste de montage des sièges AR. • Qui est chargé de la mission ? Le Groupe Altran Maroc, département industriel, équipe faisabilité de montage.
Quoi?	• Quel est le problème? Intégration d'un nouveau véhicule automobile X5 dans l'usine STELLANTIS à Mulhouse.
Où?	• Où apparaît le problème? Poste du montage des sièges AR.
Quand?	• Quand apparaît le problème? Lors d'implantation des moyens de fabrication du nouveau véhicule X5 dans la ligne de production des véhicules en série.
Comment?	• Comment mesurer le problème? Analyse de faisabilité de chaque phase du processus de montage des sièges sous le logiciel PLM. • Comment résoudre le problème? Planification et mise en œuvre des actions correctives.
Pourquoi?	• Pourquoi résoudre le problème? Adapter les moyens existants à l'usine avec le nouveau projet en moindre coût.
Données de sortie : La version numériques des moyens adaptés au Vie-projet.	

2.1.4. Description de la méthodologie de l'analyse de montage numérique :

Pour que le travail soit structuré il est primordial de suivre une méthodologie de travail, Dans le cas de ce projet la démarche de travail se diffère selon la pièce étudiée, par exemple les sièges AR dans notre cas.

Le schéma ci-dessous vise à définir les différentes étapes nécessaires à la réalisation d'une analyse de faisabilité produit/process des sièges. Chacune de ces étapes sera détaillée dans la suite de cette partie.

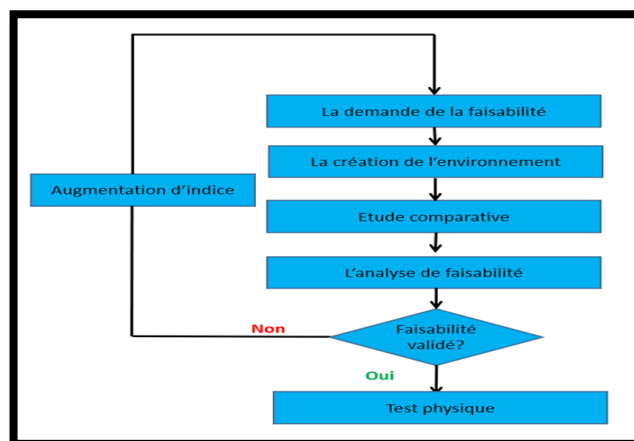


Figure 16: Logigramme d'une étude de faisabilité.

2.1.4.1. Etape 1 : La création de l'environnement

Cette étape consiste à déterminer les éléments environnant de la pièce étudiée, ces éléments sont indiqués dans la synoptique cible de l'activité de la société (Document confidentiel).

La figure ci-dessous présente les étapes à suivre pour la réalisation d'un environnement.



Figure 17: Les étapes de la création de l'environnement

2.1.4.2. Etape 2 : La comparaison des portes V-Série et V-Projet

Pour faire la comparaison on superpose les deux produits afin de détecter les zones communes entres les deux portes. Et à l'aide de l'outil PLM/Atelier Digital Review/outils/Comparaison produit-produit on fait l'analyse numérique des deux portes pour détecter dès le début les problèmes de faisabilité qu'on peut trouver :

2.1.4.3. Etape 3 : l'analyse de faisabilité

Après la vérification de la nécessité de faire une étude faisabilité, vient la partie la plus importante, qui est en relation avec le processus de production, dans cette étape le consultant doit vérifier soit la mise en place d'une pièce, l'ergonomie de l'opérateur (la posture, le champ visuel) ou bien sa fixation à l'aide d'une visseuse dans le cas d'une faisabilité produit, ou encore la position des moyens (manipulateur, palette,...) par rapport aux produits dans le cas d'une faisabilité process.

Pour savoir si les moyens sont bien positionnés sur le produit ou pas, le consultant doit calculer les interférences et les jeux entre les moyens et le produit.

Après l'étude de la faisabilité de montage, l'analyste livre son rapport au client concerné. Ce rapport contient son appréciation étayée par des captures d'écran, des commentaires et des conclusions.

Vert : Valide.

Orange : A risque.

Rouge : Invalide.

2.1.5. Démarche du projet :

DMAIC est une méthode de résolution des problèmes utilisée dans le cadre de projet.

Elle repose sur une démarche structurée en 5 étapes que voici :

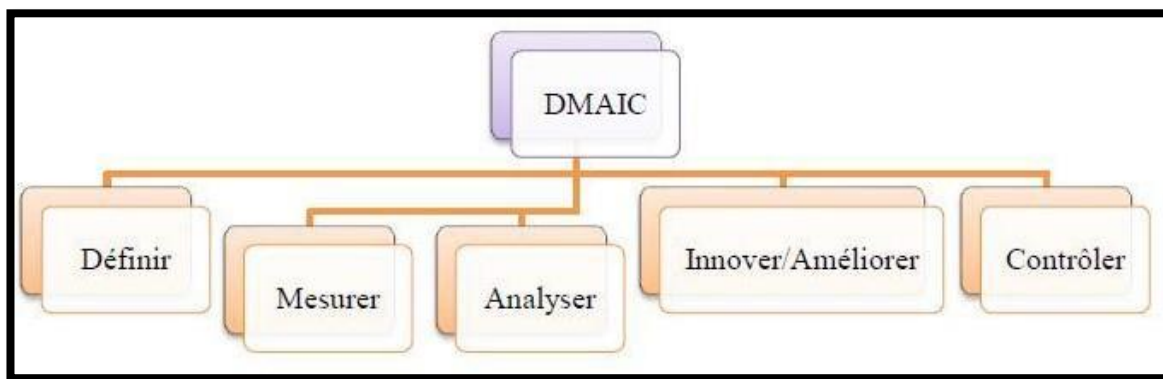


Figure 18: Démarche DMAIC

Définir : définition du problème, et des objectifs associés, les attentes des clients du processus, ainsi que l'environnement des pièces embouties.

Mesurer : cette phase consiste à rassembler les informations et définir les paramètres qui influencent sur la faisabilité produit/process, ainsi que mise en œuvre de la collecte des données.

Analyser : analyser la situation actuelle de Produit/Process et les objectifs fixés, afin d'Identifier les causes des problèmes pour y remédier.

Améliorer : mettre en place des solutions pour éviter les défauts apparus pendant l'opération de montage et pour optimiser le prix de revient de montage.

Contrôler : Cette phase essentielle vise à évaluer le process et suivre les résultats des solutions mises en œuvre.

2.1.6. Planning du travail :

Pour arriver à nos fins et effectuer le travail demandé dans ce projet, nous devons élaborer un plan d'action. Ce dernier sera présenté sous forme d'un diagramme de GANTT. Ce diagramme désigne l'ordonnancement des tâches principales du projet. Il fera office de base de communication avec l'encadrant industriel :

Nom	Durée	Début	Fin
PERIODE D'INTEGRATION	35 jours?	01/03/21 08:00	16/04/21 17:00
Intégration	5 jours	01/03/21 08:00	05/03/21 17:00
Formation sur le métier CMON et les outils PLM	30 jours?	08/03/21 08:00	16/04/21 17:00
DEFINIR	5 jours	19/04/21 08:00	23/04/21 17:00
Définir la problématique	1 jour	19/04/21 08:00	19/04/21 17:00
Définir la charte du projet	4 jours	20/04/21 08:00	23/04/21 17:00
MESURER	27 jours?	26/04/21 08:00	01/06/21 17:00
Etude de l'environnement	15 jours?	26/04/21 08:00	14/05/21 17:00
Création du contexte	6 jours?	17/05/21 08:00	24/05/21 17:00
Récupération des moyens 3D	1 jour?	25/05/21 08:00	25/05/21 17:00
Positionnement des moyens sur les produits	3 jours	26/05/21 08:00	28/05/21 17:00
Mesurer les écarts	2 jours	31/05/21 08:00	01/06/21 17:00
ANALYSER	9 jours?	02/06/21 08:00	14/06/21 17:00
Analyser les écarts mesurée	1 jour?	02/06/21 08:00	02/06/21 17:00
Comparer les résultats constaté avec les exigences technique	1 jour?	03/06/21 08:00	03/06/21 17:00
Rapport d'analyse de la faisabilité de montage	7 jours?	04/06/21 08:00	14/06/21 17:00
INNOVER	7 jours	15/06/21 08:00	23/06/21 17:00
Proposition des solutions technique	5 jours	15/06/21 08:00	21/06/21 17:00
Benchmarking	2 jours	22/06/21 08:00	23/06/21 17:00
CONTROLLER	4 jours?	24/06/21 08:00	29/06/21 17:00
Controler la fiabilité des solutions	3 jours	24/06/21 08:00	28/06/21 17:00
Choix de la solution rentable et efficace	1 jour?	29/06/21 08:00	29/06/21 17:00
Finition du rapport PFE	4 jours	30/06/21 08:00	05/07/21 17:00
Finition et mise en page du rapport	4 jours	30/06/21 08:00	05/07/21 17:00

Figure 19: Les taches du projet

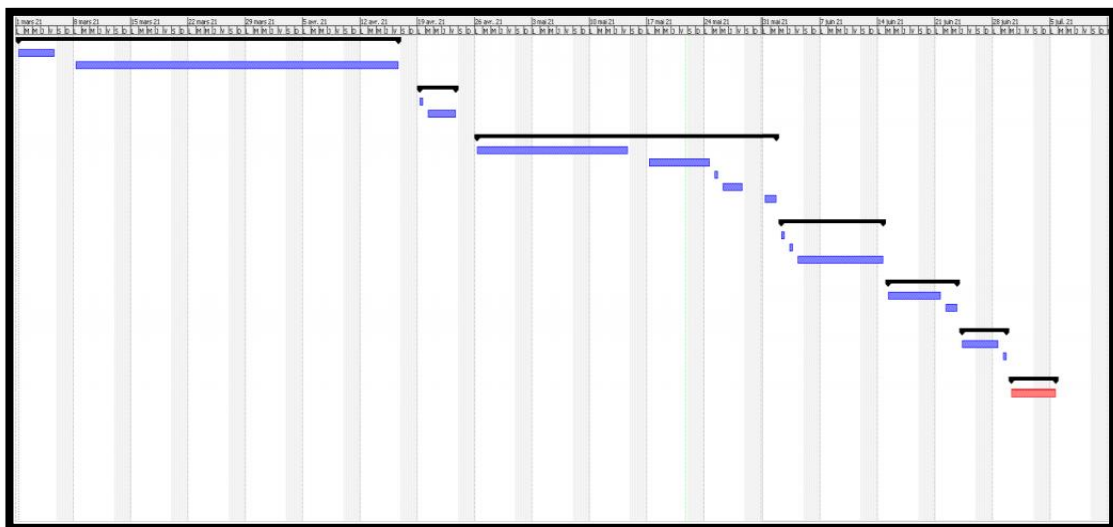


Figure 20: Diagramme de GANTT

2.2. Les outils de travail

Afin de bien mener ce projet, plusieurs logiciels de simulation dédiés au domaine de faisabilité de montage ont été utilisés à savoir :

- Catia V6 / V5
- PLM / 3DCOM

2.2.1. L'outil Catia V5/V6

Catia [Computer Aided Three-dimensional Interactive Application] est un logiciel développé par la société Dassault Systemes et commercialisé par IBM. Il regroupe un nombre important de modules totalement intégrés dans un seul et même environnement de travail. Ces modules permettent de modéliser une géométrie (CAO), de réaliser des analyses et des simulations (IAO), de mener une étude d'industrialisation (conception des outillages), de générer les programmes de commande numérique pour les machines-outils (FAO) et d'établir les plans d'usines.



2.2.2. L'outil 3DCOM

3DCOM est un outil qui permet de consulter, visualiser, sauvegarder et analyser des modèles géométriques CAO 2D ou 3D. Ce logiciel permet de stocker des modèles 3D et 2D, de créer des arborescences de maquette numérique, de partager les modèles plans et pièces 3D et de visualiser les niveaux de maturité.

2.2.3. L'outil PLM

Dassault Systèmes définit l'outil PLM comme étant une stratégie d'entreprise qui aide les entreprises à partager les données produit, à appliquer des procédés communs et à capitaliser les informations de l'entreprise pour le développement de produits, de la conception à la mise au rebut. En incluant tous les acteurs (collaborateurs de l'entreprise, partenaires, fournisseurs, équipementiers et clients), la gestion du cycle de vie du produit permet à ce réseau de fonctionner en tant qu'entité unique de la conception à la fin de vie.



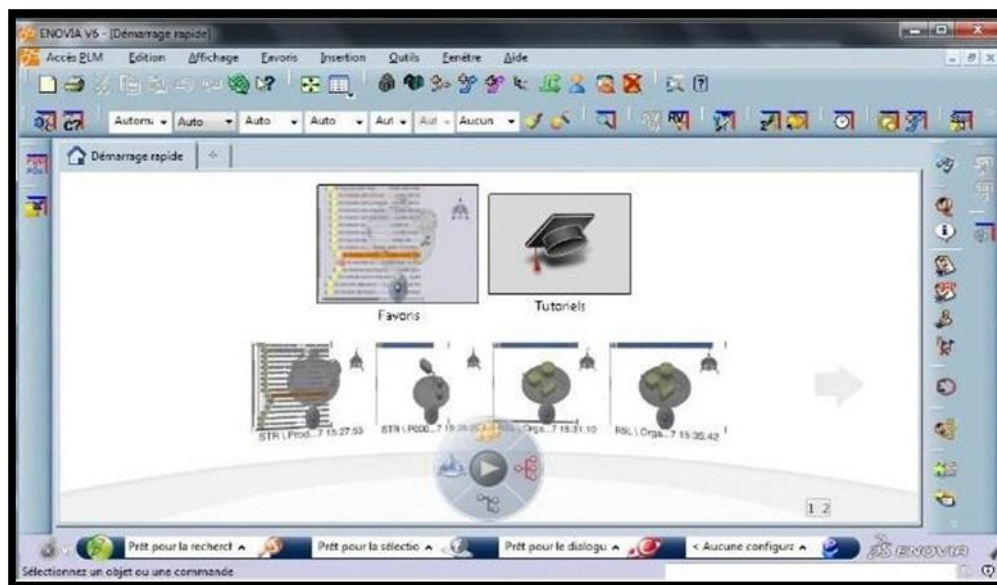


Figure 21: Plateforme PLM

2.2.4. Liaison entre les 3 outils de travail

Dans le cadre de l'intégration du PLM dans le travail de l'équipe, la nouvelle méthodologie de travail permet de lier ces trois outils de la manière suivante (figure ci-dessous)

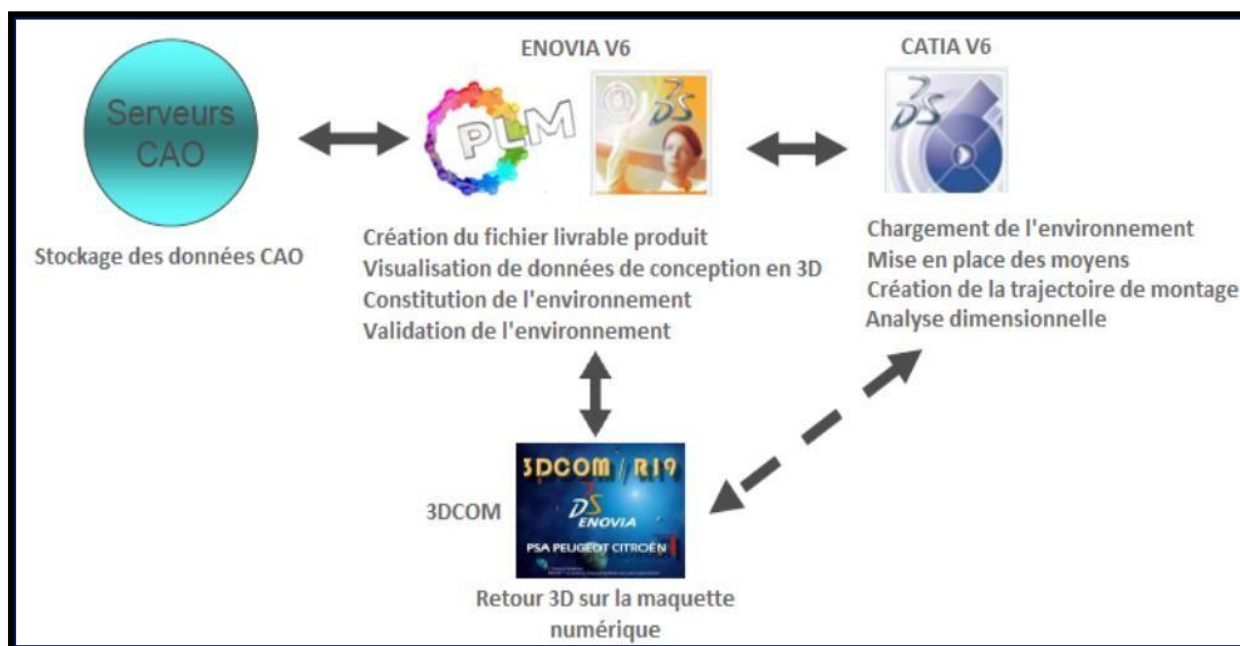


Figure 22: les interactions entre les outils du travail

:

2.3. Conclusion

Ce chapitre contient deux parties principales. Dans la première nous avons abordé la problématique et l'objectif du projet. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons cité les logigrammes pour chaque activité du métier faisabilité. Finalement, nous avons démontré le déroulement du projet, les démarches et les outils adoptés.

Chapitre 3 : Analyse de la faisabilité de la prise des sièges AR du projet véhicule X5.

Dans ce chapitre nous allons traiter l'étude technique de la faisabilité de la prise des sièges arrière du projet véhicule X5. Les étapes nécessaires à la réalisation de cette étude seront détaillées par la suite. Elles vont de la création de l'environnement numérique jusqu'à l'analyse finale de l'étude. Tout cela a pour but de conclure la conformité de la faisabilité de la prise par le manipulateur de montage au sein de l'usine STELLANTIS à Mulhouse en France.

3.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons traiter la première phase de notre sujet, L'analyse de la faisabilité de la prise des sièges arrière du projet véhicule X5. Pour mener cette étude, nous avons eu une formation d'un mois au sein de la société ALTRAN part of Capgemini. Cette formation concernait les outils suivants : Catia V5 comme outil de simulation numérique, 3DCOM comme outils de la bonne gestion des projets et leurs officialisations, ainsi que l'outil PLM (INOVIA V6 et Catia V6) comme outil principal de Co-conception et de suivre le cycle de vie des produits de l'idée jusqu'à la commercialisation. Cela a pour objectif de réaliser un produit robuste en terme du coût et qualité.

3.2. L'étude technique de la faisabilité de la prise des sièges AR pour le projet véhicule X5

L'objectif du projet est de réaliser une étude technique de faisabilité pour chaque phase de montage des sièges : La prise, l'introduction et la mise en place. En effet, ces étapes sont réalisées par des opérateurs et à l'aide d'un manipulateur de montage. D'abord, une étude à propos du moyen et sa modularité est réalisée. Le manipulateur Mulhouse doit être polyvalent pour les différents projets véhicule et vie série sur une même ligne et pendant la même période. Alors, une étude se portera sur le positionnement des sièges sur le manipulateur de montage. Après, le manipulateur doit permettre à l'opérateur d'avoir une bonne vision et accessibilité pour la bonne réalisation de cette opération. Cette étape de l'étude de la faisabilité de la prise des sièges arrière sera détaillée dans la suite et justifiées par des captures d'écran.

