

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
يملعنا شحبنا و يلعنا مبعنا قرانو



BADJI MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY جامعة باجي مختار – عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département de Génie Mécanique

THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Master 02

**Étude et simulation du déploiement des airbags d'un
véhicule suite à une collision**

Option :

Mécatronique

Par :

CHABBI AMIRA

DIRECTEURE DE THESE : DR. OUZINE BOUSSAID

DEVANT LE JURY :

Pr. LAOUAR (PRESIDENT)

Dr. BOUSSAID.O (MEMBRE)

Dr. YOUNES.R (MEMBRE)

Mr. DIBE .Y (MEMBRE)

Année : 2016/2017

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences D'ingénieur, Juridique et social, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nous tenant à remercier sincèrement Monsieur, boussaid qui, en tant que Directeurs de mémoire, se sont toujours montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

On n'oublie pas mes chers parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

Avec un immense plaisir je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu dans mes choix tout au long de mon cursus.

Je dédie aussi à mes chers frères Amine et Karim, ma petite sœur Nardjess et mon mari Fateh

Aux membres de ma famille élargie qui m'ont appuyé chacune de leur manière

Je le dédie à tous mes amis(e) sans exception.

Sommaire :

Remercîment

Décidas

Liste des figures

Sommaire

Chapitre1 : Recherche Bibliographique

1. Introduction :	1
2. présentation	1
3. définition de l'airbag	1-2
4. Historique :	2
5. Les types d'airbags :	3
5.1. Airbag frontal :	3-4
5.2. Airbag latéral :	4-5
5.3. Airbag de genoux :	5
5.4. Airbag anti-glissement :	6
5.5. Airbag rideau :	7
6. En cas de non gonflage	8
7. Les causes de non gonflage	8-9
8. La sécurité active	9-10
9. La sécurité passive	10-11
10. Les prétensionneur de ceinture	11
11. La ceinture de sécurité	11-12
12. Siege enfant	12-13
13. Les Efficacités des airbags:	13
14. Les risques des airbags	13-14
15. Conclusion	14

Chapitre2 : Étude Technique

1. Introduction	15
2. Fonctionnement de l'airbag	15
3. Déroulement chronologique de la mise en feu	15-18
4. Déclenchement d'airbag	18
5. Facteur de déclenchement	18
6. Composants d'airbag	19
6.1. Le générateur de gaz	20-21
6.2. Le coussin gonflable	21-22
6.3. Capteur et calculateur	22-24
7. Fonctionnement d'un accéléromètre	24
8. La capacité électrique	24
9. Le processus d'inflation	25
10. Le système de détection MEMS	25-26
11. Le processus de décision	26-27
12. Estimation de seuil	27-28
13. Cas de non déploiement d'un airbag	28-29
14. Cas de déploiement du sac gonflable	29-30
15. Étude de cas	30-31

chapitre 3 : simulation numérique	32
1. Introduction	33
2. La modélisation	33
3. La simulation	33-34
4. aspect technique	34
5. caractéristique d logiciel utilisé	35-36
6. Manipulation	36-49
7. les étapes de la simulation	49
conclusion générale	

Introduction générale

D'après les statistiques on estime généralement qu'il se passe dans le monde un accident mortel toutes les minutes et un blessé plus ou moins grave toutes les secondes. Cela nous informe quotidiennement et chacun voit que les accidents de la circulation

Le coussin gonflable (ou airbags) et les prétendards (ou prétensionneurs pyrotechniques de ceinture) font partie des éléments de sécurité passive. Ils constituent un progrès indéniable en matière de sécurité automobile et équipent désormais la quasi-totalité des véhicules neufs du marché. De ce fait, de plus en plus de salariés sont amenés à rencontrer ces dispositifs dans leur profession.

1. Introduction :

L'objectif du sac gonflable est de fournir un coussin entre les occupants et le véhicule Intérieur. Pour que les sacs gonflables soient efficaces, ils doivent être complètement gonflés dans un court laps de temps, Avant que les occupants ne s'entretiennent avec eux; Cependant, cette inflation rapide peut provoquer Blessures mortelles à certaines personnes si elles sont en contact avec le sac gonflable pendant son inflation Par conséquent, les coussins gonflables doivent avoir un système de contrôle qui peut reconnaître un accident correctement et tôt Assez pour que les sacs gonflables se gonflent en toute sécurité.

2. Présentation :

Un airbag ou coussin gonflable de sécurité est un équipement de sécurité auto : ce coussin gonflable en nylon est conçu pour se déployer instantanément afin d'amortir le corps du conducteur et des passagers lors d'un choc.

Il est constitué d'une enveloppe flexible dans laquelle un gaz est très rapidement injecté par une réaction chimique explosive. La contenance des coussins varie de 35 à 70 litres pour un airbag conducteur et de 60 à 160 litres pour le passager

3. Définition de l'airbag :

L'airbag c'est un mots anglais , d'origine allemand , désignée en français le coussin gonflable de sécurité ou simplement coussin gonflable, est une membrane ou une enveloppe flexible fabriquée en nylon traitée et spécifique , dans laquelle de l'air ou un autre gaz est très rapidement injecté par une réaction chimique explosive (perchlorate), pour la gonfler et ainsi amortir un choc.

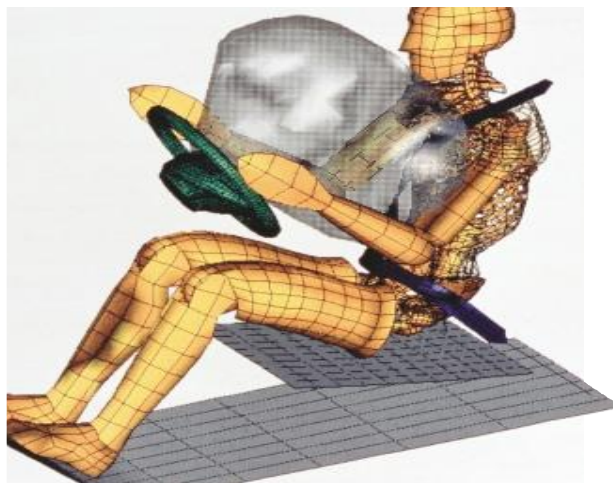


Figure 1- 1:simulation d'un airbag

Les airbags sont principalement utilisés dans les automobiles, pour protéger les passagers lors d'une collision et ainsi leur éviter de percuter violemment certains équipements de la voiture (volant, vitres latérales, appuie-tête avant pour un passager arrière, etc.). Son efficacité optimale est obtenue dans son association avec une ceinture de sécurité et un prétensionneur de ceinture.



Figure 1- 2: un airbag

4. Historique :

Les constructeurs américains Ford et General Motors ont commencé leurs expérimentations sur les coussins gonflables à la fin des années 1950, d'après le brevet déposé en 1953 par I.W. Hetrick et R.H. Hodges. C'est Allen Breed, un ingénieur américain spécialisé dans la sécurité, qui a inventé le détecteur d'impact en 1968. A l'origine, la détection d'une collision (permettant le déploiement de l'airbag) se faisait à l'aide d'une balle dans un tube. Par la suite, cet ingénieur a collaboré avec General Motors et Chrysler pour le développement de leurs systèmes de coussins gonflables. Les premiers airbags ont été proposés en option par General Motors en 1975. Mais à l'époque cette innovation n'était pas très populaire. En 1981, Mercedes Benz commercialise à son tour des coussins gonflables de sécurité dans ses voitures, mais seulement du côté conducteur. Depuis, l'airbag a équipé plus de 800.000 Mercedes dans le monde.

Aujourd'hui, la plupart des constructeurs ont adopté les airbags et les ont installés dans différents endroits de leurs véhicules : dans le volant pour le conducteur, dans le tableau de bord pour le passager, dans les piliers de portières ou de coffre pour protéger le thorax et sous la colonne de direction pour protéger les genoux. Le coussin gonflable, obligatoire en Europe du côté du conducteur, est devenu un équipement de série. Lors d'un choc frontal, les coussins gonflables frontaux diminuent le nombre de morts de 25% pour les conducteurs ceinturés et de 15% pour les passagers ceinturés.



Figure 1- 3: les premiers essais des airbag

5. Les types des airbags :

La plupart du temps, les airbags sont censés être disponibles pour ceux qui sont assis à l'avant du véhicule, car les coussins gonflables du côté avant seront généralement déployés à partir du tableau de bord et du volant d'un véhicule. Depuis les années 1980, il y a eu un certain nombre de progrès dans les industries des airbags et les voitures modernes sont équipées de plusieurs airbags.

Certains types communs d'airbags comprennent:



Figure 1- 4: les différents types des airbags

5.1. Airbag frontal :

Système de protection des occupants composé d'une enveloppe flexible dans laquelle un gaz est très rapidement injecté par explosion, afin de la gonfler et ainsi protéger la tête et le buste des passagers

lors d'un choc. Cet équipement évite aux passagers de percuter certains équipements de la voiture (volant, planche de bord).



Figure 1- 5:airbag frontal

Sa mise en action est commandée par un capteur, l'accéléromètre, envoyant un signal au calculateur qui déclenche la charge pyrotechnique provoquant le gonflage des coussins d'air. Le système décrit ici correspond aux airbags frontaux (les plus répandus), disposés dans le volant et dans la planche de bord, face au passager avant. On retrouve également des systèmes d'airbags latéraux, d'airbags genoux ou encore d'airbags rideaux et d'airbags anti-glisserment. Certains véhicules disposent d'un interrupteur de désactivation de l'airbag passager afin d'installer, par exemple, un siège enfant de type « Dos à la route ». Les coussins gonflables adaptatifs font également leur apparition et permettent de réduire les risques de blessures. Leur fonctionnement prend en compte la puissance de l'impact, l'occupation des sièges, le poids des occupants, l'inclinaison des sièges et même l'oubli éventuel du bouclage de la ceinture. L'analyse de tous ces paramètres permet ainsi d'optimiser le déclenchement des airbags.

5.2. Airbag latéral :

20% des collisions percutent le véhicule sur le côté .un airbag latéral protège le bassin, abdomen et parfois la tête .il réduit de 20% le risque de blessure grave en cas de collision par le coté .il est monté soit dans la portière, soit dans les dossiers du siège .ce dernier choix semble le plus judicieux car le sac suit le buste du passager quelle que soit l'avancé de son siège.

La difficulté technique de ce type de coussin gonflable est la faible distance entre l'impact et le passager .l'airbag doit donc être gonflé avec une extrême rapidité : 5 a 6 millisecondes.

La plupart d'entre eux sont à double déploiement. Les airbags latéraux sont à un seul seuil de déclenchement, mais à deux zones de gonflage. La priorité est de gonfler le coussin protégeant le bassin car il est très proche de la porte, ce qui est fait en 8 millisecondes. Un deuxième coussin est gonflé en 12 ms pour protéger l'abdomen



Figure 1- 6:airbag latérale

5.3. Airbag de genoux :

Système de protection des occupants avant, les airbags genoux sont situés au niveau de la colonne de direction pour le conducteur et sous la boîte à gants pour le passager. Composé d'une enveloppe flexible dans laquelle un gaz est très rapidement injecté par explosion, afin de la gonfler et ainsi protéger les genoux des passagers avant lors d'un choc frontal. Sa mise en action est commandée par un capteur, l'accéléromètre, envoyant un signal au calculateur qui déclenche la charge pyrotechnique provoquant le gonflage des coussins d'air.



Figure 1- 7:airbag genoux

5.4. Airbag anti-glissement :

Système de protection des occupants qui limite la rotation du bassin en cas de choc. L'enveloppe est située dans les sièges avant, qui en cas de choc se gonfle et empêche ainsi tout mouvement de sous marinage (glissement sous la ceinture).

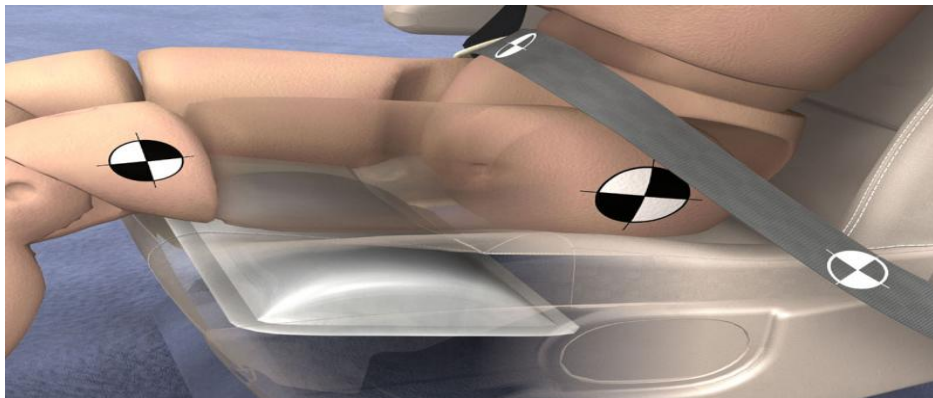


Figure 1- 8:airbag anti glissent

Contrairement aux autres types d'airbags, il n'y a ici pas de contact direct avec l'occupant. Peu répandu, ce coussin gonflable a été mis en place pour la première fois en 2002, sur la Renault Mégane Coupé.

