



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques

Spécialité : Génie Mécanique et Productique

Thème :

Conception et développement des pièces d'habillage intérieur d'automobile « garniture de custode »

Présenté par :

EL MOKADDYM OMAR

Encadré par :

- SEDDOUKI ABASS, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès

- TAZI YOUNES, Team Leader ALTRAN MAROC

Effectué à : ALTRAN MAROC

Soutenu le : 15/06/2017

Devant le jury :

• Pr. A. SEDDOUKI	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. A. Aboutajeddine	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. B. Harras	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. A. El Hakimi	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année Universitaire : 2016-2017

Dédicaces

Je dédie cet effort à :

© Mes très chers parents

En reconnaissance de tant de sacrifices consentis pour moi. En témoignage de tant de soins et d'amour déployés pour mon éducation, mon instruction et mon bien-être.

© Mes très chères sœurs et frères

Votre soutien moral émerveillé par votre grande affection m'est d'un précieux atout dont je ne peux me passer.

© Mes chers amis

Je vous saurais gré de votre gentillesse et bienveillance

EL MOKADDYM OMAR

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, j'ai le plaisir d'exprimer mes profonds remerciements et ma sincère gratitude à toutes les personnes qui m'ont soutenue pour réaliser ce travail et envers qui je me sens reconnaissant de m'avoir appris tant de choses et m'ayant offert les conditions optimales de travail.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadrant de stage M. Tazi Younes Team Leader de l'équipe SCEG Altran Maroc, pour la confiance qu'il a eu en moi en me donnant la chance d'effectuer ce stage au sein de son service et pour tout l'engagement et le professionnalisme qu'il a manifesté tout au long du projet.

Je tiens à exprimer mes sentiments de remerciements au Pr. Seddouki Abbass mon encadrent de la Faculté des Sciences Techniques d'avoir accepté de m'encadrer et d'avoir poursuivi le travail avec moi durant le stage. Ainsi, qu'à tous mes enseignants du département Génie Mécanique.

Je remercie également mon encadrent technique Monsieur A. BELHAJ pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il m'a apporté lors des déférents suivis.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury Pr. B. Harras et Pr. A. Aboutajeddine qui ont accepté de juger ce travail.

Sans oublier de remercier tous les membres du département carrosserie d'avoir contribué au bon déroulement de mon stage, aussi pour leur aide et leur convivialité.

Table des Matières

Dédicaces.....	2
Table des Matières	4
Liste des Abréviations.....	6
Table des Tableaux	8
Introduction général.....	9
1. Groupe Altran	11
1.1. Présentation	11
1.2. L'implantation	11
1.3. Altran en quelques chiffres	12
2. Altran Maroc.....	13
2.1. L'implantation	13
2.2. Faits et chiffres	13
2.3. Les trois grandes familles de métiers	14
2.4. Équipes et Méthodologie de travail	14
2. 5. L'organigramme.....	15
2.6. Le service Carrosserie	17
Chapitre II	18
Conception en plasturgie	18
1. Les Plastiques	19
1.1. Différents types de matières plastiques.....	19
2. Règle de conception des pièces plastiques	21
3. Les moyens d'assemblage	25
3.1. Soudage :	26
3.2 Collage :	27
3.3 .Assemblage mécanique : (Voir annexe 1 : Clip / Rivet / Vis).....	27
Chapitre III	28
Benchmarking.....	28
1. Le benchmarking :	29
2. Le choix des concurrents	29
3. Analyse de concurrence	31

5. Analyse des indicateurs et comparaisant des écarts de performance	35
6. Analyse de fixation et d'indexation	35
7. Conclusion :	41
Chapitre IV :	42
Conception de la garniture custode	42
1. Problématique	43
2. ANALYSE FONCTIONNEL	43
2.1. Méthode RESEAU	43
2.2 .Recherche intuitive.....	43
2.3. Etude du cycle de vie et de l'environnement (Examen de l'environnement)	44
2.4. Examen des efforts et des mouvements.....	45
2.5. Analyse d'un produit de référence.....	45
Cette méthode consiste à décortiquer un produit de référence et à analyser chacune de ses composantes en vue de déterminer à quoi celles-ci servent.	45
Ordonner des fonctions.....	45
3. Cahier des charges.....	47
4. Analyse de PDF (Plan De Forme) :	48
4.1. Analyse d'environnement :	48
4.2. Analyse de connexions	52
4.3. Analyse de démoulabilité du style	53
4.4. Section de principe	54
5. Volume des pièces :	55
6. Mise en place d'isostatisme et fixations	56
6.1. Mise en position des pièces	56
6.2. Maintient en position des pièces	60
6.3. Vérification des positions de fixations par calcul vibratoire	62
7. Analyse de démoulabilité (produit /process).....	67
8. Conclusion	72
Chapitre V :	73
Calcul des structures et Réglementation Européenne ECE21.....	73
I. Analyse par élément finis	74
1. Le contexte et l'objectif.....	74
2. Les Donnés du problème.....	74
3. Les hypothèses et les résultats anticipés.....	75

4. Analyse numérique sous CATIA v5.....	75
5. Etude des modifications apportées.....	80
II .Réglementation Européenne ECE21 :	83
1. Définition de l'ECE21 :	83
2. Définition de la saillie :	84
3. Processus ECE21:.....	84
4. Application de la réglementation ECE21 au système garniture de custode	85
5. Conclusion:	87
Conclusion Général	88

Liste des Abréviations

R&D : Recherche et développement

DCHM : Direction Caisse Habitacle Matériaux

GSD : Génératif Shape design

SCEG : Systèmes Caisse Equipe Garnie

CAO : Conception assisté par ordinateur

CATIA : Computer Aided Three-dimensional Interactive Application

UV : Ultra-violet

HF : Haute Fréquence

SDD : Sens De Démoulage

PDF : Plan De forme

Table des Illustrations

Figure 1.1 : Logo Altran.....	11
Figure 1.2 : Implantation d'Altran dans le monde	12
Figure 1.3 : Chiffres clefs.....	12
Figure 1.4 : Les types de solutions proposées	13
Figure 1.5 : Répartition par fonctions des métiers chez Altran Maroc.....	14
Figure 1.6 : Vue du milieu de travail d'Altran Maroc.	15
Figure 1.7: Organigramme opérationnel	15
Figure 1.8: Département Carrosserie.....	16
Figure 1.9 : Les 7 périmètres du Carrosserie.....	17
Figure 2.1 : bossage.....	24
Figure 2.2 : goussets	24
Figure 3.3 : logo A2mac1	29
Figure 4.1: Diagramme de Pieuvre.....	44
Figure 4.2: Diagramme de FAST 1	45
Figure 4.3: Diagramme de FAST 2	46
Figure 4.4: Diagramme de FAST 3	46
Figure 4.5: environnement véhicule.....	48
Figure 4.6 : Données d'entrée et interfaces pour la conception du support garniture pavillon.....	49
Figure 4.7: style.....	50
Figure 4.8: sens de démoulage	50
Figure 4.9 : garniture pavillon.....	51
Figure 4.10: Doublure de custode + déflecteur airbag	51
Figure 4.11: Pied arrière et garniture latérale de coffre.....	52
Figure 4.12: fonctions de l'analyse de connexions et l'analyse de connexions	52
Figure 4.13: analyse de dépouille grainée	53
Figure 4.14: analyse de dépouille.....	54
Figure 4.15: section de principe	55
Figure 4.16: pièce 3D	55
Figure 4.17: l'embouti.....	58
Figure 4.18: indexeur	59
Figure 4.19 : jeu entre l'indexeur et la pièce	59
Figure 4.20: jeu et affleurement	61
Figure 4.21: fixation	61
Figure 4.22: Les positions des fixations	61
Figure 4.23. Maillage et les conditions aux limites.....	62
Figure 4.24. Différents types de chargements possibles	62
Figure 4.25. Les contraintes de Von-Mises.....	63
Figure 4.27 : Les déplacements.....	63
Figure 4.28 : fixation par une auto centreuse	64
Figure 4.29:agrafe riblock	66
Figure 4.30:anagle de dépouille	67
Figure 4.31:angle de dépouille et plan de joint	68

Figure 5.1:donnée géométrique.....	74
Figure 5.2:donnée matériau.....	75
Figure 5.3:maillage automatique.....	75
Figure 5.4:condition aux limites (fixations).....	76
Figure 5.5:condition aux limites (les Forces).....	76
Figure 5.6:contrainte de Von-Mises.....	77
Figure 5.7:déplacement totale.....	77
Figure 5.8:embouts maillé.....	78
Figure 5.9:contrainte de Von-Mises.....	78
Figure 5.10:cencentration de contrainte.....	79
Figure 5.11:déplacement totale.....	79
Figure 5.12:raidissaeurs.....	80
Figure 5.13:les zones de réseaux de nervures 1.....	80
Figure 5.14:les zones de réseaux de nervures 2.....	81
Figure 5.15:contarainte après la rigidification.....	82
Figure 5.16:déplacement totale après rigidification.....	82
Figure 5.17: Zone 1 & 2 « tête et genoux ».....	83
Figure 5.18 : zone 3 habitacle.....	84
Figure 5.19: Processus ECE21.....	85
Figure 5.20: environnement.....	85
Figure 5.21 : présente les zones potentiellement non conformes en rouge.....	86
Figure 5.22 : Zoom sur les zones non conforme.....	86
Figure 5.23: les valeurs d'entrer ECE.....	86
Figure 5.24: Zoom sur les rayons critique.....	87
Figure 5.25: les résultats de l'analyse.....	87

Table des Tableaux

Tableau 1 : Types de matières plastiques utilisées dans l'industrie automobile.....	21
Tableau 2 : Exemples de coefficients de réduction à appliquer sur les contraintes.....	26
Tableau 3 : Modèles d'automobile choisi pour l'analyse de la concurrence.....	30
Tableau 4 : montage de la garniture custode sur le véhicule Citroën.....	36
Tableau 5 : montage de la garniture custode sur le véhicule Ford.....	36
Tableau 6 : types des fixations.....	37
Tableau 7 : nombre de fixation.....	38
Tableau 8 : Indexation.....	39
Tableau 9 : dimension des pièces.....	40
Tableau 10 : Ecart entre surfaces.....	53
Tableau 11 : liste type des fonctions génériques.....	57
Tableau 12 : les types de fixations.....	65
Tableau 13 : Relation entre effort de clipsage et la largeur de découpe.....	67

Introduction général

Le secteur de l'automobile est un domaine de concurrence par excellence, ce qui lui exige une innovation technique continue. Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance du produit avant d'investir dans un nouveau marché, ce qui nous amène à une analyse de l'existant, en vue d'apporter des améliorations. Ceci explique l'intérêt de l'analyse de la concurrence et la démarche de benchmarking, pour en tirer les techniques nécessaires afin d'entamer notre conception.

Le stage que j'ai réalisé au sein de la société ALTRAN MAROC, et qui s'est étalé sur une période de quatre mois, consiste à la conception et le développement d'une garniture de custode.

Je commencerai tout d'abord par une présentation de la société d'accueil dans laquelle j'ai pu suivre une formation accélérée englobant le côté outils au même titre que les règles métiers. Puis une présentation des piliers théoriques régissant les règles métiers en plasturgie dans le chapitre II.

Dans le chapitre III, nous effectuerons une analyse benchmarking, cette étude va nous permettre de cerner les points forts et faibles des modèles utilisés par la concurrence, afin de pouvoir nous en inspirer lors de notre propre conception.

Le chapitre IV sera consacré au développement de notre propre solution, cette partie détaillera les différentes étapes du développement et de la conception, aidée par l'étude benchmarking. Puis nous allons essayer de proposer les meilleures fixations respectant l'ergonomie au montage. Par la suite nous allons faire des analyses de dépouille afin de vérifier le démoulage de nos composants plastiques.

Dans le chapitre V, nous allons effectuer une vérification par calcul d'éléments finis sous CATIA V5, le but étant de vérifier ses caractéristiques structurelles et son aptitude à remplir sa fonction. Puis, nous allons valider notre conception par l'intermédiaire d'une homologation selon la norme de sécurité routière ECE.

Enfin, ce rapport sera clôturé par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de la société

L'objectif de ce chapitre est de fournir une présentation générale de l'entreprise ALTRAN MAROC en précisant son organigramme, ses produits et son capital ainsi que le département carrosserie au sein duquel a été réalisé le présent projet.

1. Groupe Altran

1.1. Présentation

Altran est une entreprise de conseil en innovation et ingénierie avancée. Elle a été fondée en France en 1982 par Alexis Kniazeff et Hubert Martigny.

Leader mondial dans son domaine, Altran accompagne les entreprises dans leurs processus de création et développement de nouveaux produits et services.

Le Groupe intervient depuis près de 30 ans auprès des plus grands acteurs des secteurs : aérospatial, automobile, énergie, ferroviaire, finance, santé, télécommunications, etc. Les offres du Groupe, déclinées depuis les phases du plan stratégique en matière de technologies nouvelles jusqu'aux phases d'industrialisation, assurent la capitalisation du savoir au sein de cinq domaines principaux : Intelligent Systems, Innovative Product Development, Lifecycle Expérience, ingénierie mécanique, et systèmes d'information.



Figure 1.1 : Logo Altran

1.2. L'implantation

Fondée en 1982, le groupe Altran accompagne les entreprises tout au long de leur processus d'innovation, allant de la veille technologique, la recherche fondamentale appliquée, à la préparation de l'industrialisation jusqu'aux procédés de fabrication et ce, dans la plupart des secteurs d'activité : automobile, ferroviaire, aéronautique, spatiale, télécoms...

Le groupe Altran est désormais implanté dans 22 pays dans le monde.



Figure 1.2 : Implantation d'Altran dans le monde

1.3. Altran en quelques chiffres

Pour l'année 2014, le chiffre d'affaire d'Altran c'est élevé 1756,3 Milliard €, et environ 55% de ce chiffre d'affaire a été réalisé à l'étranger (en dehors du territoire français).

L'effectif s'élève à plus de 25 000 collaborateurs dans le monde, et ceci avec plus de 500 clients majeurs réparties sur les trois zones d'activités de la société.

Effectif : près de
25 000
collaborateurs
dans le monde*



+ de 500
Clients majeurs
dans le monde*

Figure 1.3 : Chiffres clefs

- Près de la moitié du chiffre d'affaire est réalisée par les activités de la branche « conseil en technologies et R&D »
- Un tiers du chiffre d'affaire provient des activités de la branche « conseils en organisation et systèmes d'information »
- Environ 15 M du chiffre d'affaire est produit par la branche « Conseil en stratégies et management ».

2. Altran Maroc

2.1. L'implantation

A travers son implantation au Maroc, Altran a souhaité disposer d'une plateforme Nearshore 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. Altran Maroc s'intéresse notamment à celles évoluant dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et de l'énergie renouvelable.

2.2. Faits et chiffres

- **Date de création** : 2013
- **Implantation** : Casablanca
- **Effectif** : près de 1200 collaborateurs (fort développement en cours)
- **Industries principales** : Automobile, Infrastructure, Transports, Aéronautique et Énergie
- **Solutions principales** : nos solutions couvrent quatre domaines technologiques principaux



Figure 1.4 : Les types de solutions proposées

2.3. Les trois grandes familles de métiers

Altran Maroc a trois grandes familles de métiers avec des pourcentages différents :

- Consultants (techniciens et ingénieurs).
- Management.
- Fonctions transverses (finance, RH, services généraux, communication...).

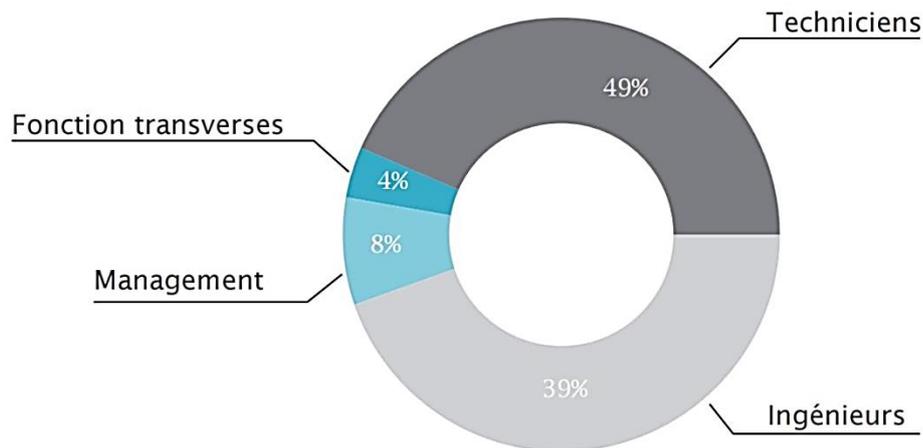


Figure 1.5 : Répartition par fonctions des métiers chez Altran Maroc.

2.4. Équipes et Méthodologie de travail

Altran Maroc a la possibilité de travailler sur des grands projets à l'échelle internationale grâce aux ressources humaines et matérielles qu'elle possède.

La maîtrise des outils informatiques utilisés reste certainement la caractéristique principale qui distingue le groupe des autres concurrents. Altran Maroc possède un accès illimité à une plateforme client lui permettant l'utilisation de plus de 70 logiciels professionnels, que cela soit au niveau de la conception mécanique, simulation des systèmes mécaniques ou électroniques ou calcul numérique et simulation du comportement des structures mécaniques.

Parmi ces outils on trouve : CATIA, AUTOCAD, ARENA, SOLIDWORKS, NX, RobCad, NASTRAN, ABAQUS, RADIOSS, FLUENT, ANSA, VLAB, AMESIM, DesignLife, Hypermesh.



Figure 1.6 : Vue du milieu de travail d'Altran Maroc.

2. 5. L'organigramme

La gouvernance de la filiale Altran Maroc est réalisée en adoptant une division en quatre axes principaux, chacun avec un directeur responsable, et le tout gouvernée par le directeur général, à savoir Mme CHAMI.

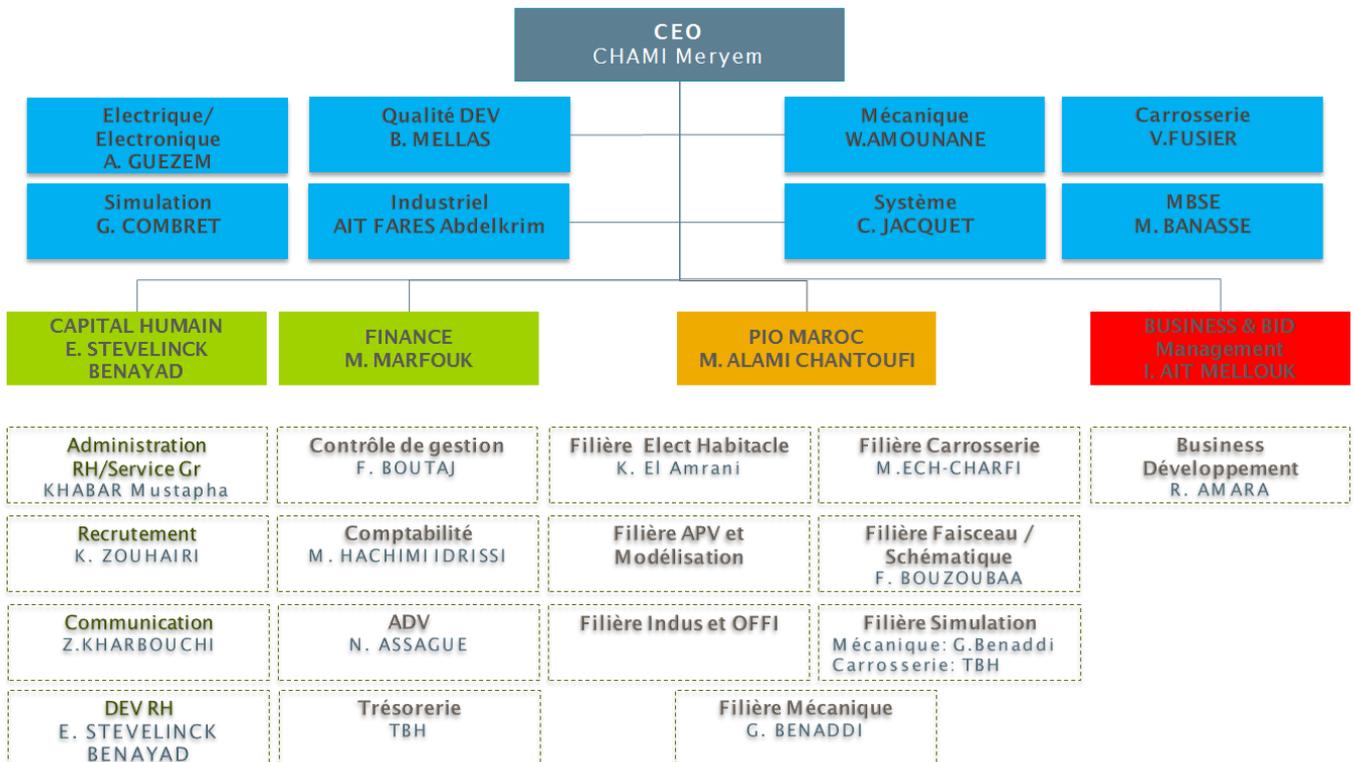


Figure 1.7: Organigramme opérationnel

Chaque département est dirigé localement par ses leaders et spécialistes, en ce qui concerne mon stage au sein de l'organisation, il s'est déroulé au sein du département Carrosserie, supervisé par M.V FUSIER, l'organigramme est le suivant :

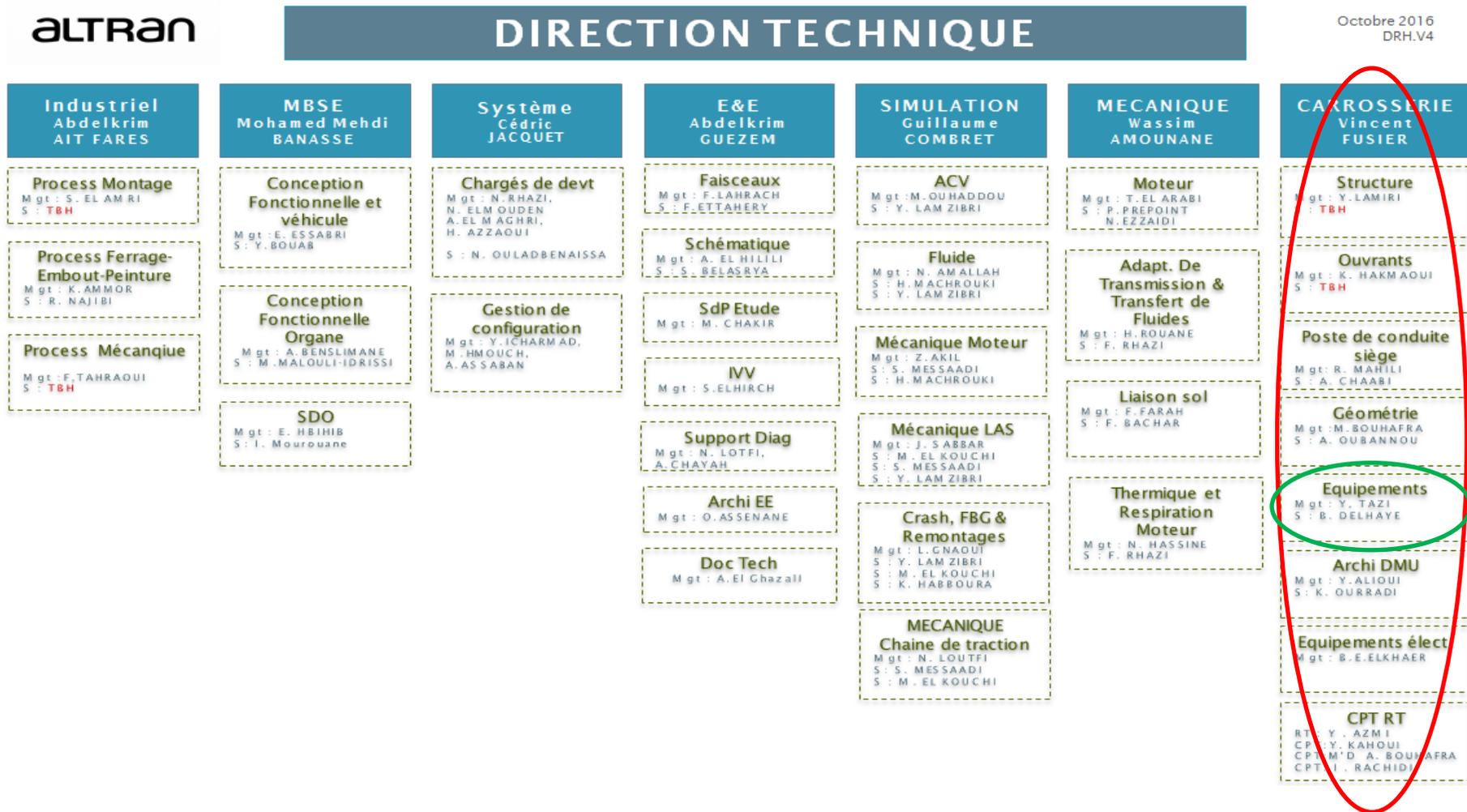


Figure 1.8: Département Carrosserie

2.6. Le service Carrosserie

Le service Carrosserie a pour objectif de concevoir et développer des solutions techniques pour les différents projets, et ce, dans les périmètres qui lui sont attribués, il est primordial que chaque travail réalisé garantisse le respect des règles métier, la qualité de construction CAO ainsi que le délai impartit. Le service carrosserie englobe 7 périmètres, répartis comme suit :



Figure 1.9 : Les 7 périmètres du Carrosserie

Chapitre II

Conception en plasturgie

Dans ce chapitre je commencerai par un rappel général sur les différentes matières plastiques largement utilisées par les constructeurs automobiles qui mettent l'accent sur leurs caractéristiques chimio-mécaniques, puis une énonciation des règles du métier Plastique, et vers la fin du chapitre une introduction générale sur les types de fixation utilisés en plasturgie.