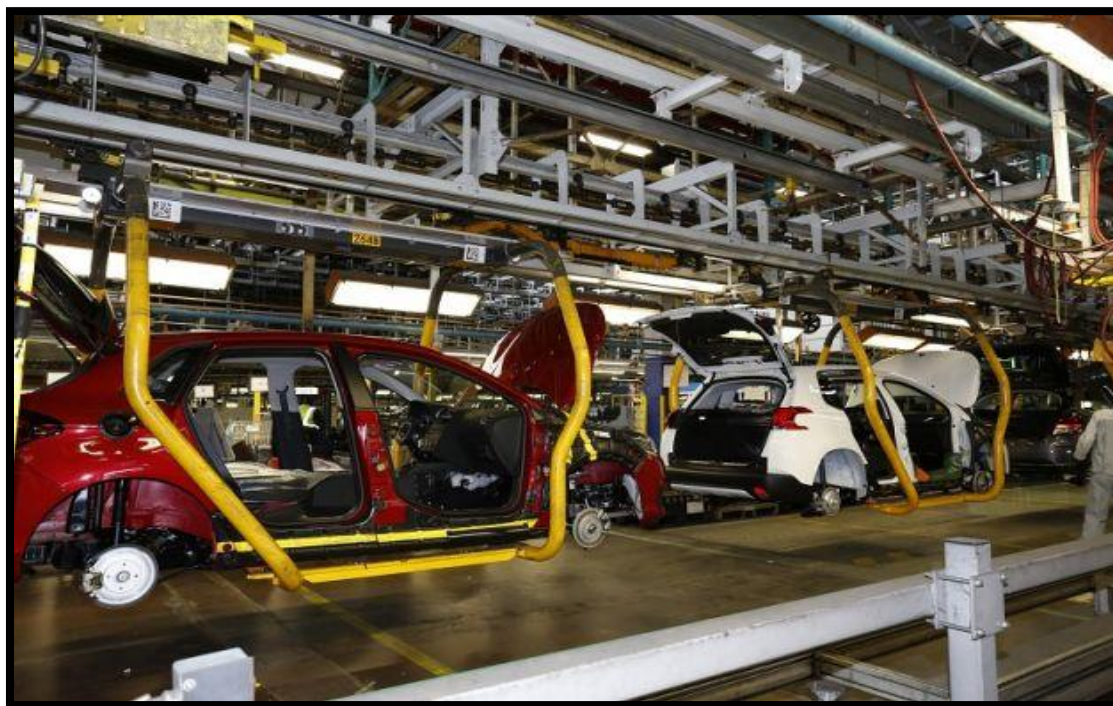


Figure 23: Ligne du montage véhicule dans l'usine STELLANTIS à Mulhouse.

3.2.1. Création de l'environnement de la phase de la prise

La première phase d'une étude de faisabilité c'est la création de l'environnement. Cette étape consiste à isoler les éléments environnants dans la maquette numérique PLM du produit. Lors de la phase de la prise, nous aurons besoin de l'environnement des sièges et celle du manipulateur. Ainsi que le respect de l'angle d'ouverture associé au manipulateur étudiée.

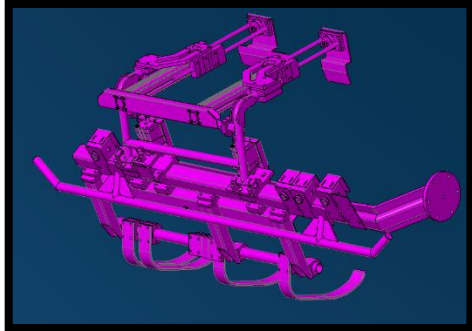


Figure 24: Manipulateur Mulhouse

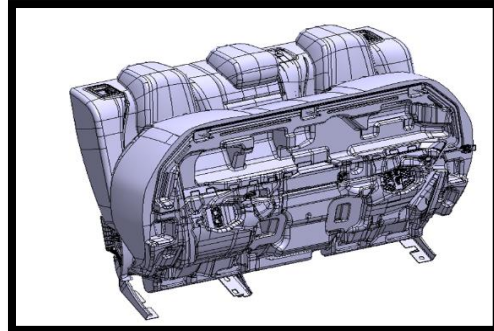


Figure 25: les sièges AR du projet véhicule X5

Alors, la prise des sièges est la première phase dans notre étude. D'où, l'environnement numérique est composé des **sièges** (produit) en position livraison dans la **palette livraison** ainsi que le **manipulateur** (process).

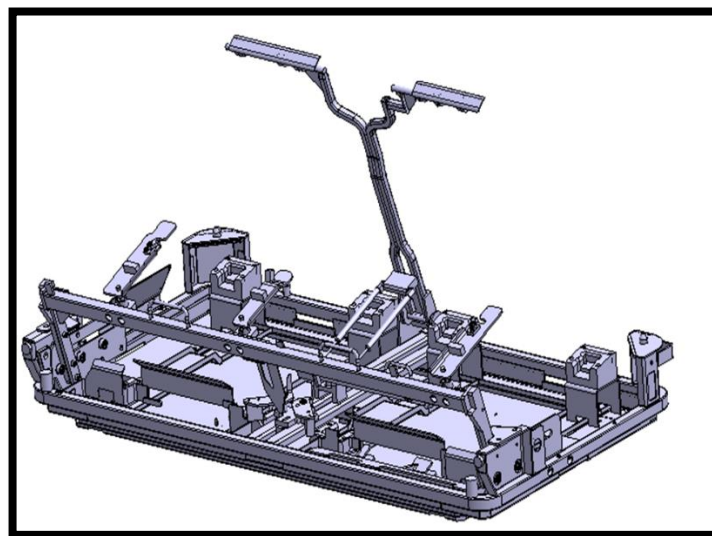


Figure 26: Palette livraison des sièges arrière

3.2.2. Etude comparative et vérification de la compatibilité du moyen avec le véhicule vie-projet X5 et le véhicule vie-série X001 au sein de l'usine Mulhouse :

L'étude comparative entre les deux véhicules vie-projet et vie-série est une étape indispensable avant d'entamer l'analyse de la faisabilité. Dans ce stade, les préparateurs d'usine STELLANTIS à Mulhouse nous ont communiqué la désignation du moyen existant à l'usine. Cela afin que nous puissions récupérer leurs versions numériques dans la bibliothèque des moyens industriels dans le logiciel PLM. Durant la période de notre stage, le véhicule série qui était en train de se produire au sein d'usine concerné est le véhicule X001.

Alors, afin d'analyser la capacité des moyens dédiés au véhicule X001 ; une étude comparative entre les produits vie-projet et vie-série sera effectuée dans un premier temps. Ensuite, une étude détaillée sera consacrée sur le positionnement du manipulateur sur les deux produits. Enfin, une conclusion à propos de la modularité des moyens est exigée.

3.2.2.1. Comparaison entre les sièges arrière de projet véhicule X5 et le véhicule vie-série X001 :

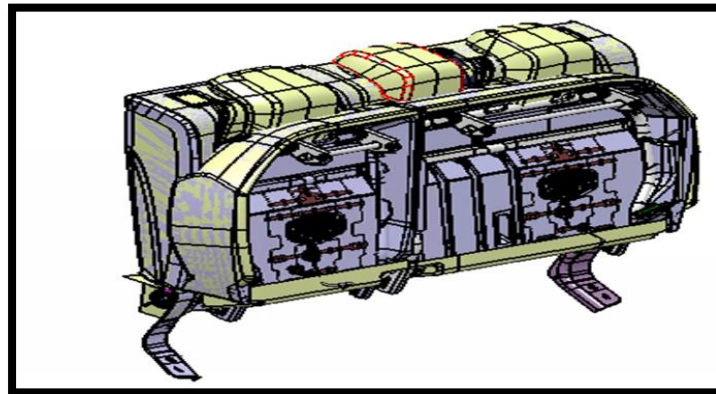


Figure 27: Vue 3D des sièges AR du véhicule X001 sur Catia V5

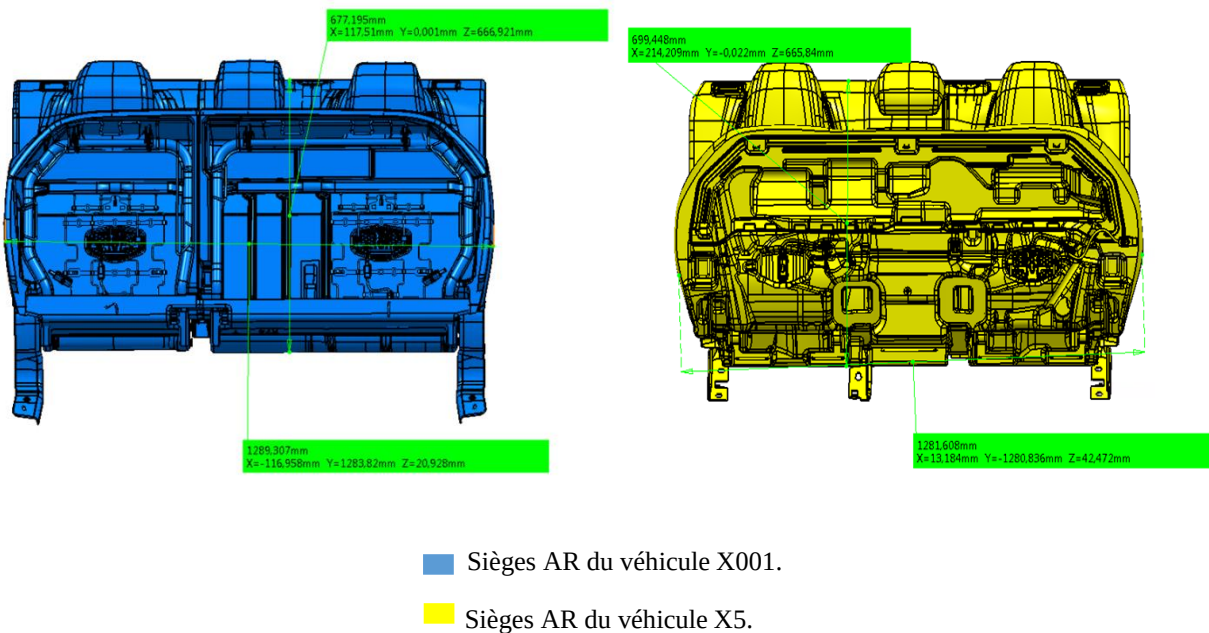
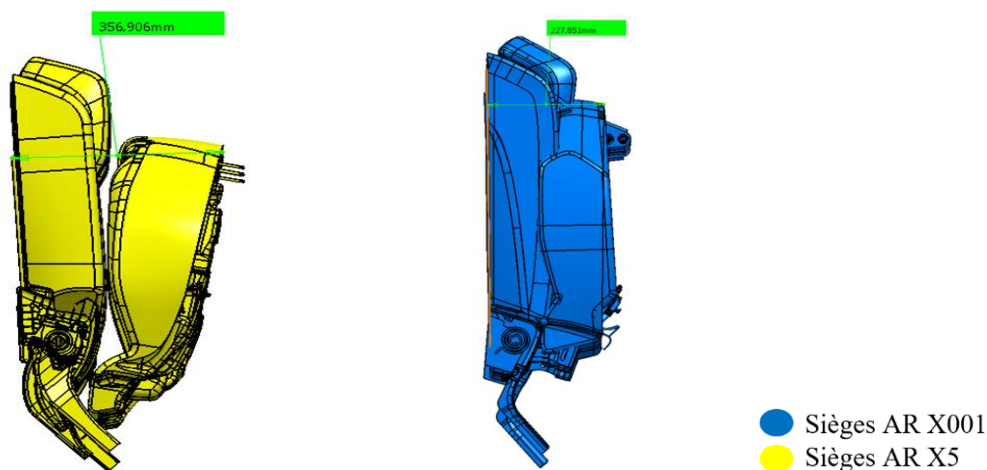
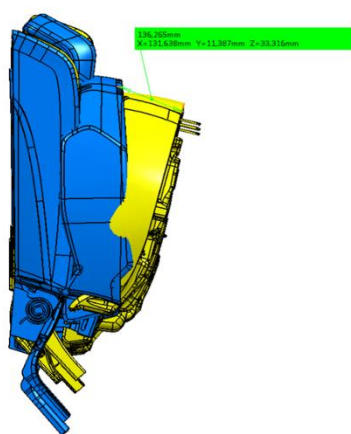


Figure 28: La longueur et la hauteur des sièges AR pour X5 et X001



Le largeur des sièges X5 et X001



Sperposition des sièges de projet véhicule X5 et X001

Figure 29: Etude comparative des produits vie-série et vie-projet

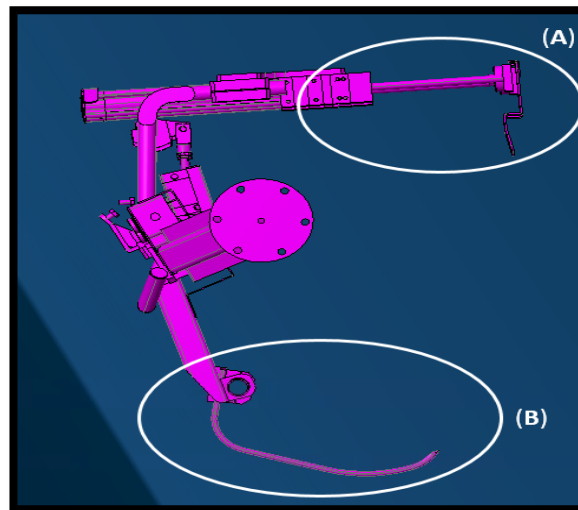
Les figures ci-dessus montrent les dimensions des deux produits. On observe une différence de quelque centimètre entre les deux. Ainsi, que le style des deux produits se diffère. Cela nous a amené à étudier le positionnement du manipulateur sur les sièges AR de véhicule vie-série, afin que nous soyons sûr de 3D de notre moyen. Ainsi son positionnement sur les sièges AR du projet véhicule X5 pour vérifier la faisabilité de la prise.

3.2.3. Analyse du positionnement du manipulateur de montage par rapport aux sièges AR des projets véhicule X5/X001

Cette phase consiste à vérifier le positionnement du process (manipulateur) par rapport au produit (sièges). En effet, le manipulateur est un moyen industriel de manutention des pièces lourdes, fragiles, dangereuses et encombrantes. Cela demande une précision et entraîne des postures contraignantes. Cependant, ce moyen permet d'améliorer les conditions de travail en limitant les risques d'accidents de travail. Les manipulateurs de montage servent à la prise des sièges de palette vers l'intérieur de véhicule.

Après la création de l'environnement, nous avons amené le manipulateur de la bibliothèque numérique des moyens et le positionner par rapport aux sièges dans le Blue (Catia V6).

3.2.3.1. Les composants du manipulateur de montage des sièges à l'usine Mulhouse :



(A) : les pinces de serrage.

(B) : Les mors.

Figure 30: Les parties principales du manipulateur

La figure (30) présente la vue 3D du manipulateur de montage des sièges AR du véhicule X5 à l'aide du logiciel Catia V6. Ce manipulateur contient 2 composants principaux : Les pinces de serrage (A), les mors (B). Les sièges se pose sur les mors, alors que les pinces se positionnent dans la partie supérieure de dossiers des sièges, ils permettent de serrer les sièges lors de leur transport vers l'intérieur du véhicule.

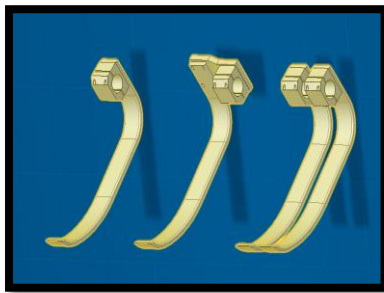


Figure 31: Les mors

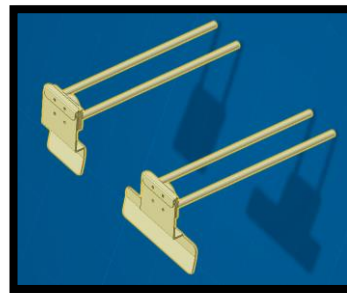


Figure 32: Les pinces de serrage

3.2.3.2. Vérification de la compatibilité du manipulateur avec les sièges arrière du véhicule vie-série X001 :

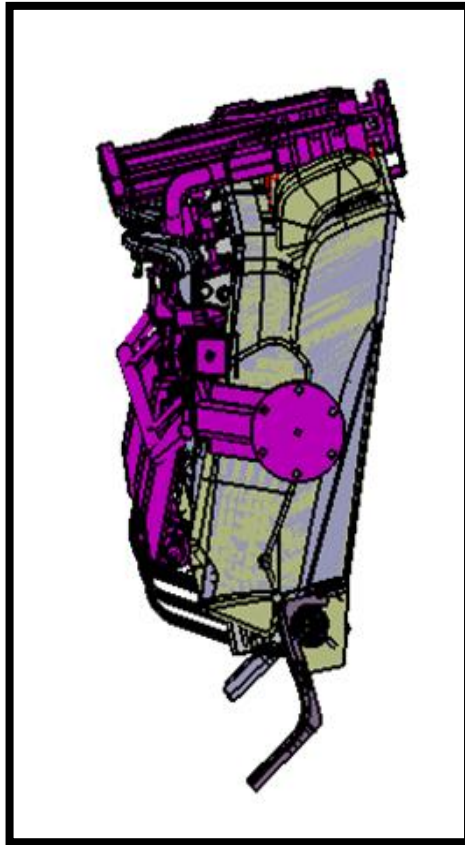


Figure 33: Positionnement du moyen sur les sièges arrière du véhicule X001

La figure ci-dessus montre le positionnement du manipulateur sur les sièges du véhicule X001, à l'œil nu le process (manipulateur) semble compatible avec le produit (sièges AR). D'où l'absence des anomalies au niveau de 3D du manipulateur. Mais cela ne suffit pas, des analyses appropriées doivent être effectuées pour confirmer la validité de cette hypothèse.