5.5. Airbag rideau :

Aussi appelé airbag de toit ou de tête, l'airbag rideau offre une protection supplémentaire de la tête des passagers .il diminue le risque de blessure crânienne de 50% et est particulièrement efficace lors des tonneaux il se déploie à partir du toit et descend le long des vitres comme un rideau de protection.

La vitesse de déploiement est de 40 à 50 millisecondes .les zones protégées des montants de portes sont gonflées avant celle placées devant les vitres .Honda vient de développer un airbag rideau qui se déploie en seulement 15 millisecondes .l'airbag atteint cette vitesse de gonflage grâce à de l'hélium compressé à basse température .grâce à cette rapidité, l'airbag peut être moins épais tout en étant plus efficace .le système utilise 5 capteurs placés au centre du véhicule et aux places avant et arrière.

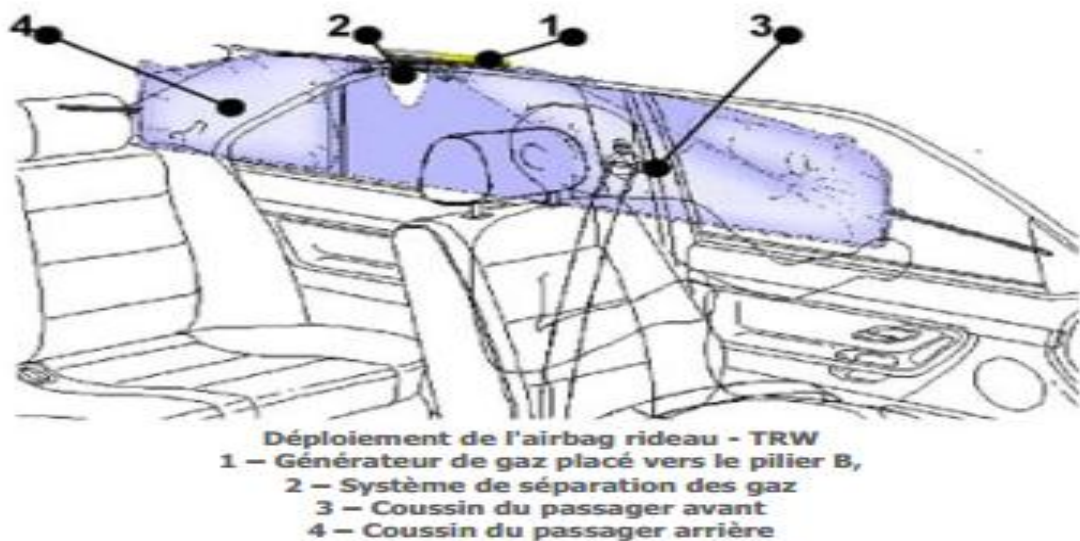


Figure 1- 9:déploiement de l'airbag rideau

Certain airbags, comme celui de la BMW série 7, maintiennent la pression de gonflage jusqu' à 7 secondes .ce choix technique améliore la protection des occupants pendant un tonneau.



Figure 1- 10:airbag rideau

6. En cas de non-gonflage :

Jusqu'à présent, nous n'avons examiné que les bénéfices d'airbags gonflés. En d'autres termes, la baisse de 11 points de pourcentage de la mortalité représente le meilleur scénario, lorsque les airbags sont correctement déployés et gonflés, comme prévu. Toutefois, des études antérieures ont régulièrement souligné le non-gonflage comme un sérieux problème pour la performance des airbags.

Pour examiner les cas de déficience du gonflage (qu'elle soit d'origine humaine ou technique), nous avons utilisé tous les rapports d'utilisation d'airbags, en incluant ceux provenant d'accidents n'impliquant qu'un seul utilisateur. Le jeu de données résultant comprend 307 rapports. Le taux global de déficience de gonflage est de 20% (61 sur 307), très proche du taux rapporté par l'étude de Brugger et al. (2007). Ce taux de non-gonflage réduit la baisse de la mortalité de 11 points (obtenue précédemment avec des airbags nécessairement gonflés) à environ 9 points (c'est-à-dire 80% de 11 points de pourcentage). Ce résultat souligne clairement que l'absence de gonflage représente toujours une menace importante sur les performances des airbags.

7. Les causes de non-gonflage :

(52 cas permettent de les analyser) :

- 60% d'échecs de déclenchement par l'utilisateur,

- 12% d'erreurs de maintenance (par exemple, cartouche mal fixée),
- 17% de pannes de l'équipement (par exemple, problèmes de performance nécessitant une révision de la conception et/ou de la production),
- 12% de destructions de l'airbag au cours de l'écoulement.

Par rapport au nombre total d'utilisateurs, le taux d'airbags détruits lors de l'écoulement était de 2% (6 sur 307) et le taux de panne de l'équipement était de 3% (9 sur 307).

Nous avons voulu comprendre les raisons empêchant les pratiquants de déployer leurs airbags. Nous n'avons pas détecté de lien significatif entre le taux de déploiement et la taille des avalanches. Le non-déploiement ne semble donc pas être le résultat d'une implication plus violente dans l'écoulement. Nous avons par contre découvert que le taux de non-déploiement est significativement plus faible parmi les professionnels (par exemple, guides, pisteurs-secouristes, techniciens avalanche) que parmi les pratiquants (respectivement 5% contre 14%). Ceci suggère que la connaissance du matériel et de la procédure de déclenchement doit améliorer de manière significative l'efficacité de ces matériels.

8. La sécurité active :

Les caractéristiques de sécurité active contribuent à prévenir ou minimiser les accidents de la route. Contrairement aux caractéristiques de sécurité passive, qui sont conçues pour protéger les occupants d'un véhicule lors d'un accident, les caractéristiques de sécurité active entrent en jeu pour empêcher un accident ou pour réduire la gravité d'un accident inévitable.

Les caractéristiques de sécurité active utilisent divers moyens pour contribuer à éviter un accident. Certaines caractéristiques, comme le système anti-collision et le système d'avertissement de sortie de voie, déclenchent un dispositif d'avertissement du conducteur en cas de situation potentiellement dangereuse. D'autres dispositifs de sécurité, comme le dispositif de contrôle électronique de la stabilité du véhicule, le système de freins antiblocage et l'assistance au freinage, surveillent les pneus et le système de freinage du véhicule à la recherche de signes indiquant qu'un freinage adapté est nécessaire afin d'éviter une collision. D'autres caractéristiques de sécurité active fournissent une protection en cas d'erreur du conducteur. Par exemple, le système de priorité des freins intervient pour désactiver la pédale d'accélérateur dans l'éventualité où la pédale de frein et la pédale d'accélérateur seraient enfoncées simultanément.

Le point commun de toutes les caractéristiques de sécurité active est qu'elles surveillent en permanence un ou plusieurs aspects du véhicule afin de détecter les dangers potentiels. Ces caractéristiques agissent discrètement en arrière-plan, que ce soit pour vérifier la vitesse de rotation des pneus, la position du véhicule dans sa voie de circulation, ou la position des pédales de frein et d'accélérateur l'une par rapport à l'autre. Lorsqu'un problème est détecté, les caractéristiques de sécurité active interviennent de façon autonome pour corriger la situation en toute sécurité.

9. La sécurité passive :

Les caractéristiques de sécurité passive aident à protéger les occupants contre les blessures graves en cas de collision. Contrairement aux fonctions de sécurité active – qui ont pour but de prévenir les accidents ou d'en atténuer la gravité – elles ont pour principale raison d'être la protection du conducteur et des passagers contre les diverses forces qui s'exercent lors d'une collision.

Les véhicules modernes comportent ce que les ingénieurs appellent parfois un « espace vital ». L'espace vital est une zone protégée qui entoure les occupants et à l'intérieur de laquelle les chances sont maximales de se sortir d'un accident avec un minimum de blessures. Les caractéristiques de sécurité passive maximisent l'efficacité de cette protection et maintiennent les occupants à l'intérieur de la zone pendant toute la durée de la collision. Les zones de déformation contribuent à absorber et à diffuser les forces du choc avant qu'elles n'atteignent les sièges du conducteur et des passagers. De même, les ceintures de sécurité, les coussins gonflables et les appuie-tête contribuent à maintenir les occupants stationnaires dans l'espace vital. Ce genre de caractéristiques et d'équipements réduisent le risque de blessures graves et permettent au conducteur et aux passagers de sortir vivants de la collision.

C'est à l'extérieur de cet espace vital que les blessures les plus graves peuvent être inévitables. Par exemple, si le conducteur ne porte pas sa ceinture de sécurité, il peut se voir projeté hors de la zone de sécurité du véhicule et frapper le pare-brise ou d'autres surfaces dures de l'habitacle. Si la collision est particulièrement violente, il peut même se faire éjecter du véhicule.

Malgré ce que leur qualificatif peut laisser supposer, les caractéristiques de sécurité « passive » sont d'une importance capitale pour atténuer la gravité des blessures. Elles font l'objet d'un effort de recherche et de perfectionnement permanent. Par exemple, dans bon nombre de véhicules, les coussins gonflables ne se sortent plus seulement du volant, mais aussi des panneaux latéraux et même devant les genoux. Il existe également des ceintures de sécurité évoluées qui réduisent la tension sur le corps pour

prévenir certaines blessures causées par les ceintures elles-mêmes. Même les appuie-tête sont pris en compte, afin de réduire le coup de fouet cervical.

10. Les prétensionneur de ceinture :

Les prétensionneurs de ceinture font partie de la sécurité passive des véhicules. On entend par sécurité passive, les moyens mis en place dans un véhicule afin d'en protéger les occupants en cas de collision. Le prétensionneur est un système qui permet de mieux maintenir le corps des occupants, en les plaquant contre les sièges. Il réduit la course morte de la ceinture. La boucle de ceinture est sertie sur un câble relié au système de prétension. Le câble est attaché à un piston. Le système est équipé d'un générateur de gaz dont la mise à feu est électronique. Lorsqu'un choc dépasse le seuil de décélération fixé, le capteur déclenche l'explosion du propergol. La forte pression des gaz, engendrée par la combustion repousse violemment le piston et tire le câble. La ceinture est prétendue

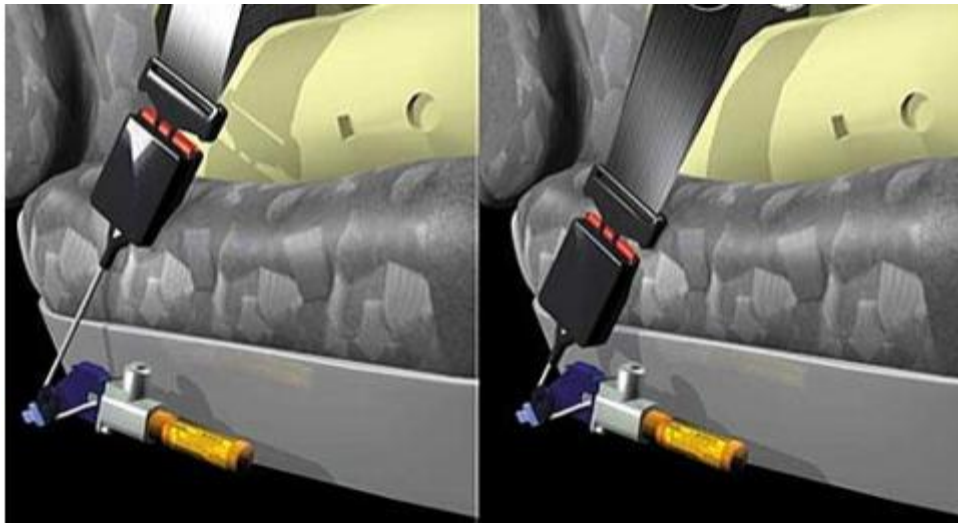


Figure 1- 11: avant le déclenchement : ceinture libre après le déclenchement : ceinture tendue

11. La ceinture de sécurité :

La ceinture de sécurité est un des éléments de sécurité de l'automobile ou du car. Le port de la ceinture par le conducteur et tous les passagers est obligatoire.