Introduction

Avant d'entamer notre conception il était indispensable de se renseigner sur le métier de plastique, les règles et la considération qu'il faut prendre en compte pour la conception des pièces plastiques afin d'assurer une qualité permettant de satisfaire le cahier des charges, de diminuer les délais et d'optimiser les outillages réalisant les pièces.

1. Les Plastiques

Un matériau est dit « plastique » s'il peut être déformé à une température relativement basse pour prendre une forme désirée. Contrairement à l'acier, chauffé à 1 500 °C pour être mis en forme, la plupart des matières plastiques sont ainsi malléables au-dessous de 200 °C. En les moulant ou en les effilant, elles peuvent prendre presque toutes les formes possibles. Cette propriété est à l'origine de leur succès dans le domaine des emballages ou de l'industrie automobile.

1.1. Différents types de matières plastiques

Les matières plastiques sont fabriquées à partir d'éléments individuels appelés molécules. Ces molécules peuvent être liés ensemble en grand nombre, pour former de longues chaînes appelées macromolécules.

1.1.1. Les thermoplastiques

Thermoplastique est le nom donné aux matières plastiques constituées de macromolécules linéaires ou ramifiées séparées, qui ne sont cependant pas liées entre elles.

Du fait de leurs nombreuses propriétés positives, les thermoplastiques sont les matières plastiques les plus couramment utilisées dans la fabrication des véhicules.

Les thermoplastiques peuvent être fondus et réutilisés plusieurs fois. C'est un aspect particulièrement important pour la protection de l'environnement. A condition de ne pas être mélangés à d'autres types de plastiques, les thermoplastiques sont des matériaux idéaux pour le recyclage, car en théorie, de nouvelles pièces peuvent être obtenues à partir d'anciennes pièces. Un autre avantage est que les fissures peuvent être réparées par soudage.

1.1.2. Les thermodurcissables

Avec l'augmentation du nombre de réticulations, le matériau devient plus dur et plus friable. Les nombreuses chaînes moléculaires forment maintenant un réseau unique. Ces matières plastiques

fortement réticulées sont appelées matériaux thermodurcis. Ils ne peuvent pas être soudés ou dissous, et ne peuvent pas se dilater comme les élastomères. Au lieu de cela, les matériaux thermodurcis résistent très bien à la chaleur, c'est pourquoi ils sont utilisés par exemple dans le compartiment moteur

1.1.3. Les élastomères :

Quand des macromolécules sont plus au moins fortement liées entre elles, on utilise le terme "réticulation". Des élastomères se forment quand seul un petit nombre de chaînes moléculaires individuelles sont réticulées avec des chaînes voisines. Les élastomères ne peuvent être ni fondus ni réutilisés, bien qu'ils puissent encore se dilater et avoir des propriétés similaires à celles du caoutchouc. Ces matériaux sont utilisés pour les joints et les becquets sur les véhicules automobiles.

Le tableau 1 présente quelques types de matières plastiques utilisées dans l'industrie automobile, ainsi que les pièces fabriqués par ses matières.

Nom chimique	Acronyme	Noms commerciaux	Pièces automobiles
Polypropylène/Éthylène propylène-diène copolymère	PP/EPDM	Stamylan P, Sabic PP, Purell, Novolen, Moplen, Kelburon, Hifax, Forprene	Pare-chocs, becquets arrière
Acrylonitrile butadiène styrène copolymères	ABS	Bayblend, Relac, Magnum, Lustran ABS	Boîtiers de rétroviseurs, enjoliveurs, toit, becquets avant et arrières
Polyamide	PA	Minlon, Akulon, Zytel, Vestamid, Ultramid	Enjoliveurs, protecteur de bouchon de réservoir
Polycarbonate	PC	Makrolon, Xenoy, Lexan	Panneaux de pare- chocs grilles de radiateurs

Oxyde de polyphénylène	PPO	Noryl, Laril	Pièces de carrosserie, par ex. garde-boue, hayon arrière
Styrène-acrylonitrile	SAN	Luran, Tyril, Lustran SAN	Grilles de radiateur becquets avant et arrière
Polyuréthane	PU	Bayflex, Baydur, Irogran; Estane	Éléments de pare- chocs, becquets arrière
Polyéthylène téréphthalate	PBT	Pocan, Crastin, Ultradur, Vestodur	Pièces de carrosserie, par ex. garde-boue, hayon arrière
Polyester insaturé	UP	Roskydal	Hayons arrière, accessoires de camions pièces pour voitures de sport

Tableau 1 : Types de matières plastiques utilisées dans l'industrie automobile

2. Règle de conception des pièces plastiques

Le but de la conception est de donner à une pièce des formes et dimensions réalisables mais ceci dépend :

- de la fonction à remplir (cahier des charges).
- des conditions de fabrication.
- du choix de la matière.
- du procédé employé.

La conception consiste à réaliser une pièce qui sera à la fois :

- la plus légère possible (poids, cycle).
- la plus facile à mouler (complication du moule).
- la mieux adaptée pour remplir les conditions demandées par le cahier des charges.

Nous allons voir les principales règles qu'il faudra s'efforcer de respecter pour la conception de pièces injectées en matières thermoplastiques :

➤ Minimiser l'épaisseur

L'épaisseur de paroi d'une pièce est définie en fonction des contraintes d'usage.

➤ Un poids pièce élevé

Un poids de pièce élevé entraîne un prix de pièce élevé. Dans une pièce plastique injectée la part matière représente en moyenne 35% du prix de la pièce. Ceci ne va pas dans le sens de la politique de baisse des coûts dont fait l'objet les produits industriels.

➤ Un temps de refroidissement élevé

Les matières plastiques sont de médiocres conducteurs de la chaleur. Il faut donc plus de temps à une pièce épaisse pour refroidir.

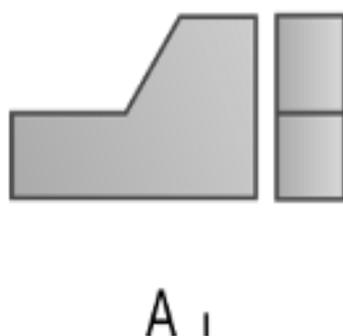
➤ Un retrait élevé

Cela est d'autant plus vrai pour les polymères semi-cristallins. Un retrait élevé conduit à des problèmes dimensionnels et des soucis d'aspect. Une épaisseur excessive engendre retassures, bulles et déformations.

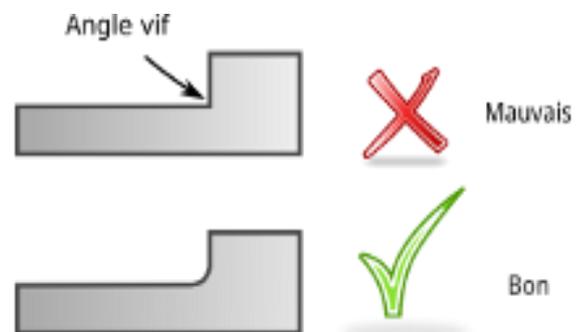
➤ Uniformiser les épaisseurs

Une différence d'épaisseur de paroi engendre des déformations dues à la différence de retrait. Si on doit faire une variation d'épaisseur, procéder de façon progressive. Limiter le changement d'épaisseur à 25% pour les polymères à faible retrait (TP amorphes ou semi-cristallins chargés) et à 15% pour les polymères à fort retrait.

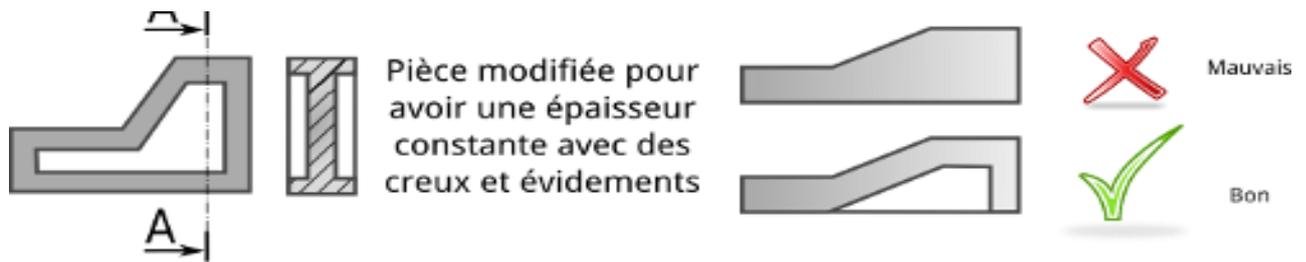
Toute surépaisseur est génératrice de défauts



Une pièce épaisse n'est pas souhaitée



Éviter un changement brusque d'épaisseur

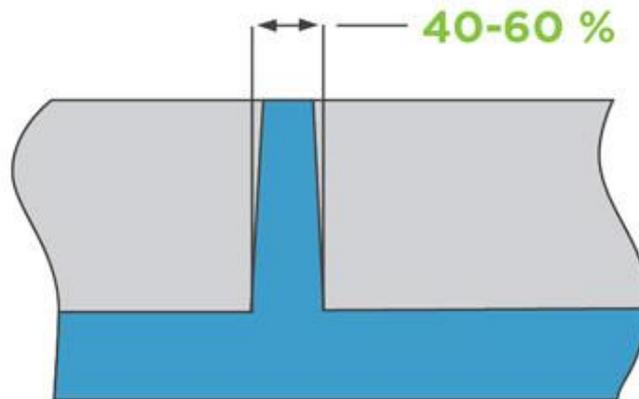


Épaisseur uniforme de paroi

➤ Nervures et renforts

Les nervures : permettent d'augmenter la rigidité d'une pièce sans en accroître l'épaisseur.

Les nervures d'appui : permettent de renforcer une paroi, un angle ou un bossage et doivent respecter les données suivantes : (l'épaisseur du nervure doit être compris entre 40% et 60% de l'épaisseur de la pièce)



➤ Bossage

Bossages trouvent une utilisation dans de nombreuses conceptions de pièces comme points de fixation et d'assemblage. La variété la plus courante consiste à des projections cylindriques avec des trous conçus pour recevoir des vis filetés, inserts, ou d'autres types de fixation matérielles. En règle générale, le diamètre extérieur du bossage doit rester environ 2,0 à 2,4 fois le diamètre extérieur de la vis ou l'insert.

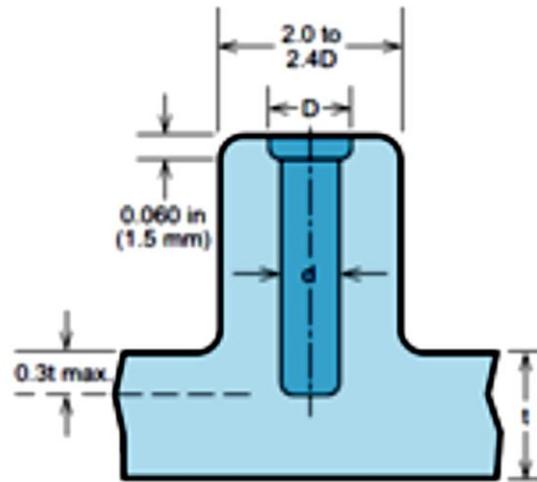


Figure 2.1 : bossage

➤ Goussets :

Les goussets comme les nervures et les bossages sont prévus pour renforcer la structure de la pièce. Leur épaisseur est limitée de 0.3 à 0.5 l'épaisseur de la paroi à laquelle ils sont attachés. Leur conception doit prendre en considération que leur forme assure un bon dégazage lors du moulage.

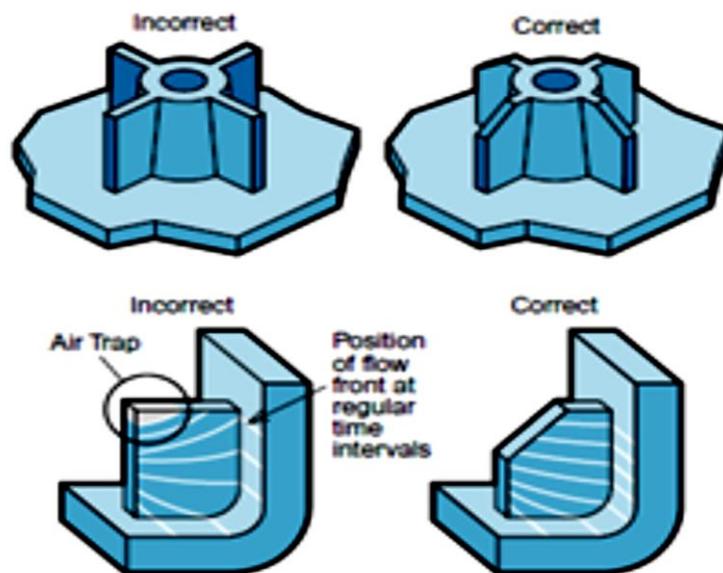


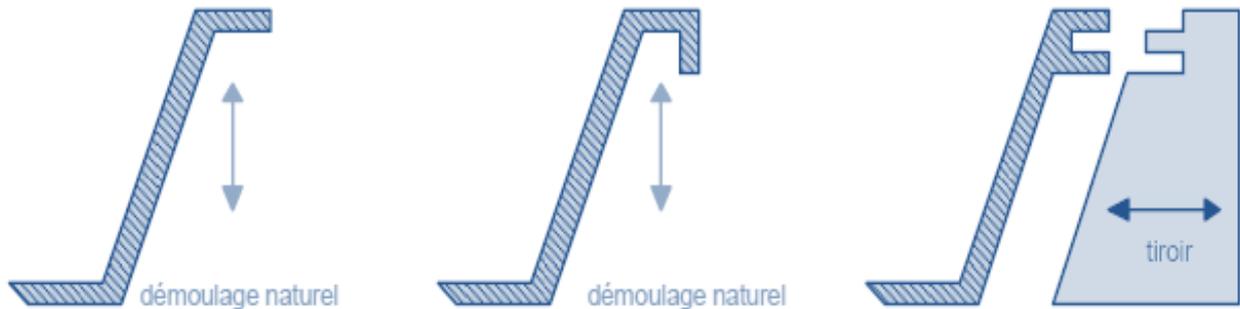
Figure 2.2 : goussets

➤ rayons

Tout angle vif est à proscrire ! En effet, les angles vifs concentrent les contraintes, ils sont source de fissuration et de déformation.

➤ bordures

Un choix judicieux de profil de bordure est nécessaire pour garantir une bonne rigidité et une absence de déformation. L'épaisseur du profil sera évidemment identique à l'épaisseur de la paroi principale pour éviter toute déformation due à la différence de retrait.

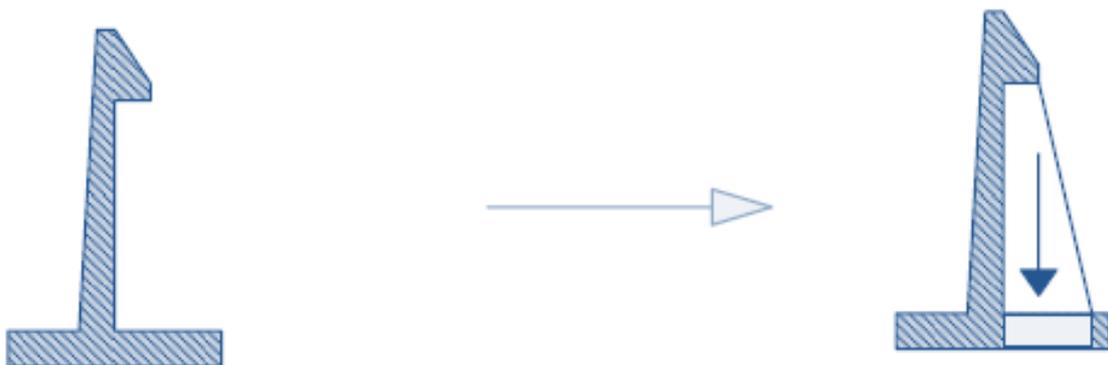


Un minimum de parties non démoulables naturellement à l'ouverture du moule.

Exemples:

On utilise les surfaces d'appui obliques pour des orifices latéraux afin d'éviter le tiroir et le système de broche à "remmoulage" pour éviter une cale montante pour un bec de clips.

Ces systèmes nécessitent quelques aménagements de forme mais permettent de réduire nettement le coût d'un moule.



Utiliser si possible une broche "remmoulante" pour réaliser le bec de clip

3. Les moyens d'assemblage

Les moyens d'assemblage peuvent être répartis en trois grandes catégories : méthodes mécaniques (telles qu'encliquetage, emboîtement, clipsage, rivetage, vissage, emmanchement à la presse...), soudage et collage.

Les plastiques ont des aptitudes différentes au soudage et au collage. Notamment, les thermodurcissables ne sont plus soudables après réticulation ou durcissement. L'annexe 1 donne certaines indications générales sur l'aptitude à l'assemblage de quelques matières plastiques. Les appréciations sont subjectives et doivent être vérifiées en fonction des grades de plastiques réellement utilisés, du matériel et des produits d'apport effectivement disponibles, de la compétence du personnel. Des préparations de surface et l'application de primaires peuvent être nécessaires.

3.1. Soudage :

La soudure est toujours provoquée par la chaleur qui entraîne la fusion des thermoplastiques à l'interface des pièces. Le refroidissement ultérieur conduit à la solidification du matériau et à la solidité du joint si les deux polymères à souder sont compatibles. Les trois paramètres principaux influant sur la qualité sont la température, le temps, la pression de soudage.

Procédé de soudure	Durée de service	PE-HD	PP	PVC	PVCC	PVDF
Éléments chauffants	Courte	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9
	Longue	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
Gaz chaud	Courte	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8
	Longue	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Tableau 2 : Exemples de coefficients de réduction à appliquer sur les contraintes.

Les types de soudage

- Apport direct de chaleur
- Soudage HF
- Soudage laser
- Électromagnétisme
- Apport de chaleur par frottement

3.2. Collage :

Le collage peut être effectué à l'aide d'un solvant, de colle ou d'adhésif, de ruban adhésif, d'un matériau de liaison. Les solvants ou les monomères doivent être utilisés avec précaution pour les matières sensibles au stress cracking.

Les adhésifs mettent en œuvre différents processus d'adhésion. Citons parmi les plus courants

- adhésifs thermofusibles.
- solvants ou adhésifs non réactifs en solution.
- adhésifs réactifs
- rubans adhésifs

3.3. Assemblage mécanique : (Voir annexe 1 : Clip / Rivet / Vis)

La résilience de certains thermoplastiques permet leur assemblage par emboîtement, clipsage ou encliquetage. Pour permettre un assemblage facile, l'angle d'assemblage doit être faible, inférieur à 30° en général, et les déformations doivent être très inférieures à la limite d'élasticité. L'angle de retenue sera fonction des propriétés de démontage désirées. Un angle de retenue faible conduira à un assemblage fréquemment démontable alors qu'un angle de retenue voisin de 90° rendra l'assemblage indémontable.

Chapitre III

Benchmarking

Dans ce chapitre nous avons fait une étude d'analyse de concurrence sur les différences constructeurs automobiles afin de relever les meilleures solutions pour notre projet et de se familiariser avec les solutions techniques utilisés pour l'assemblage. Pour ce faire nous allons travailler sur des voitures du même segment automobile de différents constructeurs.

1. Le benchmarking :

La traduction naturelle du benchmarking pourrait être "Etude comparative". Plus précisément, le benchmarking dans le milieu marketing est l'étude d'un produit ou d'un service comparativement aux leaders du marché.

Plus qu'un technique marketing, le benchmarking est un véritable processus d'analyse de la concurrence, dont le but principal est de pouvoir augmenter la performance de l'entreprise. Mais loin d'être un plagiat, il s'agit d'une comparaison, qui peut amener à l'utilisation d'une technique prise chez leader mais adaptée au secteur et à l'entreprise en question.

1.1. Le site A2mac1

C'est un outil professionnel d'analyse de concurrences que nous avons utilisé pour faire notre étude benchmarking. Approvisionnée par les constructeurs, l'entreprise analyse, démonte puis photographie chaque année des milliers de pièces, avant de compiler ses observations sous forme de base de données. Grâce à ce gigantesque carte mémoire de l'industrie automobile, les grands groupes mondiaux scrutent les réalisations de la concurrence et s'en inspirent pour leurs futures créations.



Figure 3.3 : logo A2mac1

2. Le choix des concurrents

But : Identifier les meilleures organisations et sélectionner les partenaires potentiels.

Avant de recevoir le cahier des charges, j'ai fait une étude sur quelques voitures de différentes marques d'automobile afin de se familiariser avec la culture automobile. Pour ce faire, j'ai choisi quatre modules d'automobile de même gamme (ludo-space) afin de comparer les techniques utilisées par chaque constructeur, et d'en tirer les meilleures solutions.

<p>Citroën jumpy 1.6 hdi combi</p>	<p>Dacia docker 1.5 dci ambiance</p>
	
<p>Ford tourneo courier 1.5 tdcı titanium</p>	<p>Volkswagen caddy 1.6 tdi kastenwagen</p>
	

Tableau 3 : Modèles d'automobile choisis pour l'analyse de la concurrence

2.1. Support garniture de pavillon :

Comme mon Projet est concentré sur le support garniture de pavillon, l'étude sera donc sur cette pièce de chaque modèle d'automobile choisie au départ, ainsi les tableaux ci-dessous montre une vue globale sur la partie arrière de la voiture (partie C à l'intérieur de la voiture) ainsi que les caractéristiques de support garniture pavillon.

3. Analyse de concurrence

voiture	Photo à l'intérieur de la voiture	Garnissage custode		Stabilité du garnissage de pavillon	Sécurité	esthétique	Coût
Citroën jumpy 1.6 hdi combi		existence du garnissage custode.	critères	le support garniture pavillon est monté avec le garnissage de pavillon (garnissage pavillon est plus stable)	Plus sécurisé	la partie technique de la voiture n'est pas visible.	investir pour la production (Etude, fabrication du moule...).

Commentaire :

Pour cette voiture nous avons trouvé que Citroën utilise un support garniture de pavillon qui cache la partie technique et qui augmente la sécurité à l'intérieur du véhicule, ainsi qu'il supporte la garniture de pavillon.

voiture	Photo à l'intérieur de la voiture	Garnissage custode	critères	Stabilité du garnissage de pavillon	Sécurité	esthétique	Coût
Dacia docker 1.5 dci ambiance		Absence du garnissage custode		Absence de la partie arrière du garnissage pavillon	Moins sécurité (la partie tôle peut provoquer un danger sur les passager)	La partie technique de la voiture est visible.	pas de production (la solution la moins cher)

Commentaire :

Pour la marque Dacia docker 1.5 dci ambiance, les constructeurs de Dacia n'utilisent ni du garnissage custode ni la partie arrière du garnissage pavillon d'où un risque d'accident élevé et un manque d'esthétique, le seul avantage c'est qu'ils gagnent en terme de coût car ils n'ont pas besoin de produire cette pièce.

voiture	Photo à l'intérieur de la voiture	Garnissage custode	critères	Stabilité du garnissage de pavillon	Sécurité	esthétique	Coût
Volkswag en caddy 1.6 tdi kastenwag en		Absence du garnissage custode		Le garnissage est libre (peut se fléchir)	Moins sécurité (la partie tôle est visible)	La partie technique de la voiture est visible.	Pas de production (la solution la moins cher)

Commentaire :

La même chose pour cette gamme de Volkswagen on ne trouve pas un garnissage de custode mais au contraire de Dacia docker, Volkswagen possède un garnissage pavillon plus longue qui peut subir de flexion avec le temps (un inconvénient de plus).

voiture	Photo à l'intérieur de la voiture	Garnissage custode	critères	Stabilité du garnissage de pavillon	Sécurité	esthétique	Coût
Ford tourneo courier 1.5 tdcI titanium		existence du garnissage custode.		le support garniture pavillon est monté avec le garnissage de pavillon (garnissage pavillon est plus stable.	Plus sécurisé	la partie technique de la voiture n'est pas visible.	investir pour la production (Etude, fabrication du moule...).