3.2.3.2.1. Analyse du positionnement des mors du manipulateur de montage sur les sièges AR du véhicule X001 :

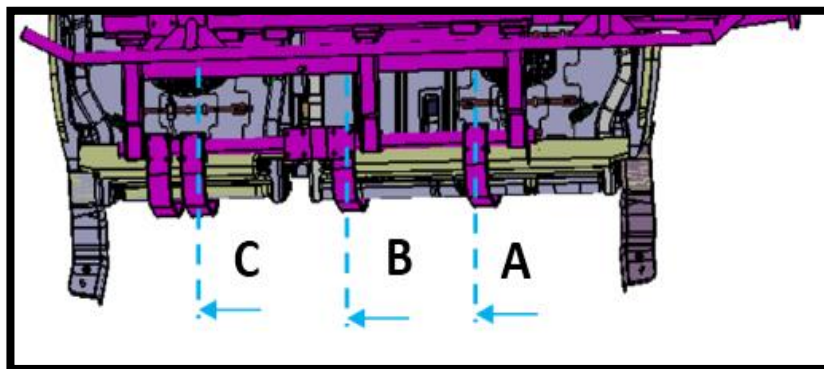


Figure 34: Vue 3D du positionnement des mors du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 avec les sections effectuées sous PLM

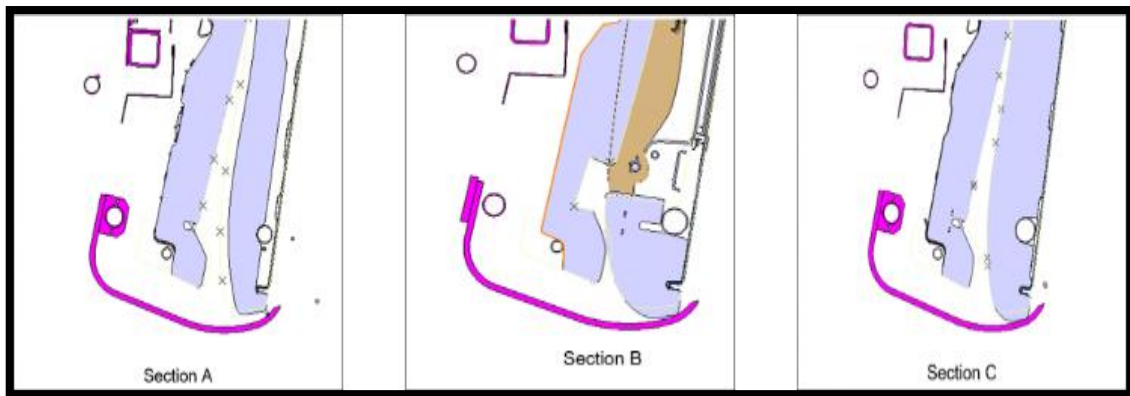


Figure 35: Les sections 2D effectuée au niveau des mors du manipulateur de montage

Le manipulateur de montage des sièges AR du véhicule X001 est en contact avec le produit (sièges) à l'aide des quatre mors. Alors, afin d'avoir une vision claire à propos de ce contact, nous avons essayé de réaliser trois sections selon l'axe Y (plan XZ), comme le montre la figure (34).

D'après la figure (35), nous remarquons que les mors du notre manipulateur sont bien positionnées par rapport aux sièges du véhicule vie-série X001.

3.2.3.2.2. Vérification du positionnement des pinces de serrage du manipulateur de montage sur les sièges AR du véhicule X001 :

A l'aide d'un vérin pneumatique, les pinces de serrage (système de verrouillage) du manipulateur de montage des sièges AR peut se translater pour fixer les sièges. Alors, nous devons vérifier le positionnement du système de serrage par rapport au dossier des sièges X001.

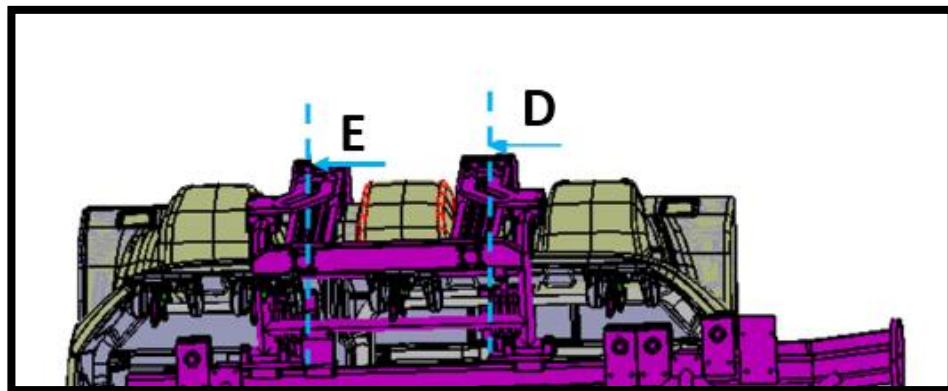


Figure 36: Vue 3D du positionnement des pinces de serrage du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 avec les sections effectuées sous PLM

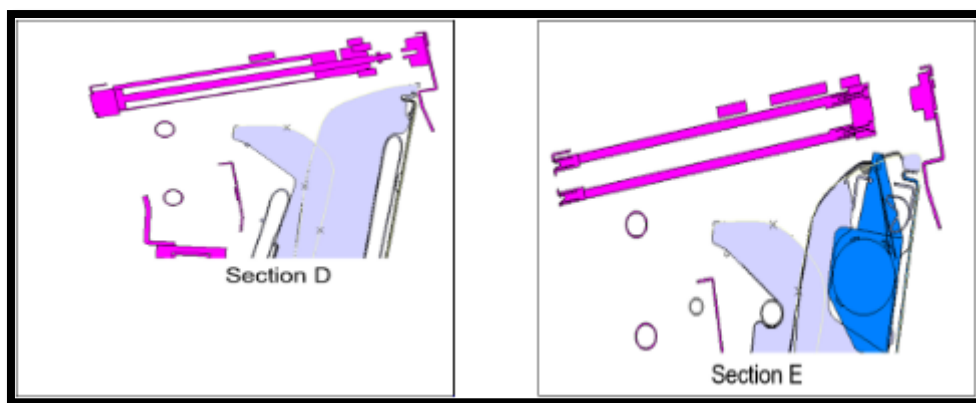


Figure 37: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage

Les sections de la figure (37) montrent que le système de verrouillage du manipulateur de démontage est bien positionné par rapport au dossier des sièges du véhicule X001.

D'après ce qui précède, le manipulateur de montage au sein de l'usine Mulhouse est bien positionné par rapport aux sièges du véhicule vie-série X001. D'où le 3D du manipulateur que nous avons est conforme.

3.2.4. Etude et analyse de positionnement du manipulateur sur les sièges arrière du véhicule vie-projet X5 :

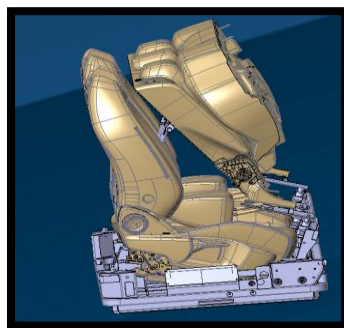


Figure 38: Les sièges AR du véhicule X5 en position livraison sur la palette livraison dans Catia V6

La figure ci-dessus montre les sièges du projet X5 en position livraison, que le client STELLANTIS reçoit de la part du fournisseur, et le client nous les transmet sur doc-info. Afin de positionner le manipulateur de montage Mulhouse dédié aux sièges AR du véhicule X001 sur les sièges AR du véhicule vie-projet à l'aide des outils de positionnements sous contraintes dans PLM.

Après avoir vérifié la conformité du manipulateur et sa compatibilité avec les sièges du véhicule vie-série X001, nous allons passer vers l'analyse de la faisabilité de la prise des sièges arrière du véhicule vie-projet X5.

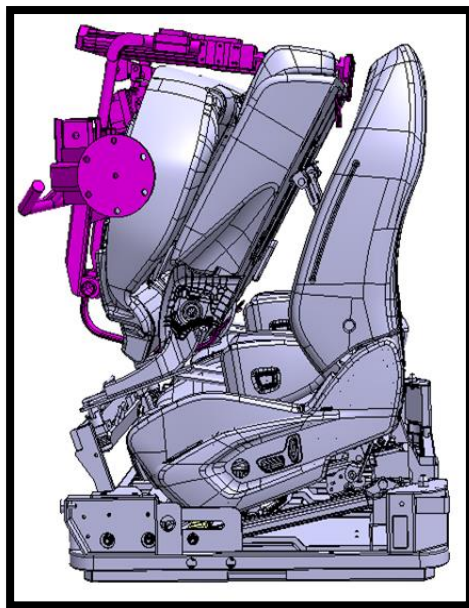


Figure 39: Positionnement du moyen sur les sièges arrière du véhicule X5

La figure ci-dessus montre le positionnement du manipulateur de montage Mulhouse dédié aux sièges AR du véhicule X001 sur les sièges AR du véhicule X5, à l'aide des outils de positionnements sous contraintes dans PLM.

3.2.4.1. Analyse du positionnement du manipulateur de montage sur les sièges AR du véhicule X5 :

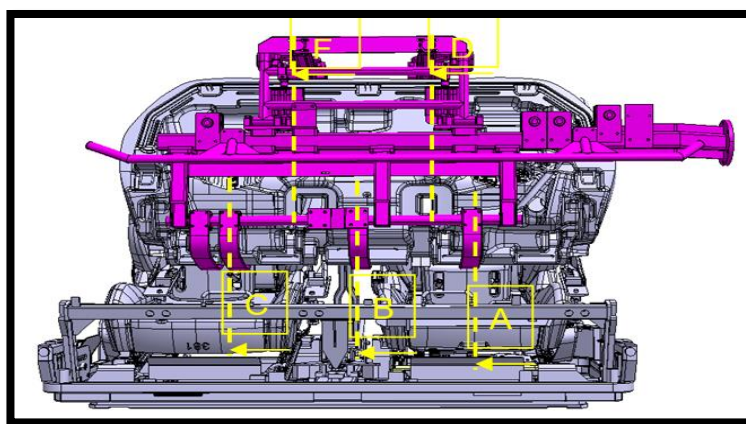


Figure 40: Vue 3D du positionnement du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X5 avec les sections effectuées sous PLM

3.2.4.1.1. Positionnement des mors du manipulateur de montage sur les sièges AR du véhicule X5 :

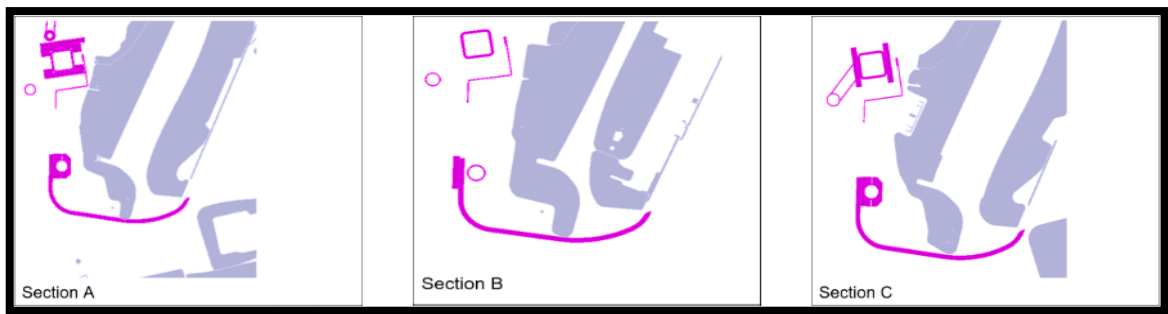


Figure 41: Les sections 2D effectuée au niveau des mors du manipulateur de montage positionner sur les sièges X5

Le manipulateur de montage des sièges AR est en contact avec le produit (sièges) à l'aide des quatre mors. Alors, afin d'avoir une vision claire à propos de ce contact, nous avons de réaliser trois sections selon l'axe Y (plan XZ), comme le montre la figure (41).

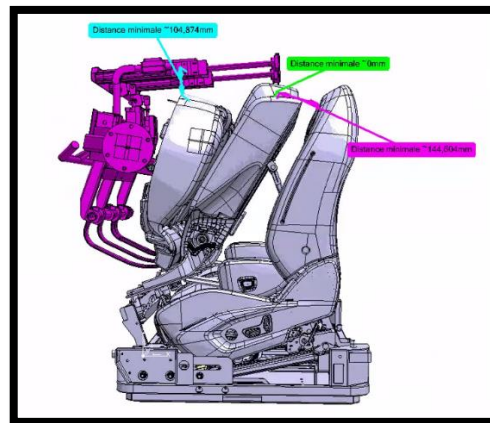


Figure 42: Simulation de la prise des sièges AR

D'après la figure (42), nous remarquons que les mors du notre manipulateur sont positionnées par rapport aux sièges du véhicule vie-projet X5, **mais** avec le risque de glissement des sièges durant l'opération de la prise. Ainsi la présence d'interférence (contact grave) de 0mm entre les pilles du manipulateur et le dossier des sièges AR lors de la simulation de la prise.

3.2.4.1.2. Positionnement des pinces de serrage du manipulateur de montage sur les sièges AR du véhicule X5 :

A l'aide d'un vérin hydraulique, les pinces de serrage (système de verrouillage) du manipulateur de montage des sièges AR peut se translater pour fixer les sièges. Alors, nous devons vérifier le positionnement du système de serrage par rapport au dossier des sièges X5.

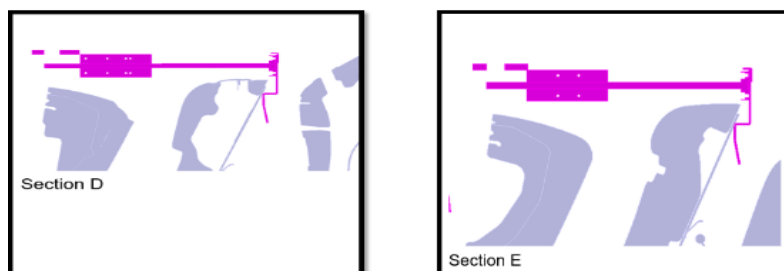


Figure 43: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage positionner sur les sièges X5

Les sections de la figure (43) montrent que le système de verrouillage du manipulateur de montage est bien positionné par rapport au dossier des sièges X5.

3.2.5. Calcul de la structure du manipulateur Mulhouse sous Catia :

3.2.5.1. Etude théorique :

- CONTRAINTES

Dans le cas de la flexion plane simple, les contraintes se réduisent essentiellement à des contraintes normales σ .

Les contraintes de cisaillement τ sont négligeables.

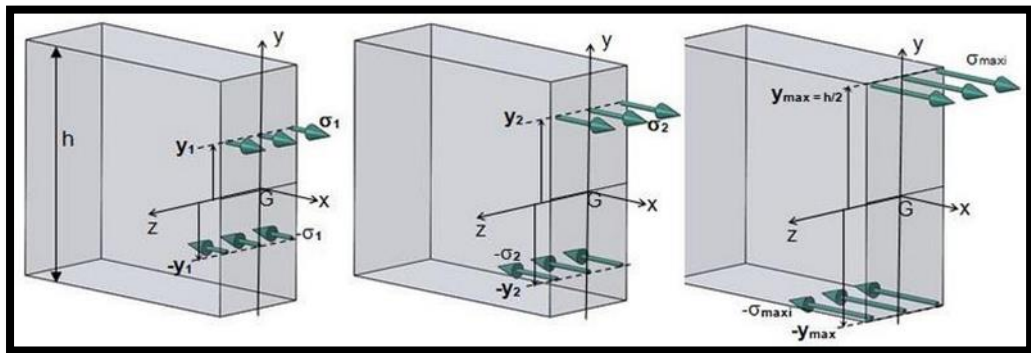


Figure 44: Zone où les fibres sont tendues

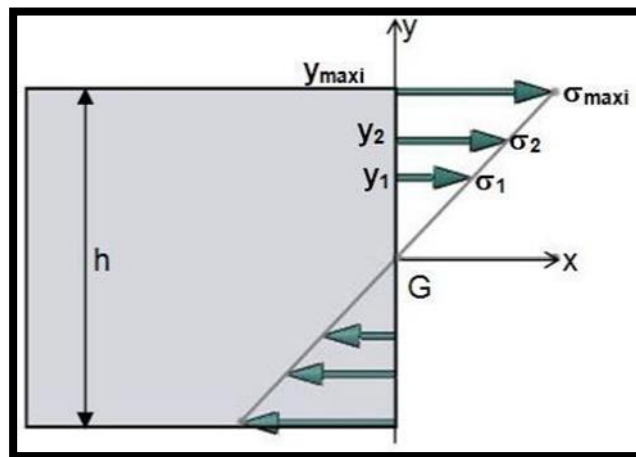


Figure 45: Zone où les fibres sont comprimées

La contrainte normale σ_1 en un point d'une section droite est proportionnelle à la distance y_1 entre ce point et le plan moyen passant par G.

$$\sigma = - \frac{Mf}{\frac{I_z}{y}}$$

Soit :

$$\sigma = - \frac{Mf \cdot y}{I_z}$$

- CONDITION DE RESISTANCE

Pour des raisons de sécurité, la contrainte normale σ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique à l'extension σ_{pe} .

Avec :

$$\sigma_{pe} = \frac{\sigma_e}{s}$$

s est un coefficient de sécurité

La condition de résistance traduit simplement le fait que la contrainte réelle ne doit pas dépasser le seuil précédent, soit :

$$\sigma_{réelle} = \frac{Mf_{max i}}{\left(\frac{I_{Gz}}{y_{max i}} \right)} \leq \sigma_{pe}$$

Mfmaxi : Moment de flexion maximum (Nmm)

IGZ : Moment quadratique de la section droite (mm⁴)

Ymaxi : Distance maxi par rapport à la fibre neutre (mm)

3.2.5.2. Application sous Catia :

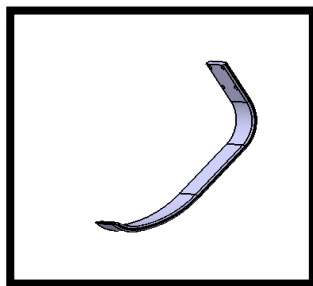


Figure 46: Vue 3D du mors du manipulateur



Figure 47: vue de droit du mors du manipulateur

Après le positionnement du manipulateur sur les sièges AR du projet véhicule X5, on a passé à l'étape de vérification de la capacité du manipulateur à supporter les charges statiques qu'on lui applique et savoir sa résistance lors de l'opération du montage. C'est pour cela on a effectué une analyse statique de la structure des mors (figure 46-47) qui supporte le poids des sièges dans le logiciel Catia .

- Affectation du matériau :

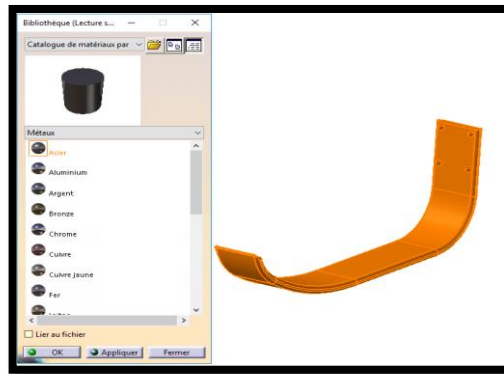


Figure 48: Affectation du matériau

Tableau 5: Les propriétés du matériau utilisé

Propriété	Valeur	Unité
Limite élastique	250	MPa
Module de Young	200	GPa
Coefficient de poisson	0.266	-
Masse volumique	7850	Kg/m3

- Maillage de la pièce :

Nous avons utilisé un maillage d'une taille de 9mm, avec une flèche absolue d'un millimètre et le type d'éléments parabolique.