Le rôle de la ceinture de sécurité est de protéger du choc d'un accident et du risque d'éjection du véhicule (« catapultage »). Un choc à faible vitesse peut être mortel sans ceinture (un choc à 50 km/h est équivalent à une chute du quatrième étage d'un immeuble).

La ceinture doit être correctement ajustée pour être efficace : elle doit passer sur l'épaule (et surtout pas toucher le cou) et la partie basse doit maintenir les os du bassin (haut des cuisses et pas sur le ventre pour ne pas provoquer de blessures graves en cas de choc). La ceinture ne doit pas non plus être vrillée sinon elle pourrait devenir coupante en cas de choc.

C'est pourquoi un rehausseur est nécessaire pour les enfants, généralement jusqu'à 10 ans (au moins 1,35 m) afin d'adapter la ceinture à la taille du passager.

Enfin, un enfant n'a pas le droit, en principe, d'être assis sur le siège avant jusqu'à l'âge de 10 ans, pour la même raison d'adaptation de la ceinture à la taille du corps.

12. Siege enfant

Lorsqu'un enfant est assis dans un siège positionné dos à la route, l'airbag passager doit absolument être désactivé. Dans le cas contraire, lors du déploiement de l'airbag, l'enfant pourrait être mortellement blessé.

La présence d'un enfant de moins de 10 ans à l'avant n'est pas autorisée sauf si l'enfant est assis dos à la route dans un siège prévu à cet usage et que :

- ✓ Le véhicule ne dispose pas de banquette arrière.
- ✓ La banquette arrière est déjà occupée par des enfants de moins de 10 ans. si les sièges arrière ne sont pas équipés de ceintures de sécurité.

Il existe trois façons de déconnecter l'airbag passager :

- Le conducteur déconnecte soi-même l'airbag grâce à une commande spécifique, généralement un interrupteur à clef. Le conducteur endosse alors une grande responsabilité.
- Le garage agréé effectue cette opération pour vous, sous condition de remise d'une déclaration écrite attestant la désactivation. Il sera alors nécessaire de revenir dans un garage pour réactiver l'airbag.
- Les constructeurs Mazda, Mercedes (et Smart), Opel et Porsche proposent un système de reconnaissance automatique du siège bébé et une désactivation automatique de l'airbag frontal passager. Cette reconnaissance automatique n'est possible qu'avec les sièges enfants commercialisés par lesdits constructeurs automobiles.

L'airbag latéral peut représenter un risque pour un enfant assis dos à la route. Néanmoins ce risque est faible et est bien moindre que celui que représente un airbag frontal.

La désactivation de l'airbag frontal n'est donc pas conseillée par les constructeurs.

Cependant il est impératif de régler le siège de manière à ce que la tête de l'enfant ne se trouve jamais dans la zone de déploiement de l'airbag frontal.

13. Les Efficacité des airbags:

Sur une voiture ,le coussin gonflable est systématiquement associé a un prétensionneur de ceinture ,un dispositif qui tend la ceinture de sécurité et plaque le passager contre le dossier en effet ,pour un choc frontale (le plus dangereux) ,en absence de ce dispositif, la tête viendrait percuter le coussin en cours de gonflage ;la vitesse de la toile ,environ 300km /h ,provoquerait un « coup de fouet » de la tête vers l'arrière avec comme conséquence un traumatisme cervical probablement mortel. La tête vient reposer sur le coussin au moment ou le prétensionneur se détend ,puis le coussin se dégonfle.

On peut noter que le coussin sert au moment ou le véhicule est déjà immobilisé (le choc dure environ 1/10 de seconde), ou du moins a perdu une grande partie de sa vitesse .on peut donc se poser la question de l'utilité réelle de ce dispositif.

Les études comparant le port de la ceinture seule au système ceinture + prétensionneure +coussin gonflable ont montré .l'efficacité du dispositif.

Les études comparant le port de la ceinture seule au système ceinture + prétensionneure + coussin gonflable.

14. Les risques des airbags :

Le risque principal est lorsque le coussin ne s'est pas déclenché lors de l'accident, par exemple en cas de choc latéral, arrière, ou de tonneau. Le système de mise a feu pouvant être en mauvais étas, les manipulations des sauveteurs lors de la désincarcération peut provoquer le déclenchement du système, avec un risque :

- d immobiliser la victime par la tension de la ceinture ;
- de projeter tout objet ou personne qui pourrait se trouver entre le volant et la victime.

Certains systèmes disposant d'un condensateur (pour éviter que le coussin gonflable ne fonctionne plus si la batterie venait à être détruite avant le déclenchement du coussin gonflable), ils restent ainsi actifs

même après raisons de sécurité les secours intervenants sur place attendent, si cela est possible, une dizaine de minutes.

Enfin, le déclenchement, lors d'un choc peut provoquer :

- Des brûlures aux avant-bras a cause du gonflement de l'airbag ;
- Un traumatisme facial si le conducteur est proche du volant (par exemple une personne de petite taille ayant approché le siège au maximum) ;
- La projection d'un objet que le passager pourrait tenir en main (par exemple stylo) ;
- La détonation peut provoquer des lésions du tympan : la déflagration est très bruyante et peut occasionner des lésions temporaires ou permanentes : la puissance sonore peut occasionner des lésions temporaires ou permanentes : la puissance sonore peut aller jusqu'à 160 dB, un seuil très élevé ...

15. Conclusion :

En raison du nombre d'accidents survenus dans le monde et de la gravité sur les vies humaines, une grande importance est donnée sur l'étude des conséquences et la recherche des moyens à mettre en œuvre pour y remédier. Ce qui conduit à mettre des investissements énormes pour la réalisation de cet objectif. Ainsi plusieurs travaux d'étude ont été consacrés, ce qui enrichit de jour en jour les sujets de recherche.

1. Introduction :

Les modules de commande d'airbag utilisent des algorithmes complexes pour prendre des décisions de déploiement d'airbag basées sur la sévérité d'accident liée au changement de la vitesse ou de la décélération de véhicule au fil du temps. En raison de la nature de propriété industrielle des algorithmes de déploiement d'airbag, de la vitesse, de l'accélération, ou des seuils de déplacement pour le déploiement d'airbag pendant une collision ne sont pas facilement obtenus ; cependant, une gamme des vitesses frontales d'impact de barrière et des valeurs- seuil correspondantes de décélération et de déplacement pour le déploiement d'airbag peut être rapprochée utilisant des rapports connus de rigidité-à-poids de véhicule

2. Fonctionnement de l'airbag :

Le fonctionnement de l'airbag se fait en cinq étapes distinctes :

La détection, le déclenchement, le déploiement, l'amortissement et le dégonflage ; L'action ne se déroule qu'en 150 millisecondes maximum. En cas de choc, un capteur mesure la décélération et transmet l'information à un boîtier électronique. En fonction de la mesure effectuée, un signal électrique est envoyé vers les airbags. Ce signal est transmis au générateur de gaz qui gonfle l'airbag par explosion et détente de gaz comprimés. Sous la pression du corps, le sac se dégonfle afin d'éviter un effet de rebond et faciliter les mouvements dans l'habitacle, notamment l'accès des secours. A titre informatif, le clignement de l'œil se fait en environ 150 ms il faut savoir que les temps de fonctionnement des coussins gonflables dans un véhicule, sont différents suivant leur localisation abord .le temps de fonctionnement est variable car les coussins gonflables sont réalisés pour un type de véhicule pour une utilisation donnée .leur dimensionnement suivant les véhicules il s'agit donc ici de temps de fonctionnement moyen ...

Dans le volant, pour le conducteur : les temps de fonctionnement sont de l'ordre de 50 a 150 millisecondes .Dans le toit, les siège, le haut de la portière, pour les latéraux : les temps de fonctionnement sont de l'ordre de 10 a 50 millisecondes.

3. Déroulement chronologique de la mise à feu:

❖ Impact + 15 millisecondes :

- Un fort ralentissement du véhicule est enregistré.
- Déclenchement du dispositif : la valeur seuil de décélération entraînant la mise à feu de la charge est atteinte.
- Le conducteur est encore assis en position normale sur son siège.

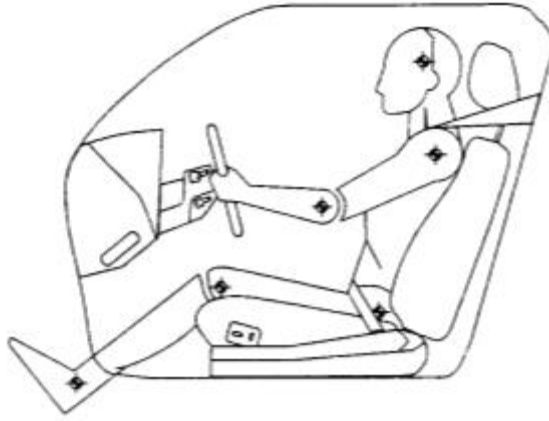


Figure2- 1:1ère étape de déclenchement

❖ **Impact + 20 millisecondes environ :**

- L'airbag se déploie, le conducteur se déplace vers l'avant.
- Début de déformation de la carrosserie.



Figure2- 2:l'airbag a commencé de déployer

❖ **Impact + 40 millisecondes :**

- L'airbag est complètement gonflé.
- Ceinture de sécurité appliquée fermement contre le corps et tendue.
- Énergie du choc en partie absorbée.

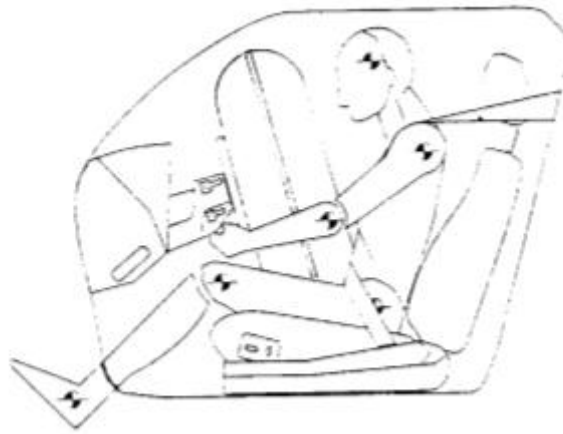


Figure2- 3:l'airbag est complètement gonflé

❖ **Impact + 80 millisecondes :**

- Véhicule immobilisé - Carrosserie déformée
- Le conducteur plonge en avant, tête et buste viennent frapper l'airbag gonflé.
- Une ouverture calibrée, pratiquée dans l'airbag, permet l'évacuation rapide des gaz côté pare-brise et l'amortissement de l'occupant.

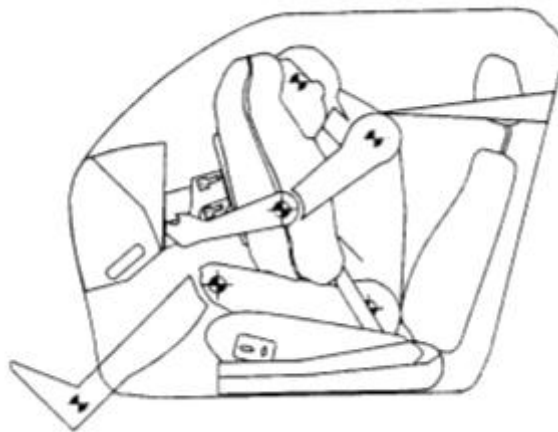


Figure2- 4:la tête de conducteur est frappait l'airbag gonflé

❖ **Impact + 120 millisecondes :**

- Le conducteur retombe en arrière sur son siège.
- L'airbag est pratiquement dégonflé.
- La visibilité du conducteur vers l'avant est de nouveau assurée.
- L'airbag n'est pas un obstacle à l'évacuation du véhicule.