Commentaire :

Les constructeurs Ford ont pensé à utiliser un garnissage custode pour cette gamme. Cette voiture possède les mêmes avantages que Citroën combi.

5. Analyse des indicateurs et comparaisant des écarts de performance

0=Très mauvais

1=Mauvais

2=Moyen

3=Bon

		Véhicules			
		Citroën jumpy combi	Dacia docker	Volkswagen caddy	Ford tourneo
critères	Stabilité du garnissage de pavillon	3	0	0	3
	Sécurité	2	1	1	2
	esthétique	2	1	1	3
	Coût	0	3	3	0
	Total	7	5	5	8

Tableau 4: une synthèse de l'étude de comparaison selon les critères sélectionnés

D'après le tableau ci-dessus nous allons prendre les deux véhicules Citroën combi et Ford tourneo pour suivre notre analyse.

6. Analyse de fixation et d'indexation

Cette analyse va se réaliser sur le support de garniture de pavillon pour les deux constructeurs sélectionné en haut.

Synoptique de montage

1- Citroën combi

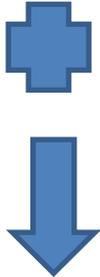


Tableau 4 : montage de la garniture custode sur le véhicule Citroën.

2-Ford tourneo



Tableau 5 : montage de la garniture custode sur le véhicule Ford.



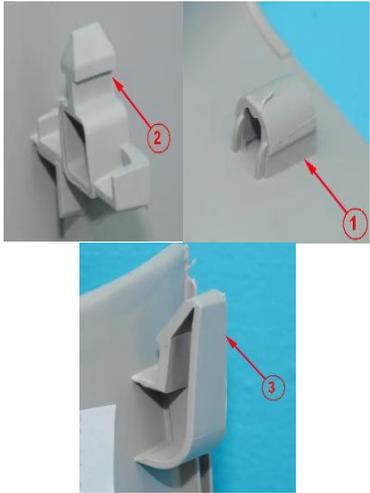
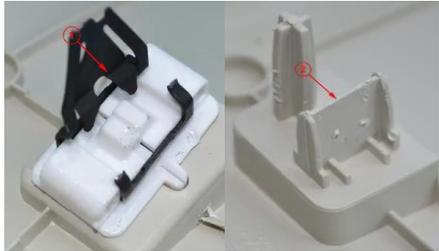
	Citröen combi	Ford tourneo	Commentaire
Type de fixation			<p>Pour la marque Citroën nous avons remarqués qu'ils utilisent un seul type de fixation avec des différentes formes.</p> <p>Et pour la marque Ford ils utilisent deux types de fixation (des agrafes)</p>

Tableau 6 : types des fixations

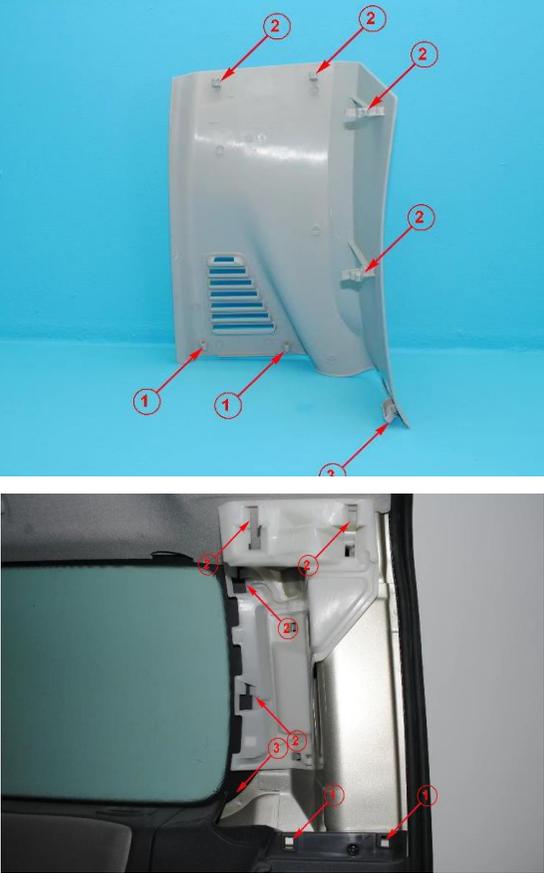
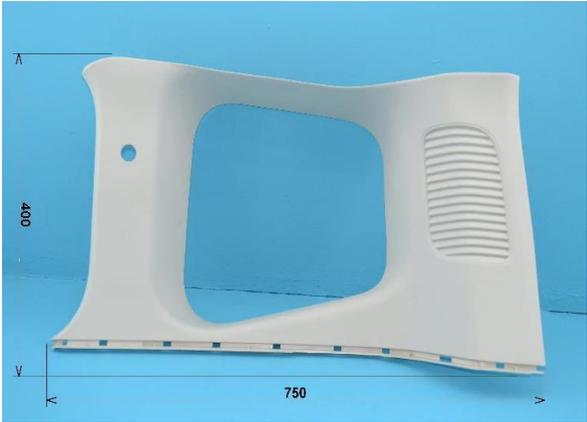
	Citroën combi	Ford tourneo	commentaire
Nombre de fixation	 <p data-bbox="488 1102 1043 1246">Le support garniture de pavillon est fixé sur un support garniture de custode et ne pas directement sur la tôle (custode).</p>	 <p data-bbox="1070 1174 1402 1206">Fixation direct sur la tôle.</p>	<p data-bbox="1653 517 2101 767">Malgré que la taille de garniture de custode de Citroën est plus grande, les constructeurs de Ford utilisent que quatre positions de fixation.</p> <p data-bbox="1653 794 2101 938">alors pour Citroën ils utilisent 7 positions de fixation (car la pièce possède deux cotés).</p>

Tableau 7: nombre de fixation

	Citroën combi	Ford tourneo	commentaire
Indexation	pas d'informations	 <p data-bbox="1059 1118 1615 1209">Les positions d'indexations sont en bas de la pièce.</p>	<p data-bbox="1637 660 2051 858">Les constructeurs de Ford utilisent deux positions d'indexage pour le support garniture</p>

Tableau 8 : Indexation

	Citroën combi	Ford tourneo	commentaire
Dimension (mm)	<p>465*290</p>  <p>235 mm</p> 	<p>750*400</p>  <p>206 mm</p> 	<p>La taille de support garniture de Ford est plus grande que celui de Citroën combi.</p>

7. Conclusion :

Durant cette comparaison que j'ai fait entre plusieurs organes, j'ai découvert les points forts et les points faibles d'utilisation du support garniture pavillon et j'ai remarqué que cette pièce est très importante du côté esthétique et même du côté sécurité. Aussi j'ai découvert les types et les nombres des fixations utilisés par les constructeurs Citroën et Ford.

Chapitre IV :

Conception de la garniture custode

Ce chapitre se présente comme un cas pratique de conception des pièces plastiques. Pour ce faire nous allons définir d'abord la problématique après nous allons faire une analyse fonctionnelle et puis nous allons définir un cahier des charges bien détaillé. Par la suite nous allons faire une analyse de notre élément d'entrée qui est le plan de forme (PDF), réaliser les sections de principe, faire une modification du style si nécessaire, faire un tirage d'épaisseur de la pièce et par la suite fixer la pièce avec son environnement. Finalement faire des analyses de dépouille afin de vérifier le démoulage de nos composants plastiques.

1. Problématique

Dans l'ancien modèle de la voiture XX nous avons trouvé des problèmes concernant la garniture pavillon (pièce fixée sur le pavillon). Cette pièce subit une flexion en absence d'un support, et sur d'autres modèles d'automobile nous avons affronté des problèmes de la rigidité de la garniture custode et le mauvais placement des fixations et des indexeurs

Ajoutant à cela l'absence de ce support donne une mauvaise apparence à la voiture. C'est dans ce cadre qu'elle vient l'idée de la conception d'un nouveau produit intitulé support garniture de pavillon qui supporte la garniture pavillon en Z et qui cache la partie visible de la tôle.

2. ANALYSE FONCTIONNEL

2.1. Méthode RESEAU

Pour établir l'analyse fonctionnelle de notre produit, nous nous sommes principalement basés sur la Méthode RESEAU de Robert Tassinari, qui consiste à utiliser divers moyens de recherche de fonctions afin de diminuer les risques d'omission et les erreurs de caractérisation. Lourde à utiliser son intégralité, elle respecte le plan de travail suivant :

1. Recherche intuitive
2. Etude du cycle de vie et de l'environnement
3. Sequential Analysis of Functional Elements (SAFE)
4. Examen des mouvements et des efforts
5. Analyse d'un produit de référence
6. Utilisation des normes et règlements

Celle-ci présente l'avantage de fournir un cheminement d'étapes pour soulever le maximum de Fonction et dépasser les 50-60% trouvées intuitivement

2.2 .Recherche intuitive

- Résister aux agressions du milieu environnant.
- Être léger.
- Être facile à assembler.

- Ne pas subir la flexion.
- Être étanche.
- Facile en montage/démontage.
- Être facile à démouler
- Être compatible avec l'environnement architectural
- Être adaptable aux contraintes environnementales.

2.3. Etude du cycle de vie et de l'environnement (Examen de l'environnement)

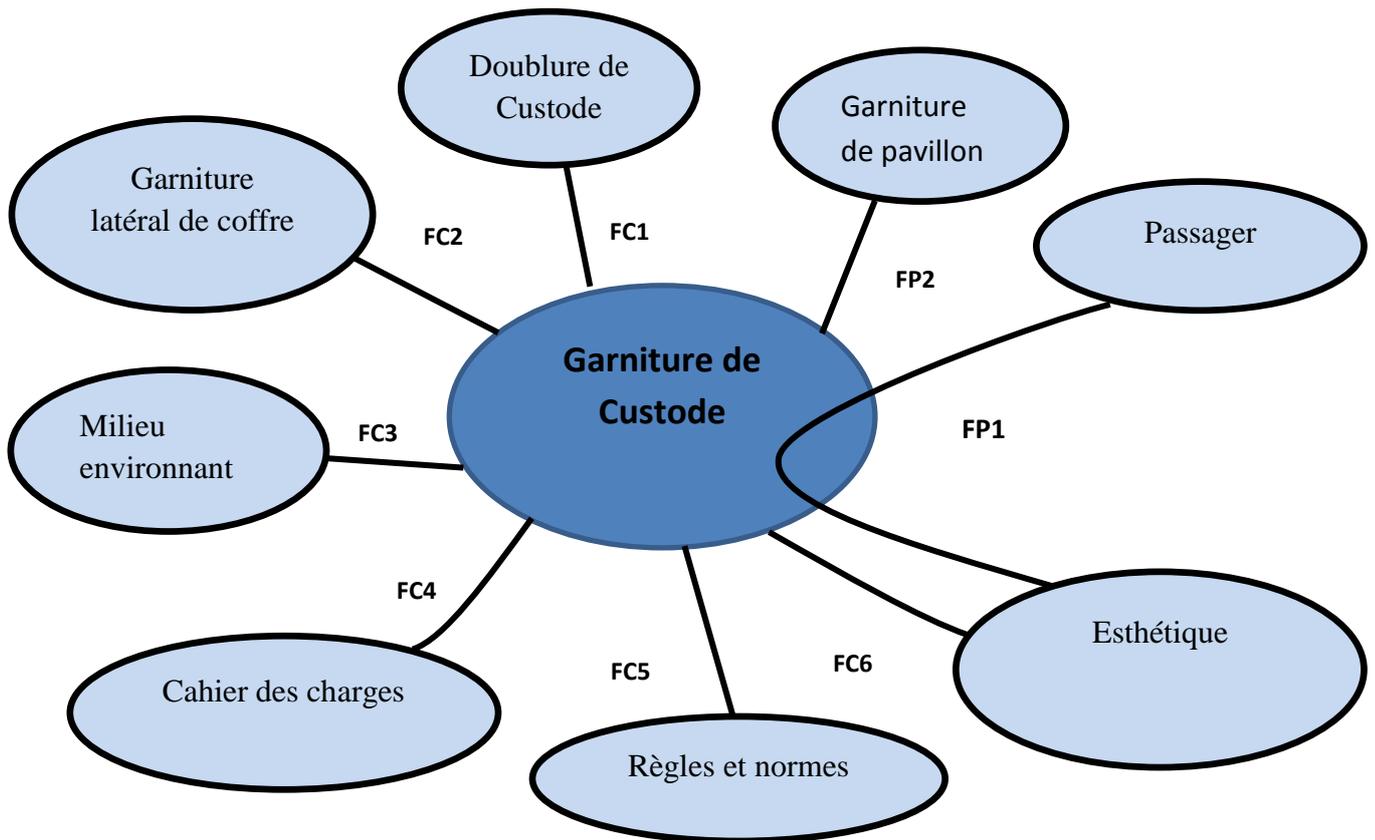


Figure 4.1: Diagramme de Pieuvre

Identification des F.S :

- FP1: cacher les zones non stylé de la véhicule + Etre esthétique en forme et en coloris.
- FP2 : supporter la garniture de pavillon en Z.
- FC1 : S'assembler avec Doublure de Custode.
- FC2 : S'assembler avec la Garniture latéral de coffre.
- FC3 : Etre adaptatif au milieu environnant.
- FC4 : Respecter le cahier des charges.

- FC5 : Respecter les normes et les règles de conception en plasturgie.

2.4. Examen des efforts et des mouvements

Cette méthode consiste à imaginer divers chargements / contraintes puis les traduire en fonctions, Dans notre cas le support garniture de pavillon doit résister aux différences contraintes appliqués sur cette pièce. Donc la pièce doit être suffisamment rigide pour répondre aux exigences du cahier des charges

2.5. Analyse d'un produit de référence

Cette méthode consiste à décortiquer un produit de référence et à analyser chacune de ses composantes en vue de déterminer à quoi celles-ci servent.

Dans le chapitre précédent nous avons posé la question à quoi sert chacun des composants du produit. Et nous avons traduire les réponses obtenue du benchmarking à des fonctions qui sont :

- Supporte la garniture de pavillon.
- Esthétique.
- Sécuriser.

Ordonner des fonctions

Le diagramme FAST permet de faire la transition entre l'Analyse Fonctionnelle du Besoin et la conception détaillée. Nous avons associé pour des fonctions du diagramme Pieuvre établie précédemment son diagramme FAST :

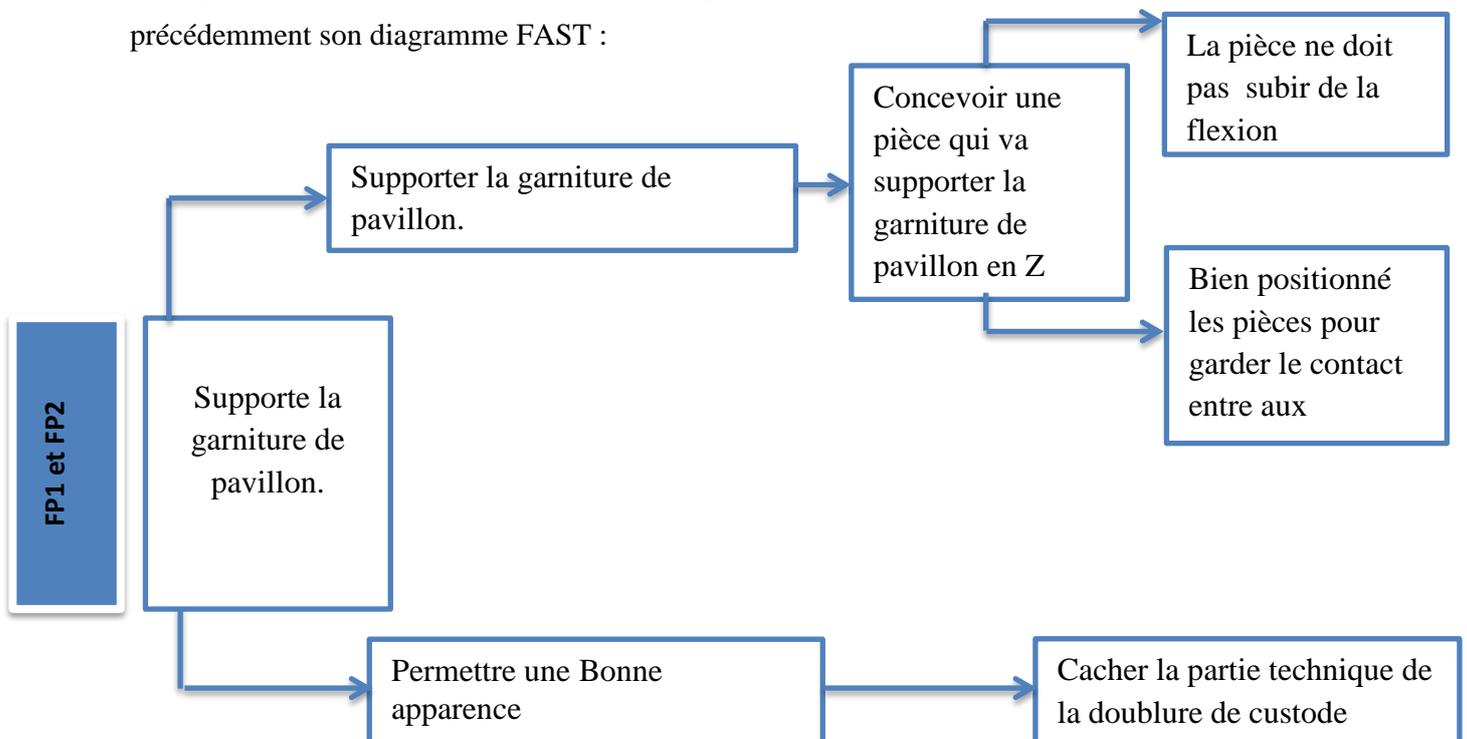


Figure 4.2: Diagramme de FAST 1

Les fonctions principales de notre projet c'est de supporter la garniture de pavillon et avoir une bonne apparence esthétique.

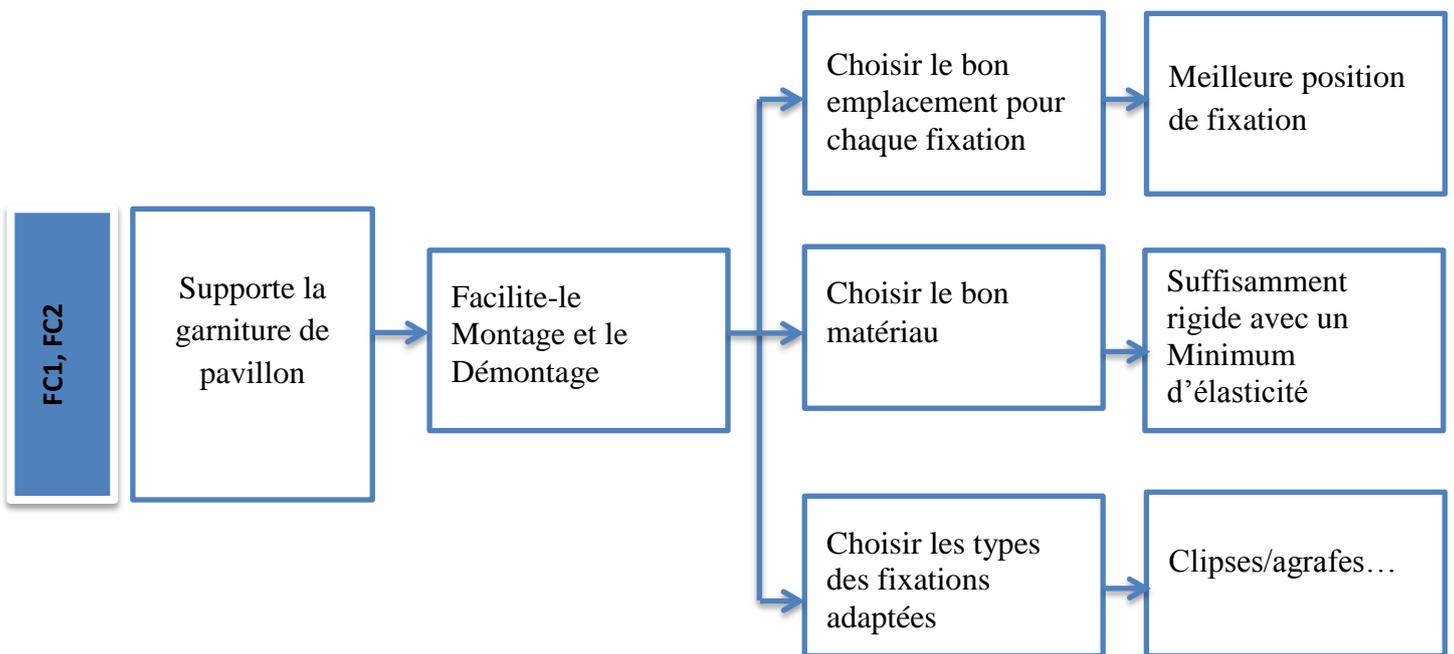


Figure 4.3: Diagramme de FAST 2

La solution choisie doit prendre en considération le montage et le démontage de support garniture de pavillon, d'où on doit choisir les bonnes positions de fixation ainsi que les meilleures types des fixations adaptés.

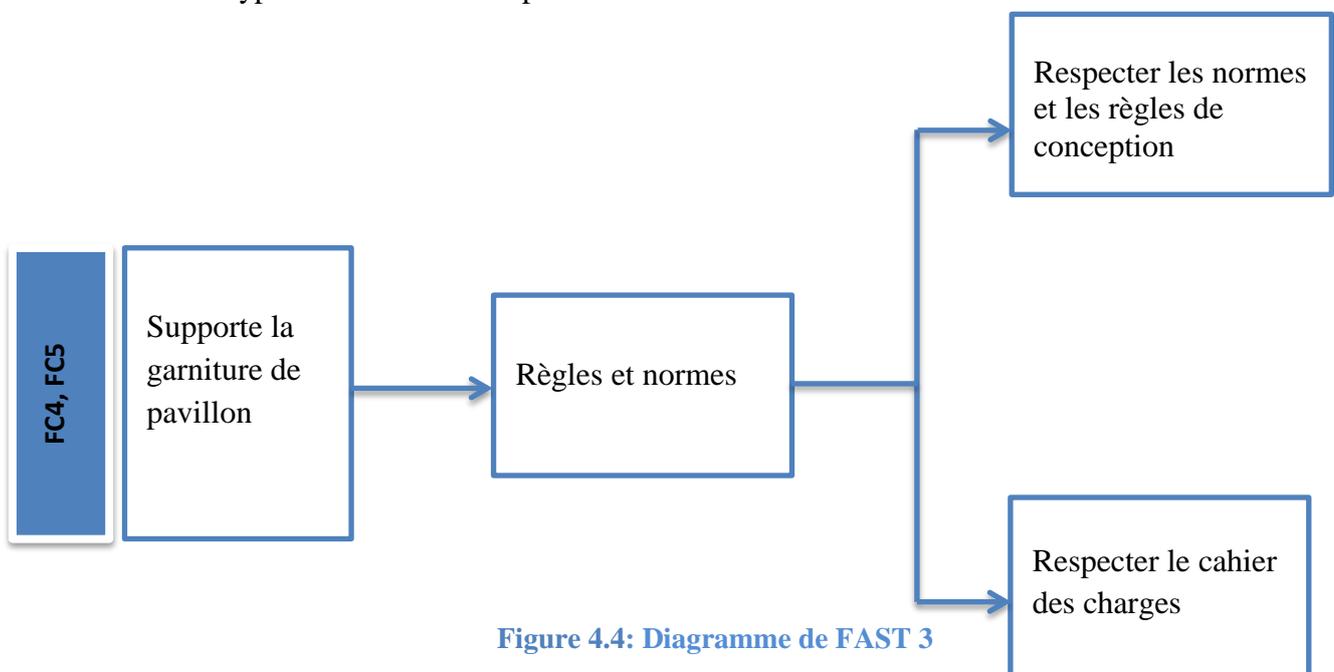


Figure 4.4: Diagramme de FAST 3

Le respect de cahier des charges ainsi que les règles et les normes ce sont les principaux clés pour compléter le travail et satisfaire le client.

3. Cahier des charges

Plan de forme (PDF)

- Vérifier la cohérence des définitions par rapport au plan de forme.

Isostatisme

- Bloquer les 6 DDL.
- Répartition de l'isostatisme sur toute la surface de la pièce.

Matériau

- Plastique P/E. Limite élastique = 27MPa.

Contraintes

- Respecter les sections de principe.
- Les angles de dépouille doit respecter le type de grainage.
- Respecter les normes et les règles de la conception en plasturgie.
- Economiser le cout de fabrication de la pièce. (réduit le nombre des cales).
- Les pièces doivent être démoulables.

Les moyens de réalisation

- Injection plastique.

Qualité perçue

- Interférence du garnissage pavillon avec garniture de custode est de 1 mm.
- La partie technique ne doit pas être visible.
- Point d'injection non visible (pour la pièce d'aspect).
- Bien prendre en compte le risque de retassure dans la définition de nervures, embout...
- Masquer les plans de joints dans la section d'accostage avec les pièces périphériques.