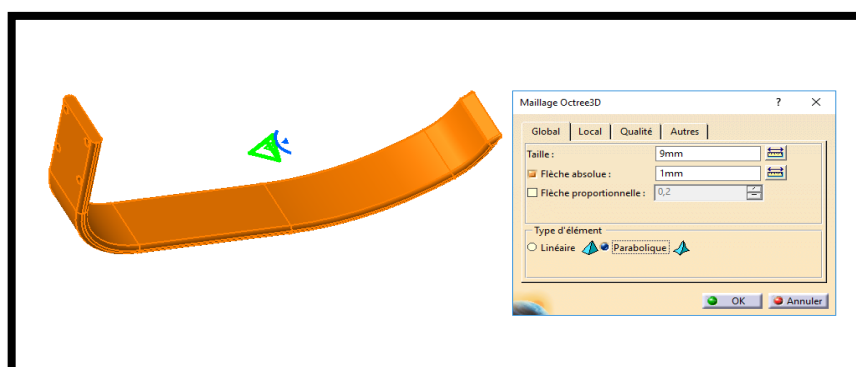


Figure 49: Maillage de la structure

- Les conditions aux limites : Encastrement

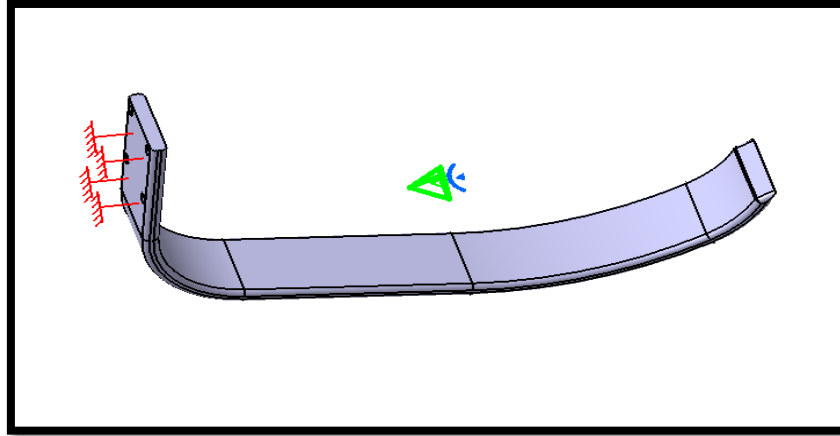


Figure 50: Fixation de la structur

- Conditions aux limites : Chargement

Dans le document des specifications techniques process pour le produit (STPPS) , posé par le client de Capgemini, STELLANTIS. Qui exprime les besoins nécessaires pour la réalisation de la faisabilité de montage des sièges arrières du projet véhicule X5, on trouve le poids des sièges arrière comme illustre la figure ci-dessous, qui est 58.713 Kg . d'où la charge appliquer sur les mors est $(P/4)=(mg/4)=143.84N$.

Carrosserie	501.192 kg
Intérieur	62.055 kg
Sièges	58.713 kg
Accessoires	7.508 kg
Electricité	41.876 kg
Liaison au sol	178.158 kg
Moteur	463.449 kg
Mécanisme de transmission	35.919 kg
Mécanisme de freins	61.825 kg
Système d'air	0.298 kg
Système de chauffage	13.872 kg
Système de climatisation	17.414 kg
Système de direction	18.495 kg
Système de refroidissement par eau	8.209 kg
Système de sécurité	12.313 kg
Système pédalier	2.012 kg
Fluides	12.061 kg

Figure 51: Le poids des sièges AR X5

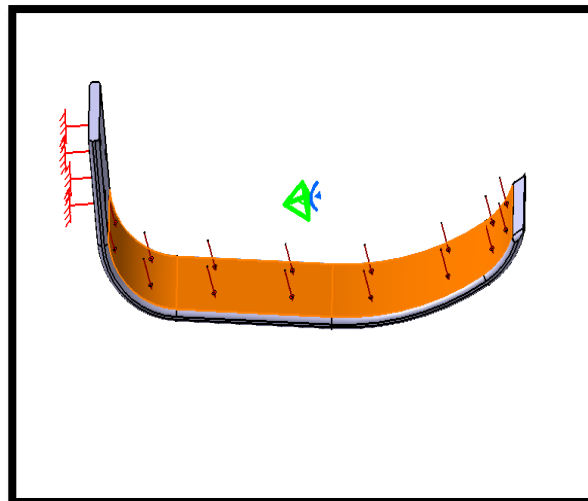


Figure 52: Chargement

- Lancement du calcul :

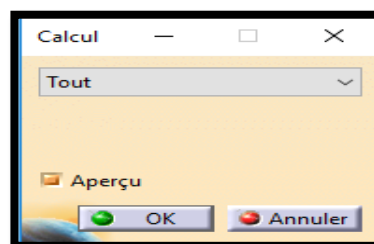


Figure 53: Lancement du calcul

- Résultats : Déformation

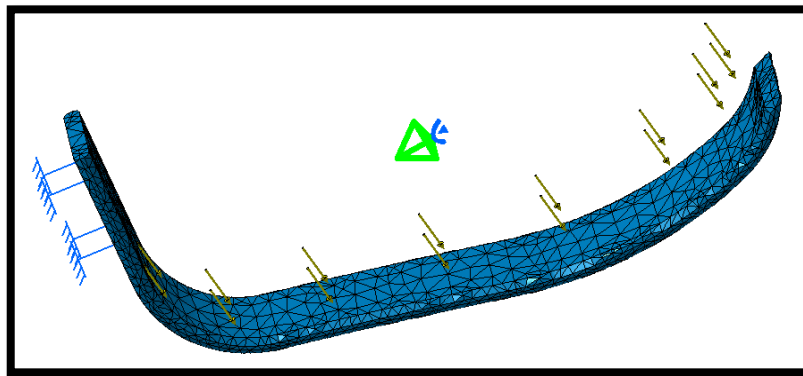


Figure 54: Déformation des mors

- Résultats : Déplacement

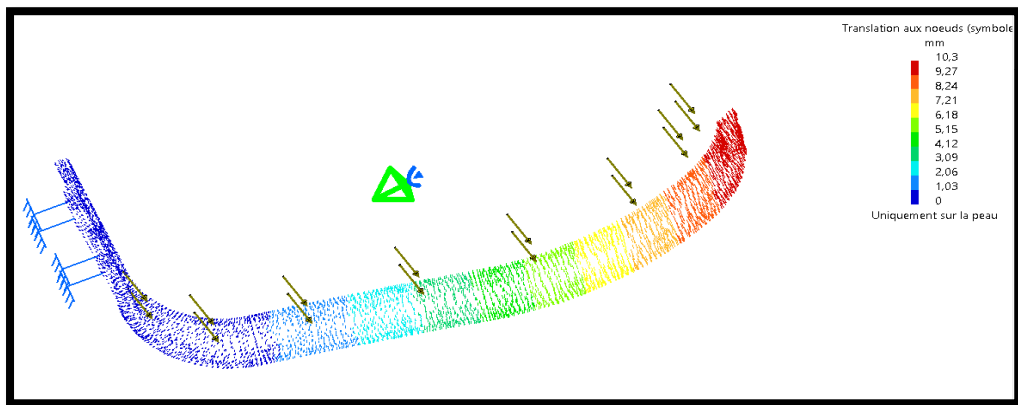


Figure 55: Déplacements totale

- Flèche maximale :

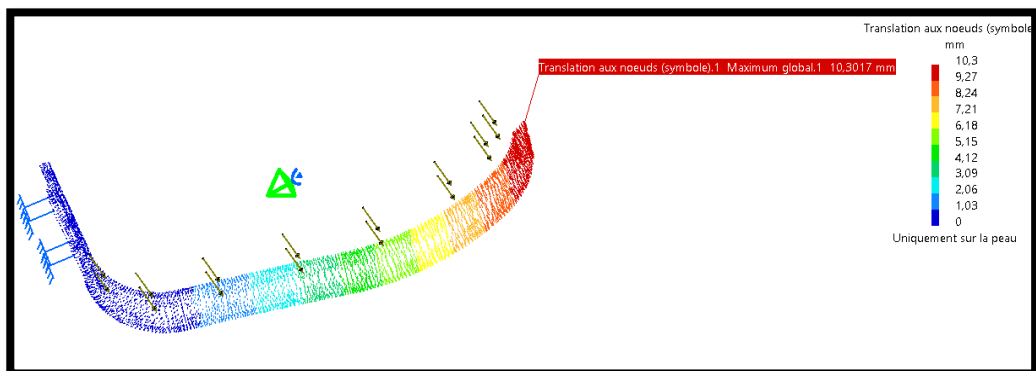


Figure 56: Déplacement maximale

- Contraintes de Von-Misses :

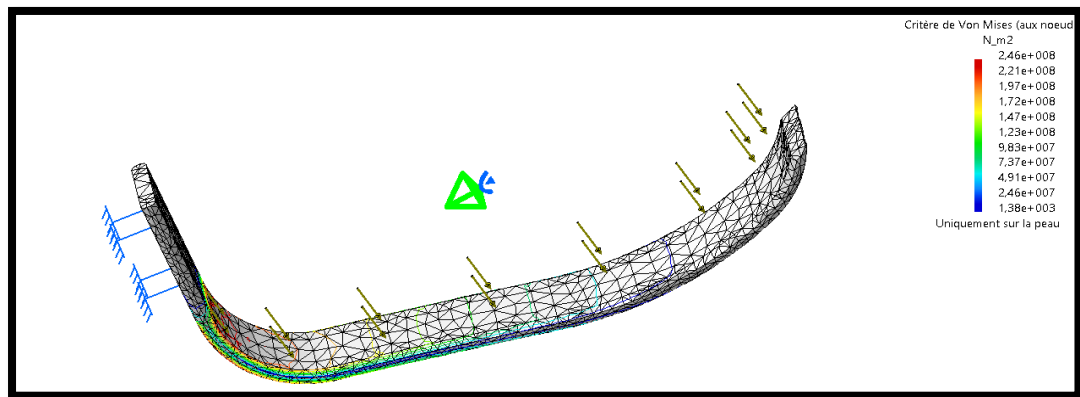


Figure 57: les contraintes de Von-Misses

- Contrainte maximale :

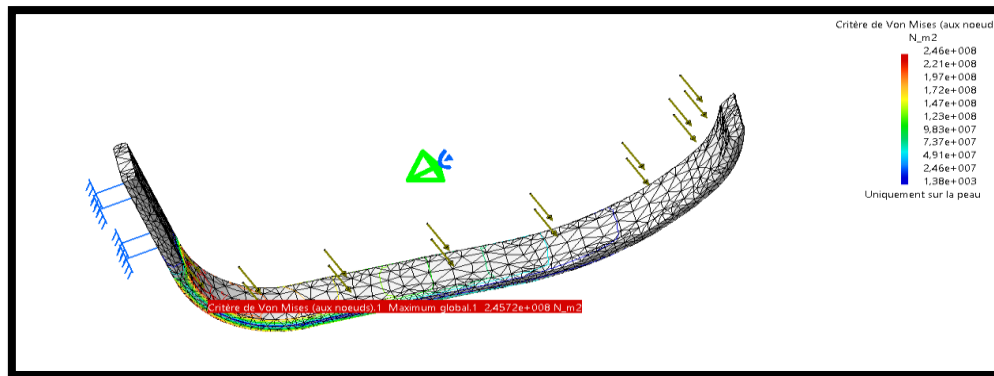


Figure 58: la contrainte maximale

- Interprétation des résultats :

Les résultats de l'étude de la structure du mors nous montre qu'il y a une déformation inhabituelle après l'application de chargement (figure 54), la figure (55) montre le déplacement totale du mors, ce qui entraîne une fleche maximale de 10.3 mm. La figure (57) montre les contraintes de Von-Misses, où l'on note une zone de la concentration des contraintes comme montre la figure (58), la contrainte maximale dans cette zone est de 246 MPa très proche de la limite élastique du matériau utilisé dans la fabrication des mors.

Ces résultats indiquent qu'il existe un risque de rupture des mors du manipulateur de montage des sièges AR dans la phase de la prise.

3.2.6. Plan d'actions et solutions proposées pour annuler le risque trouver dans la phase de la prise des sièges du véhicule vie-projet X5 :

3.2.6.1. L'interférence et le risque de glissement des sièges AR lors de la prise :

Pour éviter ce risque et après des échanges avec le client, nous avons décidé de régler l'angle d'ouverture du manipulateur, qui est prédéfini par le fabricant. Que nous avons ajouté 13 degrés à 107 degrés dans l'état initiale :

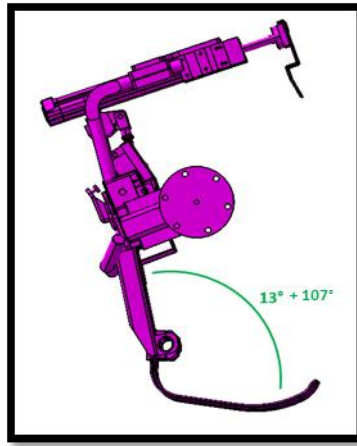


Figure 59: Nouvel angle d'ouverture du manipulateur de montage au sein de l'usine Mulhouse

3.2.6.2. Le risque de rupture des mors du manipulateur lors de la prise des sièges AR :

Pour éviter ce risque et toujours après des réunions avec le client, nous sommes décidés de redimensionner les mors du manipulateur de montage, par l'ajout de 2 mm à leur épaisseur, et refaire le calcul.

3.2.6.2.1. Choix de matériaux

Un des paramètres important d'une pièce est sa masse, un autre paramètre important est le prix volumique c'est-à-dire le coût de fabrication au kilogramme.

Ce prix doit être le plus bas possible, mais en respectant le cahier des charges, et en particulier les fonctions du produit, les contraintes de solidité, de durabilité, de qualité. Le choix du matériau est capital d'un point de vue du coût.

$$P = C_m \times m$$

- P : le prix en euro
- C_m : le prix massique euro/kg
- m : la masse

Afin de diminuer le prix, nous allons optimiser la masse, et puis choisir le matériau avec le plus faible coût.

Utilisation des diagrammes d'Ashby :

- ✓ Etape 1 : Définir les spécifications de la conception :
 - Fonction : à quoi sert le composant ?
(Supporter une charge, être étiré, transmettre un courant, résister à la corrosion...).
 - Objectif : qu'est-ce que doit être maximisé ou minimisé ?
 - Contraintes : les exigences essentielles qui doivent être satisfaites
(Rigidité, résistance, tenue à la corrosion, mise en forme...).
- ✓ Etape 2 : Ecrire une équation exprimant la fonction objective.

- ✓ Etape 3 : identifier les variables libres.
- ✓ Etape 4 : écrire les équations exprimant les contraintes.
- ✓ Etape 5 : éliminer les variables libres entre étape 2 et étape 4.
- ✓ Etape 6 : regrouper les variables en trois groupes (fonctionnement, géométrie, propriétés des matériaux...).
- ✓ Etape 7 : isolé le groupe de variables liées aux propriétés des matériaux.

Matériau pour une poutre de section rectangulaire

1) Fonction : supporter une charge en flexion

2) Objectif : minimiser le prix

3) Contraintes :

➤ Paramètres fixes par le cahier des charges

- La longueur de l'outil h.
- Force en flexion appliquer F.
- Condition imposée par la fonction :

Faible déformation élastique $\longrightarrow$ flèche δ

➤ Paramètre ajustable :

- Epaisseur de la poutre e.

4) Relations physiques :

- Objectif : minimiser $P = C \text{ m} \times \text{m} = C \text{ m} \rho V = C \text{ m} \rho L b e$
- Flèche d'une poutre en flexion :

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI}$$

Ce qui nous donne : $e = \frac{FL^3}{4E\delta b^3}$

On a donc, la fonction objective : $P = C \text{ m} \times \text{m} = C \text{ m} \rho V = C$

$$\text{m} \rho L b e = C \text{ m} \rho L b \quad \frac{FL^3}{4E\delta b^3} = (F) \left(\frac{L^4}{4\delta b^2} \right) \left(\frac{Cm.\rho}{E} \right)$$

D'où l'indice de performance est : $I = \frac{E}{Cm.\rho}$

$$\text{Log}(E) = \text{log}(Cm.\rho) + \text{log}(I)$$

C'est une équation de la forme $y = ax + b$ où $a = 1$ et $b = \text{log}(I)$

Maximiser l'indice de performance $\Rightarrow$ monter la plus possible la droite de pente 1 sur l'abaque dans CES Edupack.

Nous avons dans l'axe des abscisses le prix volumique comme montre la figure ci-dessus, et nous avons le module de Young dans l'axe des ordonnées.

3.2.6.2.2. Les critères de la recherche de matériaux :

Limit

Properties Apply Clear Video Tutorials

Click on the headings to show/hide selection criteria

▼ **Propriétés générales**

	Minimum	Maximum	
Masse Volumique		8000	kg/m ³
Prix		1.2	EUR/kg

▼ **Propriétés mécaniques**

	Minimum	Maximum	
Module de Young	210		GPa
Module de cisaillement			GPa
Module de compressibilité			GPa
Coefficient de Poisson			
Limite élastique	240		MPa
Résistance en traction			MPa
Résistance à la compression			MPa
Allongement			% strain
Mesure de dureté Vickers			HV
Limite de fatigue			MPa
Ténacité			MPa.m ^{0.5}
Coefficient d'amortissement (tan delta)			

Figure 60: Critères pour limiter le choix des matériaux

Au début le logiciel nous a donné le diagramme suivant qui montre les familles des matériaux.

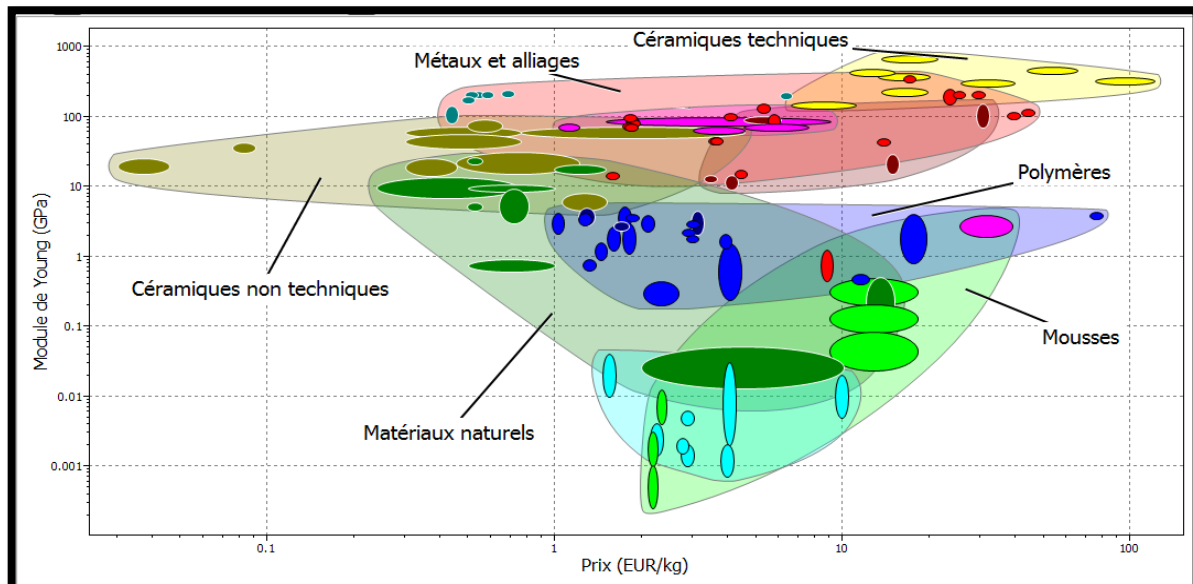


Figure 61: Familles des matériaux générés

Après l'application du filtre et le glissement de la courbe de la pente qui égale à 1 le maximum possible, on a obtenu les résultats suivants :

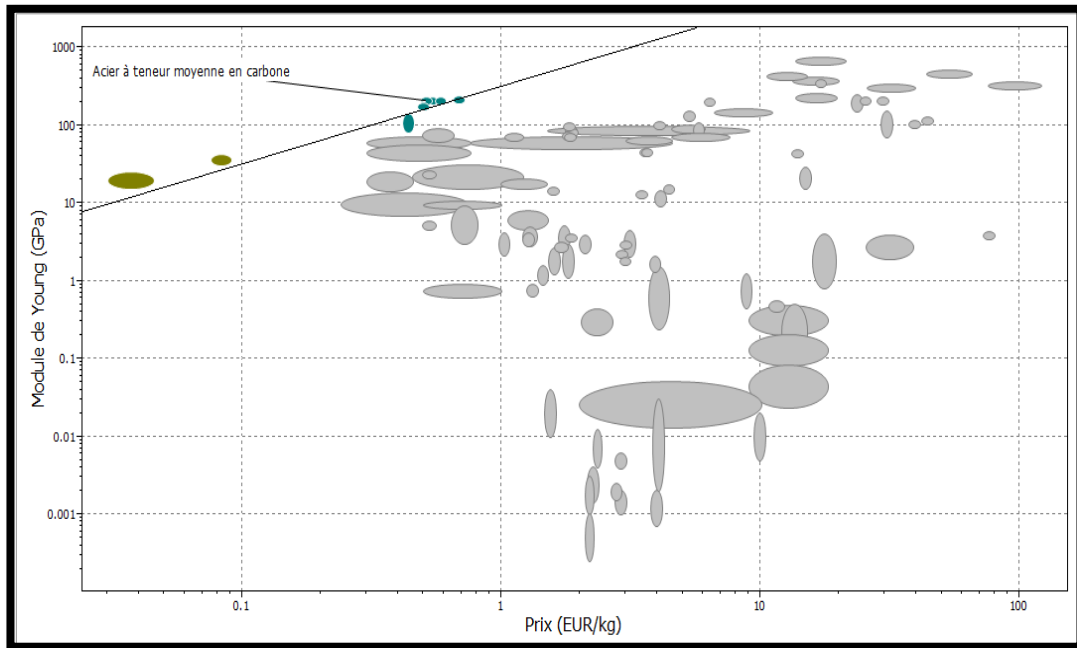


Figure 62: choix de matériaux sous CES Edupack

D'après le CES Edupack, le matériau approprié pour la conception des mors est l'Acier à teneur moyenne en carbone.