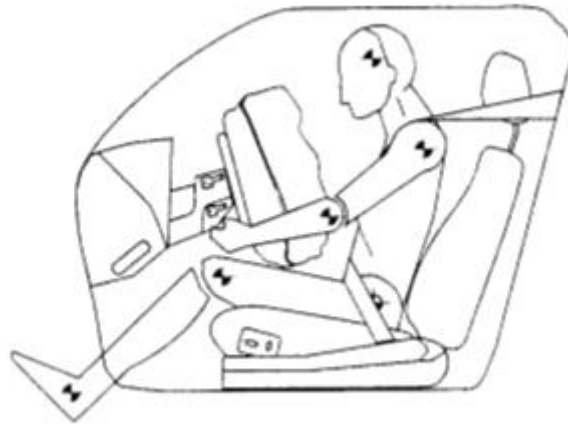


Figure2- 5:le conducteur retombe en arrière

4. Déclenchement d'airbag:

Le système airbag est conçu de sorte que les airbags conducteur et passager avant se déclenchent lors d'une importante collision frontale. Lors de violentes collisions latérales, les airbags latéraux ainsi que l'airbag rideau correspondant se déclenchent du côté exposé au choc. Certains accidents peuvent provoquer le déclenchement aussi bien des airbags frontaux et latéraux que de l'airbag rideau correspondant. Lors de collisions frontales ou latérales légères, de chocs arrière et de tonneaux, le système airbag n'est pas activé. Les occupants sont alors protégés uniquement par les ceintures de sécurité classiques, préalablement bouclées.

5. Facteurs de déclenchement :

Comme les configurations d'accidents varient énormément, il est impossible de déterminer avec précision un critère de déclenchement du système airbag applicable à chaque situation. Des facteurs tels que la nature de l'objet qu'heurte le véhicule (dur, mou), l'angle de choc, la vitesse du véhicule. Sont ici décisifs. La décélération enregistrée par le calculateur suite à une collision est déterminante dans le déclenchement de l'airbag. Les capteurs disposés dans le véhicule détectent la gravité de l'accident conjointement avec le calculateur et contribuent ainsi à un déclenchement ciblé et en temps voulu des systèmes de retenue. Les airbags ne se déclenchent pas lorsque la décélération qui se produit à la suite de la collision demeure en dessous des valeurs de référence programmées dans le calculateur et ce, même si le véhicule est fortement déformé à la suite de l'accident.

6. Composants d'airbag :

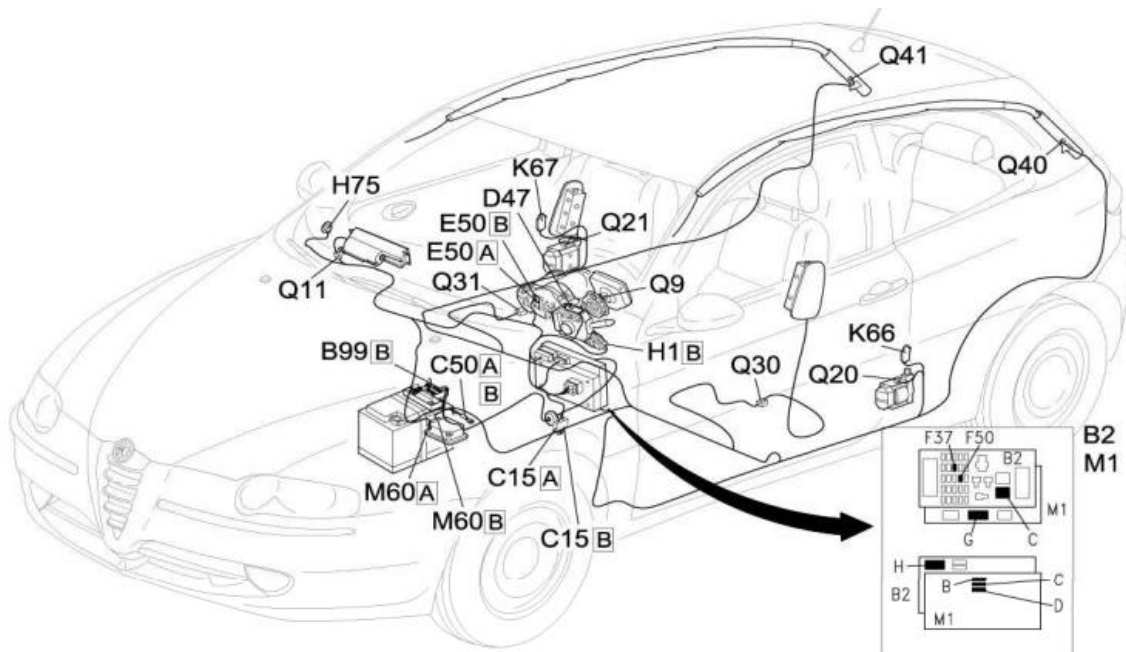


Figure2- 6:Emplacement des composant d'un airbag

Code du composant	Désignation	Référence Ensemble
B1	Centrale de dérivation du compartiment moteur	-
B2	Centrale de dérivation sous le tableau de bord	5505A
B5	Boîtier MAXI FUSE	-
B99	Boîtier des maxi-fusibles sur la batterie	5530B
C15	Masse du tableau de bord côté conducteur	-
C50	Masse du dispositif d'Air Bag	-
D47	Jonction du contact à spirale	5580C
E50	Combiné de bord	5560B
H1	Contact	5520A
H75	Commutateur de désactivation de l'Airbag passager	5580C
K66	Capteur d'Air Bag latéral, côté conducteur	-
K66	Capteur d'Air Bag latéral, côté conducteur	5580C
K67	Capteur d'Air Bag latéral, côté passager	-
K67	Capteur d'Air Bag latéral, côté passager	5580C
M1	Ordinateur de bord	5505A
M60	Centrale Air Bag	5580C
Q9	Air Bag conducteur	5580C
Q11	Air Bag sur tableau de bord (côté passager)	5580C
Q20	Prétensionneur de ceinture de sécurité AV côté conducteur	7065A
Q21	Prétensionneur de ceinture AV côté passager	7065A
Q30	Air Bag latéral côté conducteur	5580C
Q31	Air Bag latéral côté passager	5580C
Q40	Air Bag de tête côté conducteur	5580C
Q41	Head Bag côté passager	5580C

6.1. Le générateur de gaz :

Gonflage :

Le déclenchement est un explosif activé par un signal électrique en provenance et doit être changé au bout de 10 ans pour les déclencheurs actuels au bout de 10 ans pour les déclencheurs actuels (1998 et plus).

En effet, seule une explosion peut gonfler suffisamment rapidement les sacs destinés à amortir le choc de la tête et du thorax. L'impulsion électrique émise par le calculateur sert pour déclencher la réaction chimique (explosive). Un condensateur ayant une autonomie suffisante (quelques centaines de ms) permet de transmettre cette impulsion même dans le cas où la batterie de la voiture serait coupée dans le choc. Grâce à ce système, l'airbag se déploie complètement à la vitesse de 150-200 km/h.

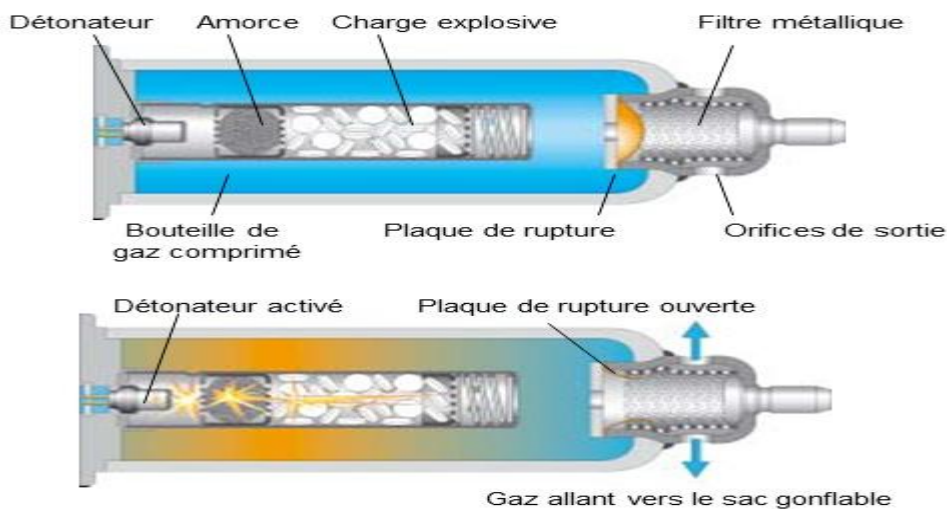


Figure2- 7:Emplacement des composant d'un airbag

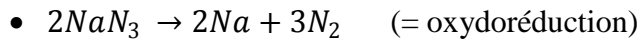
Pour gonfler les airbags, ce sont les combustibles solides (auxquels s'ajoutent parfois du gaz comprimé) qui sont le plus souvent utilisés. La réaction chimique est déterminée par la présence d'un réducteur : l'azoture de sodium (NaN_3) et de deux oxydants : le nitrate de potassium (KNO_3) et dioxyde de silicium (SiO_2)

Le générateur de gaz contient en effet des pastilles blanches constituées d'un mélange d'azoture de sodium (NaN_3), qui est un explosif, et qui constitue le combustible solide, associé à 2 autres produits oxydants ; du nitrate de potassium (KNO_3) et de la silice (SiO_2).

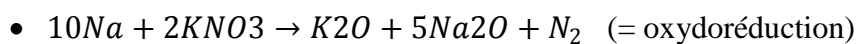
C'est une impulsion électrique transmise à l'allumeur électrique (détonateur) qui va permettre d'enflammer les pastilles d'azoture de sodium et d'oxydants.

Le NaN_3 est un propergol solide. C'est un composé ionique constitué de l'ion sodium Na^+ et de l'ion azoture N_3^- . Sa structure moléculaire est caractérisée par un système d'électrons délocalisés.

Les trois réactions chimiques qui ont lieu dans un airbag sont :

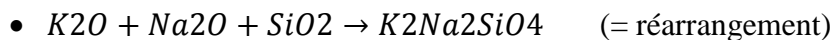


L'inflammation du NaN_3 se traduit par une déflagration qui libère un volume pré-calculé de gaz N_2 qui gonfle l'airbag. Le problème de cette réaction est qu'elle forme du sodium solide Na , qui s'enflamme de manière très violente en présence d'eau. Il faut donc le neutraliser, ce qui intervient dans la deuxième réaction chimique.



Le sodium Na va ainsi réagir avec le nitrâtes de potassium KNO_3 pour donner du Na_2O . On remarquera qu'on produit également par cette réaction un volume supplémentaire d'azote N_2 .

Le K_2O et le Na_2O réagissent avec de la silice SiO_2 pour former un sel de sodium et de potassium $\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4$ qui est un silicate alcalin, autrement dit une poudre de verre (produit inoffensif, inerte, et non inflammable).



6.2. Le coussin gonflable :

L'amortisseur :

Le coussin gonflable est réalisé en nylon très résistant plus ou moins épais, est plié de façon très spécifique pour permettre un déploiement optimum (rapidité et placement du sac vis-à-vis de l'occupant à protéger).



Figure2- 8:le coussin gonflable

Le coussin possède sur ses flancs des trous, appelés « événements », pour assurer un bon amortissement de l'occupant de la voiture. Les sacs non équipés d'événements sont réalisés dans des matériaux plus ou moins poreux, ou la peau du sac joue ce rôle.

La taille du coussin gonflable varie de 35 à 70 litres pour le côté conducteur et de 60 à 160 litres pour le côté passager.

Dans les 2 cas, pour assurer un remplissage complet, le volume de gaz injecté est supérieur à la capacité des sacs gonflables. Le gaz utilisé est non-toxique et est composé à 90% d'azote.

Le couvercle en plastique sur le volant qui cache le coussin gonflable s'ouvre automatiquement par la pression exercée sur lui lors du déploiement du sac (une chausserie le retient ensuite en place).

Le boîtier du volant est alors déchiré et non projeté à la figure.

Le coussin gonflable est complètement gonflé en 50 millièmes de seconde (0,05 SC. = moitié de la durée d'un clignement de l'œil) et il se dégonfle ensuite en 2 dixièmes de seconde (0,2sc).

6.3. Capteur et calculateur :

Déclenchement

La petite taille de l'airbag est son atout : sa minuscule partie mécanique frémit au moindre changement d'allure, ce qui modifie sa capacité d'accueillir les charges électriques, et constitue un paramètre intégré à sa partie électronique pour assurer la mesure en permanence.

En cas de choc, ce micro-système électromécanique (MEMS) commande quasi instantanément le gonflage d'un airbag.

- **Le Calculateur :**

Le calculateur a pour rôle d'assurer les conditions de déclenchement, et l'électronique permet de ne pas déclencher les airbags de manière intempestive. Les capteurs utilisés permettent de mesurer une décélération.