Résistance mécanique

- Résiste au poids de la garniture pavillon sous une charge de 30 N.
- Le déplacement de la garniture custode ne doit pas dépasser 1 mm.

ECE 21

- Le Rayon intérieur doit être supérieur à 3.2 mm.
- Sinon la saillie doit être inférieure à 3.2 mm.

4. Analyse de PDF (Plan De Forme) :

4.1. Analyse d'environnement :

L'analyse de l'environnement a montré qu'il y a un vide entre la garniture de pavillon (en vert) et la garniture latéral de coffre (en bleu), ce qui provoque deux problèmes :

Le premier problème est lié à la liberté de la garniture de pavillon, donc avec le temps elle va avoir une flexion.

Le deuxième problème est que les organes intérieurs sont visibles ce qui donne une mauvaise apparence à la voiture.



Figure 4.5: environnement véhicule

4.1.1 Conception de support garniture pavillon

Les données d'entrée pour la conception du support garniture de pavillon sont des éléments de structure et de liaison qui permettront la bonne conception de cette pièce.

Pour plus de détails, les éléments à prendre en considération sont présentés sur la Figure 4.6 :

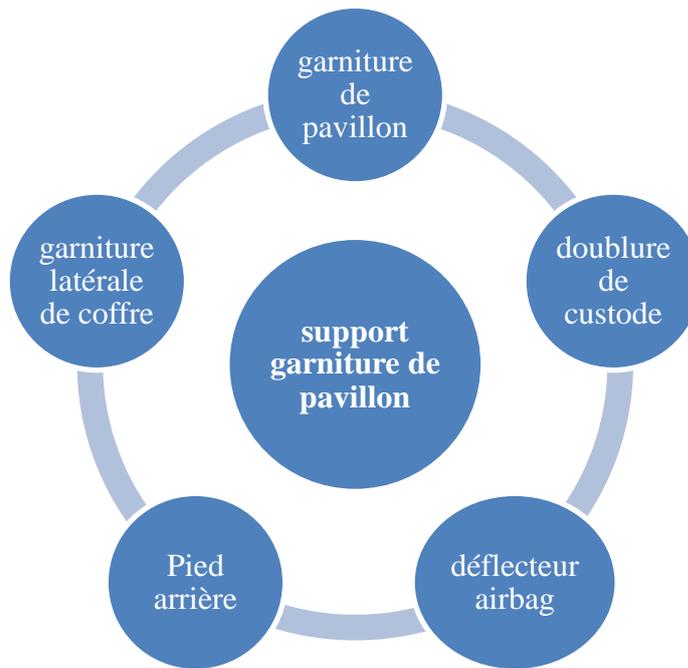


Figure 4.6 : Données d'entrée et interfaces pour la conception du support garniture pavillon

Les données d'entrées :

Pour la construction de support garniture pavillon on se base sur des données d'entrées fournies par le client, dans la plupart des cas les données d'entrées sont :

- Le style.
- Le sens de démoulage.
- Epaisseur.
- Les interfaces Techniques.

4.1.1.1 Le style :

C'est la partie visible du véhicule, Cette surface est l'élément sacrée dans la conception. Il faut respecter ses extrémités et sa forme initiale, mais parfois on peut ajouter des modifications au style, en communiquant avec le client dans le cas d'interférence avec l'environnement ou de la nondémoulabilité de ce dernier. Et ensuite suivant les contraintes géométriques du véhicule, les pièces seront créées petit à petit, suivant chaque périmètre.

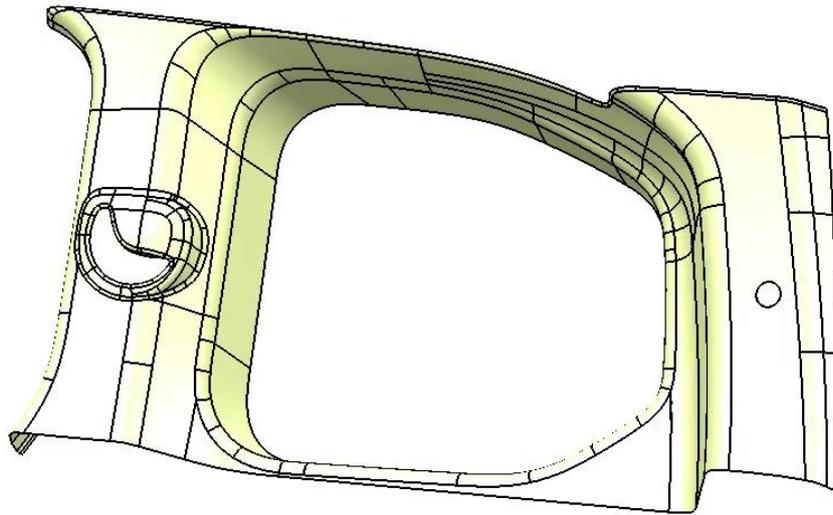


Figure 4.7: style

4.1.1.2 Le sens de démoulage

On appelle sens de démoulage le sens dans lequel le moule va s'ouvrir et entraîner la pièce sur la partie mobile du moule (dit côté éjection, axe de la machine). En général, l'éjection de la pièce a lieu par des éjecteurs, dont le mouvement est dans le sens de démoulage.

Le concepteur doit tenir compte du sens de démoulage, surtout pour les pièces complexes car ce sens va déterminer les plans de joint du moule et la position de la pièce dans le moule. Il doit être indiqué impérativement sur le plan.

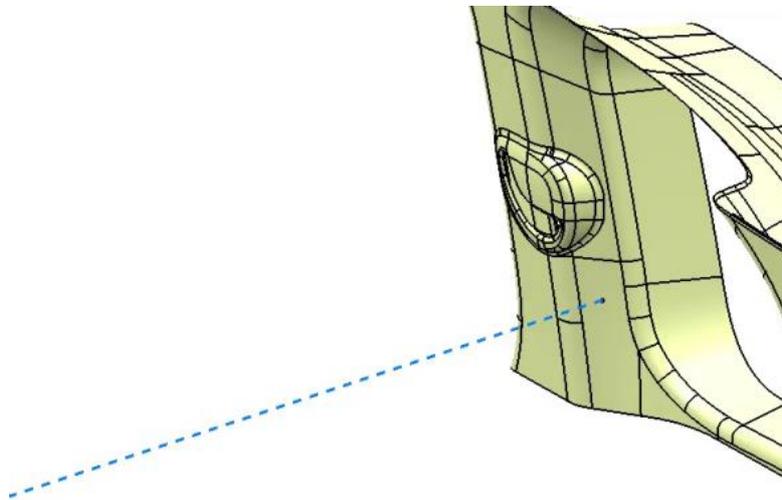


Figure4.8: sens de démoulage

4.1.1.3 Epaisseur.

Mise en épaisseur de 2,5mm en respectant les sections de principe avec la garniture de pavillon.

4.1.1.4 Les interfaces Techniques.

Après réception du plan de forme, je l'ai répartie en cinq zones :

1. La garniture pavillon

On emploie le terme "pavillon" pour désigner le toit d'une voiture, autrement dit la partie supérieure de sa carrosserie qui ferme l'habitacle. Selon le modèle et la marque, il peut prendre différentes formes (droit, arrondi, incliné...).



Figure 4.9 : garniture pavillon

2. Doublure de custode + déflecteur airbag

Partie d'une carrosserie automobile située latéralement, à l'aplomb des roues arrière, entre le toit et la ligne de ceinture.



Figure 4.10: Doublure de custode + déflecteur airbag

3. Pied arrière et garniture latérale de coffre.



Figure 4.11: Pied arrière et garniture latérale de coffre

4.2. Analyse de connexions

L'analyse de connexion permet d'analyser la continuité entre deux ou plusieurs entités connectées. Cette analyse s'applique entre : des courbes, des surfaces, des surfaces et des courbes.

C'est une analyse associative s'intégrant dans une conception procédurale. Elle se range dans le nœud Analyse de forme.

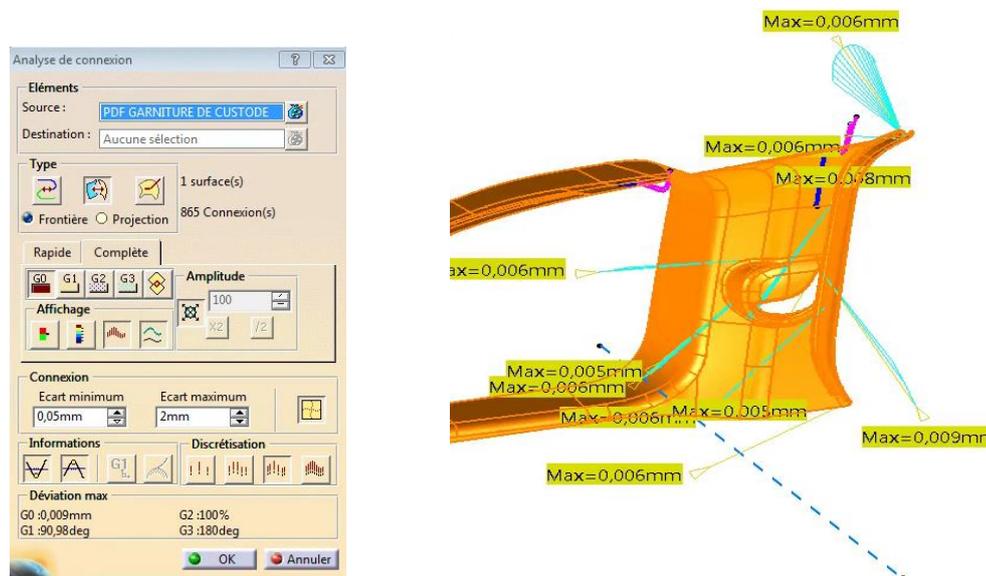


Figure 4.12: fonctions de l'analyse de connexions et l'analyse de connexions

J'ai choisi une analyse de (G0 en position) qui permet d'analyser la continuité entre des surfaces les points de connexions ayant une erreur de connexion pour une continuité donnée (G0)

inférieure à la valeur renseignée (0,05 mm) dans le champ approprié (G0) ne sont pas visibles.

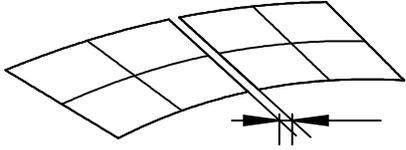
Sujets	Schémas	Valeurs limites *		Conséquences
Jeu entre 2 surfaces		<u>STRUCTURE*</u> ≤ 0.05 mm	<u>STYLE***</u> ≤ 0.05 mm	Usinage Défaut sur pièce Problème conversion vers d'autres formats

Tableau 10 : Ecart entre surfaces

4.3. Analyse de démoulabilité du style

L'utilisation d'une analyse de démoulage sur CATIA est primordiale pour s'assurer de l'éjection de la pièce du moule. Pour cela, nous avons effectué une analyse de démoulage selon les axes de démoulage. L'angle de démoulage est de 7°, cette valeur correspond au grainage pour les zones visibles extérieures.

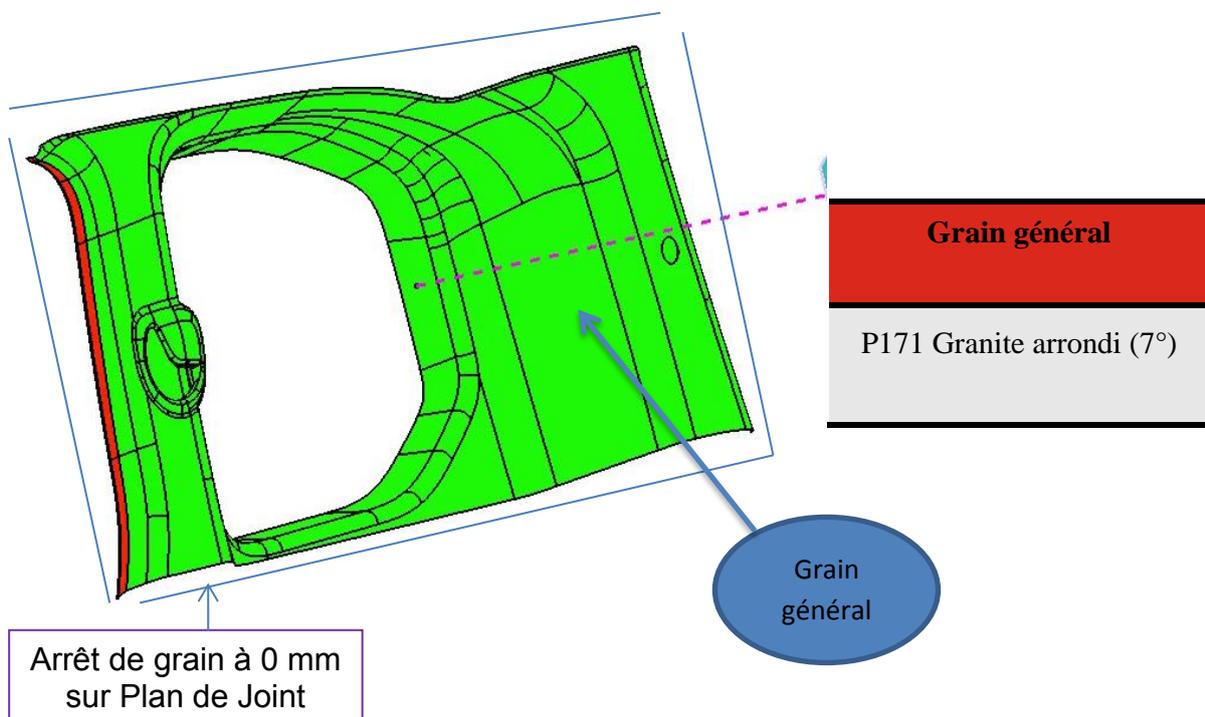


Figure 4.13: analyse de dépouille grainée

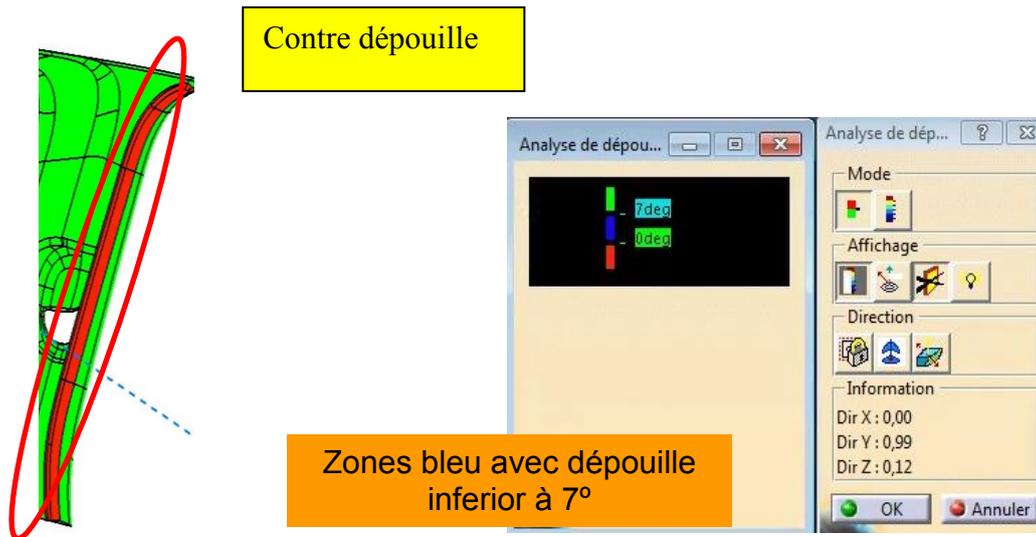
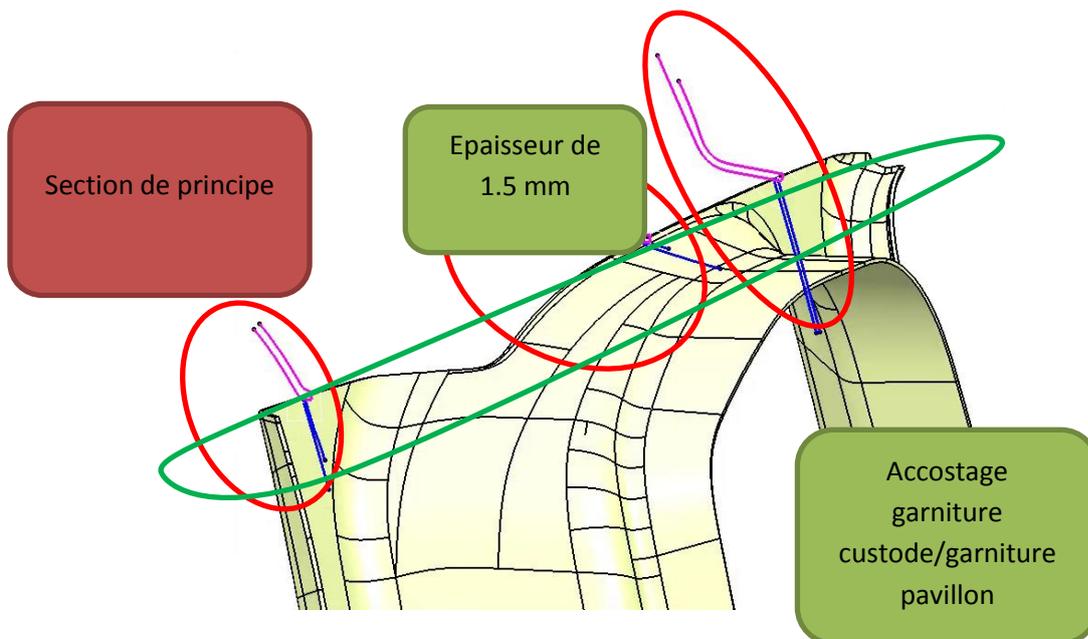


Figure 4.14: analyse de dépouille

On remarque l'existence d'une zone sur notre plan de forme en contre de dépouille, on ne peut pas faire des modifications car cette forme est exigée par le constructeur.

4.4. Section de principe

Ce sont des sections faites par le client (données d'entrées), elles servent à l'étude de faisabilité du volume avec l'environnement.



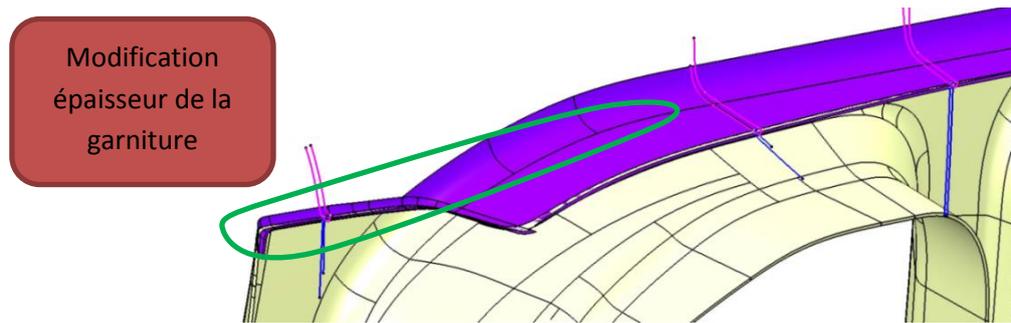


Figure 4.15: section de principe

La section de principe faite, m'a permis d'imaginer la forme des pièces de notre nouveau plan de forme en analysant sa faisabilité avant de passer à la conception 3D.

Les sections que nous avons réalisés nous ont permis également de :

- Analyser les interférences possibles entre les pièces.
- Choisir les dimensions de telle façon à respecter les fins pièces.
- Changer les dimensions de plan de forme selon les besoins (j'ai pris une épaisseur de 1.5 mm dans la zone mentionnée précédemment en vert pour faciliter le montage de la garniture custode avec garniture pavillon (Retour d'Expérience)).

5. Volume des pièces :

Après avoir modifié le plan de forme, on rend les pièces 3D. Pour ce faire nous avons fait une répartition du PDF en zones de travail et à l'aide des outils de l'atelier GSD comme (décalage, extrapolation, découpage ...ect), j'ai donné à la pièce sa forme finale.

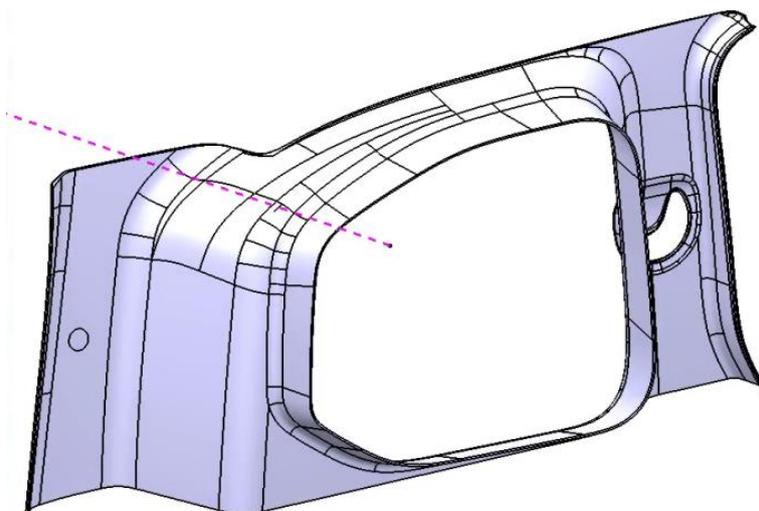


Figure 4.16: pièce 3D

6. Mise en place d'isostatisme et fixations

Le but de l'assemblage des pièces est de réaliser une ou plusieurs fonctions. Une des fonctions peut consister à être une structure immobile (bâtiment, pont...), ou bien à réaliser un travail (par exemple déplacer une charge). Dans tous les cas, chaque pièce est en contact avec plusieurs autres, ce qui va d'une part limiter les mouvements de chaque pièce, et d'autre part permettre la transmission d'efforts.

6.1. Mise en position des pièces

Dans le domaine de la carrosserie les pièces étant souples et déformables. L'application stricte de l'isostatisme sur certaines pièces conduit à un échec fonctionnel et géométrique. Donc, il faut utiliser un nombre d'élément supérieur à ceux qui assurent les 6 degrés de liberté, mais au juste nécessaire.

L'hyperstatisme bien maîtrisé fait partie intégrante de la conception produit/process

Les fonctions utilisant l'hyperstatisme :

- 1-subir ou transmettre des contraintes physiques (comme dans notre cas)
- 2-renconformer les pièces dans les moyens de fabrication pour maîtriser leur géométrie.
- 3-assurer les accostages de pièces souples ou déformables sur d'autres pièces.
- 4-simuler les contraintes et les liaisons subies par une pièce sur son moyen de control

Pour la mise en positions de notre pièce on va suivre les étapes suivantes :

Etape 1

Isoler la pièce dont on étudie l'isostatisme (dans notre cas c'est le support garniture de pavillon)



Etape 2

Faire l'inventaire des interfaces sur lesquelles la pièce étudiée est assemblée ou montée

Dans notre cas on a 5 pièces que nous avons déjà situées.

Interface :



Etape 3

Faire l'inventaire des fonctions génériques assurées par la pièce étudiée avec les interfaces ci-dessus

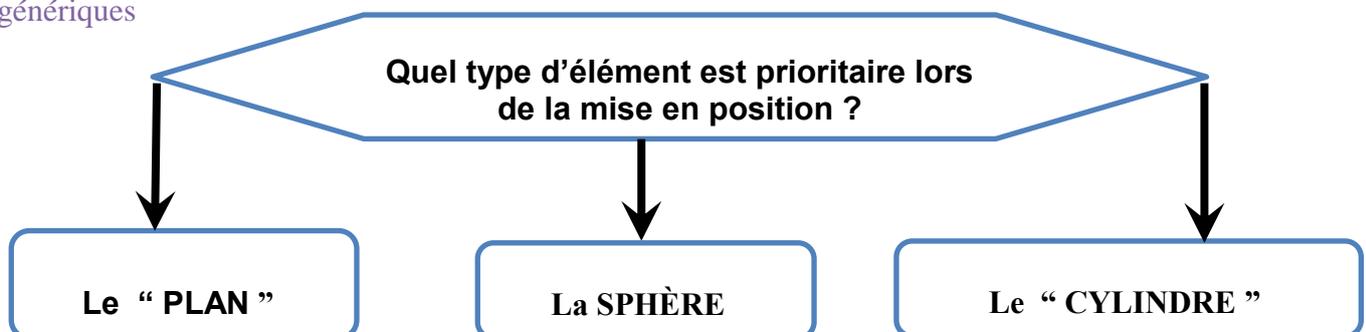
LISTE TYPE DES FONCTIONS GÉNÉRIQUES	
- A Montabilité /Processus	- F Tenue de route
- B Esthétique	- G Réglementation / Sécurité
- C Etanchéité	- H Confort / Ergonomie
- D Fonctionnement Manœuvre	
- E Fonctionnement Commande	

Tableau 11 : liste type des fonctions génériques

Dans notre cas les fonctions génériques sont : montabilités/processus et l'esthétique.