Les aciers à teneurs moyennes en carbone (0,25 à 0,7% de carbone) durcissent lorsqu'ils sont trempés – une qualité qui donne un grand contrôle sur leurs propriétés. La "durcissabilité" mesure le degré jusqu'auquel l'acier peut être durci en sections épaisses ; les aciers au carbone purs ont une faible durcissabilité – des éléments d'alliages additionnels sont utilisés pour l'accroître (voir aciers faiblement alliés). Les aciers à teneurs moyennes en carbone sont utilisés à très grande échelle pour les rails de chemin de fer ; il y a également beaucoup d'autres applications de plus petits volumes.

Dans l'atelier « Generative Shape Design » nous avons décalé les surfaces des mors une par une (figures 63), jusqu'à l'obtention de la forme souhaitée (figure 64).

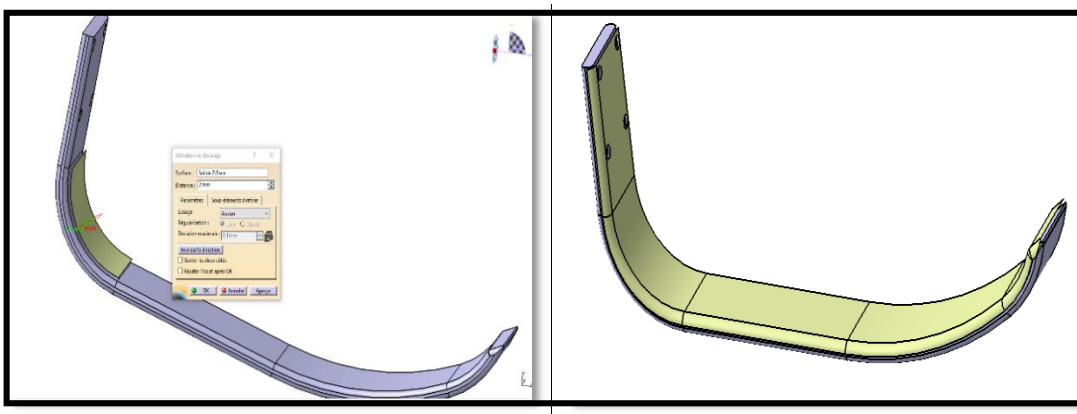


Figure 63: Décalage des surfaces de 2 mm

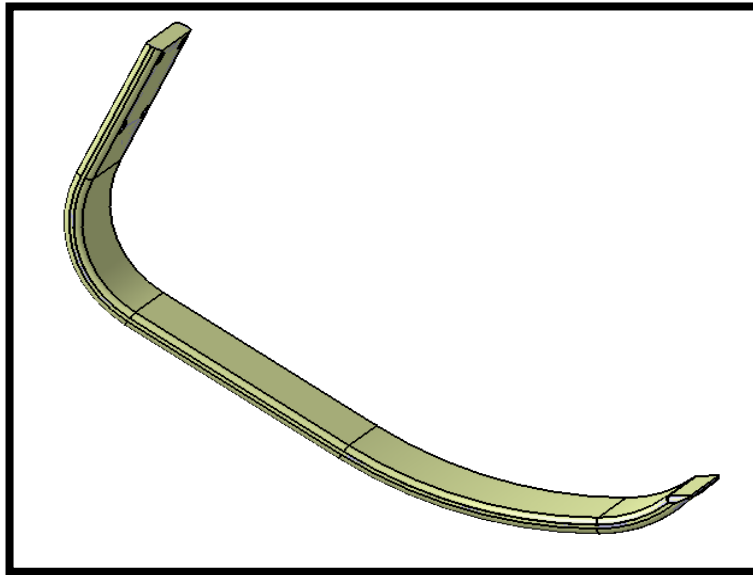


Figure 64: La forme finale de la pièce surfacique

3.2.7. Calcul de la structure des mors du manipulateur Mulhouse après la modification d'épaisseur :

3.2.7.1. Le modèle de la pièce modifiée après le remplissage :

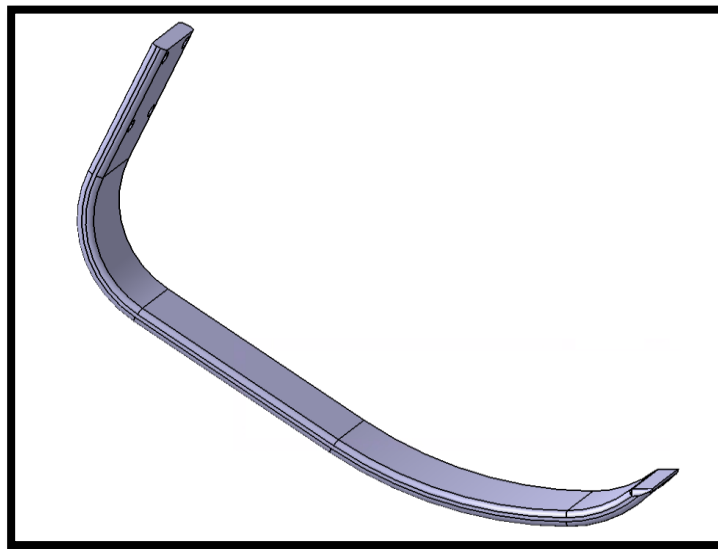


Figure 65: Vue 3D de nouveau mors du manipulateur

Après la modification au niveau d'épaisseur des mors du manipulateur de montage, on cherche à valider la structure et sa capacité à supporter les sièges AR, sans aucun risque de rupture. C'est pour cela on a effectué encore une fois une analyse statique de la structure des mors dans Catia.

3.2.7.2. Maillage et conditions aux limites :

Nous avons gardé le même maillage et les mêmes conditions aux limites.

3.2.7.3. Les nouveaux Résultats : Déformation

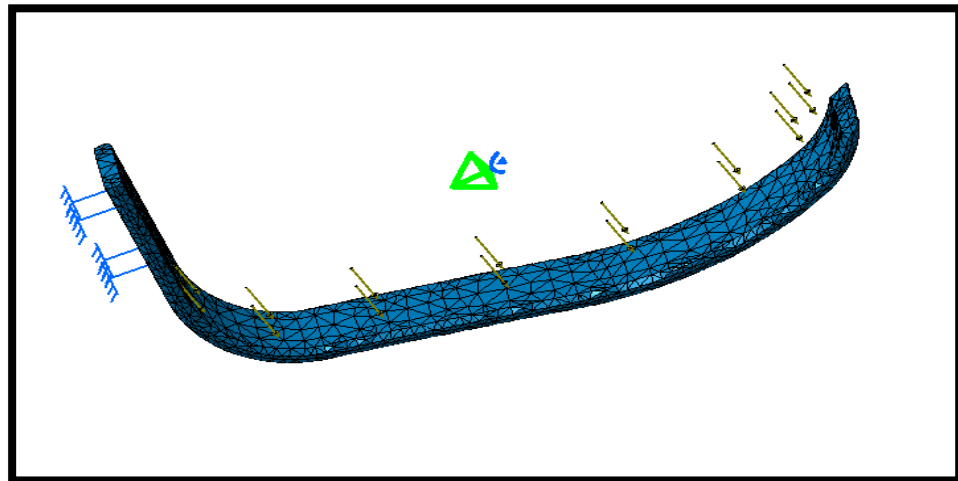


Figure 66: Nouveau déformation

3.2.7.4. Déplacement :

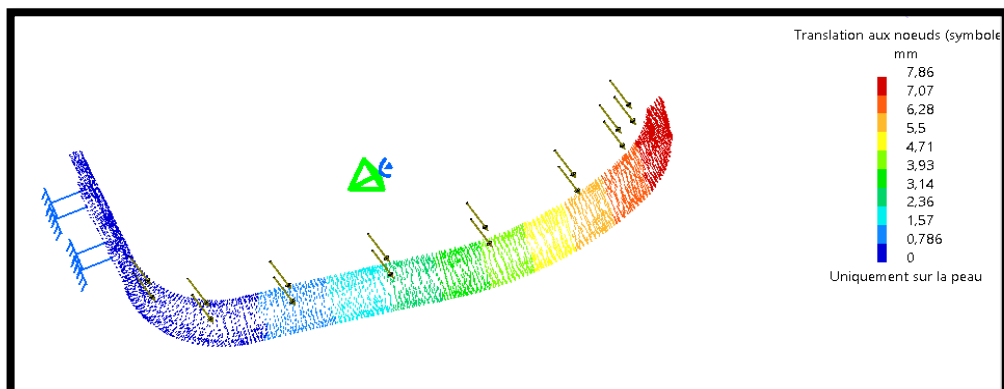


Figure 67: Nouveaux déplacements

3.2.7.5. Flèche maximale :

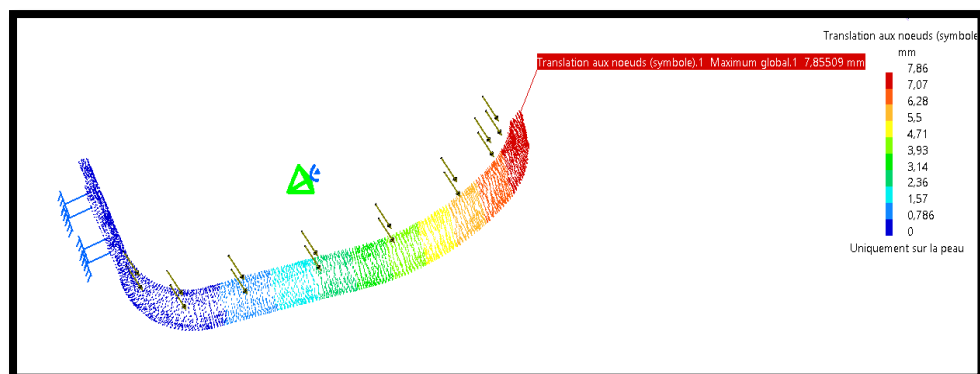


Figure 68: Nouveau déplacement maximal

3.2.7.6. Contraintes de Von-Misses :

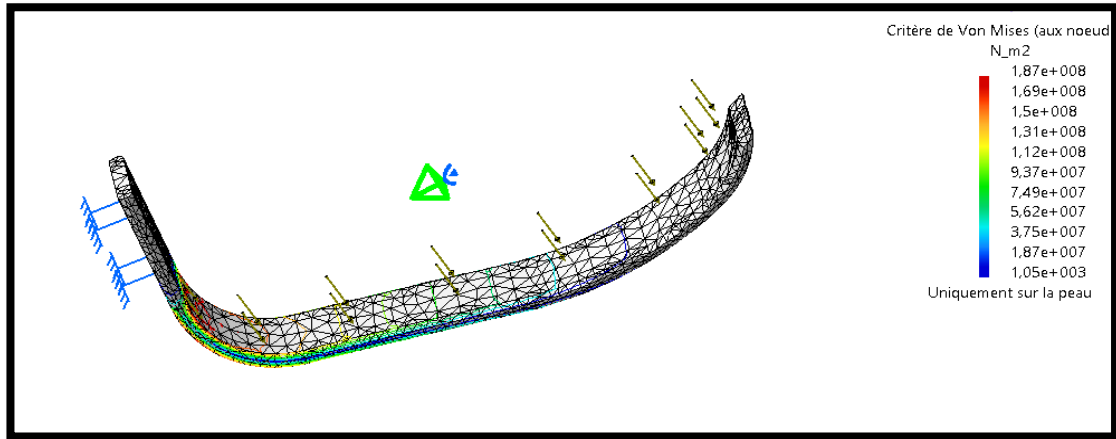


Figure 69: les nouvelles contraintes de Von-Mises

3.2.7.7. Contrainte maximale :

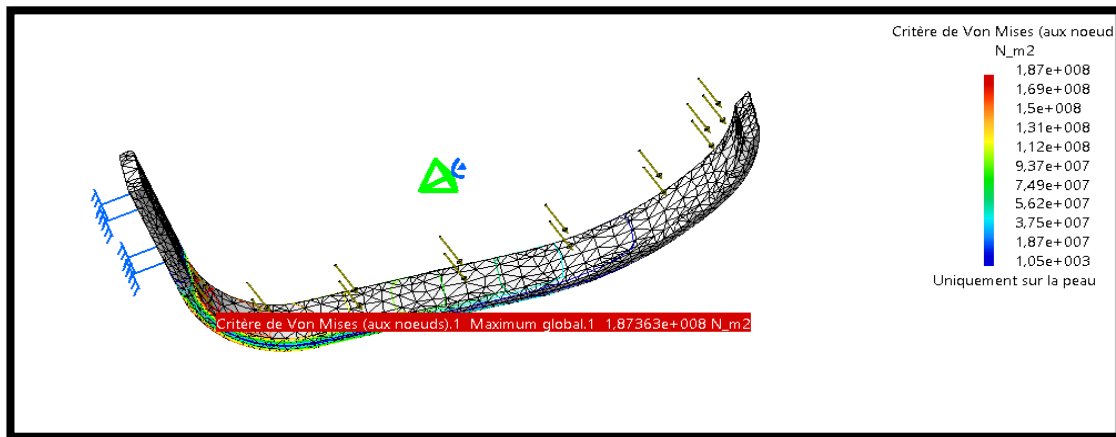


Figure 70: Nouvelle contrainte de Von-Mises

3.2.7.8. Interprétation des résultats :

Nous remarquons que la déformation après l'application de chargement statique des sièges est satisfaisante (figure 66), le déplacement total des mors est acceptable (figure 67), de plus la flèche maximale de déplacement est diminuée de 10.3 mm avant la modification (figure 56) à 7.86 mm après la modification d'épaisseur des mors du manipulateur (figure 68). Pour les contraintes de Von-Misses elles sont diminuées (figure 69), où l'on note la contrainte maximale est de 187 MPa inférieure à la limite élastique du matériau utilisé dans la fabrication des mors.

Les nouveaux résultats de l'étude de la structure de nouveaux mors du manipulateur montrent que la structure est validée, la nouvelle géométrie des mors peut supporter les charges statiques des sièges AR dans la phase de la prise.

Voici les nouveaux résultats, prenant en considération les nouvelles modifications :

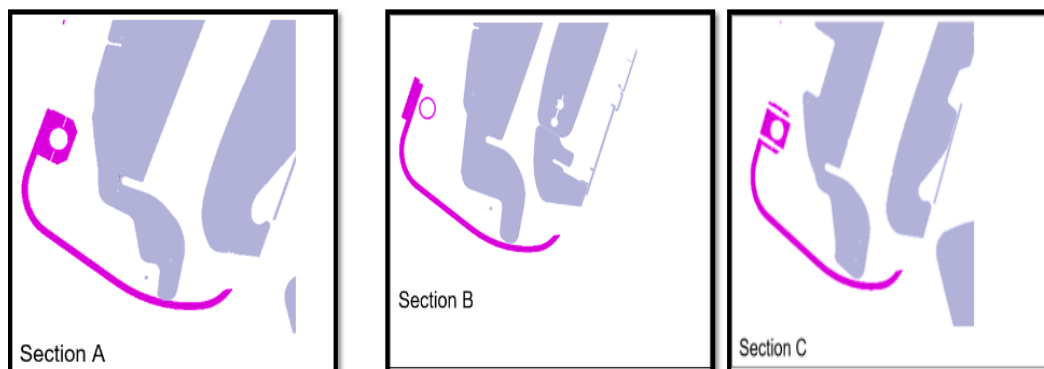


Figure 71: Sections A, B, et C au niveau des mors du manipulateur après la modification d'angle

D'ouverture du manipulateur par rapport au vie-projet X5

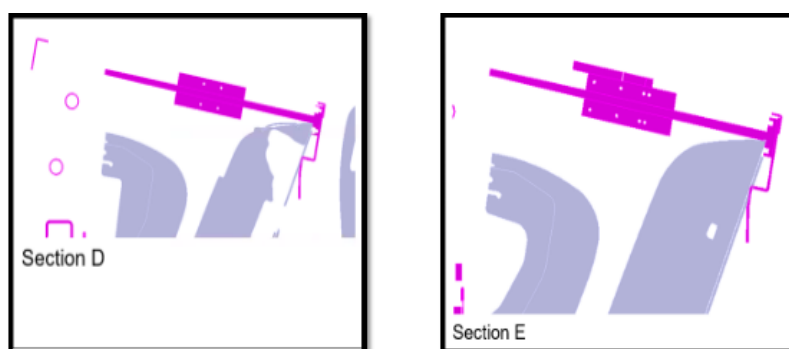


Figure 72: Sections D, E au niveau des pinces du manipulateur après la modification d'angle d'ouverture

Du manipulateur par rapport au vie-projet X5

D'après les figures (71-72), on observe que le manipulateur est bien positionné par rapport aux sièges du véhicule vie-projet X5 sans aucun problème.

3.2.8. Etude de l'impact de cette proposition sur la prise des sièges du véhicule vie-série X001 :

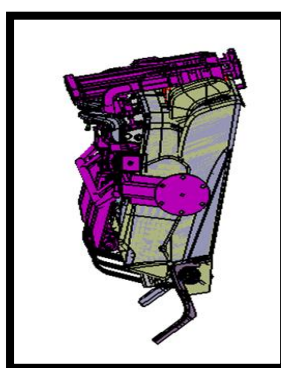


Figure 73: Repositionnement du manipulateur sur les sièges du véhicule X001

La figure ci-dessus montre le repositionnement du manipulateur de montage sur les sièges arrière du véhicule vie-série X001 pour savoir l'impact de la modification qu'on a effectuée au niveau d'angle d'ouverture du manipulateur sur la prise de ses sièges. On voit que le manipulateur est positionné comme il faut, mais on ait toujours besoin de montrer ça avec les outils PLM.