La décélération doit être équivalente à un choc de 15 à 25 km/h contre un mur pour que le calculateur déclenche les airbags correspondants au choc : airbags frontaux ou un airbag latéral

Les nouveaux calculateurs sont même capables de décider du dosage de gonflage (2 positions) en fonction des informations émises par les capteurs (capteur/convertisseur).

- **Capteurs :**

Les capteurs étaient électromécanique mais sont maintenant électroniques. Le capteur électromécanique est constitué par un bill métallique dans un guide parallèle à l'axe de décélération de la voiture. Ce bill est repoussé par un champ magnétique. Lors d'une collision, le bill franchit le champ magnétique et fait un contact électrique.

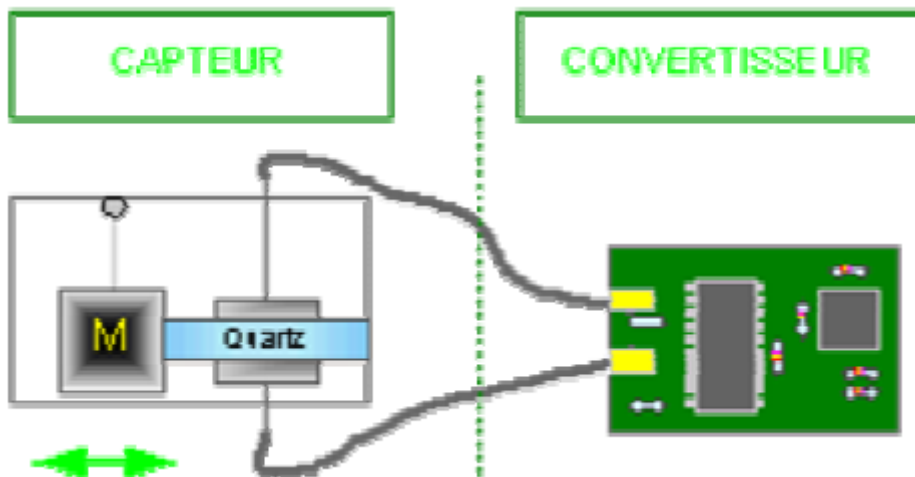


Figure2- 9:schéma d'un capteur

Ce type de capteur est maintenant remplacé par des capteurs électroniques beaucoup plus fiables appelés « accéléromètres » : le même système que sur les caméscopes avec système anti-vibration.

Le modèle ci-dessous est basé sur un quartz dont la propriété est de générer une tension lorsque on le comprime.

La masse M, soit l'effet d'inertie va se déplacer et exerce un effort de compression sur le quartz. Le convertisseur récupère les signaux électriques. Ils sont alors amplifiés, traités en fait il doit y avoir 3 capteurs, un pour chaque axe (x, y, z), afin de détecter les chocs dans toutes les directions.

Afin de limiter les blessures, il existe également des systèmes capable de déterminer la présence, la position et le poids du passager afin de faire la différence entre un bébé sur un siège, un enfant et un adulte.

7. Fonctionnement d'un accéléromètre :

L'accéléromètre est composé de deux peignes complémentaires conducteurs électriques en silicium

- L'un (en rouge) est fixe.
- L'autre (en bleu) est mobile, suspendu par une lamelle flexible, et constitue une masse sensible à l'accélération.
- Le peigne mobile peut se déplacer d'une vingtaine de nanomètres par inertie lorsque le véhicule change de vitesse.

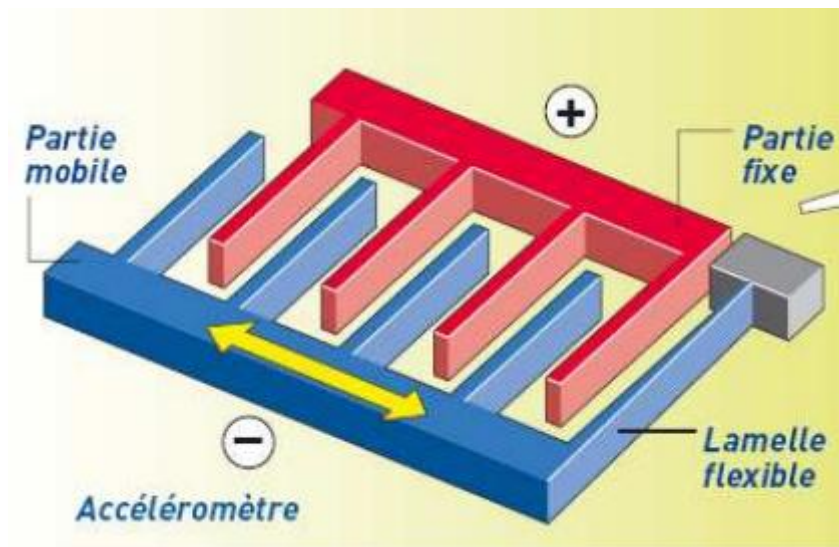


Figure2- 10:accéléromètre

En cas de choc, le déplacement vers le peigne fixe modifie la capacité électrique de l'ensemble. La partie électronique mesure cette variation de capacité et la compare à des seuils établis à l'occasion de « crachs tests ».

Au-delà de ces seuils, elle commande instantanément le déploiement de l'airbag

8. La capacité électrique « C » :

Elle correspond à une réserve de charges électriques, celle-ci augmente avec la surface de vis-à-vis des dents des deux peignes : plus elle est grande, plus nombreux sont les électrons porteurs de charges –qui peuvent stationner sur la dent du peigne négatif.

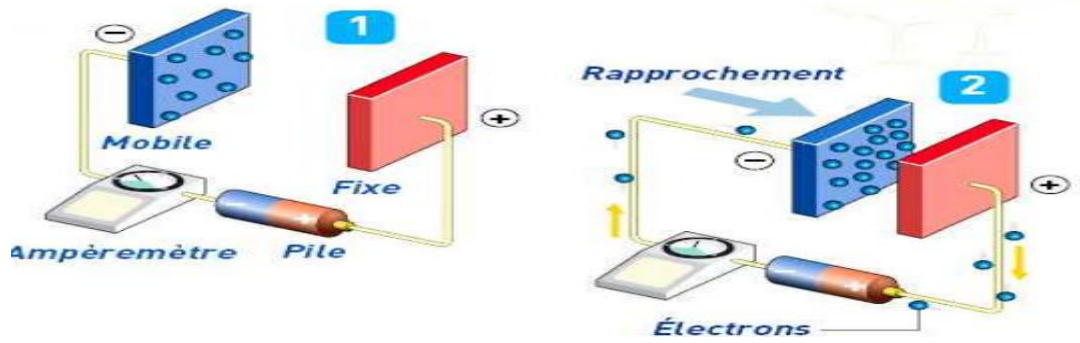


Figure2- 11:schéma de la capacité électrique

La capacité électrique augmente aussi avec le rapprochement des dents : plus celles-ci sont proches, plus l'attraction des électrons (-) pour le peigne opposé (+) est forte. Plus ceux-ci se présentent devant la barrière d'air qui les arrête, le moindre mouvement des peignes l'un par rapport à l'autre modifie l'intervalle, et donc la réserve de charges.

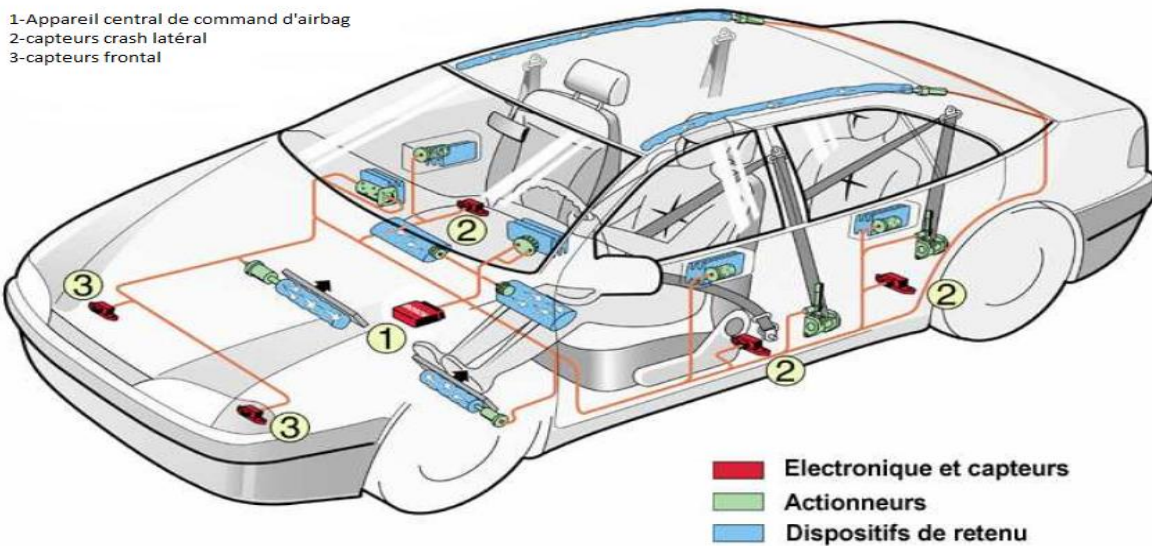


Figure2- 12:emplacement des actionneur

6. Le processus d'inflation :

Les sacs gonflables se gonflent après qu'un courant électrique du module de commande du coussin gonflable soit envoyé à un détonateur. Cet allumage commence une réaction chimique produisant de l'azote gazeux qui gonfle rapidement le nylon. Sac gonflable en tissu. Après un déploiement complet, lorsque l'occupant influe et comprime le coussin gonflable, l'azote gazeux est libéré par de petits trous de ventilation. Les trous sont spécifiquement dimensionnés et espacés. Réduire le volume du sac à différents taux, selon le type de véhicule. Le gaz est libéré avec des particules de poussière du matériau utilisé pour lubrifier le sac (généralement du talc. Poudre et féculé de maïs).

9. Le système de détection MEMS:

Les nouveaux capteurs de blocage MEMS mesurent l'accélération avec un accéléromètre qui envoie un continu Flux de données dans le module de contrôle du coussin gonflable. Les accéléromètres sont généralement piézoélectriques ou Capteurs à capacité variable. L'accéléromètre MEMS le plus courant utilisé aujourd'hui est l'ADXL-50 par Analogie Devises.

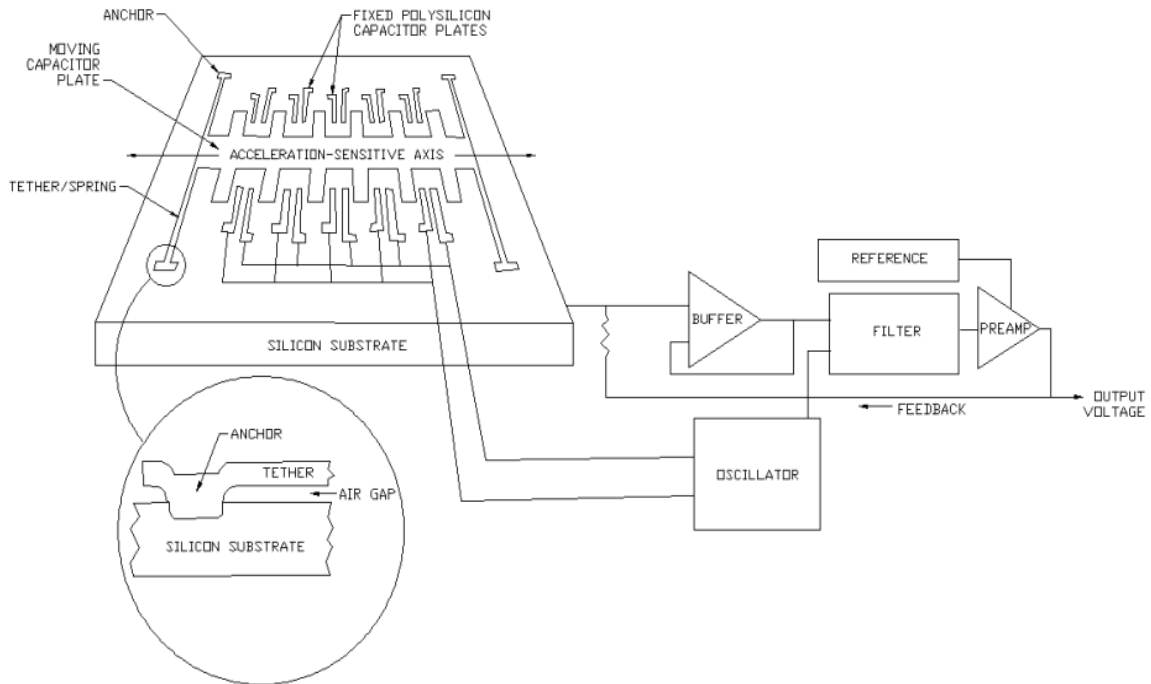


Figure2- 13: schéma de capteur MEMS

Comme une masse ancrée se déplace par rapport au corps du capteur en raison de l'accélération, une plaque attachée à La masse ancrée se rapproche d'une plaque fixe. Le changement de distance entre les plaques Affecte la capacité du capteur ou la capacité de contenir une charge électrique. Ce changement dans La capacité est facilement mesuré et est ensuite convertie en une variation de tension. Le changement de tension Est directement corrélé à la force due à l'accélération, et les lectures sont interprétées comme une accélération Par le module de contrôle du coussin gonflable. En utilisant un algorithme, le module de contrôle peut déterminer si le coussin gonflable. Le déploiement est nécessaire en fonction du motif des impulsions d'accélération dans le temps.