Etape 4

Rechercher le type d'élément prioritaire (plan, cylindre, sphère) au regard des fonctions génériques



On entend par “PLAN” une Surface Plane ou Quelconque qui est prioritaire pour la mise en position (cas le plus courant), et par “CYLINDRE” une surface de révolution ou prismatique qui est prioritaire pour la mise en position

Etape 5

Définir la nature de l'élément prioritaire de l'isostatisme et les DDL bloqués

Dans notre cas l'élément prioritaire est le plan qui bloque les trois degrés de liberté une translation suivant y et deux rotations suivant Z et X.

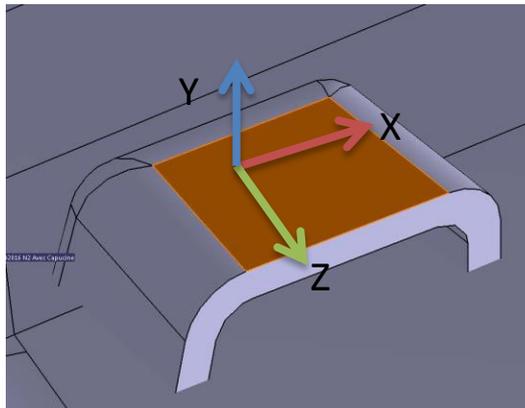


Figure 4.17: l'embouti

Etape 6

Définir les autres éléments nécessaires à l'isostatisme en tenant compte des fonctions Générique et de la répétabilité

Dans cette étape Il nous reste 3 DDL à bloquer, le nombre des indexes dépend de la géométrie de la pièce. Deux cas se présentent :

1. Indexe principale :

Pour éliminer les mouvements dans les deux sens X et Z (concevoir un trou rectangulaire dans la tôle avec un jeu de 0.05 mm entre le trou et l'index).

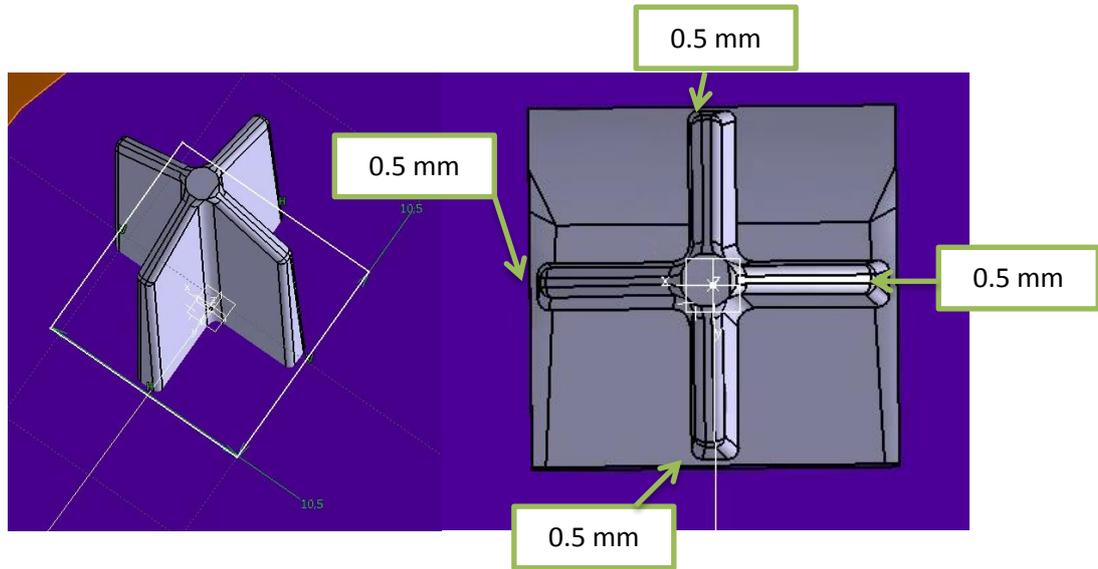


Figure 4.18 : indexeur

2. Indexe secondaire:

Il reste à éliminer un seul mouvement (la rotation Z), pour ce faire nous avons conçu un trou rectangulaire dans la tôle (l'index est libre suivant la direction X afin de faciliter le montage/démontage), on respecte toujours la valeur de 0.05 mm entre l'index et la bordre du tôle.

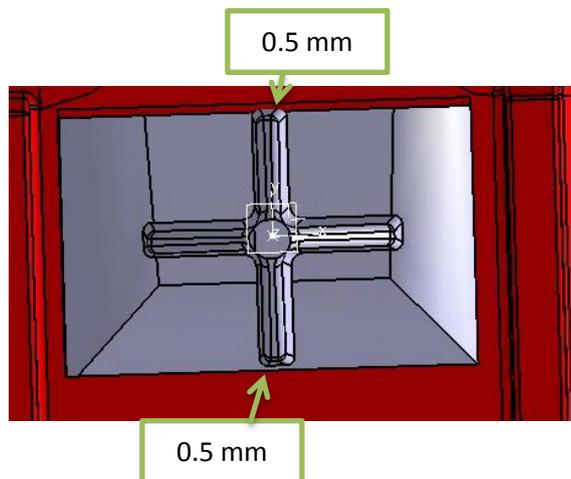


Figure 4.19 : jeu entre l'indexeur et la pièce

Etape7

Vérifier le respect des Règles de base de l'isostatisme

Règle 1

Bloquer les 6 DDL de la pièce

Ok

Règle 2

Les appuis doivent être le plus espacé possible

Ok

Règle 3

Réduire la distance spatiale entre les relations planes droites.

Ok

Règle 4

Bloquer 1DDL c'est s'opposer (le plus perpendiculairement) à la direction de son déplacement

Ok

6.2. Maintient en position des pièces

On appelle liaisons l'ensemble des types de fixation assurant le lien physique entre deux pièces (point de soudure, cordons, vis écrou, rivets, clips, agrafes...). L'implantation des liaisons ainsi que la chronologie de leur réalisation peut modifier ou détruire la Qualité de l'Isostatisme ou de l'Hyperstatisme.

6.2.1. Choix des positions de fixation

Le choix des positions de fixation doit pris en compte deux grands problèmes :

1. La Qualité perçue

La qualité perçue montre le niveau de qualité d'un produit, d'un service tel qu'il est perçu par un consommateur. Elle représente une part décisionnelle dans le processus d'achat. Cela prend en compte de nombreux facteurs:

- L'image du produit
- Le Design
- La réputation
- Les matériaux et composants
- Le Prix

Dans l'industrie Automobile, la qualité perçue par les consommateurs est un facteur décisif dans le processus d'achat, quasiment aussi important que le prix, Donc nos fixations doivent être plus proche des bordures de la pièce pour éviter l'affleurement et les jeux entre les différences pièces.

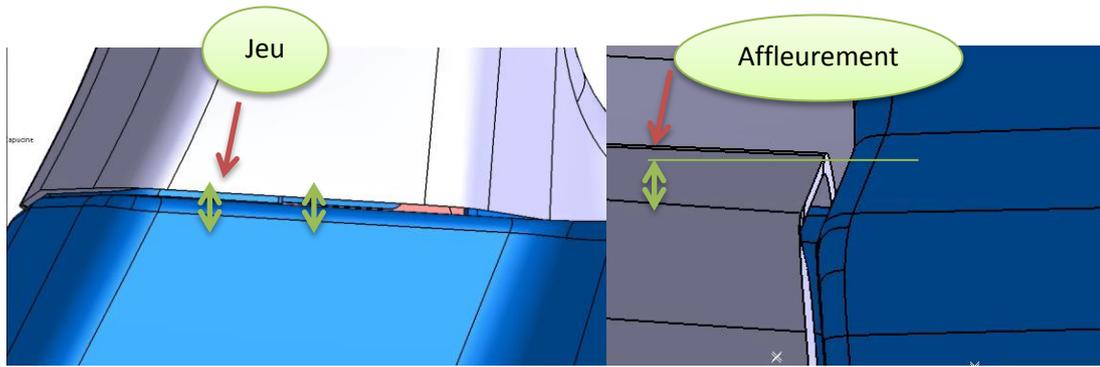


Figure 4.20: jeu et affleurement

2. Les vibrations :

Pour limiter l'effet de bourdonnement due aux vibrations des composantes à l'intérieur du véhicule, on doit fixer les grandes surfaces et les endroits qui sont proches à la bordure de la pièce, ainsi qu'on est obligé de mettre plus de fixations.

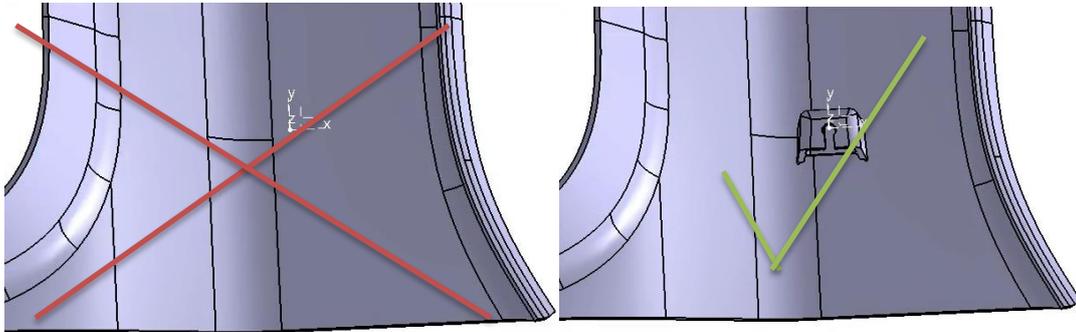


Figure 4.21 : fixation

Voilà les positions que nous avons choisies.

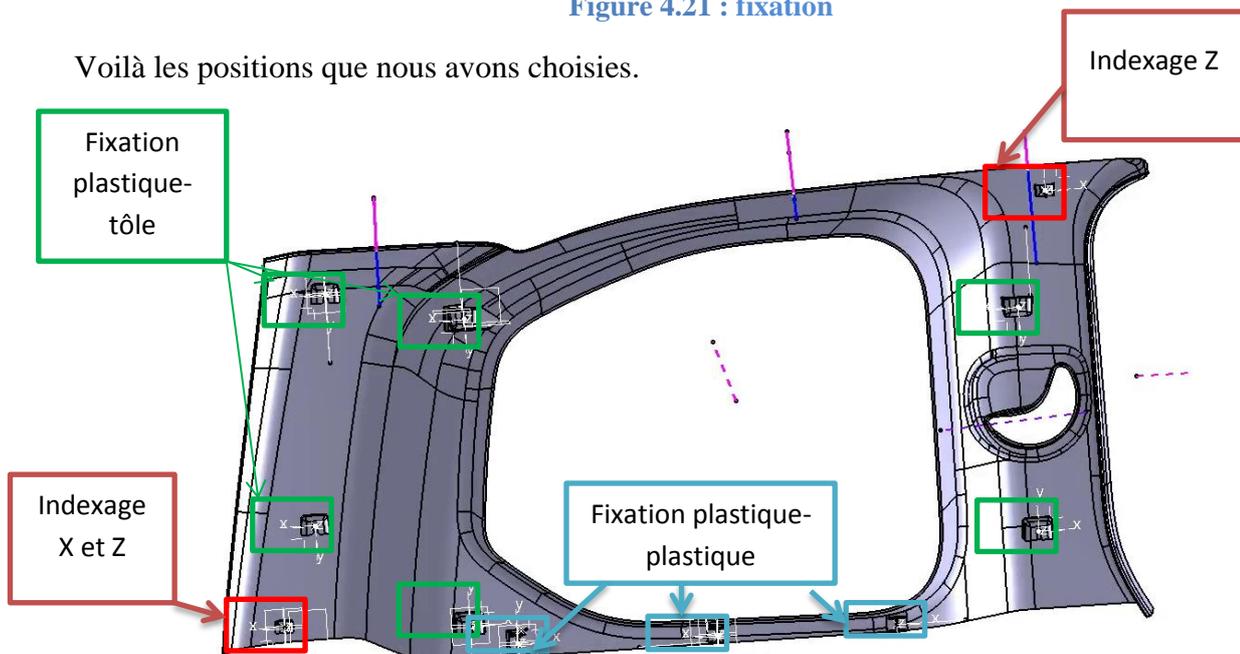


Figure 4.22: Les positions des fixations

6.3. Vérification des positions de fixations par calcul vibratoire

Dans cette partie de mon pfe nous avons utilisé l'atelier génératif structural analysis (calcul fréquence non libre) pour vérifier si les positions choisies sont bien faite, d'abord nous avons maillé notre pièce, et nous avons fait entrer les conditions aux limites.

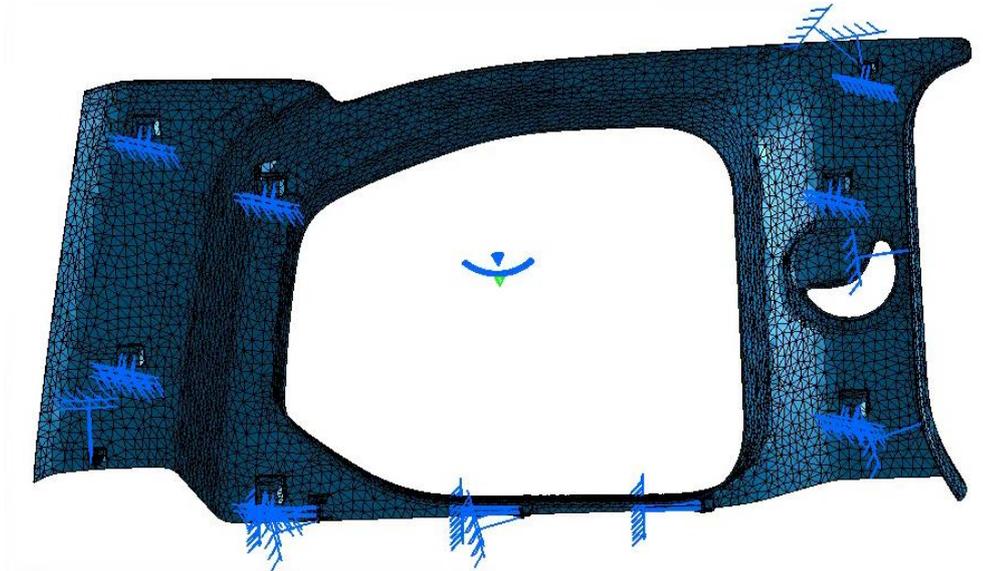


Figure 4.23. Maillage et les conditions aux limites

Par la suite nous avons défini la force excitatrice aléatoire stationnaires.

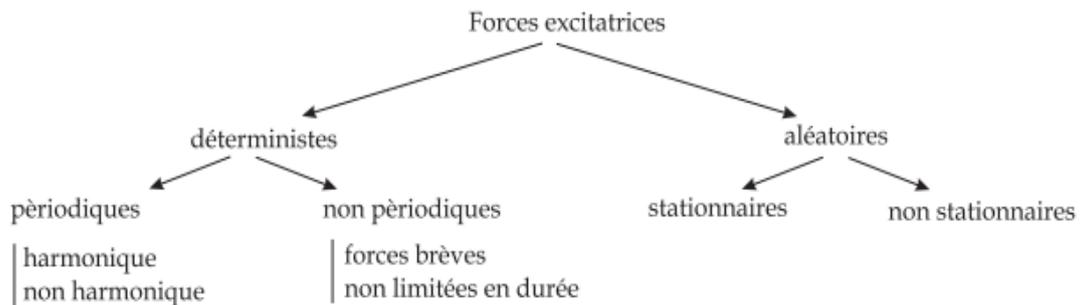


Figure 4.24. Différents types de chargements possibles

Puis nous avons lancé les calculs la figure 4.25 montre les contraintes de Von-Mises pour une fréquence donnée :

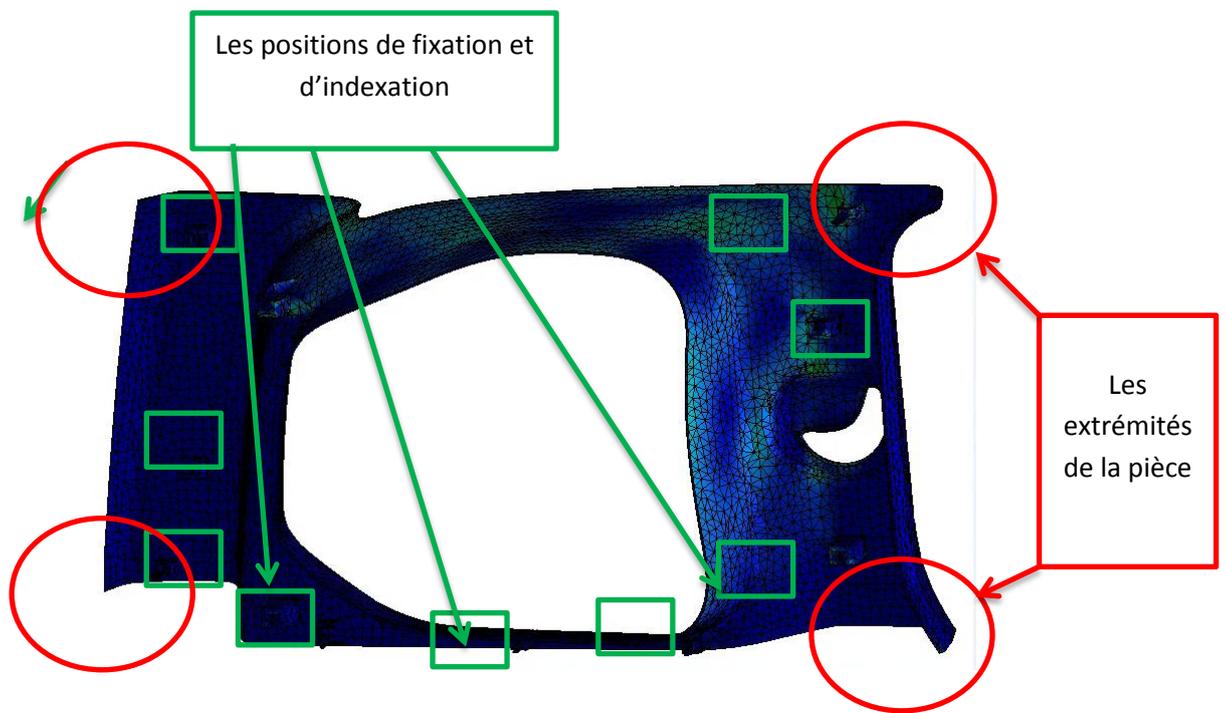


Figure 4.25. Les contraintes de Von-Mises

On remarque que la contrainte de Von-Mises pour le mode principal, ne dépasse pas 10 MPa aux extrémités de la pièce, et pour les déplacements on remarque qu' à l'extrémité de la pièce les déplacements sont presque nulles.



Figure 4.26 : Les déplacements

6.2.2. Choix du type de fixation (pour la fixation plastique- tôle)

Pour la fixation de la garniture custode avec les autres pièces en tôle nous avons choisi la fixation par des clips auto centreuse.

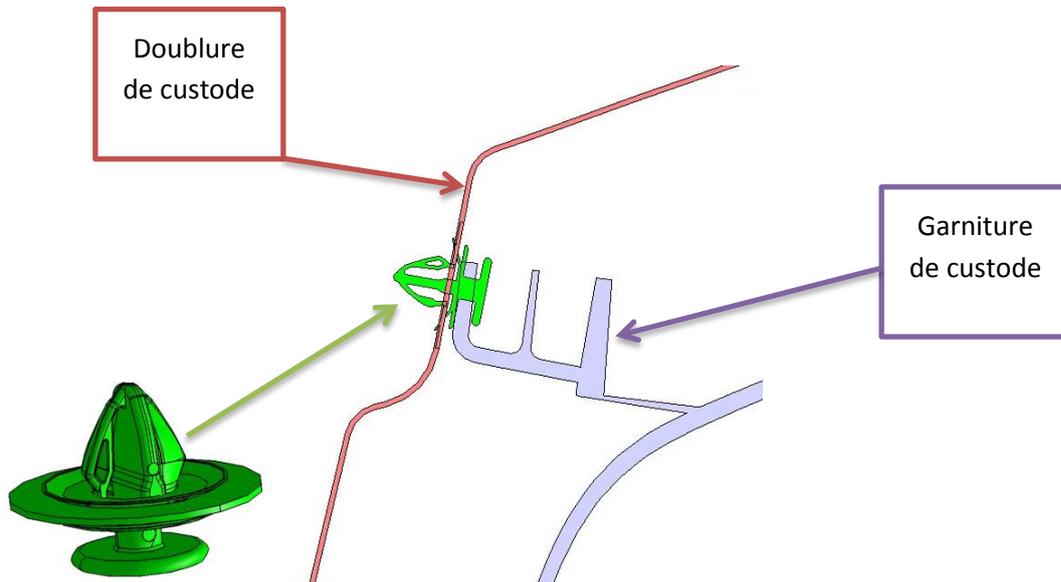
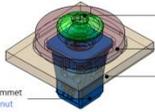
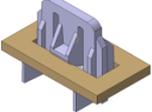
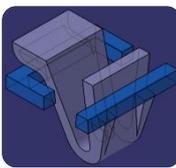


Figure 4.27 : fixation par une auto centreuse

6.2.3. Choix du type de fixation (pour la fixation plastique-plastique)

Dans le tableau ci-dessous on trouve des fixations utilisées pour fixer les pièces plastiques avec les pièces de la tôle où des pièces plastiques entre eux.

type de fixation	<u>Grommet:</u>	<u>Plastic clip a bascule</u>	<u>Agrafe rapportée SNAP (CLIP)</u>	<u>Clip « télécommande »</u>
fixations				
Cas d'utilisation :	-grommet monté sur support pour toutes pièces rapportées vissées	Pièce rapportée: -Pour agrafes secondaires uniquement (les principales sont des riblok) -Toutes pièces en PP ou ABS rapportées clippées (décors, façade, ..) Support: PP ou ABS	L'agrafe se monte uniquement sur le support, type insert PDB ou console. Aucune agrafe nécessaire sur les pièces rapportées, livrées en PLS. Valable pour toutes pièces rapportées en ABS ou en PP, type décors, façade, enjoliveur...	Pièce rapportée: Fermeture conduit en PP rapportées Support: conduit dégivrage en PP

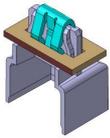
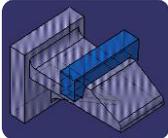
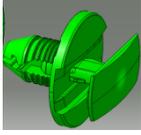
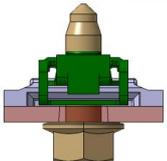
type de fixation	<u>Agrafe rapportée</u> « riblok »,	<u>Clip basique</u>	<u>Plasti-rivet</u>	<u>écrou M6</u>
fixations				
Cas d'utilisation	<p>Pièce rapportée: Toutes pièces en PP ou ABS rapportées clippées (décors, façade) -prévoir au moins 2 agrafes Support: PP ou ABS</p>	<p>-Toutes pièces rapportées clippées (décors, façade, ..)riblok) -Toutes pièces en PP ou ABS rapportées clippées (décors, façade) Rechercher d'abord une autre solution plus fiable avant de choisir ce type de clip</p>	<p>Ces rivets fournissent un système de rivetage qui est simple à utiliser, mais a l'avantage d'être amovible.</p>	<p>Pas d'information</p>

Tableau 12 : les types de fixations

Avantages fixations :

Les Vis : fixation plus fiable, robustesse, anti-vibration, anti-fluage, démontabilité.

Les rivets : faciles à mettre en œuvre, légèreté, démontabilité, prix.

Les clips : pas d'ajouts de matière, jeu plus faible, légèreté, démontable.

Agrafe : facile pour le montage /démontage, robustesse, fixation plus fiable.

Inconvénients fixation :

Les vis : esthétique, déformation de la matière, poids élevé, ajout d'autres pièces pour assurer la fixation, temps de fixation, complexité à mettre en œuvre.

Les rivets : problème de robustesse, fluage important, vibration.

Les clips : complexité au moulage, problème de concentration de contrainte à la racine, vibration, fluage, manque de robustesse.

Agrafe : prix élevé, poids élevé, vibration.

1. Première raison de choix

Respecter le cahier des charges (interdit de modifier la partie du style)

Alors pour respecter le cahier des charges nous avons éliminé les fixations qui sont visible comme les grommet et les écrous ainsi que plasti-rivet.

2. Deuxième raison de choix

Derrière la garniture de custode on trouve des fils de câblage et de l'air bag, alors en cas d'un problème à l'intérieure de la véhicule l'utilisateur besoin de démonté la garniture de custode pour les réglés. Pour cela on doit penser à des fixations qui peuvent supporter les contraintes appliqué sur ces fixations lors de l'opération montage /démontage.

Nous avons choisi la fixation Agrafe riblock qui respecte les raisons situé en haut. Car pour les clips on ne peut pas monter démonter la pièce plusieurs fois, on doit toujours prendre en considération la fatigue de cette composante. C'est pour cela nous avons choisi les agrafes malgré leurs prix.