3.2.8.1. Etude de l'impact de la proposition sur le positionnement des mors du manipulateur sur les sièges du véhicule vie-série X001 :

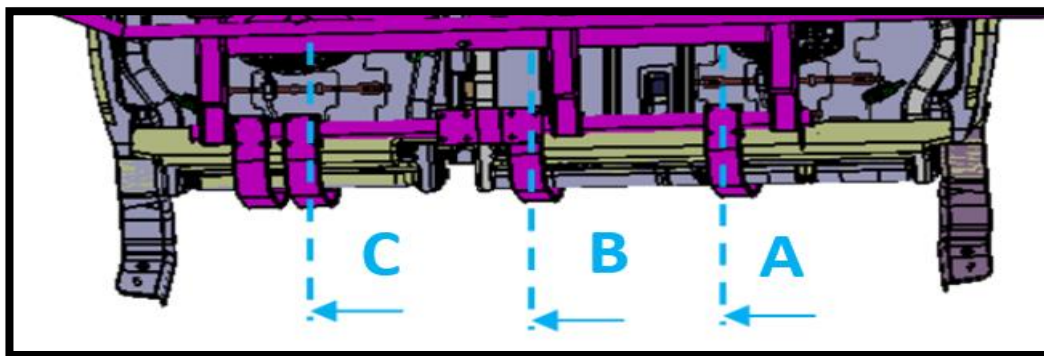


Figure 74: Vue 3D du manipulateur positionné sur les sièges vie-série après la proposition effectuée avec les sections réalisées sous PLM

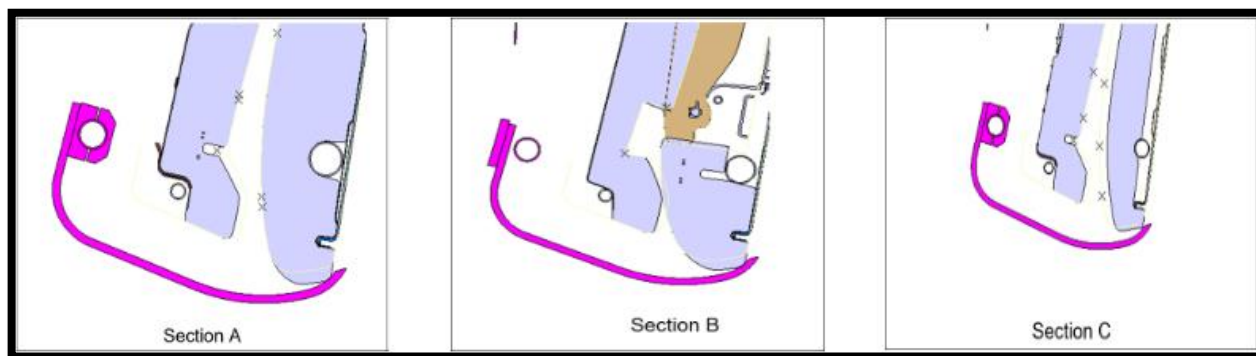


Figure 75: Sections A, B, et C au niveau des mors après la modification d'angle d'ouverture du

Manipulateur par rapport au vie-série X001

Les figures ci-dessus montrent que la modification qu'on a fait n'a aucun impact négatif sur le positionnement des mors du manipulateur sur le véhicule en cours de fabrication au sein de l'usine STELLANTIS à Mulhouse.

3.2.8.2. Etude de l'impact de la proposition sur la prise des sièges du véhicule vie-série X001 au niveau des pinces de serrage :

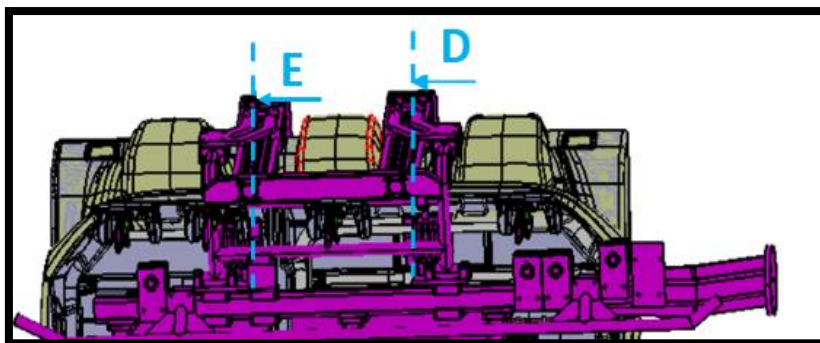


Figure 76: Vue 3D du positionnement des pinces de serrage du manipulateur sur les sièges AR du véhicule X001 après la solution proposée avec les sections effectuée sous PLM

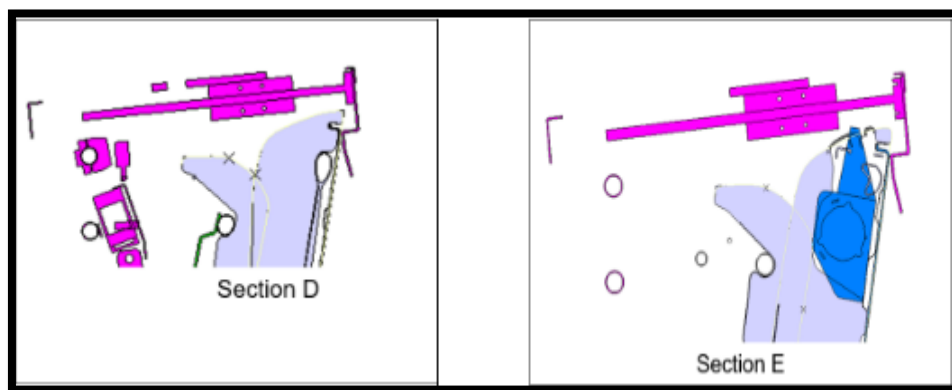


Figure 77: Les sections 2D effectuée au niveau des pinces de serrage du manipulateur de montage après la modification d'angle d'ouverture du manipulateur

Les sections de la figure (77) montrent que le système de verrouillage du manipulateur de démontage est bien positionné par rapport au dossier des sièges du véhicule X001 malgré la modification d'angle d'ouverture.

3.2.9. La simulation des trajectoires du manipulateur dans la phase de la prise :

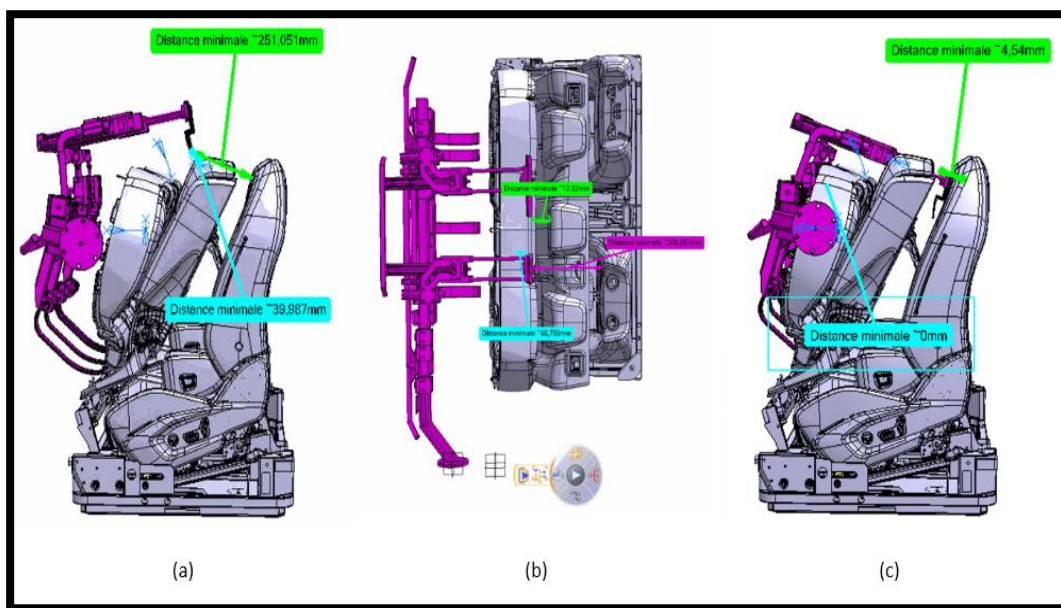


Figure 78: Simulation de la prise des sièges AR du véhicule vie-projet X5

Après avoir créé les trajectoires de manipulateur de montage sur l'atelier « Digital review » dans Catia V6, on passe vers l'atelier « Assembly path definition » pour réaliser les simulations de ses trajectoires.

La figure (78) montre les étapes de la simulation réaliser, ainsi que les distances entre le manipulateur et les différentes parties des sièges AR du projet véhicule X5.

3.3. Conclusion :

D'après ce qui précède, le manipulateur de montage au sein de l'usine STELLANTIS à Mulhouse en France est bien positionné par rapport aux sièges de véhicule vie-projet X5, sans impacter sa compatibilité par rapport au véhicule vie-série X001. Le choix des plans des sections et les figures 2D du positionnement, nous ont permis d'avoir une vision claire à propos des interférences et des jeux entre les environnements (produit-process) étudiées.

Pour conclure cette étude technique de la modularité du moyen de l'usine Mulhouse, le manipulateur de montage dédié aux sièges du véhicule X001 est capable à effectuer la prise des sièges AR du véhicule X5.

Cependant, l'étape suivante consiste à vérifier qu'il n'existe pas d'interférences entre le manipulateur de montage et la caisse pendant l'introduction des sièges AR dans les véhicules X5 et X001. Tous cela en respectant les modifications du manipulateur qu'on a trouvé.

Chapitre 4 : Analyse de faisabilité de l'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-projet X5.

Ce chapitre est consacré à l'analyse de la deuxième phase du processus de montage des sièges arrière. Il contient une étude détaillée sur la faisabilité de l'introduction des sièges AR du véhicule vie-projet X5.

4.1. Introduction

Notre mission durant le stage est d'analyser la faisabilité de montage des sièges AR pour le nouveau véhicule X5 dans l'usine STELLANTIS à Mulhouse en France. La première phase, la prise des sièges AR, a été traitée dans le chapitre précédent. La deuxième phase, l'introduction des sièges dans le véhicule, sera traitée dans ce chapitre. Pour s'assurer que les sièges AR passeront par la porte arrière du véhicule vie-projet X5, sans affecter le flux de la production des véhicules vie-série X001. :

4.2. L'étude technique de la faisabilité de l'introduction des sièges AR :

4.2.1. Création de l'environnement numérique de la phase de l'introduction des sièges AR :

La phase de l'introduction des sièges AR dans le véhicule est l'avant dernière phase, avant la phase de mise en place des sièges AR et le retrait du manipulateur. L'environnement numérique de cette phase doit contenir le véhicule équipé de ses composants selon la synoptique cible du montage chez STELLANTIS.

Sous le logiciel PLM, l'usine numérique, nous avons gardé seulement les organes du véhicule X5 nécessaire pour l'étude de cette phase. La liste des composants génériques de l'environnement de produit relative à la phase de l'introduction des sièges AR dans le véhicule est la suivante :

- Caisse en blanc.
- Planche de bord.
- Garnitures inférieure et supérieure de pied milieu.
- Garniture de pavillon.
- Garnitures de longeron.
- Garniture de pied avant.
- Faisceau habitacle.
- Console centrale de planche de bord.
- Sièges arrière.
- Le moyen de montage positionné sur les sièges AR.



Figure 79: L'environnement numérique réalisé pour la phase de l'introduction des sièges AR dans les véhicules X5 et X001 sous PLM

4.2.2. Création du volume de garde :

Avant l'introduction des sièges AR dans le véhicule, nous créons le volume de garde ou le volume de sécurité au niveau de la feuillure d'entrée de porte arrière de véhicule. Son rôle est de protéger le joint de la feuillure pendant la phase de l'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-projet X5.

Pour créer le volume de sécurité sur Catia V6, nous passons par les étapes suivantes :

- a) On choisit le côté habitacle de notre projet véhicule X5, et on va à l'atelier « Generative shape design », on observe que la longueur initiale des surfaces de la feuillure de la porte est 10 mm :

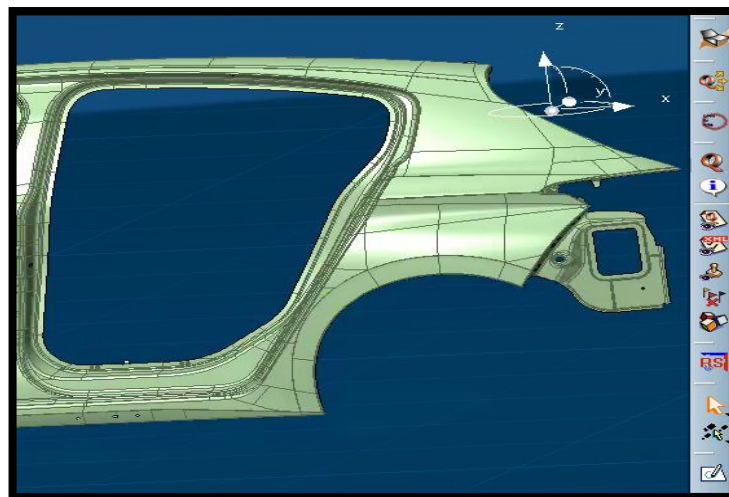


Figure 80: Côté habitacle sous Catia V6

- b) Dans LVP Process, nous ajoutons un PDD sous le nom de « VOLUME_DE_GARANTIE_AR » :



Figure 81: Position de PDD dans l'arborescence de montage dans Catia V6

- c) Au cœur de PDD que nous avons ajouté précédemment, nous ajoutons un 3DD qui nous permettra de dessiner le volume de garde, après avoir ajouté un set géométrique à l'intérieur, comme le montre la figure ci-dessous :

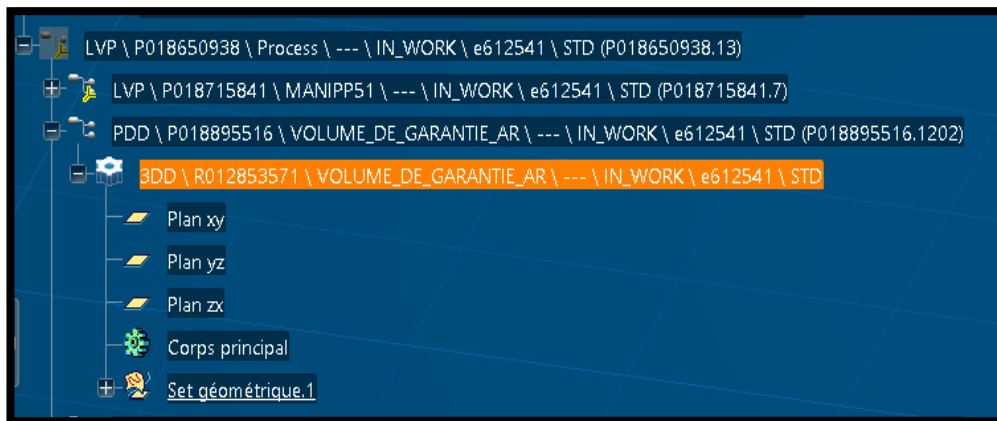


Figure 82: Position de 3DD dans l'arborescence de montage dans Catia V6

- d) Après la création de set géométrique, nous extrayons les courbes de la surface de la feuillure de la porte arrière un par un, jusqu'à l'extraction complète des courbes :

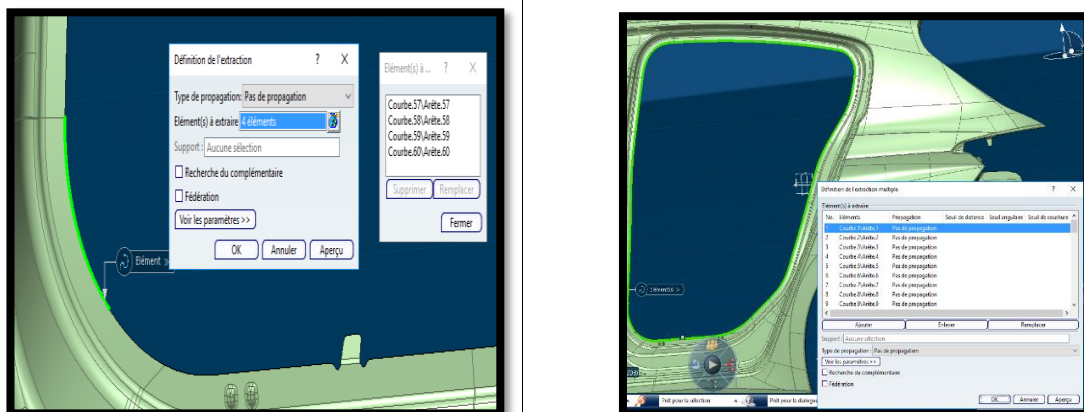


Figure 83: L'extraction des courbes

- e) Nous faisons de même pour les surfaces par l'outil d'extraction, on les extrait par 50 mm :

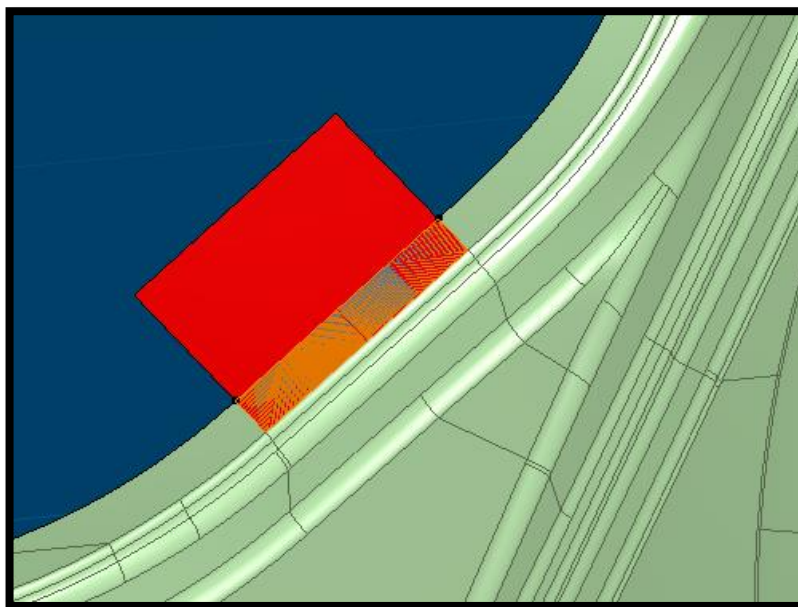


Figure 84: Extraction des surfaces

- f) Enfin, nous obtenons la forme finale du volume de sécurité :

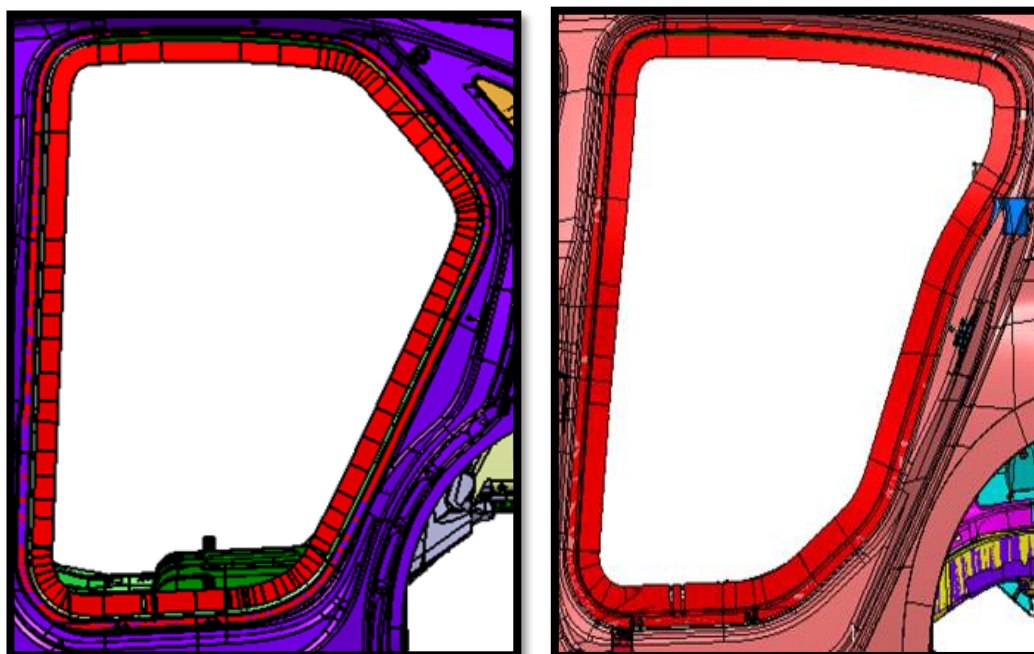


Figure 85: Volume de sécurité des deux véhicules X001 et X5

4.2.3. Vérification de l'introduction des sièges AR du véhicule vie-série X001 par le manipulateur de montage à L'usine Mulhouse :

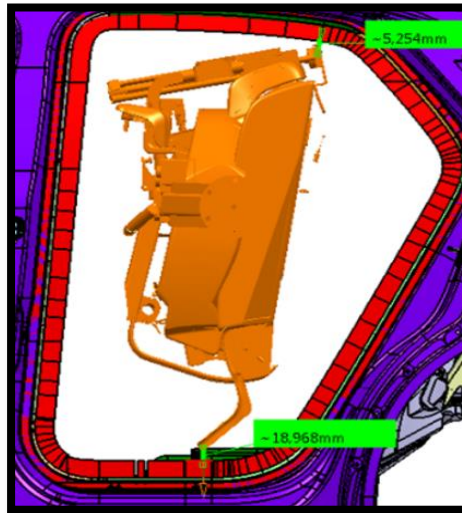


Figure 86: L'introduction des sièges AR de véhicule vie-série X001

La figure ci-dessus montre l'insertion des sièges AR dans le véhicule vie-série X001, où l'on note qu'il y a une distance de 5.254 mm entre les pilles (pinces de serrage) et le volume de préconisation (volume de garde). Et une distance de 18.968 mm entre les fourches des sièges AR et le volume de garde.