10. Le processus de décision :

Le module de contrôle du coussin gonflable (ACM) reçoit un signal continu de chaque capteur MEMS et Enregistre les données pour une période déterminée après un événement spécifique. Avec

une unité de traitement centrale (CPU), elle Effectue des calculs algorithmiques et contrôle la commande "feu" ou "sans feu" pour le coussin gonflable Déploiement. Les algorithmes de déclenchement déterminent la gravité de la collision en évaluant un ou plusieurs des Les variables cinématiques (accélération, dérivées ou intégrales d'accélération) présentées dans le tableau1. Des exemples de diagrammes de flux de décision d'algorithme sont présentés dans les figures suivantes.

11. Estimations de seuil :

Dans une collision, la quantité d'écrasement (C, en pouces) à une vitesse d'impact donnée (V, en mph) est liée au rapport de rigidité d'un véhicule (k, en lb /In) et le poids du véhicule (w, en lb.) par le Équation suivante (Huang, 2002, section 4.5.1):

$$\frac{C}{V} = 0,9 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots(1)$$

Le temps écoulé entre le début de l'impact et le moment de l'impulsion maximale est:

$$t_m = 56,8 \frac{C}{0,64V} \quad \dots(2)$$

En remplaçant C/ V, le temps (t_m) peut être calculé en utilisant le rapport poids-rigidité comme

Suit:

$$t_m = 56,8 \frac{0,9 \sqrt{\frac{w}{k}}}{0,64} \quad \dots(3)$$

La rigidité du véhicule, (k) peut être déterminée à partir des résultats des tests de collision, qui rapportent la masse (m), écrasement (E) et la vitesse d'impact (v) pour les véhicules soumis à un essai de collision de barrière rigide frontale.

La rigidité du véhicule est calculée comme suit:

$$k = \frac{m v^2}{2c^2} \quad \dots(4)$$

Le tableau suivant montre la gamme correspondante de décélérations et de déplacements dans la barrière frontale. Les collisions auxquelles les sacs gonflables sont conçus pour être déployés, compte tenu du temps calculé pour un crash maximum. Impulsion et différents ratios de rigidité / poids du véhicule.

Vehicle Year	Vehicle Model	Vehicle Class	Vehicle	Vehicle	Ratio	Time to max.	Δv		a		x	
			Weight, w	Stiffness, k	k/w	pulse, t_m	Delta-v range		Deceleration Range		Displacement Range	
			(lbs)	(lbs/in)	(lb/in/lb)	(ms)	(mph)	(mph)	(g's)	(g's)	(in)	(in)
2010	Ford Fusion	midsize	3640	3839	1.055	78	8.0	14.0	4.7	8.2	7.0	12.3
2010	Lexus RX350	SUV	4747	5690	1.199	73	8.0	14.0	5.0	8.7	6.6	11.5
2009	Ford Escape	SUV	4198	5070	1.208	73	8.0	14.0	5.0	8.8	6.6	11.5
2010	Honda Insight	compact	3115	3917	1.257	71	8.0	14.0	5.1	9.0	6.4	11.2
2010	Toyota Prius	midsize	3499	5672	1.621	63	8.0	14.0	5.8	10.2	5.7	9.9
2007	Chevrolet Corvette	sportscar	3132	5526	1.764	60	8.0	14.0	6.1	10.6	5.4	9.5
2007	Chevrolet Equinox	SUV	3172	8647	2.726	48	8.0	14.0	7.5	13.2	4.4	7.6

Tableau 1:caractristique des voiture

Il n'y a pas de corrélation significative entre le poids du véhicule et la rigidité. Deux véhicules similaires Le poids peut avoir des valeurs de rigidité très différentes, comme on l'a vu lors de la comparaison de Ford Fusion 2010 À une Toyota Prius 2010. Les deux véhicules ont approximativement le même poids de véhicule, mais le La rigidité frontale de Toyota Prius est considérablement supérieure à celle de Ford Fusion. Puisque les deux La quantité de déplacement et la durée d'impact pour un Ford Fusion sont plus grandes, un coussin gonflable Devrait déployer dans le Ford Fusion dans une gamme de valeurs de décélération inférieures à celles Requis pour Toyota Prius.

12. Cas de non-déploiement d'un air bag:

Un exemple d'impact où il y a eu un changement significatif de la vitesse, mais le conducteur ou le front Les sacs gonflables passagers ne se sont pas déployés, ont impliqué un Chevrolet Équinoxe 2007 en collision avec un Motocyclette Harley-Davidson en désaccord. Le module de contrôle du coussin gonflable dans l'Équinoxe a rapporté un Maximum ΔV de 414,4061 ms,



Figure2- 14:chevrolet equinoxe airbag non-déployement

Cette valeur était dans la plage de 8.0 à 14.0 mph où le déploiement (Pour un impact frontal avec une barrière solide) est attendu; Cependant, la décélération maximale Enregistré pour la collision du sujet était de seulement 3.27 g. La décélération de l'équinoxe dans cet accident était bien inférieure à la plage de déploiement estimée (7,5 à 13,2 g), comme le montre le tableau 3.Par conséquent, les sacs à air du conducteur et du passager ne se sont pas déployés à juste titre.

13. Cas de déploiement du sac a air :

Un exemple d'impact qui n'a pas entraîné de changement significatif de la vitesse, mais pourtant le coussin gonflable Déployé, a impliqué une Chevrolet Corvette 2007 qui a frappé plusieurs petits panneaux, arbres et une utilité Poteau hors route à un très haut taux de vitesse. Comme le véhicule a frappé le premier objet à plus de 60 mph



Figure2- 15:airbag déployait de Chevrolet corvette

Le module de contrôle du coussin gonflable indiquait un ΔV maximum de 4.96 mi / h, ce qui est bien inférieur à celui de 8.0 à Une portée de 14,0 km / h, où le déploiement (pour un impact frontal avec une barrière solide) est attendu. Heureusement, la décélération maximale enregistrée au même moment pendant l'impact était de 11,3 g, Qui est au-dessus de la plage de seuil estimée (de 6,1 à 10,6 g), qui se trouve dans le tableau 3. En conséquence, Les sacs gonflables ont été déployés et ont sauvé la vie du passager et du conducteur.

14. Étude de cas:

On considère une collision entre 2 véhicules : une Chevrolet Corvette et une Toyota Prius
D'après le tableau 1 et les relations (1), (2), (3), (4). En trouve les résultats suivants :

Les données :

Modèle de voiture	Le poids(w) [Lb]	Rapport de rigidité (k) [lb/in]	Rapport (k/w) [lb ² /in]	La vitesse (v) [mph]
Chevrolet corvette	3132	5226	1.764	120
Toyota Prius	3172	8647	2.726	90

L'énergie d'écrasement(C) :

Toyota :

$$\frac{c}{v} = 0.9 \sqrt{\frac{p}{k}} = 0.9 \sqrt{\frac{3172}{8647}} \Rightarrow \frac{c}{90} = 0.545$$

$$C=49.055 \text{ p}$$

Chevrolet:

$$\frac{c}{v} = 0.9 \sqrt{\frac{p}{k}} = 0.9 \sqrt{\frac{3132}{5226}} \Rightarrow \frac{c}{120} = 0.696$$

$$C=83.60 \text{ p}$$

Temps T_m : en peut calculer le temps avec deux équations :

Toyota :

1ère équation :

$$T_m = 56.8 \frac{c}{0.64v} = 56.8 \frac{49.05}{0.64 \cdot 90}$$

$$T_m = 48.36 \text{ h}$$

2ème équation :

$$T_{m=56.8} \frac{0.9 \sqrt{\frac{w}{k}}}{0.64} = 56.8 \frac{0.9 \sqrt{\frac{3172}{8647}}}{0.64}$$

$$T_m = 48.36 \text{ h}$$

Chevrolet :

1ère équation :

$$T_{m=56.8} \frac{c}{0.64v} = 56.8 \frac{83.6}{0.64 * 120} ,$$

$$T_m = 61.82 \text{ h}$$

2ème équation :

$$T_{m=56.8} \frac{0.9 \sqrt{\frac{w}{k}}}{0.64} = 56.8 \frac{0.9 \sqrt{\frac{3132}{5226}}}{0.64}$$

$$T_m = 61.82 \text{ h}$$

Toyota :

$$k = \frac{mv^2}{2c^2} = \frac{3172 * 90^2}{2 * 48.36^2}$$

$$K = 5.272 \text{ lb/in}$$

Chevrolet :

$$k = \frac{mv^2}{2c^2} = \frac{3232 * 120^2}{2 * 83.60^2}$$

$$K = 3226.57 \text{ Lb/in}$$

Remarque :**1mph=1.6093km/h****1lb=0.4535kg****1lb/in=175.12 n/m**

1. Introduction :

Depuis les dernières décennies, la simulation numérique est largement utilisée pour réaliser de véritables études d'ingénierie dans tous les domaines, non seulement parce qu'elle peut réduire considérablement le coût de la conception, mais aussi parce qu'elle peut établir les phénomènes physiques complexes. Elle aide les ingénieurs à mieux comprendre les processus de déformation et de contrôler la qualité de produits. L'application de cette méthode dans une classe importante de problèmes exige des outils numériques appropriés et robustes pour une mise en œuvre souple et efficace.

Dans ce cadre et afin de répondre à ces exigences, il est essentiel de choisir et de développer des éléments finis appropriés pour accélérer les processus de conception et de réduire les coûts de calcul pour ces problèmes. Après avoir construit un Modèle, nous devons nous assurer qu'il fonctionne efficacement dans ses conditions d'utilisation. En l'absence d'outils d'analyse, cette tâche ne peut être remplie sauf qu'en exécutant de très longs et très coûteux cycles de développement du produit.

Un cycle typique de développement d'un produit inclut les étapes suivantes :

- Construction de notre modèle.
- Construction du prototype de conception.
- Test du prototype en conditions réelles.
- Évaluation des résultats des tests en conditions réelles.
- Modification de la conception en fonction des résultats des tests en conditions réelles

Ce processus continue jusqu'à ce qu'une solution acceptable soit trouvée. L'analyse permet

D'atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Réduction des coûts par simulation des tests du modèle sur ordinateur au lieu de leur exécution réelle coûteuse.
- ✓ Réduction de la durée de développement par diminution du nombre de cycles de développement du produit.
- ✓ Amélioration des produits par des tests rapides de différentes conceptions et scénario savant la prise de décision finale, permettant de disposer de plus de temps pour réfléchir à de nouvelles conceptions.

2. la modélisation :

La modélisation d'un phénomène, c'est sa représentation à l'aide d'un modèle qui possède des propriétés analogues à ce phénomène. C'est une traduction de la réalité, puis en sens inverse, l'affectation des résultats obtenus au système réel. Le principe est de réaliser une expérience empirique ou virtuelle, en établissant un modèle explicatif du phénomène et de son comportement en recensant les variables et les facteurs caractérisant ce phénomène. Le comportement sont analogues. Au préalable, il convient de rappeler que lors d'une modélisation empirique ou virtuelle, nous ne faisons qu'étudier le modèle d'un système et non point le système lui-même. Confondre système et son modèle serait identique à confondre un paysage et sa photographie. Le modèle ne peut pas, sauf cas particulier, représenter le système dans toute sa complexité. Les approches ' expérimentale ' et ' virtuelle ' sont bien évidemment complémentaires et les prédictions faites, doivent être validées.