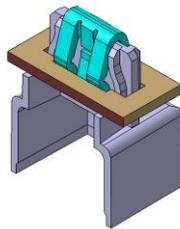


Figure 4.28:agrafe riblock

- ✓ Le riblok se monte sur un habitacle plastique
- ✓ Il se clipse sur une nervure plastique
- ✓ I 'ensemble de clipse sur un élément plastique et 2 à 3 mm dans une boutonnière rectangulaire de $6 +0.0/0 \times 16 0.5/0\text{mm}$

Effort de montage /demontage

- Montage sur support plastique $F1 < 9 \text{ DAN}$
- Démontage du support plastique $f2 > 8 \text{ DAN}$
- Perte après 5 démontages 10 %

Le tableau suivant montre les efforts appliqués pour monter ou démonter une fixation en fonction de la largeur de découpe.



Tableau 13 : Relation entre effort de clipsage et la largeur de découpe

7. Analyse de démoulabilité (produit /process)

La commande Analyse de dépouille nous permet d'analyser l'angle de dépouille sur une surface. Avec cet outil, nous pouvons détecter si la pièce que nous avons dépouillée pourra être facilement retirée du moule associé.

Ce type d'analyse repose sur des palettes de couleurs qui permettent d'identifier sur l'élément analysé les zones dans lesquelles l'écart par rapport à la direction de la dépouille, représentée par axe pointillé tracé lors de la conception cette direction correspond à la référence selon laquelle les faces de dépouille sont définies.

Le couleur verre signifie que la pièce est facilement démoulable.

Le couleur bleu signifie que l'angle est entre zéro et à l'angle de dépouille choisi.

Le démoulage suivant le SDD (axe en rouge) donne des résultats satisfaisants

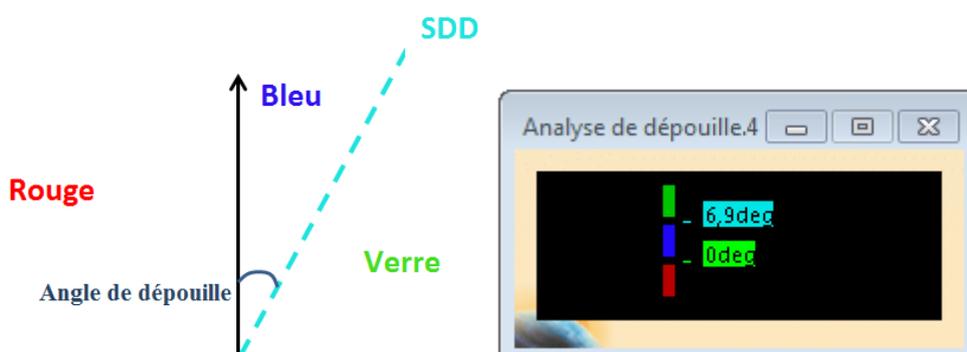


Figure 4.29: angle de dépouille

Pour qu'une pièce soit démoulable, il est impératif qu'elle possède des dépouilles. Les valeurs de dépouille dépendent de la matière plastique (nature + élasticité + l'état de surface de la pièce) suivant la matière utilisée, il faut une dépouille minimum :

Thermoplastiques	Dépouille minimum en °
PS	1,5
SB	1
ABS	0,5
PEHD	0,5
PP	0,5
PET - PBTP	1
POM	0,5
PA	1

Table 14 : dépouille minimum pour le démoulage des pièces plastiques en fonctions des matériaux

Un angle de 0.5 à 2° sur chaque face intérieure et extérieure des parois est généralement suffisant pour les surfaces non texturées.

Pour les surfaces texturées, une dépouille supplémentaire de 0,4° par 0,01 mm de profondeur de texture est nécessaire pour éviter toute arrachement de matière lors du démoulage pour notre cas on utilise de la P/E dans on va utiliser une valeur minimum de 0.5 degré

N.B : Vue la face grainé de la façade de la pièce, nous avons utilisé un angle de dépouille de 7°.

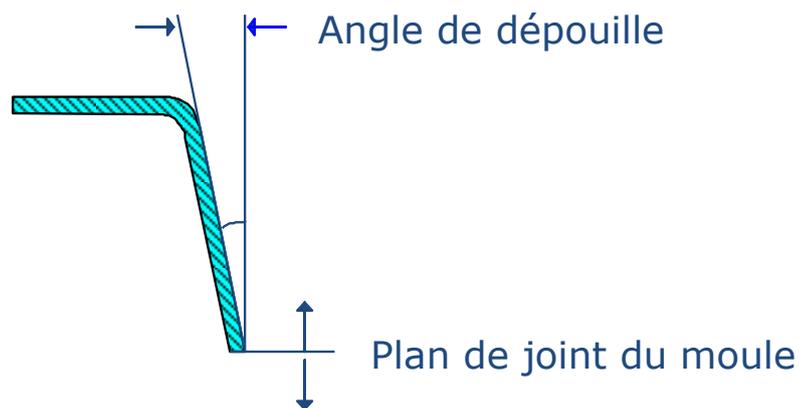


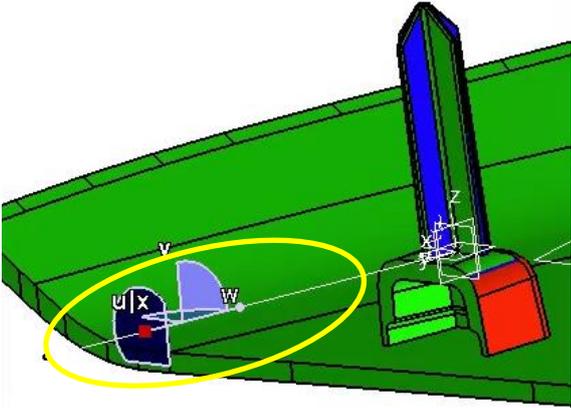
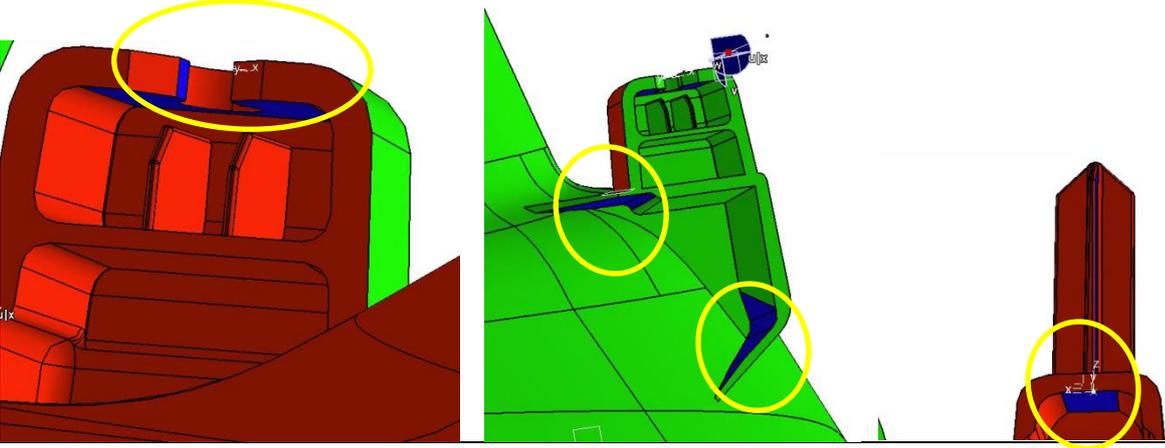
Figure 4.30:angle de dépouille et plan de joint

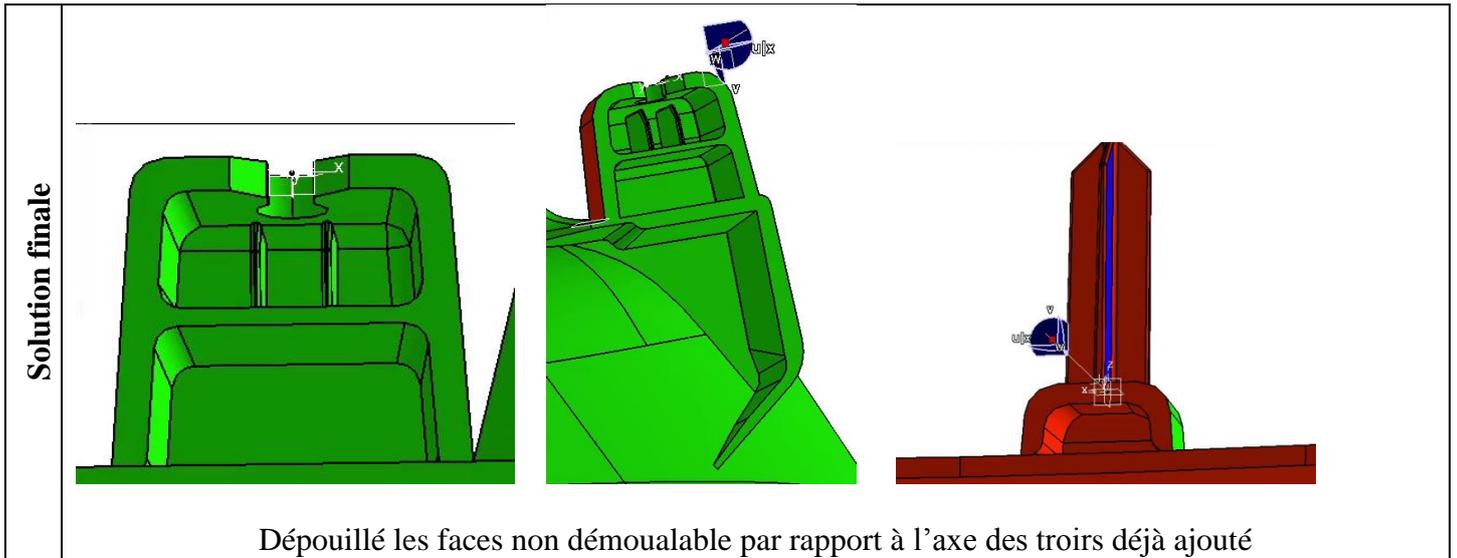
	Démoulable suivant l'axe SDD (poinçon)	Démoulable suivant l'axe SDD (matrice)	N'est pas démoulable
Analyse			
contraintes			
<p>On remarque qu'il y a des zones qui ne sont pas démoulables par rapport à le SDD</p>			
Solution proposées			
	<p>Dépouille les faces par rapport à l'axe SDD de 0.5 degré</p>	<p>L'ajout d'un tiroir latéral lors du démoulage</p>	
Solution	<p>Les façades de la pièce est démoulable en ajoutant deux tiroirs latéraux.</p>		

NB : Pour la partie technique on va utiliser une valeur de 0.5 degré vu que cette partie n'est pas visible à l'utilisateur et ne contient pas de grainage.

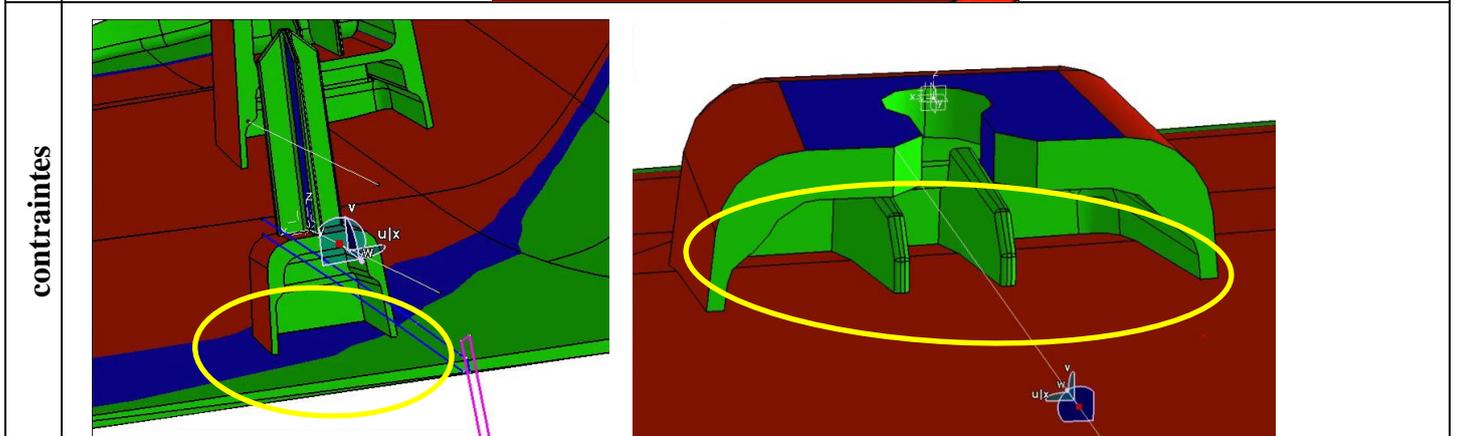
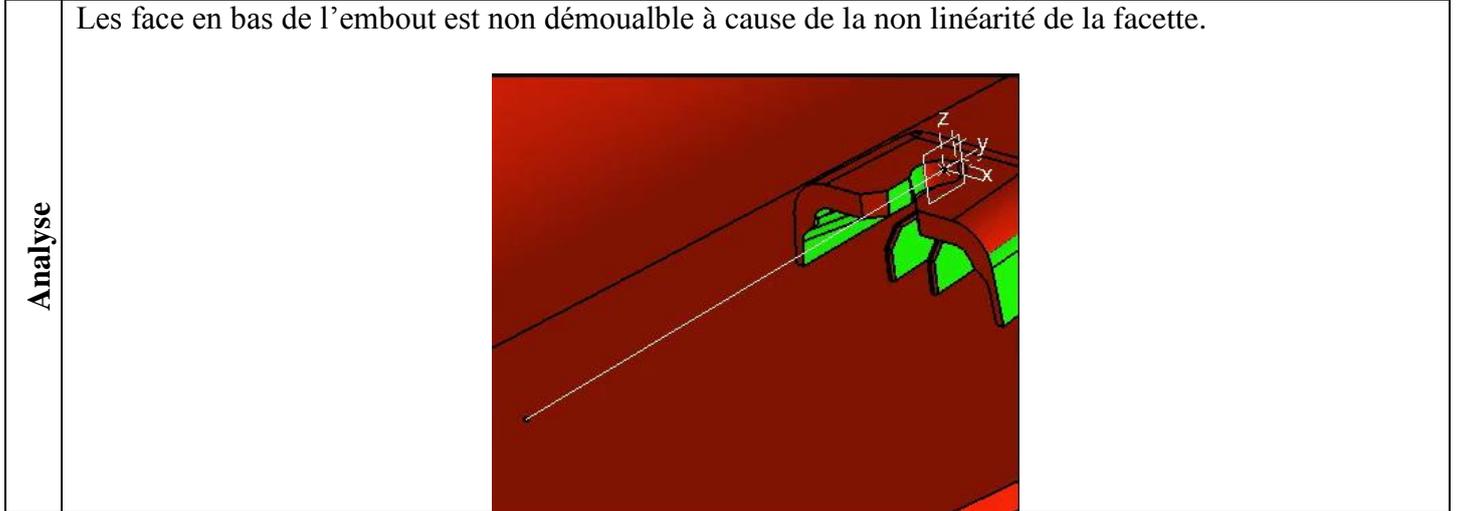
Contre-dépouilles

Les contre-dépouilles sont démoulables par des systèmes mécaniques particuliers engendrant un surcoût d'outillage et de maintenance. En conséquence, on veillera à concevoir des pièces présentant un minimum de parties non démoulables naturellement à l'ouverture du moule.

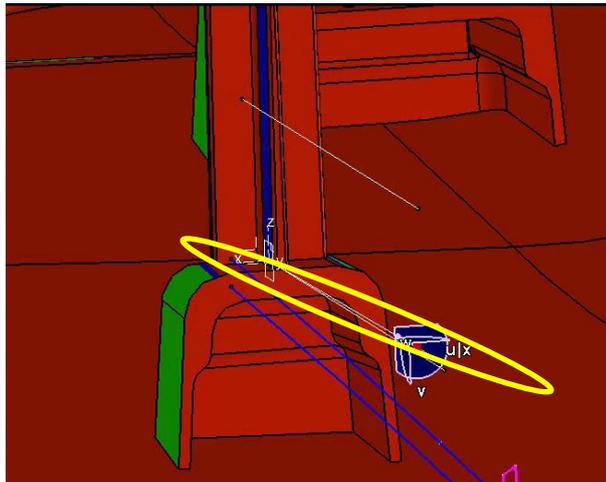
	Démoulable suivant l'axe SDD (poinçon)	Démoulable suivant l'axe SDD (matrice)	N'est pas démoulable
Analyse	<p>Lorsque on ajoute des tiroirs latéral lors de démoulage on trouve encore des parties nondémoulable</p> 		
Contraintes			



Démoulable suivant l'axe SDD (poinçon)	Démoulable suivant l'axe SDD (matrice)	N'est pas démoulable
---	---	-----------------------------



La solution trouver c'est de changer le sens d'orientation de l'axe du tiroire et de l'acliné d'une veleure sufissante pour démoulé toute la partie de la pièce.



8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploité l'analyse que nous avons faite pour passer à la conception de la garniture custode tout en respectant la démoulabilité des pièces ainsi que la fixation de cette pièce avec son environnement. Et pour que notre pièce soit capable de résister aux différences forces une étude de calcul des structures est nécessaire .cette étude est le sujet du prochain chapitre.

Chapitre V :

Calcul des structures et Réglementation Européenne ECE 21

L'objectif de ce chapitre premièrement c'est de vérifier la rigidité de la garniture de custode par la méthode des éléments finis et par la suite de voir si cette pièce respecte la norme ECE 21.

I. Analyse par élément finis

1. Le contexte et l'objectif

1.1. Le contexte :

Dans cette partie on va essayer de voir le comportement mécanique de notre pièce soumise à une force principale de 30 N due au poids de la garniture pavillon et aussi par d'autres forces. Pour cela on va utiliser la méthode par élément finis afin de vérifier le critère de Von-Mises et le cahier des charges.

NB : Vue l'accès limité aux logiciels de calcul utilisés au niveau du département "Calcul" chez ALTRAN Maroc, alors nous avons effectué le calcul avec le logiciel CATIA dans l'atelier génératif structural analysis.

1.2. L'objectif

- Vérifier le critère de Von-Mises.
- Respecter le cahier des charges.

2. Les Données du problème

2.1. Donnée géométrique

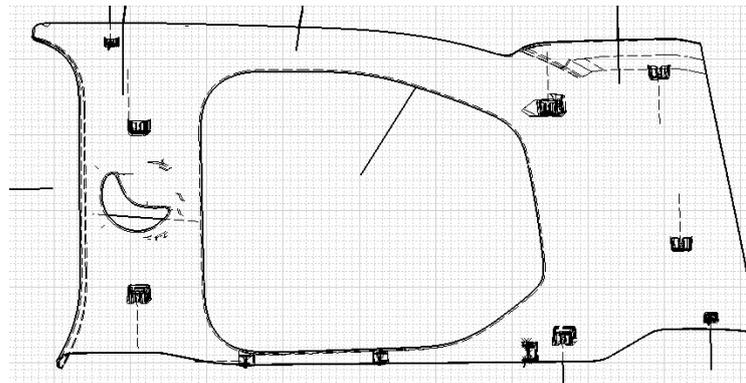


Figure 5.1: donnée géométrique

2.2. Données matériaux

D'après le cahier des charges nous allons utiliser le P/E comme matériau, et voilà quelques caractéristiques de ce matériau.

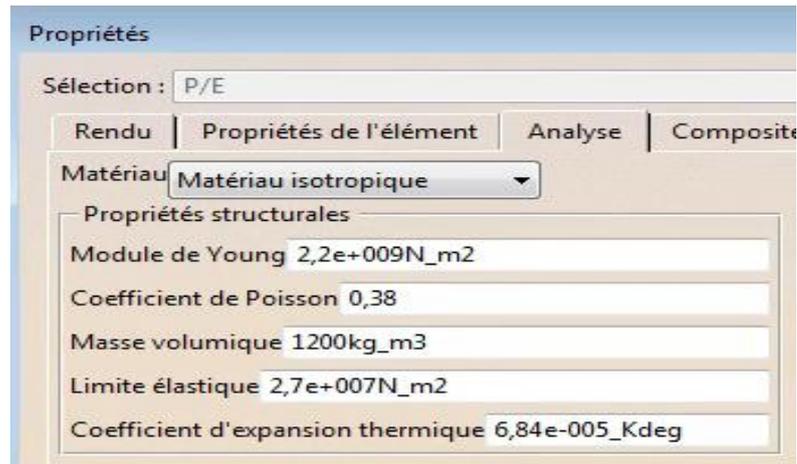


Figure 5.2:donnée matériau

3. Les hypothèses et les résultats anticipés

3.1. Les hypothèses

- On va faire une analyse en 3D (on n'a pas un état plan de contrainte et on n'a pas une poutre)
- On néglige le poids de la pièce parce que sa force n'a pas une grande influence.

3.2. Les résultats anticipés

- La concentration de la contrainte sera autour du trou (manque de la matière).
- Dans les zones où on va appliquer les forces on aura un déplacement maximal.

4. Analyse numérique sous CATIA v5

4.1. Maillage automatique

D'abord Nous avons généré un maillage automatique pour voir les zones où se trouve la contrainte la plus élevée et pour avoir une idée général sur les résultats que nous cherchons.

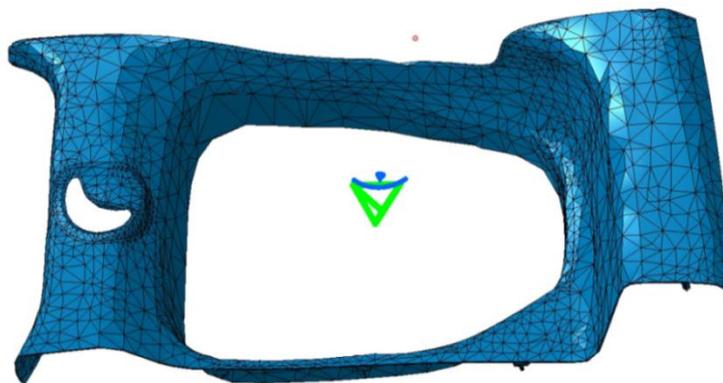


Figure 5.3:maillage automatique

4.2. Les conditions aux limites

Par la suite nous avons entré les conditions aux limites, la pièce est fixé par les fixations que nous avons déjà mise en place.

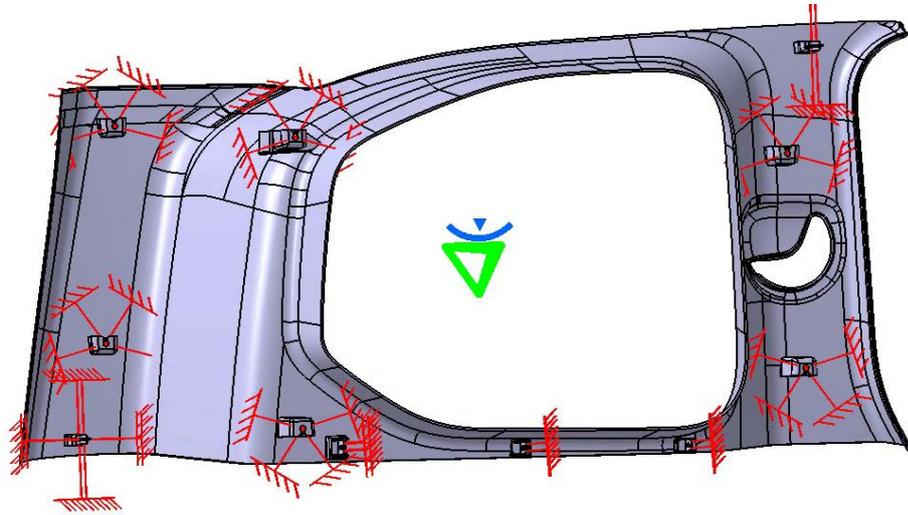


Figure 5.4:condition aux limites (fixations)

Les forces appliquées sur la pièce (imposé par le cahier des charges d'après le spécialiste de département calcul) Sont :

- Une force égale à 30 N due au poids de garniture de pavillon.
- Différence forces sont appliqué par l'utilisateur.