Ce qui montre que les sièges vie-série sont bien insérées dans le véhicule vie-série X001 sans aucune anomalie, d'où l'introduction des sièges AR est toujours faisable pour le véhicule vie-série. C'est ce que montre le volume balayé de l'intro des sièges AR X001 dans la figure ci-dessous :

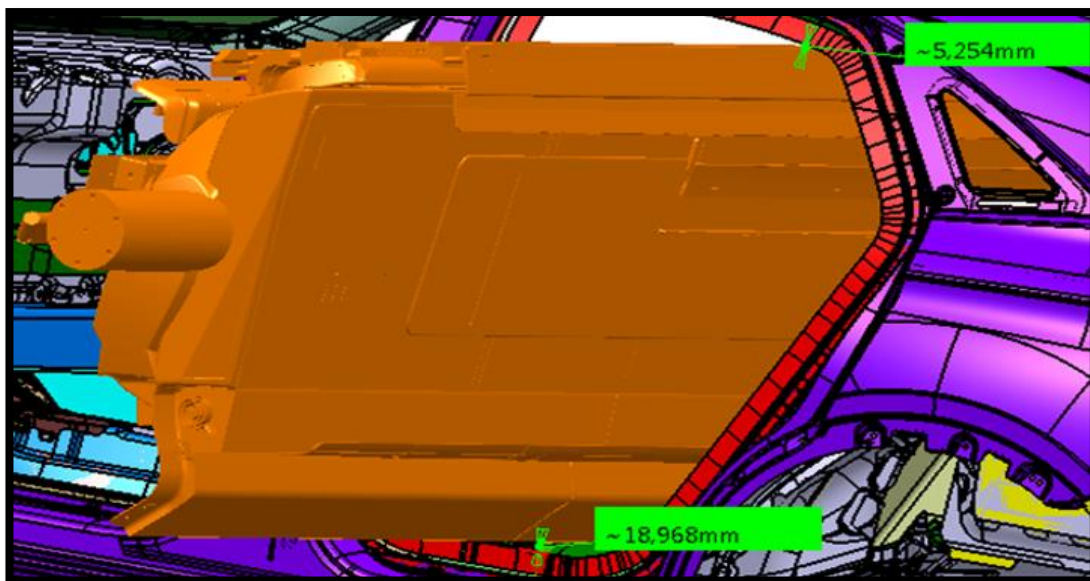


Figure 87: Le volume balayé par les sièges AR de la véhicule X001 dans la phase de l'intro

4.2.4. Etude de la faisabilité technique de l'introduction des sièges AR dans le projet véhicule X5 :

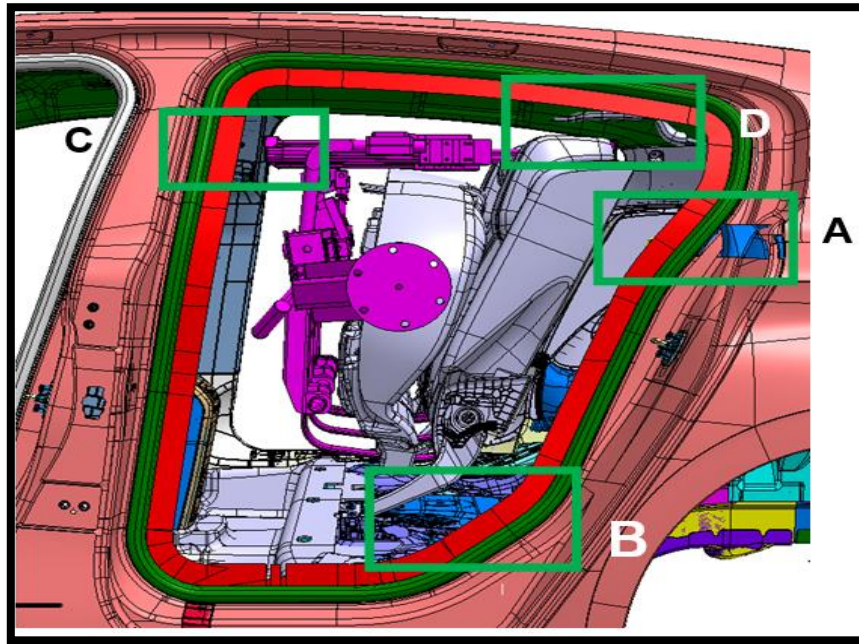


Figure 88: L'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-projet X5

Après avoir vérifié la faisabilité de l'introduction des sièges AR dans le véhicule vie-série X001. On s'intéresse dans cette phase à étudier la possibilité de l'introduction des sièges AR du projet véhicule X5 comme le montre la figure (88). En utilisant les outils d'analyse sous PLM, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

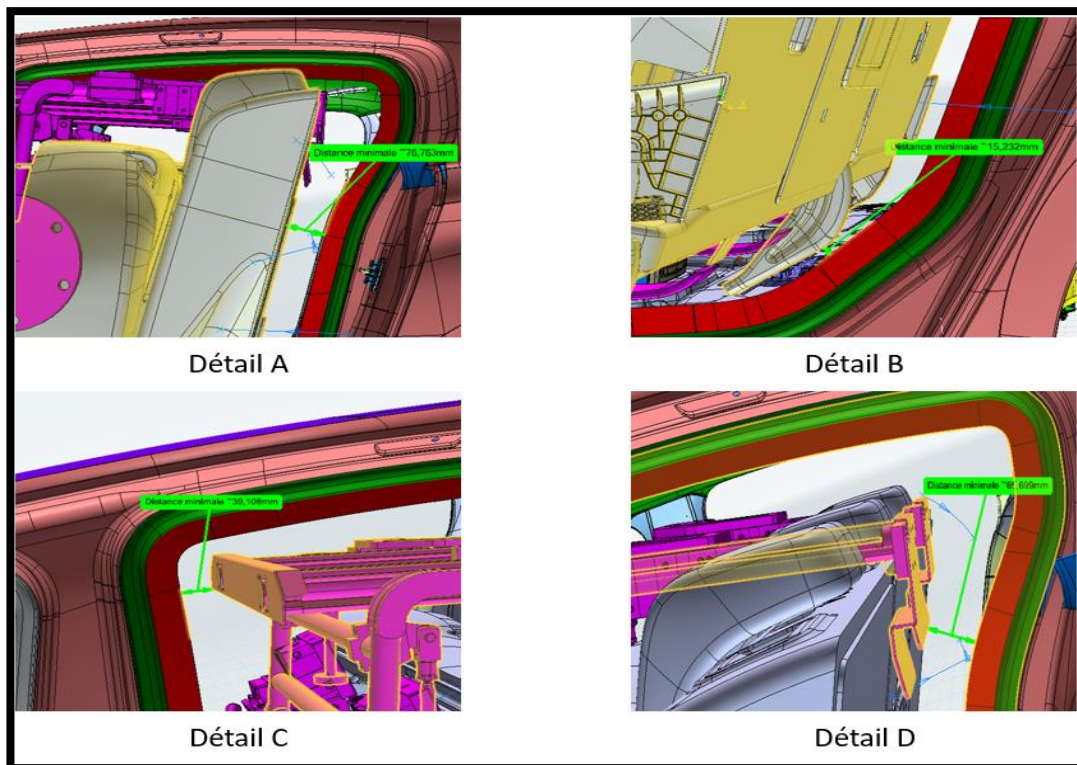


Figure 89: Les détails de la figure

Dans le détail (A) de la figure (89), nous notons une distance de 76.76 mm entre le dossier des sièges AR et le volume de garde. Le détail (B) montre une distance de 15.23 mm entre les sièges AR et le volume de garde. Dans le détail (C) on trouve une distance de 39.1 mm entre le système de verrouillage et le volume de préconisation. Et finalement on a une distance de 65.69 mm entre les pinces de manipulateur de montage et le volume de sécurité comme le montre le détail (D).



Figure 90: Simulation des trajectoires des sièges AR dans la phase de l'intro

La figure ci-dessus montre la simulation des trajectoires des sièges AR du projet véhicule X5 après leur création à l'aide des outils de simulation sous Catia V6.

4.3. Conclusion :

D'après les analyses que nous avons effectuées à ce stade de l'étude de faisabilité de l'introduction des sièges AR des deux véhicule vie-série X001, et vie-projet X5. Nous avons constaté que l'introduction des sièges AR pour les deux véhicules, après les modifications au niveau de manipulateur, est faisable sans aucun problème, donc la cotation est **Validé**.

Il ne nous reste plus que l'étude de la faisabilité de mise les sièges AR en place, et le retrait du manipulateur de montage.

Chapitre 5 : Mise en place des sièges AR de projet véhicule X5 et le retrait du manipulateur de montage

Ce chapitre est le dernier de notre étude de faisabilité de montage des sièges AR de projet véhicule X5. Il est divisé en deux parties, une liée à l'analyse de la faisabilité de dépose des sièges AR à leur place à l'intérieur des deux véhicules, vie- sérieX001 et vie-projet X5. L'autre est liée au retrait du manipulateur une fois que les sièges AR se sont installés.

5.1. L'étude technique de la faisabilité de la MEP des sièges AR à l'intérieur des véhicules X001 et X5 :

L'environnement est même que dans la phase de l'introduction des sièges. Cette étape consiste à analyser la possibilité de mettre les sièges AR en place à l'intérieur (Habitacle) des véhicules étudiés. Cela a pour objectif de vérifier l'existence des interférences entre l'ensemble (sièges AR + manipulateur de montage) et la caisse des véhicules en question.

5.1.1. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-série X001 :

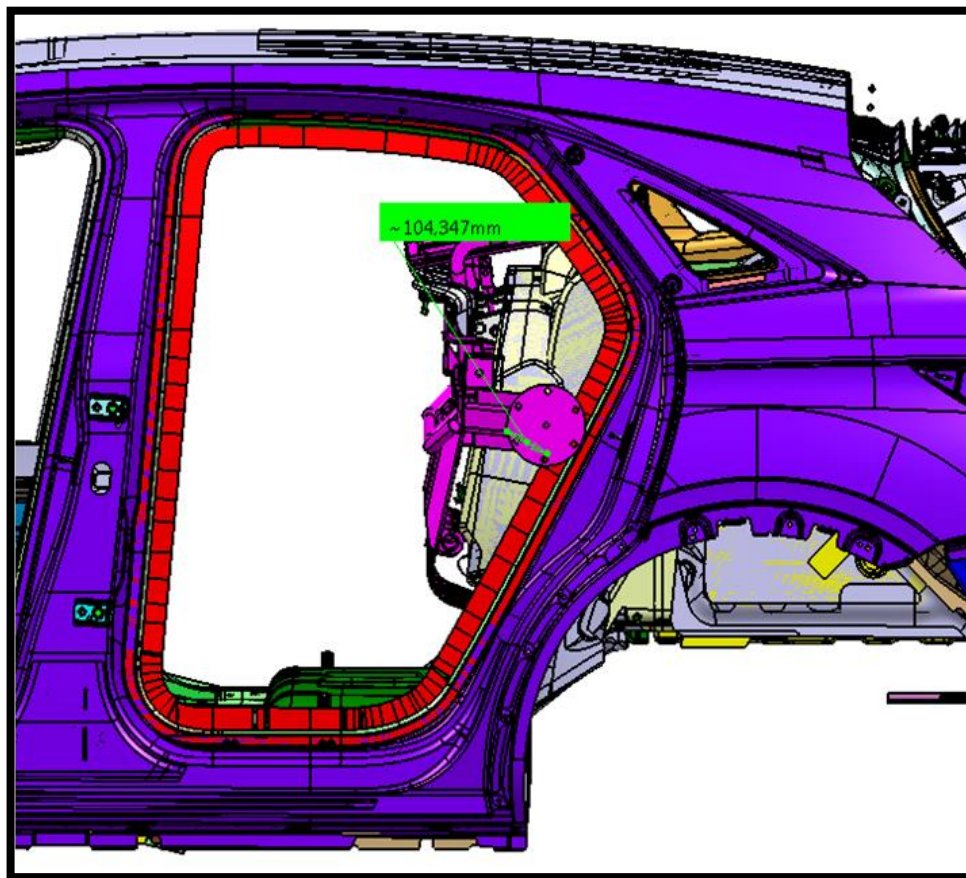


Figure 91: Dépose des sièges AR à l'habitacle du véhicule vie-série X001



Figure 92: Vue en perspective de la dépose des sièges AR X001

Les deux figures (91) et (92) montrent que lors de la phase de dépose des sièges AR, l'ensemble (produit + moyen) n'entre pas en collision avec la caisse. Ainsi, la distance entre le manipulateur et volume de garde après l'installation des sièges AR à leur place finale est de 104.34 mm, ce qui indique que la faisabilité de dépose des sièges AR pour le véhicule vie-série X001 est **validé**.

5.1.2. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-projet X5 :

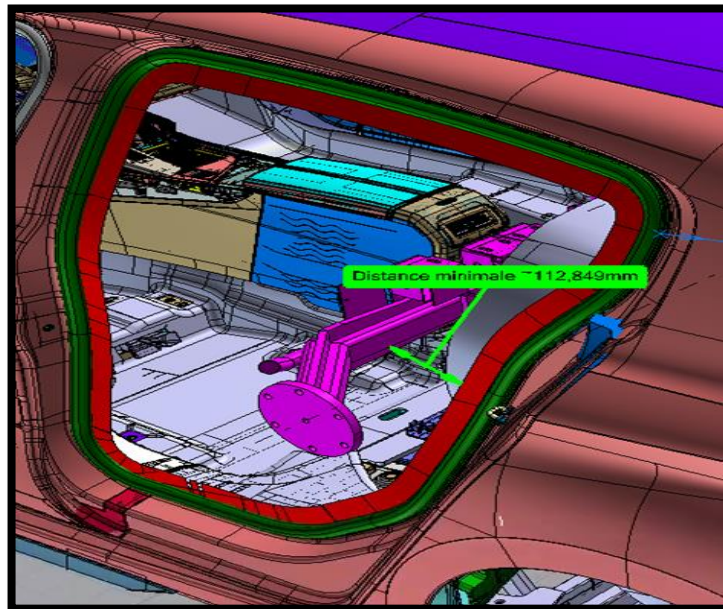


Figure 93: Dépose des sièges AR du projet véhicule X5

Lors de la mise en place des sièges AR dans l'habitacle de véhicule vie-projet X5, nous constatons qu'il y a une distance de 112.84 mm entre le manipulateur et le volume de garde, ce qui semble logique. Mais, Just après la dépose et pendant l'ouverture du système de verrouillage on constate une interférence évidente de 33.382 mm entre les pinces de serrage de manipulateur

et le garnissage du pavillon, comme illustre dans la figure ci-dessous. Ce qui montre que la faisabilité de dépose des sièges AR par le manipulateur de montage à Mulhouse est **invalide**.

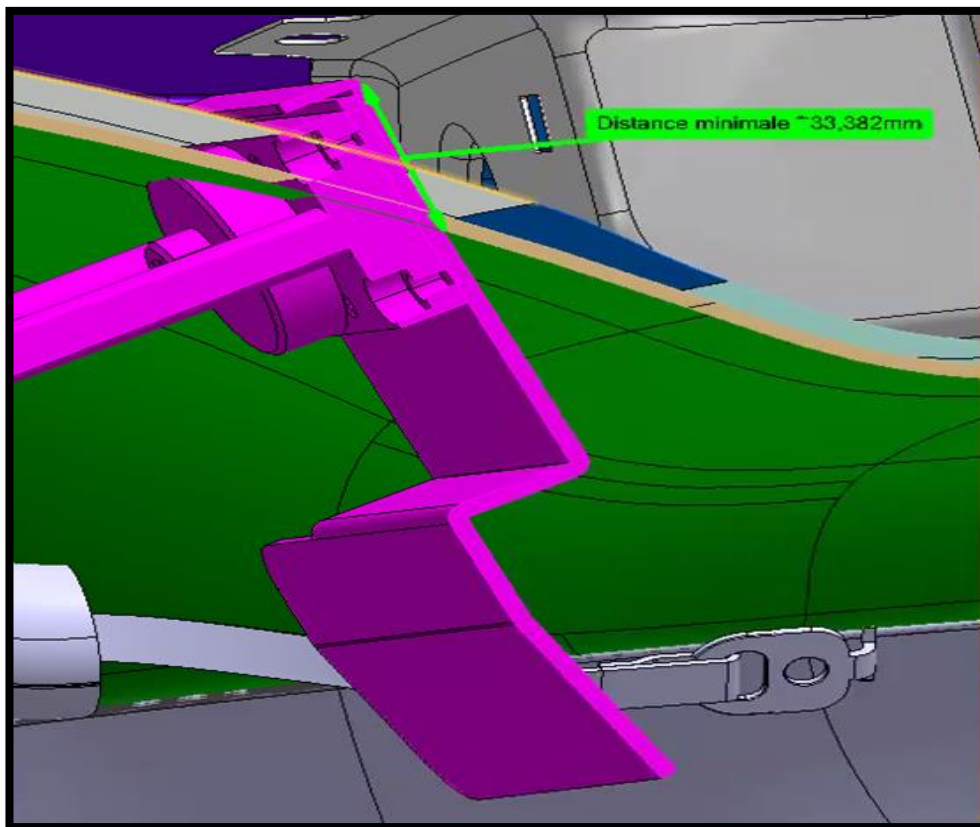


Figure 94: Interférence entre les pinces de serrage et le pavillon du projet véhicule X5

5.2. Plan d'actions et solutions techniques proposée pour éviter l'interférence entre les pinces de serrage de manipulateur et le pavillon de véhicule vie-projet X5 :

Pour résoudre ce problème, et après des réunions et des allers-retours des emails avec le client STELLANTIS. Nous avons décidé de limiter la course des vérins des pinces de serrage de manipulateur, pour qu'on puisse bien mettre les sièges AR à leur place à l'intérieur de véhicule.