3. La simulation

La simulation repose sur la mise en œuvre de modèles théoriques utilisant souvent la technique dite des éléments finis. Elle est donc une adaptation aux moyens numériques de la modélisation mathématique, et servent à étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système modélisé ainsi qu'à en prédire son comportement. Les simulations sont rapidement devenus incontournables pour la modélisation des systèmes réels.

Les progrès des méthodes numériques et l'augmentation des performances des ordinateurs permettent grâce à des simulations de plus en plus détaillées, de prédire le comportement des systèmes complexes. L'industrie utilise de plus en plus la simulation numérique, validée par des expériences, pour raccourcir le cycle de développement de ses nouveaux produits.

Aspect technique :

Les progrès des méthodes numériques et l'augmentation des performances des ordinateurs permettent grâce à des simulations de plus en plus détaillées, de prédire le comportement des systèmes complexes. L'industrie utilise de plus en plus la simulation numérique, validée par des expériences, pour raccourcir le cycle de développement de ses nouveaux produits.

Les simulations numériques reposent sur la mise en œuvre de modèles théoriques utilisant souvent la technique des éléments finis. Elles sont donc une adaptation aux moyens numériques de la modélisation mathématique, et servent à étudier le fonctionnement et les propriétés d'un système modélisé ainsi qu'à en prédire son comportement. Contrairement à la modélisation analytique,

concevoir un type de modèle de comportement représentatif du comportement du matériau considéré en reproduisant les conditions réelles de sollicitation, ne renvoie pas souvent aux modèles préalablement mis au point. En plus de la modélisation du comportement rhéologique de la pièce, la simulation permet le choix des paramètres du procédé (contact et efforts transmis à la tôle), ainsi que l'approximation par éléments finis des éléments déformables. Les interfaces graphiques permettent la visualisation des résultats des calculs par des images de synthèse. Ces simulations sont rapidement devenues incontournables pour la modélisation des systèmes naturels.

4. Caractéristiques du logiciel utilisé :

Le logiciel ABAQUS utilisé ici, a été développé par Hibbit, Karlsson & Sorensen (HKS) depuis le début de la théorie des éléments finis et a été amélioré au fur et à mesure pour intégrer toutes les nouveautés de la théorie et des besoins de la recherche.

ABAQUS est très largement utilisé dans les industries automobiles et aéronautiques. En raison du large spectre de ses capacités d'analyse et de sa bonne ergonomie, il est également très populaire dans les milieux universitaires, pour la recherche et l'éducation. ABAQUS fut d'abord conçu pour analyser les comportements non-linéaires. Il possède en conséquence une vaste gamme de modèles de matériau. Il est avant tout un logiciel de simulation par éléments finis de problèmes très variés en mécanique. Il est connu et répandu, en particulier pour ses traitements performants de problèmes non-linéaires. À partir d'un fichier de données (caractérisé par le suffixe .inp), qui décrit l'ensemble du problème mécanique, le logiciel analyse les données, effectue les simulations demandées et fournit les résultats dans un fichier .odb. Deux tâches restent à accomplir: générer le fichier de données et exploiter les résultats contenus dans le fichier .odb. La structure du fichier de données peut se révéler rapidement complexe : elle doit contenir toutes les définitions géométriques, les descriptions les maillages, les matériaux, les chargements, etc..., suivant une syntaxe précise. ABAQUS propose le module ABAQUS CAE, interface graphique qui permet de gérer l'ensemble des opérations liées à la modélisation:

- La génération du fichier de données
- Le lancement du calcul proprement dit
- L'exploitation des résultats

5. Manipulation :

Les modules :

- **part :**

Le module part permet de créer tous les objets géométriques nécessaires à notre problème, soit en les dessinant dans ABAQUS CAE, soit en les important d'un logiciel de dessin tiers.

- **property :**

Le module property permet, comme son nom l'indique, de définir toutes les propriétés d'un objet géométrique ou d'une partie de ces objets.

- **assembly :**

Ce module permet d'assembler les différents objets géométriques créés dans un même repère de coordonnées globale .un modèle ABAQUS contient un seul assemblage.

- **step :**

Ce module permet de définir toutes les étapes et les requêtes pour le post traitement, c'est-à-dire le moment (temps) à partir duquel une force est appliquée et jusqu'à quand , il est aussi possible de créer des forces ou des conditions limites qui s'activent à des moments donnés .

- **interaction :**

Grace à ce modèle, il est possible de spécifier toutes les interactions entre les différentes parties et régions du modèles, qu'elles soient mécaniques, thermique ou autres .il faut savoir qu'ABAQUS ne prend en compte que les interactions explicitement définies, la proximité géométrique n'étant pas suffisante .

- **load :**

Le module LOAD permet de spécifier tous les changements, conditions limites et champs. Il faut savoir que les changements et les conditions limites sont dépendants des steps.

Par exemple une force est appliquée au step 1 mais inactive au step 2.

- **mesh :**

Ce module contient tous les outils nécessaires pour générer un maillage éléments fini sur assemblage.

- **job :**

Une fois que toutes les tâches de définition du modèle ont été réalisées, il faut utiliser le module JOB pour analyser ce modèle. ABAQUS va alors réaliser tous les calculs nécessaires et en tirer les résultats.

- **visualisation :**

Ce module permet de visualiser le modèle et les résultats, les courbes de charges, les déformations...

6. l'étape du simulation

Se simulation est affectée dans deux partie :

- ✓ Partie accident entre une voiture et un camion.
- ✓ Partie déploiement d'un airbag.

a. Partie déploiement :

Module part :

Ouvrir module PART après clique CREAT.

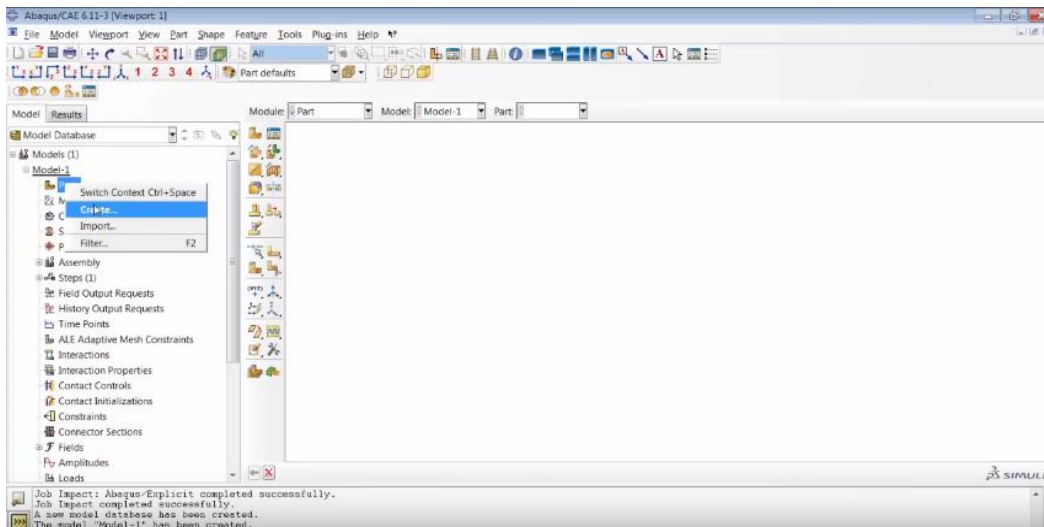


Figure 3- 1:création de module part

Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, on choisit objet 3D déformable, type révolution de taille approximative 200 on le nomme airbag après continue

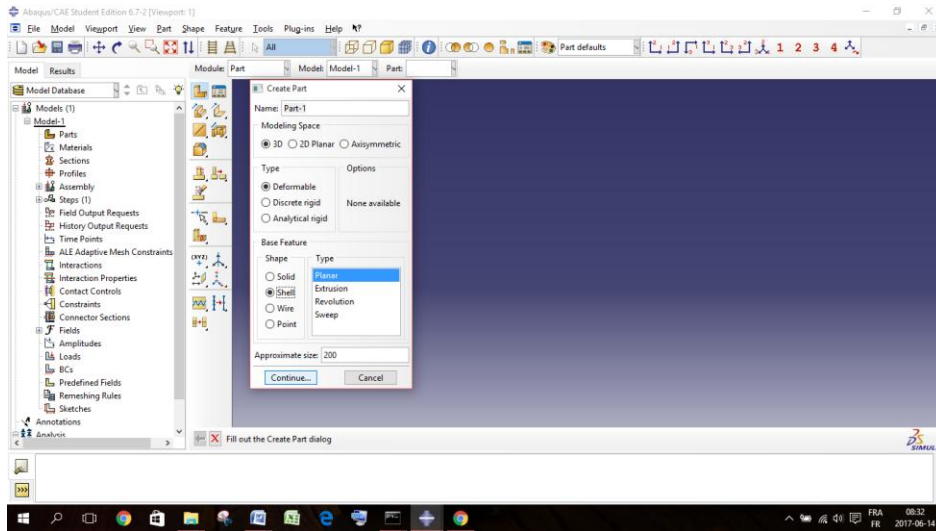


Figure 3- 2:boit de dialogue de part

-on fait un « sketch » de demi-cercle

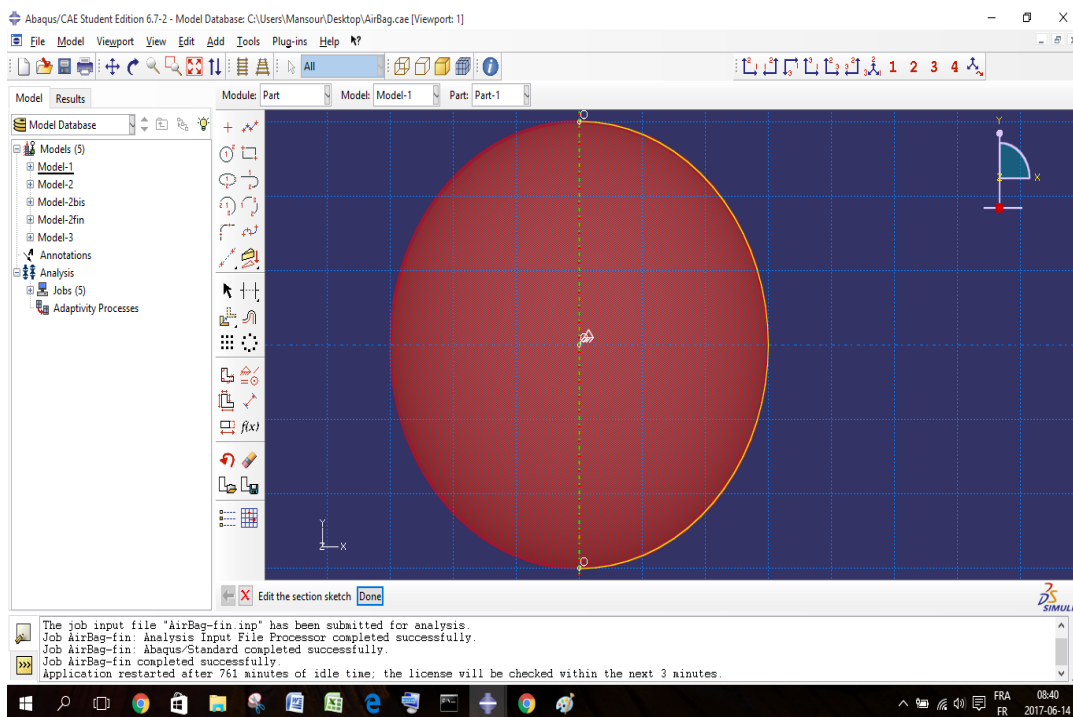


Figure 3- 3:le sketch

En le donne un angle pour la révolution

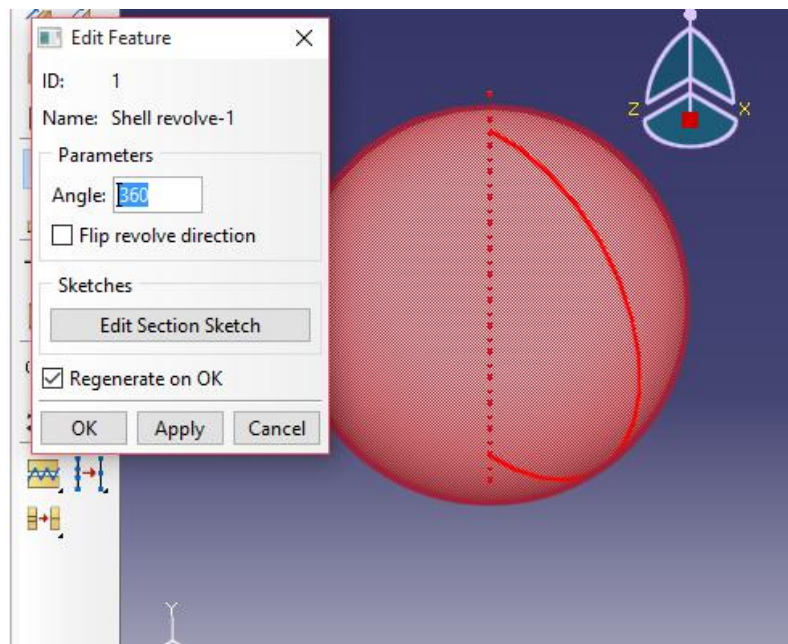


Figure 3- 4: l'angle de rotation

Pour les part 2 et 3 en fait les mêmes étapes de l'airbag mais en changeant le sketch

Module proprety :

Après avoir créé notre pièce, il faut définir le matériau qui constitue la pièce.