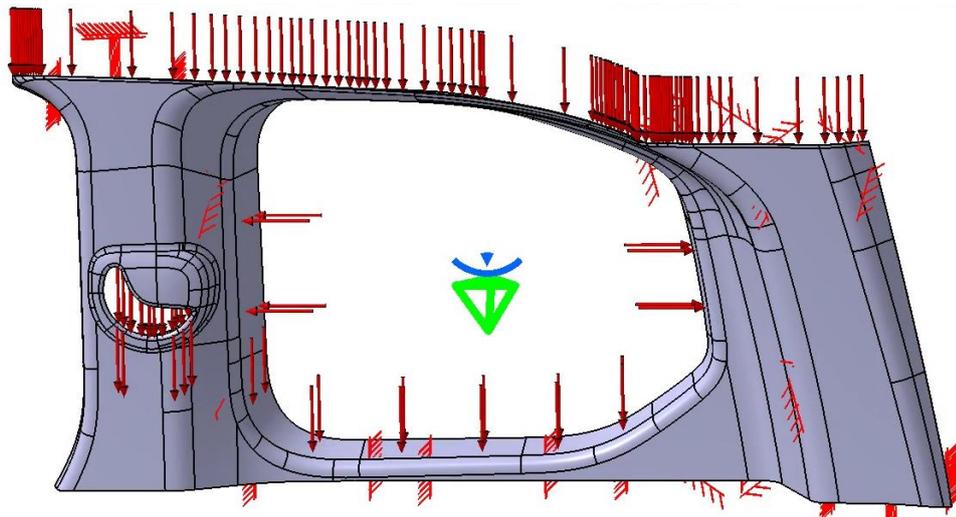


Figure 5.5:condition aux limites (les Forces)

On lance les calculs

Et voilà les résultats des contraintes de Von-Mises.

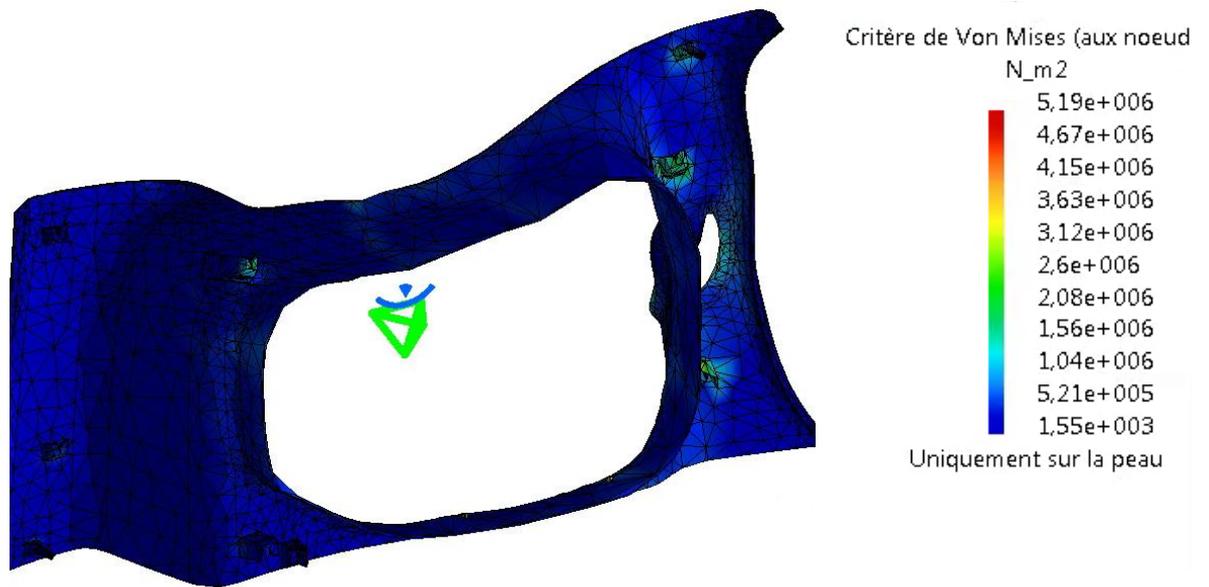


Figure 5.6:contrainte de Von-Mises

- ✓ Les contraintes maximal sont autour du trou de la ceinture de sécurité et autour des embouts de fixation.
- ✓ La valeur de la contraint maximal est de 5.19 MPA que très loin de la limite d'élasticité.
- ✓ Le déplacement maximal est atteindre 0.3 mm.

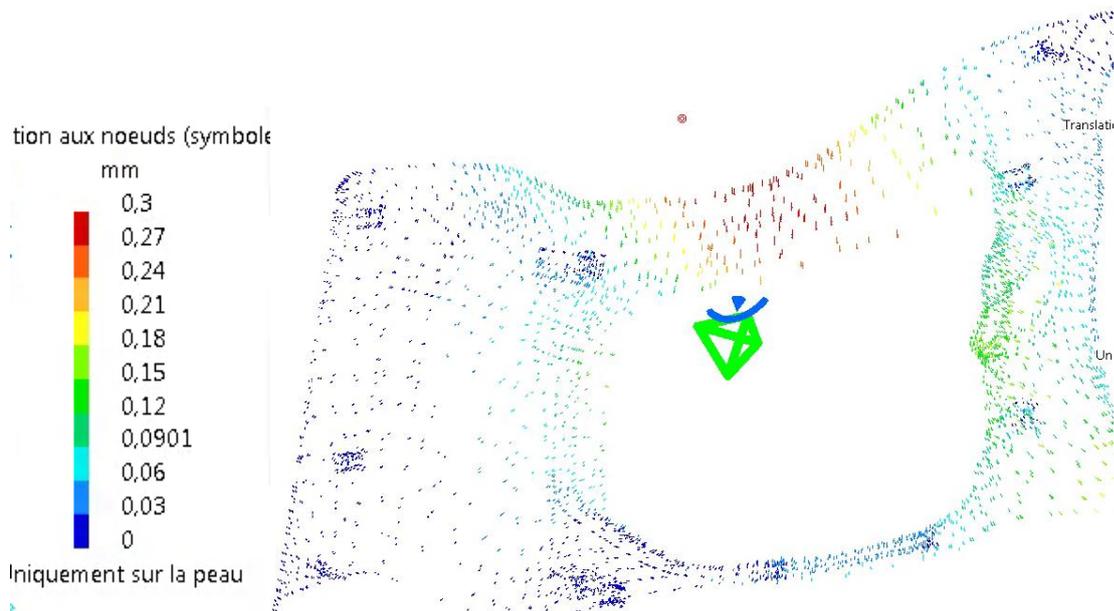


Figure 5.7:déplacement totale

Choix de maillage adapté

Le maillage généré automatiquement ne donne pas une représentation réelle sur notre pièce par conséquent les résultats ne sont pas vraiment fiables (manque de précision).

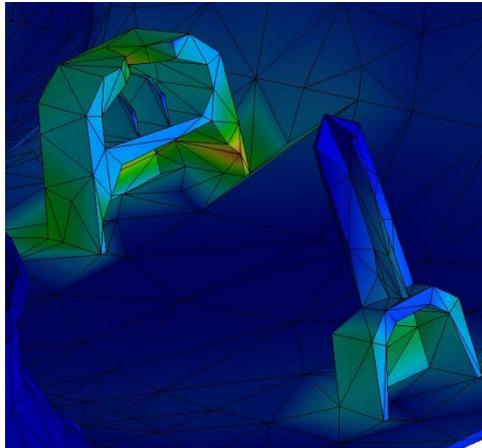


Figure 5.8: embouts maillé

Pour cela nous avons créé un maillage personnalisé basé sur les raisons suivantes :

- ✓ Les éléments triangulaires car la pièce possède un trou.
- ✓ Raffinement global + local.
- ✓ Une flexion donc nous avons choisi des éléments quadratiques (représentent mieux la flèche).

4.3. Analyse des résultats

Le nouveau maillage nous donne les résultats suivants :

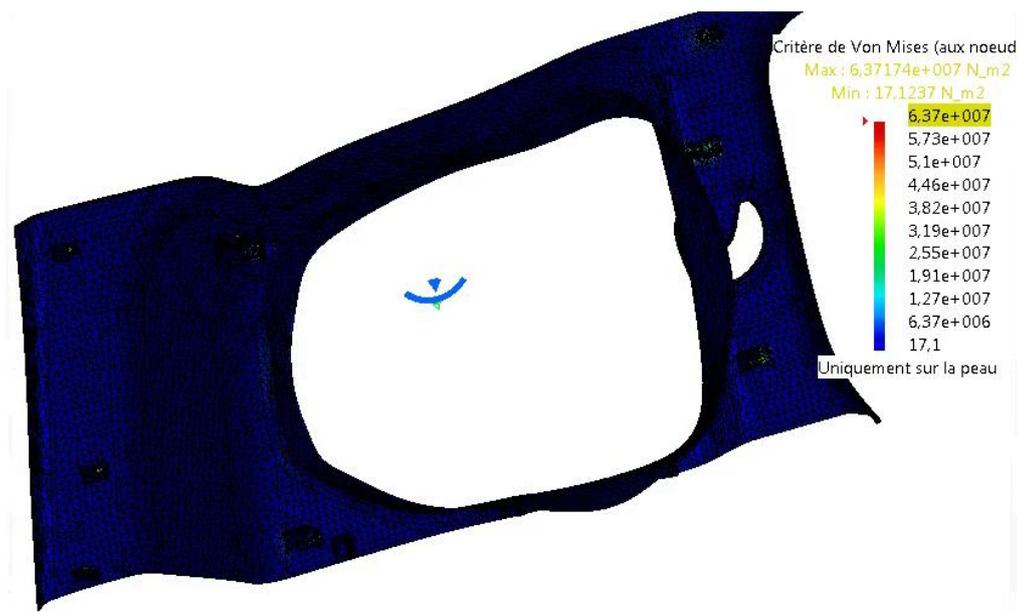


Figure 5.9: contrainte de Von-Mises

Après un raffinement local et globale et un choix des éléments finis les résultats sont convergé (la continuité de la colore), les contraintes de Von-mises sont élevées et la valeur maximal atteindre 63.7 MPA>27 MPA donc on aura une déformation plastique dans les zones de l'embout.

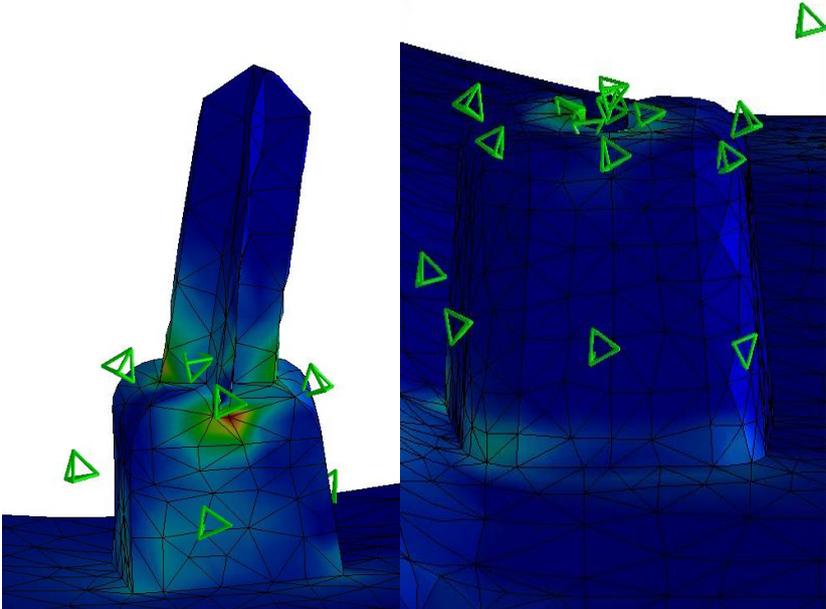


Figure 5.10:cencentration de contrainte

Et pour les déplacements la valeur maximal à atteindre 3.01mm (non respecte du cahier des charges)

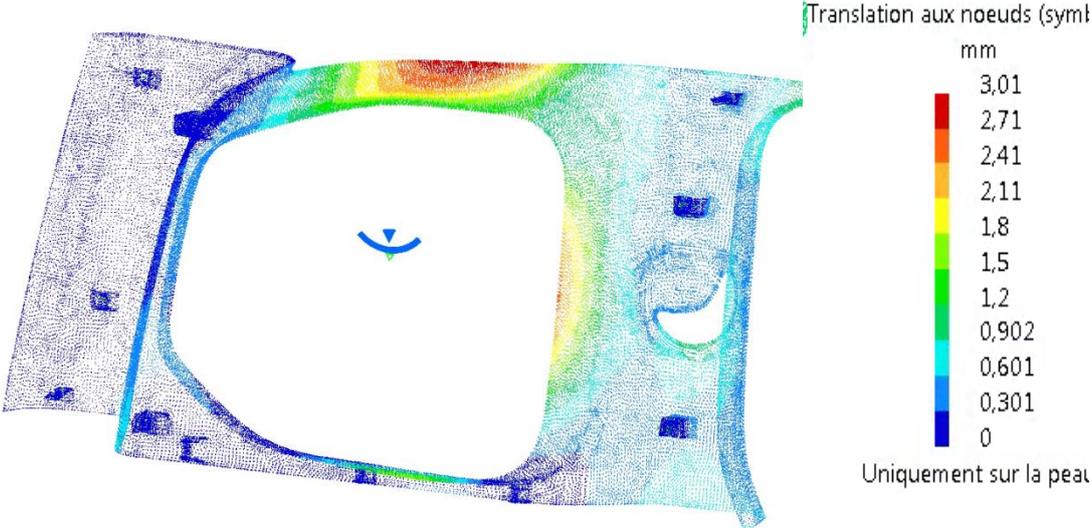


Figure 5.11:déplacement totale

5. Etude des modifications apportées

Suite à l'analyse des résultats précédents nous avons remarqué qu'il existe quatre endroits qui sont plus déformés (allongement total qui dépasse 1 mm), et autour des embouts les contraintes de Von-Mises sont dépassées la limite élastique. Alors Pour rigidifier notre structure nous avons procédé à deux types de modifications de structure qui sont:

- Pour le cas des contraintes élevées l'idée était de créer des raidisseurs

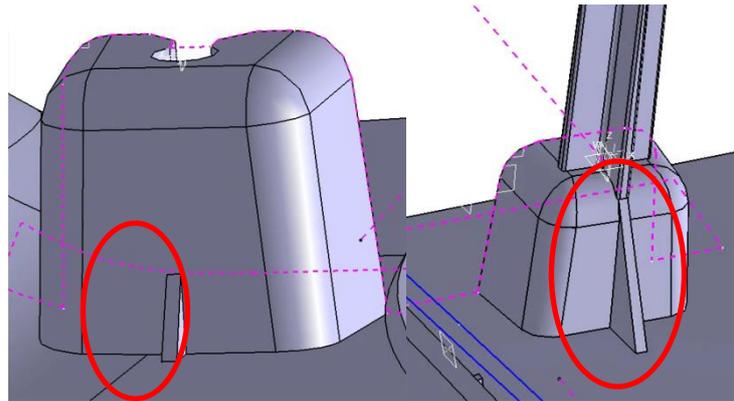


Figure 5.12:raidisseurs

- Pour le cas des déplacements et les contraintes élevés dans toute notre structure nous avons créé un réseau de nervures tout en respectant la démolabilité de la pièce.

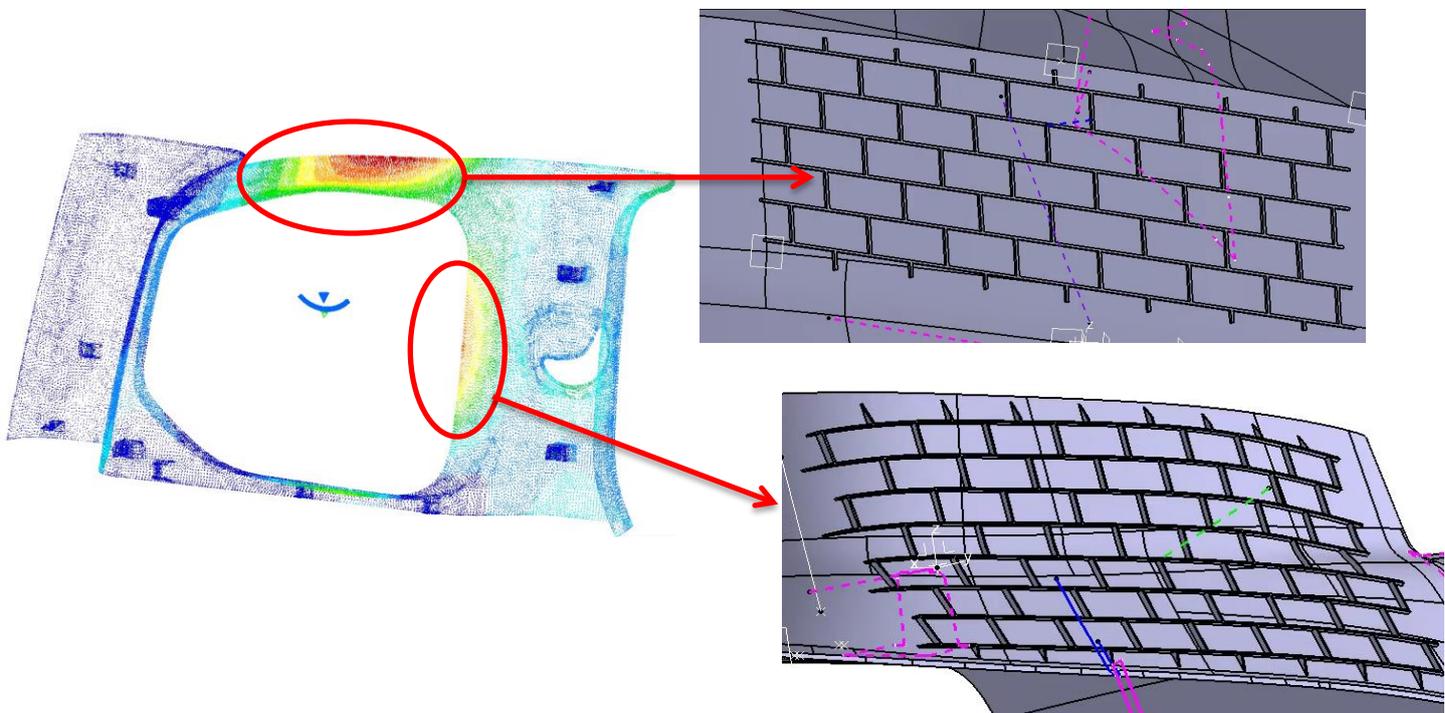
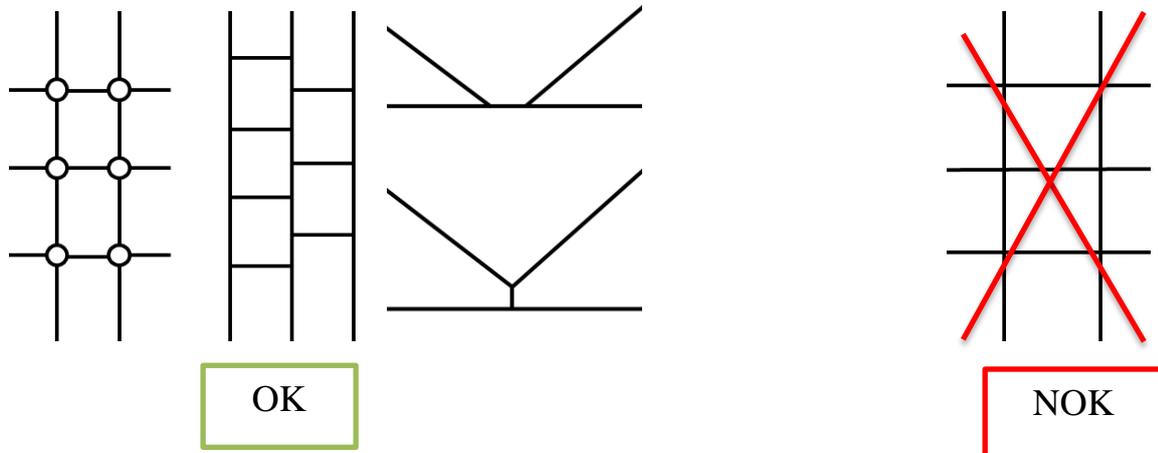


Figure 5.13:les zones de réseaux de nervures 1

Nous avons créé le réseau de nervures en respectant la règle suivant pour éviter le défaut de retassure :



Pour les deux endroits ci-dessous nous avons créé des nervures verticales afin d'éviter à ajouter des tiroirs (ces nervures sont démoulable suivant le SDD principale).

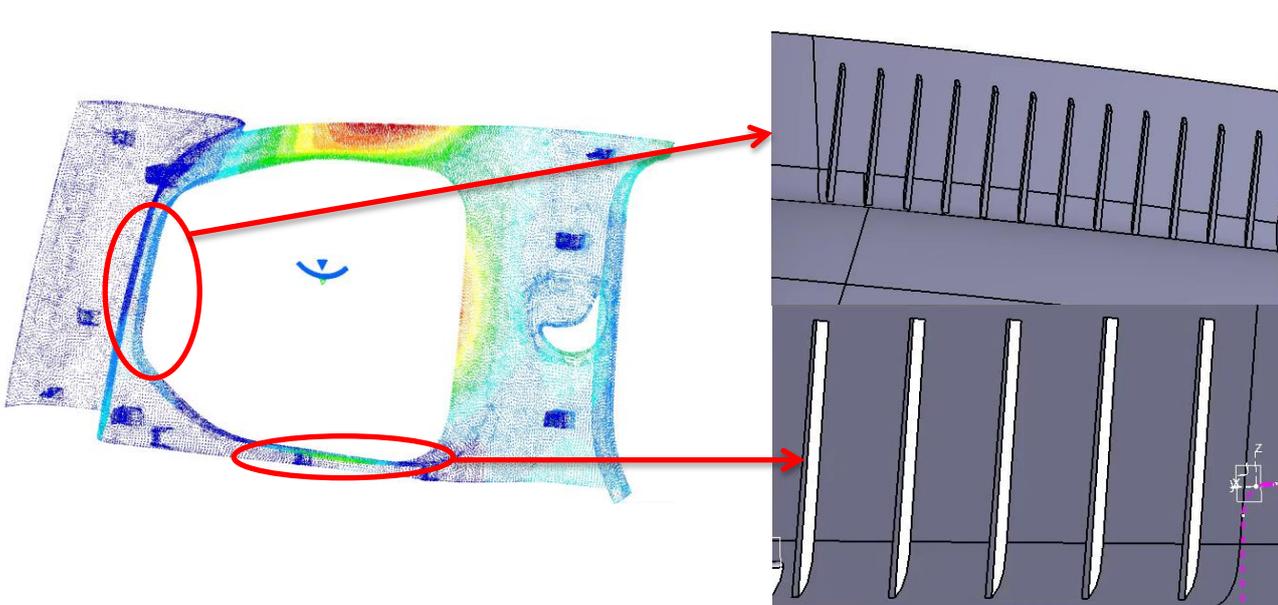


Figure 5.14:les zones de réseaux de nervures 2

Nous avons conservé les mêmes types et tailles des éléments avec les mêmes conditions aux limites et nous avons relancé les calculs et voilà les nouveaux contraintes de Von-Mises :

La valeur maximal de Von-Mises a diminué jusqu'à 22.2 MPA (qui inférieure à la limite élastique) grâce au raidisseur

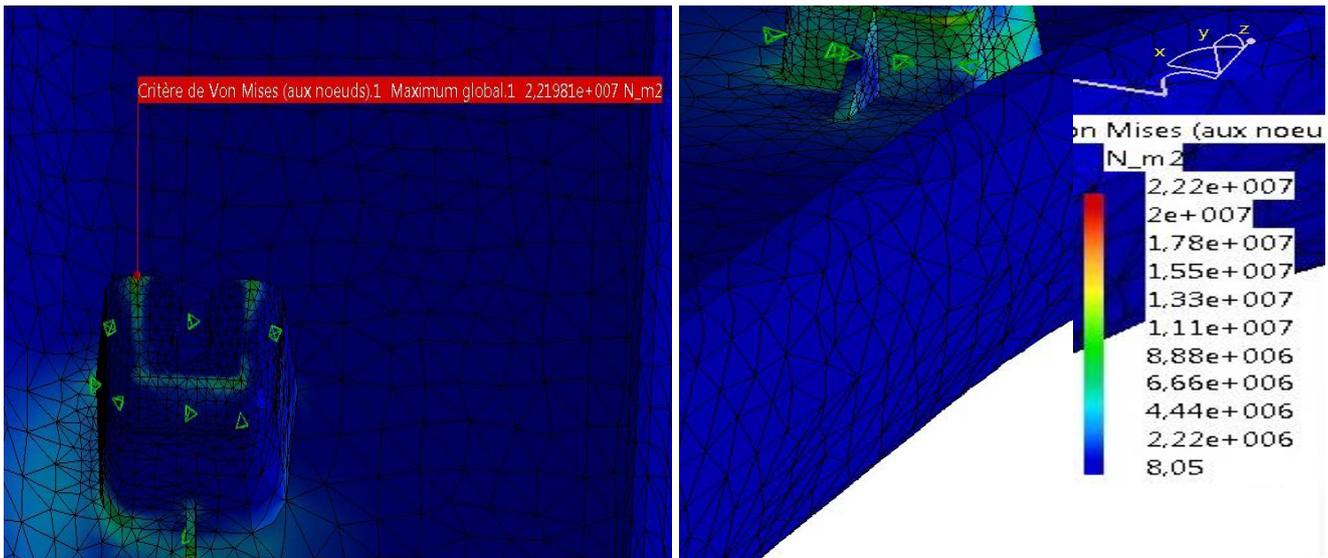


Figure 5.15:contrainte après la rigidification

Le déplacement maximal est 0.9 mm <1mm (imposé par le cahier des charges)

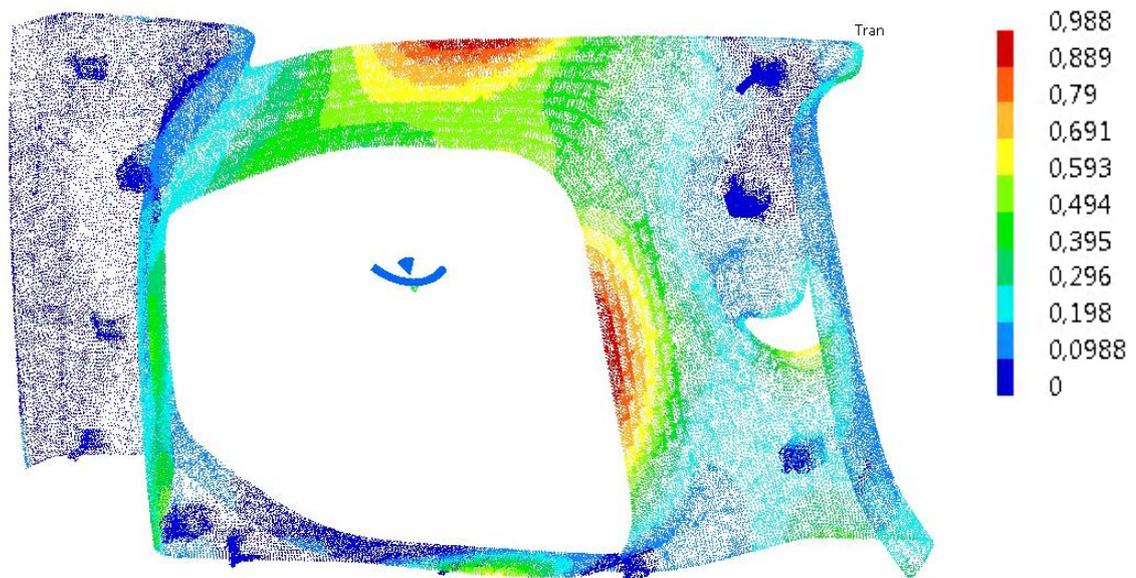


Figure 5.16:déplacement totale après rigidification

Conclusion :

Les résultats de l'analyse montrent que les valeurs de contrainte et de déplacement respectent les valeurs imposées par le cahier des charges.