Afin de limiter la course des vérins pneumatiques de système de verrouillage nous avons proposé d'ajouter des bagues d'arrêt, ce qui nous permet de contrôler la course des vérins lors de la dépose des sièges AR.



Figure 95: Accouplement bague d'arrêt

5.2.1. Analyse de faisabilité de dépose des sièges AR de véhicule vie-série X5, après les modifications :

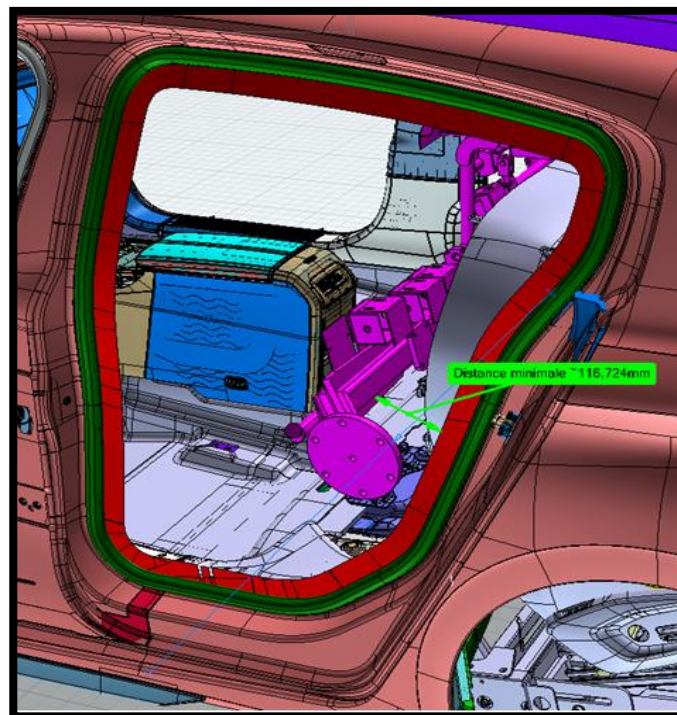


Figure 96: Dépose des sièges AR après les modifications

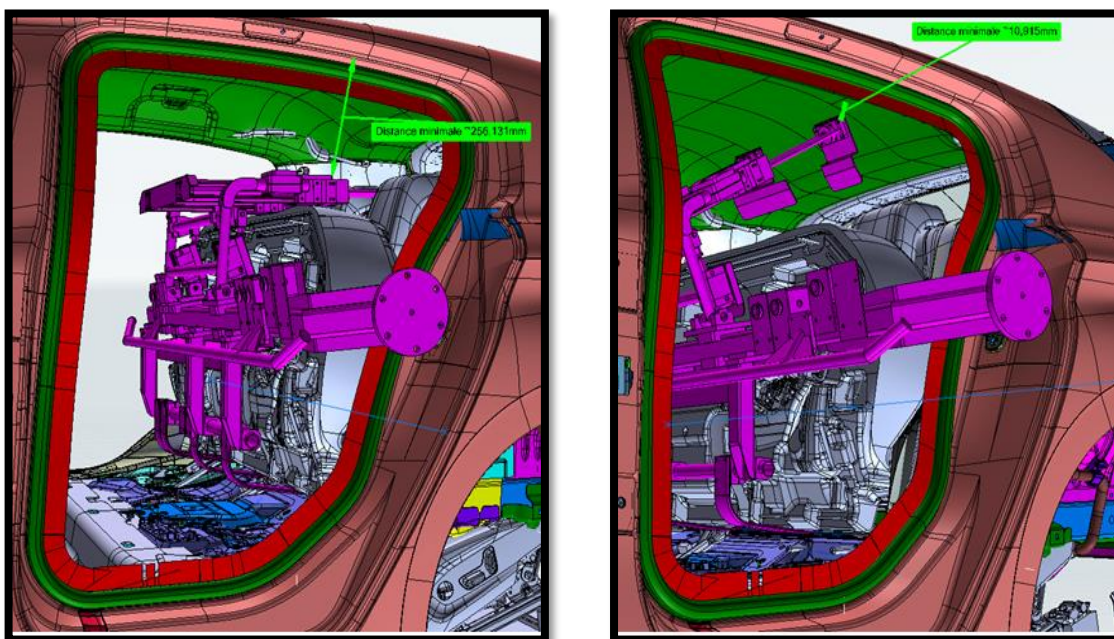


Figure 97: les distances entre le manipulateur et l'habitacle

Les figures ci-dessus montrent que la modification qu'on a fait au niveau des vérins de système de verrouillage, ont rendu la dépose des sièges AR possible sans aucune interférence.

5.2.2. Analyse de faisabilité de retrait du manipulateur :



Figure 98: Retrait de manipulateur de montage

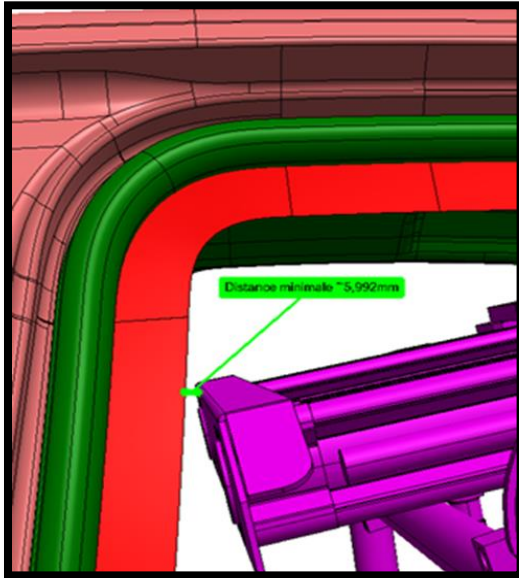


Figure 99: Détail A

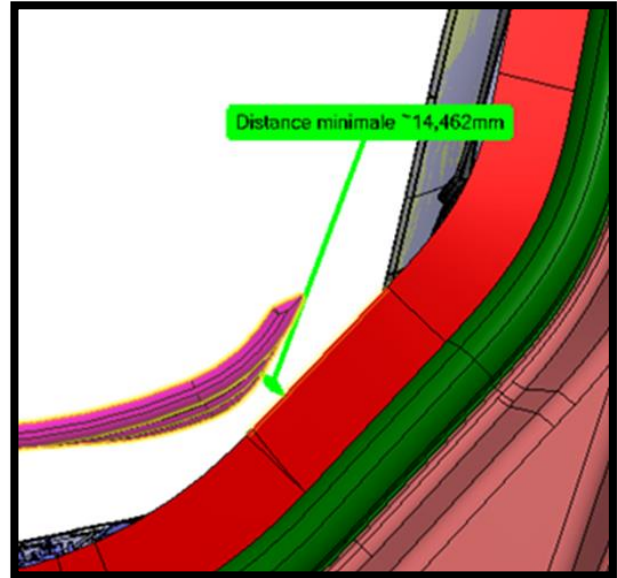


Figure 100: Détail B

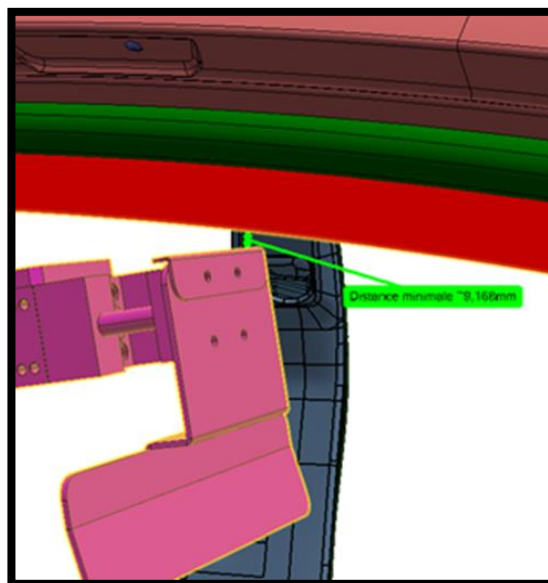


Figure 101: Détail C

Dans le détail (A), nous notons une distance de 5.9mm entre le système de verrouillage et le volume de garde. Le détail (B) montre une distance de 14.46 mm entre les mors du manipulateur et le volume de garde. Dans le détail (C) on trouve une distance de 9.16 mm entre les pinces de serrage et le volume de préconisation. Tant que la valeur minimale trouver dépasse 5 mm, alors la retrait du manipulateur est faisable, la cotation est donc **Validé**.

5.3. Conclusion :

Après les analyses que nous avons effectuées à ce stade de l'étude de faisabilité de la dépose des sièges AR des deux véhicule vie-série X001, et vie-projet X5. Nous avons trouvé une interférence entre les pinces de système de verrouillage et le pavillon de véhicule vie-projet X5, c'est pour cela on a décidé d'ajouter des accouplements rigide au niveau des arbres des vérins, après ces modifications nous sommes arrivé à une dépose faisable sans aucun problème, donc la cotation est **Validé**.

L'analyse de l'étape de retrait du manipulateur montre que le retrait du moyen est bien faisable pour les deux véhicules étudiées → **Validé**.

5.4. Bref étude économique :

Dans ce paragraphe, nous discuterons des bénéfices de l'entreprise au cours du mois de Mai de l'année 2021, par l'activité de faisabilité de montage produit/process uniquement.

5.4.1. Bénéfices bruts :

Le tableau ci-dessous montre en chiffres les bénéfices bruts qui ont été encaissés durant le mois de Mai grâce à l'activité de faisabilité Produit/Process.

Tableau 6: les bénéfices bruts

Activité	Livrables	Prix unitaire	Bénéfice Brut
Faisabilité produit/process	2- Planches de bord	10K€	20k€
	2- Sièges AV	10K€	20k€
	1- Sièges AR	10K€	10k€
	1- Toit pavillon	10K€	10k€
	1- Système d'échappement	11k€	11k€
			Totale : 71 000 €

Donc, le bénéfice brut de l'entreprise pendant le moi Mai de l'année 2021 de son activité de faisabilité de montage produit/process est 71 000€, Ce qui équivaut à **710 000 MAD**.

5.4.2. Bénéfices nets :

La formule des bénéfices nets est la suivante : Bénéfices nets = bénéfices bruts – les charges.

Pour calculer le bénéfice net, il faut d'abord calculer les charges imposées à l'entreprise. Le tableau ci-dessous nous donne des estimations sur ces charges.

- Location : le siège de la société est situé à Casa Nearshors, exactement à shore 17. L'équipe DPSI est située au premier étage dans le plateau 102, qui a une superficie de 300 mètres carrés.

Si l'on considère que le prix de location d'un mètre carré à Csa Nearshors est 1000 MAD, le prix de location du plateau sera 300 000 MAD par mois.

- Salaire des employés : l'équipe à travailler sur 7 livrables dans le mois de Mai, par 7 ingénieurs juniors (8 000 MAD chacun) et 3 ingénieurs seniors (12 000 MAD chacun).
- Plus les frais d'internet et d'électricité (estimation de 20 000 MAD)

Tableau 7: L'estimation des charges imposées à l'entreprise (Activité faisabilité Produit/Process)

Charges	Coûts (MAD)
Location	300 000
Salaire des employés	92 000
Internet	10 000
Electricité	10 000
Totale = 412 000 MAD	

D'où le **Bénéfice net** = 710 000 – 412 000 = **298 000 MAD**

Conclusion générale

En guise de conclusion, je mets le point sur les différentes étapes de mon projet qui m'ont permis d'atteindre les objectifs tracés comme finalité pour mon sujet de stage et qui concernent précisément l'activité de la faisabilité du montage. Ma mission consistait en l'étude de la faisabilité des opérations du poste du montage des sièges AR dans la perspective d'assurer la flexibilité de production dans le site STELLANTIS à Mulhouse en France.

Notre mission durant ce projet de fin d'étude est d'adapter les moyens existants à l'usine lors de la phase de montage des sièges AR des véhicules en série X001 à la fabrication du nouveau véhicule X5. Cette étude englobe les trois phases du montage des sièges ; la prise, l'introduction et la mise en place. Elle a été réalisée à l'aide du logiciel PLM (Product life cycle management).

Dans la première phase, il faut positionner le manipulateur de montage sur les sièges concernés. Cela a pour but d'analyser la modularité de ce manipulateur. Après la phase de la prise des sièges AR, vient celle de l'introduction de ces derniers dans le véhicule. Cette phase est exécutée en parallèle avec l'habillage de la caisse. Cela permettra l'augmentation du rendement du cycle de production. Dans cette phase il faut analyser le positionnement du produit/process (sièges + manip), par rapport à la caisse de véhicule. Finalement on termine notre étude par l'analyse de faisabilité de la mise en place des sièges AR, cette phase qui contient deux étapes ; la dépose des sièges et le retrait du manipulateur.

Après la réalisation de l'étude complète, nous avons élaboré un rapport d'analyse détaillé pour chaque phase. Cela a pour objectif de livrer au client STELLANTIS le travail réalisé et de discuter avec lui les résultats trouvés et les modifications proposées.

Pour développer ce métier de la faisabilité de montage des pièces véhicule, le constructeur automobile travaille avec l'équipe DPSI à CAPGEMINI, pour introduire des technologies avancées (High-Tech), telles que la réalité virtuelle, et la réalité augmentée, afin d'augmenter la précision des analyses et de réduire le temps de traitement des livrables et réduire les incertitudes d'analyse, ainsi pour faciliter la tâche aux concepteurs de montage, en fournissant un environnement le plus réaliste que possible, ce qui entraîne augmentation de la productivité.

Bibliographie

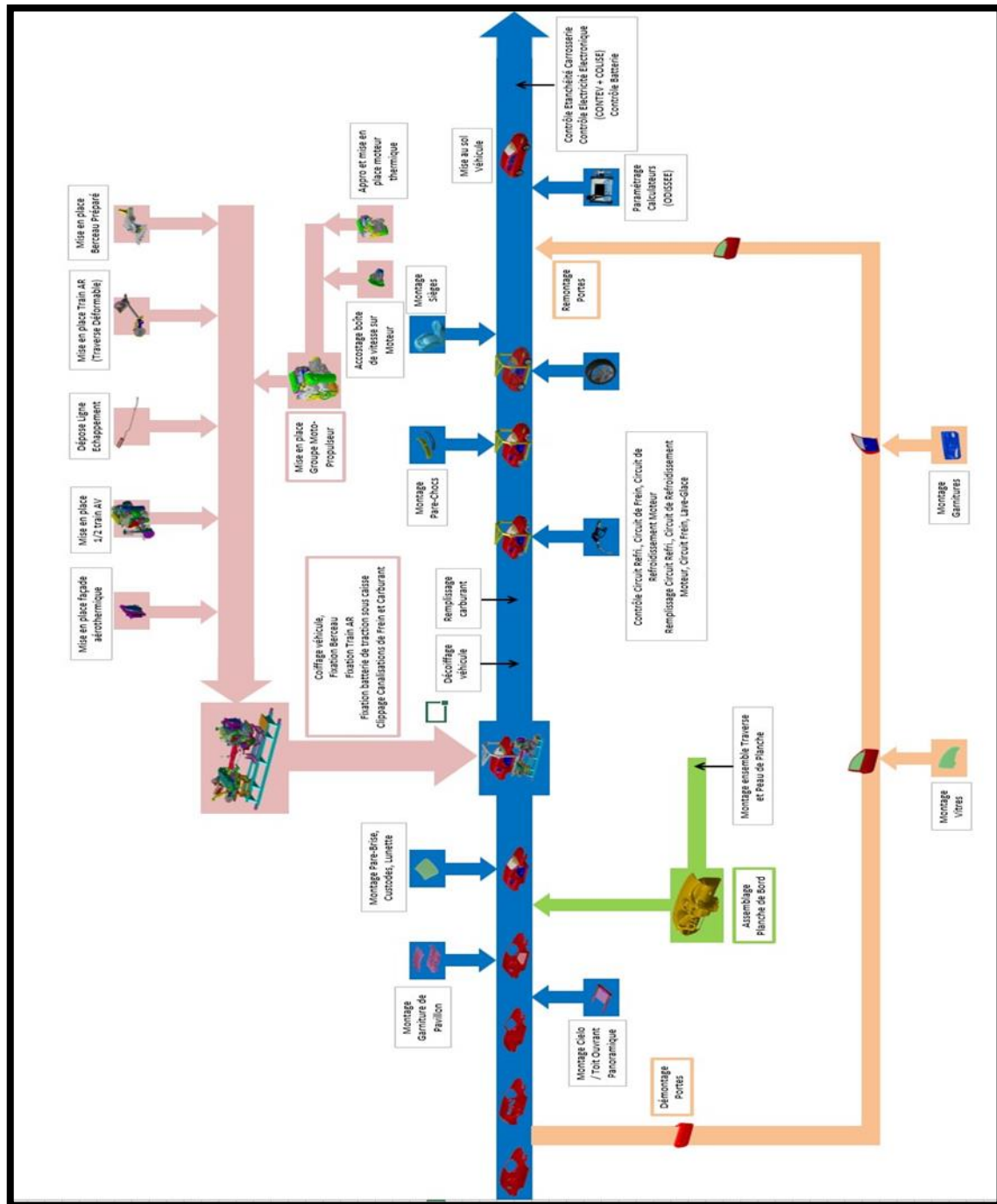
- [1] : Guide du dessinateur industriel.
- [2] : Synoptique cible de montage.
- [3] : Guide de conception de conception des manipulateurs.
- [4] : Normes internes PSA expression des paramètres de vissage.
- [5] : Documents de serrage et intervalles de tolérance standards.

Webographie

- [1] www.altran.fr
- [2] <http://www.psa-peugeot-citroen.com/fr>
- [3] www.2.ac-poitiers.fr
- [4] www.lidd.fr/lidd/18200-la-fabrication-d'une-voiture-etape-par-etape
- [5] <http://process-fabrication.inetpsa.com/ProcessFabrication/> (Site intranet PSA)
- [6] <http://e-dpta.inetpsa.com/index.php?id=30436> (Site intranet PSA)
- [7] https://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe_PSA

Annexes

Annexe 1 : Processus de montage des automobiles chez STELLANTIS.



Annexe 2 : Manipulateur de montage lors de la Montabilité des sièges AR de la véhicule vie-série X001 dans l'usine STELLANTIS à Mulhouse.