II .Réglementation Européenne ECE21 :

1. Définition de l'ECE21 :

Réglementation Européenne ECE21 Aménagement Intérieur (ONU/Genève), sur le thème de la sécurité secondaire, donnant les prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules concernant leur aménagement intérieur.

L'objectif est de réduire ou limiter les risques de blessure résultant d'un impact des occupants avec le garnissage intérieur du véhicule. Les véhicules du segment (berline, break, coupé, monospace,...), sont soumis à cette réglementation. Les zones concernées sont :

Les zones se situent au-dessus d'une ligne horizontale passant par le point H et en avant de la ligne de torse (ou à défaut dossier incliné à 25°), de chaque rang occupé, les sièges dans la position d'usage la plus reculée. Le véhicule est divisé en 4 zones:

- ✓ Zone 1 dite « Zone tête » : partie supérieure de la planche de bord.
- ✓ Zone 2 dite « Zone genou » : partie inférieure de la planche de bord.
- ✓ Zone 3 dite « Zone habitacle »: partie latérale du véhicule (ébénisterie + Pano de porte).
- ✓ Zone 4 dite « Zone toit »: partie supérieure du véhicule (garnissage pavillon).

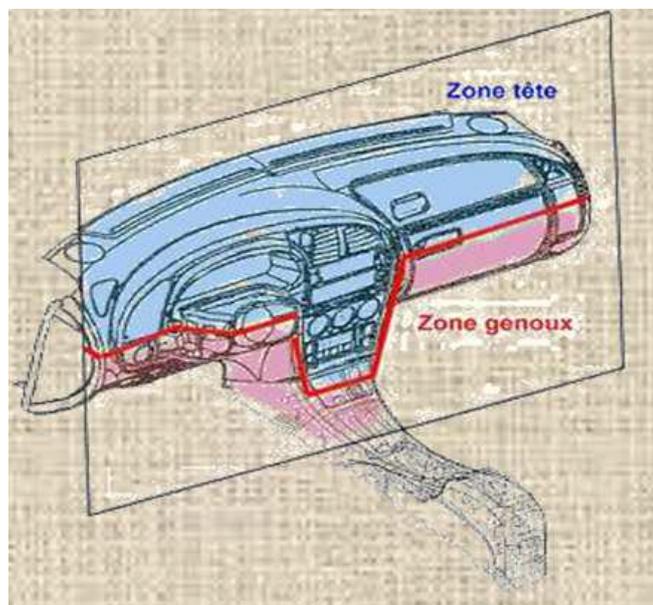


Figure 5.17: Zone 1 & 2 « tête et genoux »



Figure 5.18 : zone 3 habitacle

Figure 5.19 : Zone 4

2. Définition de la saillie :

Arête d'un élément ou partie élément formant, dans son environnement véhicule direct, une partie saillante contactable par la fausse tête $\varnothing 165\text{mm}$.

3. Processus ECE21:

Les concepteurs s'assurent de la conformité des rayons en courbure. Une pré-analyse des valeurs des rayons en courbure peut être effectuée, par les concepteurs, dans CatiaV5, et permettre d'identifier les zones potentiellement non conformes, Cette pré-analyse ne permet pas, en aucun cas, de déterminer les rayons contactables par la sphère de $\varnothing 165\text{mm}$. Il est demandé aux concepteurs de transmettre une image de cette pré-analyse au chargé de validation ECE21.

Le chargé de validation ECE21 réalise les analyses ECE21 via CATIA V5 et contrôle les éléments de la zone concernée. Les analyses seront réalisées à partir des éléments communiqués (réf 3DCOM ou PSN) et implantées dans l'environnement véhicule par les demandeurs (Equipes projet, CP, concepteurs BE ou PF)

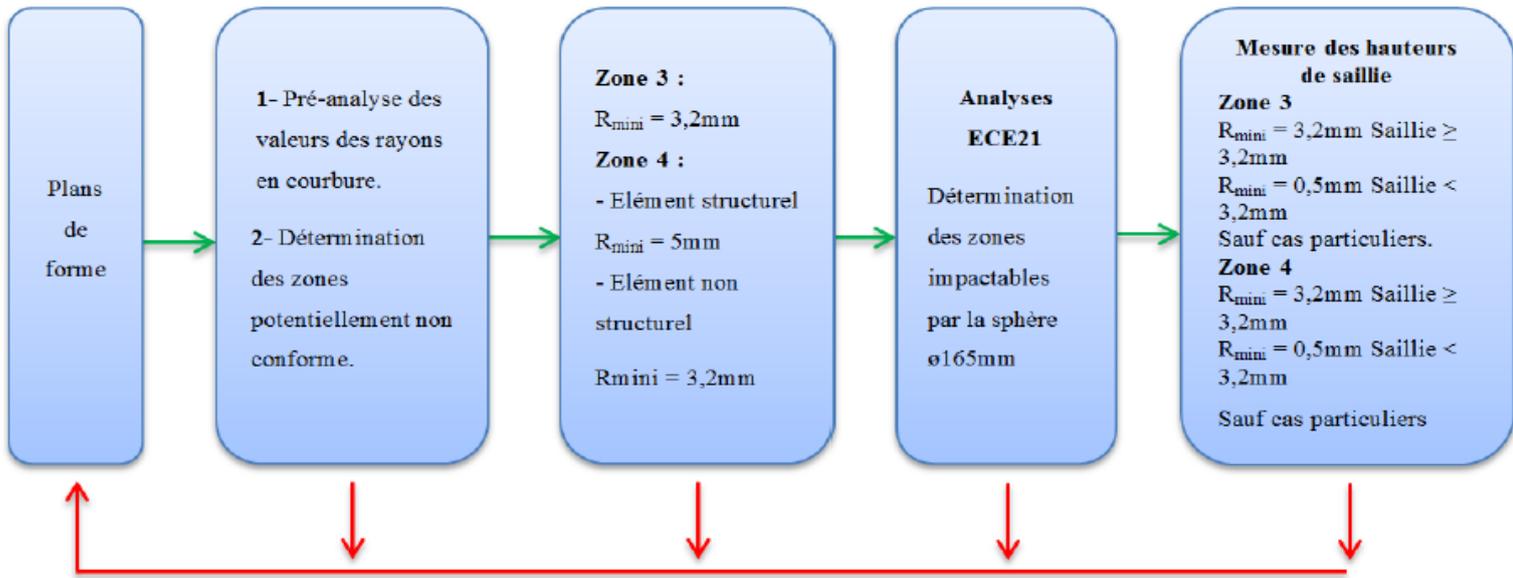


Figure 5.19: Processus ECE21

4. Application de la réglementation ECE21 au système garniture de custode

Pour commencer l'analyse il faut d'abord définir le plan de forme et l'environnement du système étudié dans notre cas c'est la garniture custode



Figure 5.20: environnement

Ensuite nous avons fait une analyse de courbure pour déterminer les rayons inférieurs à 3.2 mm afin de localiser les zones là où les rayons sont inférieurs à 3.2 qui va subir l'analyse de contact.

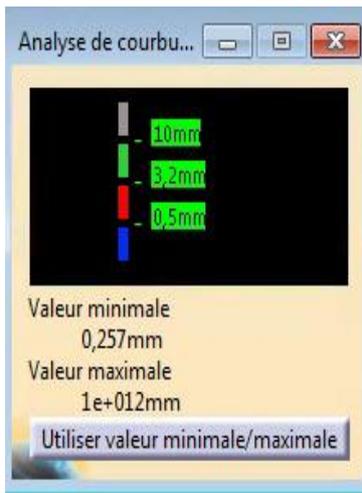


Figure 5.21 : présente les zones potentiellement non conformes en rouge.

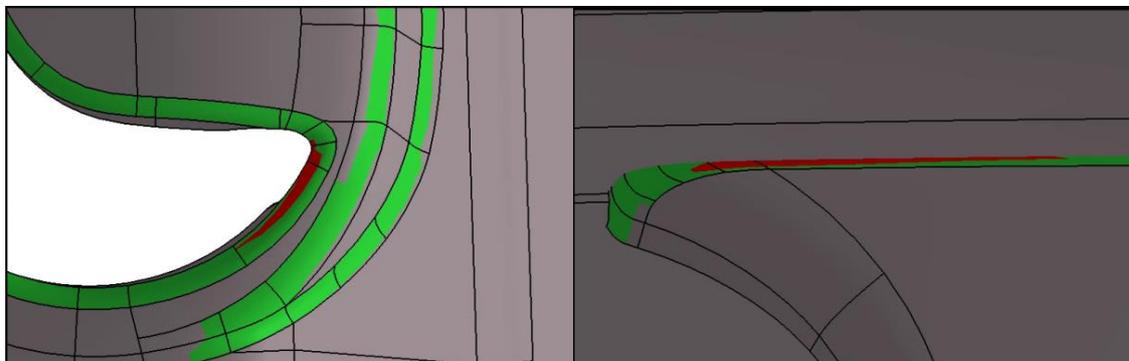


Figure 5.22 : Zoom sur les zones non conforme.

La 3ème étape est l'analyse ECE21, nous avons pris un pas de maillage de 2 mm (préconisé), une déviation angulaire de 20°, et un rayon minimal de 3.2 mm voir figure

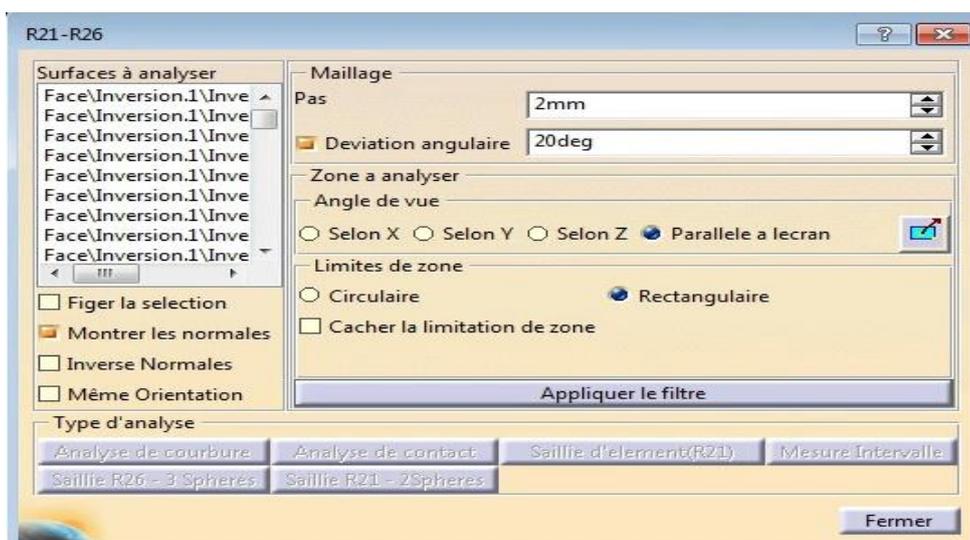


Figure 5.23: les valeurs d'entrer ECE.

Les résultats de cette analyse sont présentés dans la figure 5.24, on remarque que les rayons critiques sont situés au niveau de la zone ceinture.

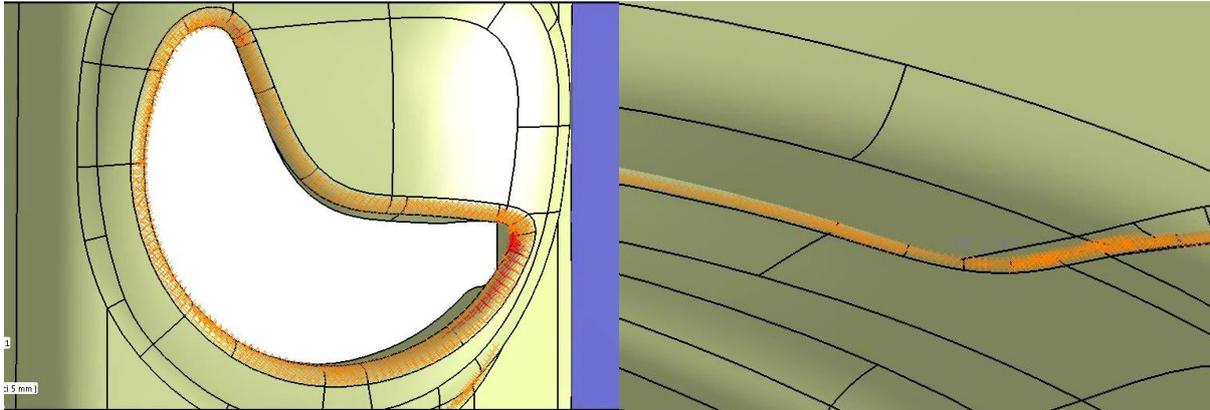


Figure 5.24: Zoom sur les rayons critique

La dernière étape est l'analyse de contact, dont laquelle on peut caractériser les points critiques et contactables par l'utilisateur et qui représentent un danger pour lui. Les résultats de l'analyse sont représentés sur la figure 5.26, on voit clairement qu'il n'y a pas des points critiques et contactables, ce qui implique que notre pièce ne représente aucun danger pour l'utilisateur (pas de points rouge).



Figure 5.25: les résultats de l'analyse.

5. Conclusion:

Grace à l'analyse ECE21 effectuée sur notre pièce avec son environnement, nous avons montré que les zones contactables ne présentent aucun danger aux utilisateurs.

Conclusion Général

Ce stage de fin d'étude que j'ai effectué au sein d'ALTRAN MAROC dont la mission est en concordance parfaite avec mon attente et avec le type de formation que j'ai acquis, était une opportunité pour moi de renforcer les connaissances prises lors de ma formation pédagogique et de découvrir de nouveaux domaines tels que la conception, la plasturgie, l'industrie automobile en général, ainsi que l'utilisation de certains logiciels industriels.

Dans une perspective d'innovation continue qui est l'objectif principale du groupe Altran, j'ai commencé par regrouper le maximum d'information utile grâce au Benchmarking qui m'a permis de sortir avec une matrice de choix du concept. Après la collecte des données d'entrée, j'ai fait une analyse de plan de forme, puis j'ai convergé le design de la garniture custode afin de corriger les défauts de courbure et de connexité.

Après la création de la pièce en 3D sous CATIA V5, j'ai proposé un isostatisme qui respecte la dispersion de la matière plastique (selon la norme NFT 58000) en prenant en compte l'environnement de la pièce et pour limiter les effets de bourdonnement j'ai maintenu en positions la pièce en respectant l'ergonomie au montage ainsi que le temps de cycle, puis j'ai vérifié ces positions par une analyse vibratoire et j'ai fait une convergence produit/processus.

Dans la dernière étape j'ai fait un calcul par éléments finis afin d'optimiser les fixations et les renforts et répondre aux exigences du cahier de charges en réduisant le nombre des cales durant la conception des réseaux de nervures. A la fin de ce processus j'ai lancé une vérification de réglementation européenne ECE 21 pour s'assurer que la pièce n'a pas de risque sur l'utilisateur.

Finalement, la garniture de custode est dans une étape de maturité. Donc notre objectif a été bien atteint. Le cahier des charges est rempli et par la suite notre pièce est validée pour passer à la phase suivante qui concerne la réalisation d'outillage.

Références

Ouvrage :

- Notes de cours procédés d'obtention des matériaux plastiques et composites.
- Engineering plastic parts and mold design.
- Plastic Part Design for Injection Molding An Introduction 2nd Edition.
- Engineering Polymers - Part and Mold Design THERMOPLASTICS –A- Design Guide
Bayer Material Science.
- DuPont™ polymères techniques Principes généraux de conception – Module I.
- Cours de PMF des Matières plastiques.
- References PSA.

Site web :

- <https://www.a2mac1.com>
- <http://www.altran.com>
- <http://www.auto-selection.com>
- <http://www.plastique.free.fr>
- <https://techcenter.lanxess.com>
- <http://www.caldeira-eng.com/>
- <http://www.technologuepro.com/>
- <http://catiadoc.free.fr/>
- <http://www.essais-comparatifs-auto.com/tests-essais-auto/>

Annexes

Annexe 1 : L'assemblage plastique.

	Soudage			Collage
	Thermique	HF	Ultrasons	
ABS	Bon	Moyen à bon	Bon	Bon
Cellulosiques	Bon	Moyen à bon	Moyen	Bon
PA	Bon	Moyen à bon	Bon	Bon
PC	Bon		Bon	Bon
PE-HD	Bon	NON	Moyen	Moyen
PE-BD	Bon	NON	Moyen	Moyen
PET, PBT	Moyen	Moyen à faible	Bon	Moyen
PTFE	Moyen	NON		Difficile
PMMA	Bon	Moyen	Bon	Bon
POM	Bon		Bon	Moyen
PP	Bon	NON	Bon	Moyen
PPE	Moyen		Moyen	Bon
PS	Bon	NON	Bon	Bon
PSE	Bon	NON		Bon
TPU	Bon	Moyen		Bon
PVC plastifié	Moyen	Bon	Moyen	Moyen
PVC	Moyen	Bon	Bon	Bon
PVDC	Bon	Moyen à bon	Possible	
PSU	Bon	NON	Bon	Moyen
PEEK			Bon	Possible
LCP			Possible	Possible
PAI			Possible	Possible
PEI	Bon		Bon	Possible
Polyimides				Possible
Mousses PVC		Bon		

Tableau : Indications générales sur l'aptitude à l'assemblage des plastiques

Annexe 2 : grainage.

Extrait de la liste de correspondance des grains

Correspondance entre grains références Mold-Tech et références PSA

Référence PSA	Référence MT	Profondeur en mm	Dépouille minimum	Remarques
P 022	K 7000G	0,01 env.	2°	Grain fragile
P 040	MT 1590	0,06	4,5°	
P 045	MT 1615	0,06	4,5°	
P 050	MT 23075	0,04	3,5°	
P 053	MT 1015	0,13	8°	
P 054	MT 1599	0,10	6,5°	
P 058	MT 1013	0,08	5,5°	
P 062	MT 1007	0,08	5,5°	
P 076	MT 2803	0,17	8,5°	
P 077	MT 1952	0,03	3°	
P 098	MT 4090	0,10	6°30'	Traitement FES possible
P 100	MT 2260	0,04	4°30'	
P 101	MT 2625	0,13	8°	
P 102	MT 23022	0,06	4,5°	
P 103	15PP89	0,09	6°	
P 104	MT 4001	0,12	7,5°	
P 124	MT 4132	0,12 moy.	7° (*)	Grain « Natal »

Tableau : Correspondance entre grains références Mold-Tech et références PSA

Annexe 3: cal montant

La forme de la pièce se fait par l'empreinte qui se répartit entre les deux parties (fixe et mobile) du moule et d'autres éléments auxiliaires tel que (tiroirs - cales montantes - noyaux) dans le but de faire des formes en contre dépouilles (des formes qui ne se démoulent pas dans le même axe d'ouverture du moule) voir la figure suivant qui montre le cas d'une cale montant inclinée :

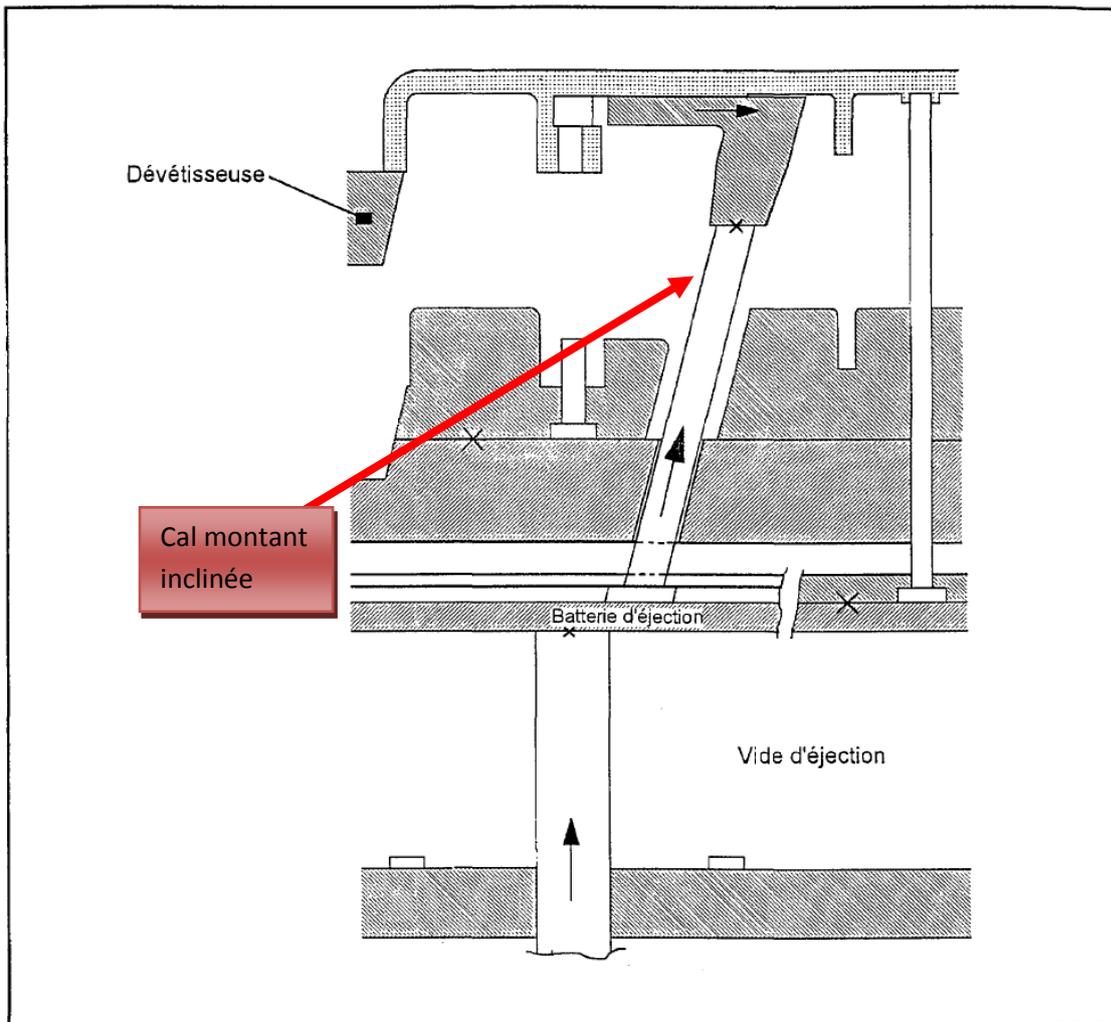


Figure : Cale montante inclinée