Dans la boîte de dialogue CREAT SECTION, elle doit être de catégorie Shell type membrane .puis continue

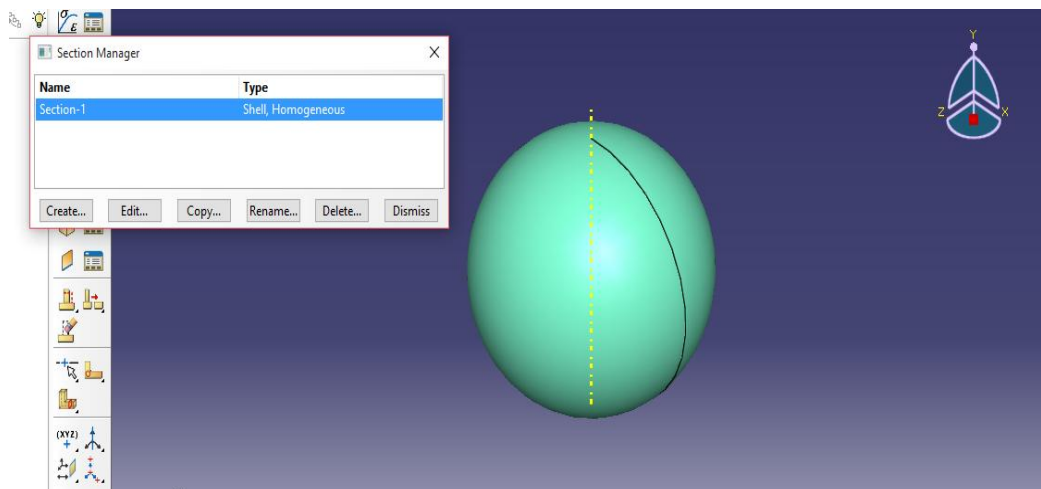


Figure 3- 5: définition de section

Après dans le menu MATERIAL >CREATE dans la fenêtre EDIT MATERIAL, on nomme le matériel

Après on choisie MECHANICAL >ELASTICITY >ELASTIC et on entre alors les propriétés d'élasticité du matériau, module de Young=20 poition ratio =0.4 après valider

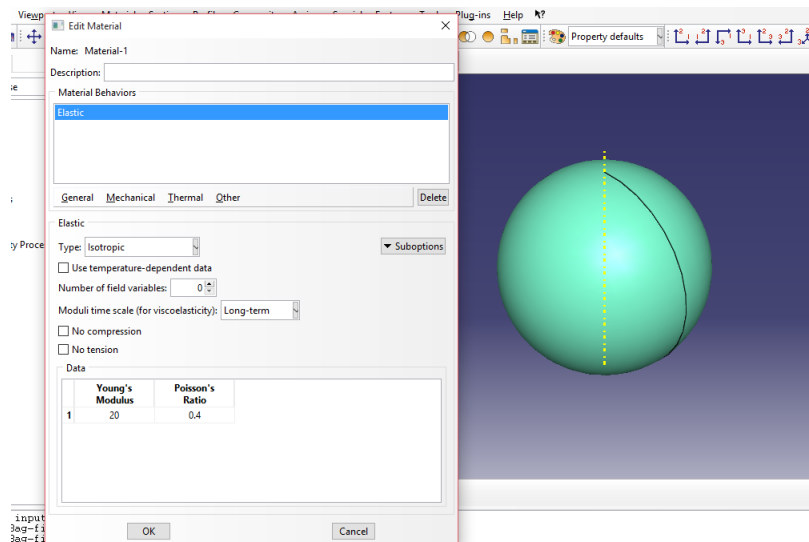


Figure 3- 6:détermination de matériel

Module assembly :

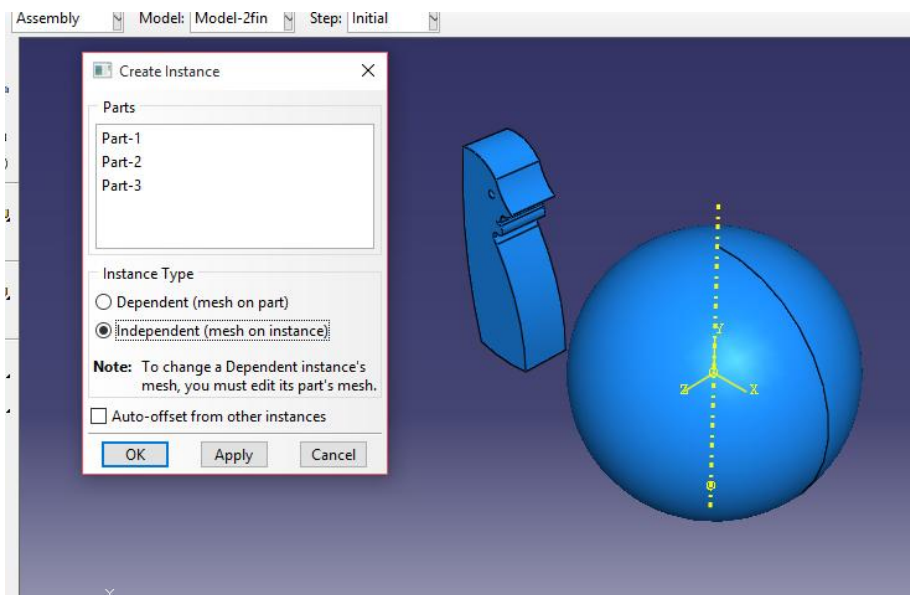


Figure 3- 7:assemblage des parties

Chaque objet qu'on crée est orienté dans son propre repère d'orientation. même si un modèle peut contenir plusieurs objets, il ne peut contenir qu'un seul assemblage .le module ASSEMBLY permet donc de créer des instances et de positionner ces instances dans un repère globale les uns par rapport aux autres. une instance peut être indépendante ou dépendante. Les instances indépendantes sont maillées individuellement (PARTS) alors que les dépendantes sont maillées en association avec le maillage de la pièce originale (ASSEMBLY).

Ouvrir le module assemblage crier instance on ajout notre part type indépendante après valider

Module step :

On crée le step choisisent le type static générale

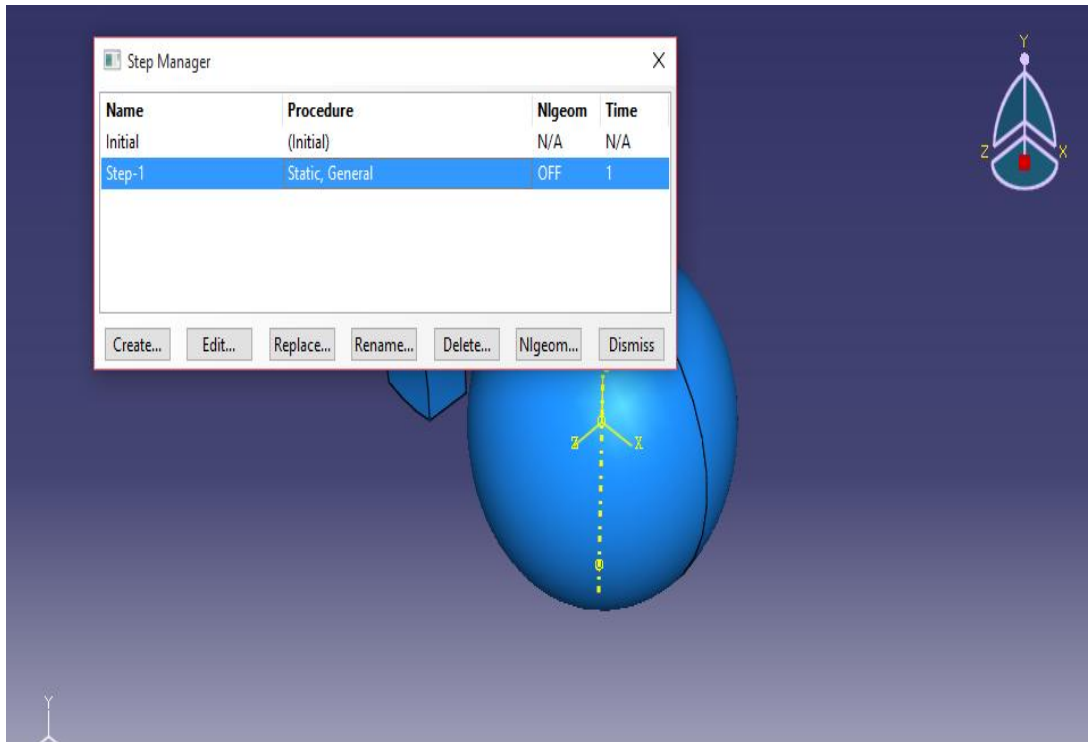


Figure 3- 8:création des step

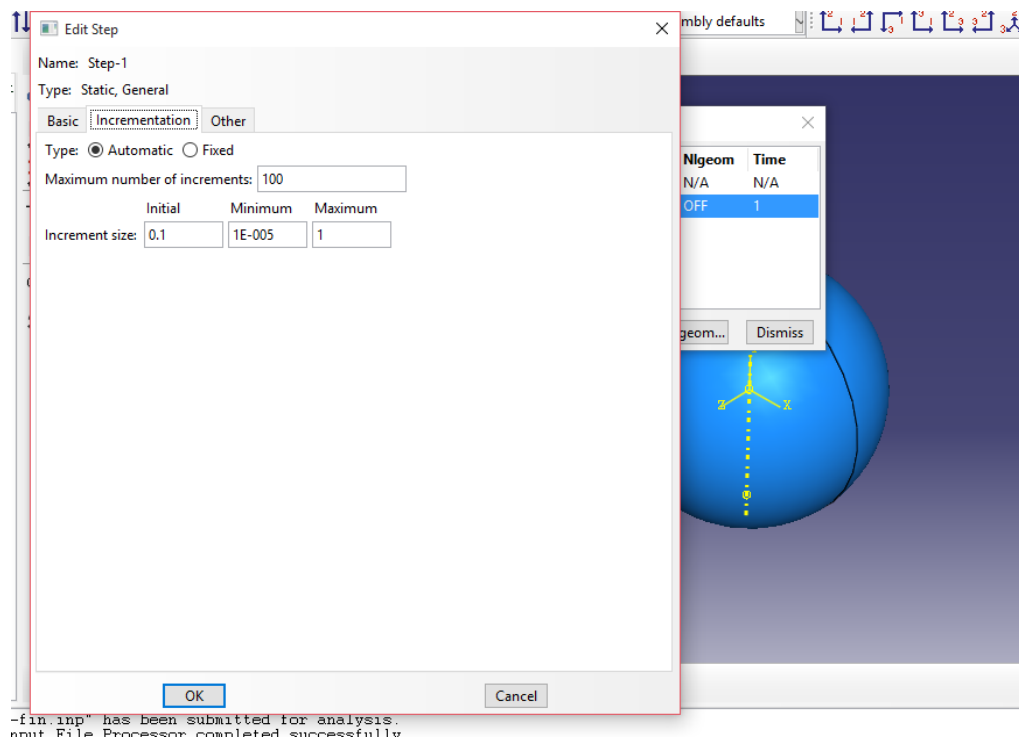


Figure 3- 9:identification des step

Module interaction :

Ouvrir module INTERACTION>CREATE dans la boite de dialogue qui s'affiche CONTINU

Après on introduit le coefficient de friction « 0. 2»dans la boit de dialogue puis ok

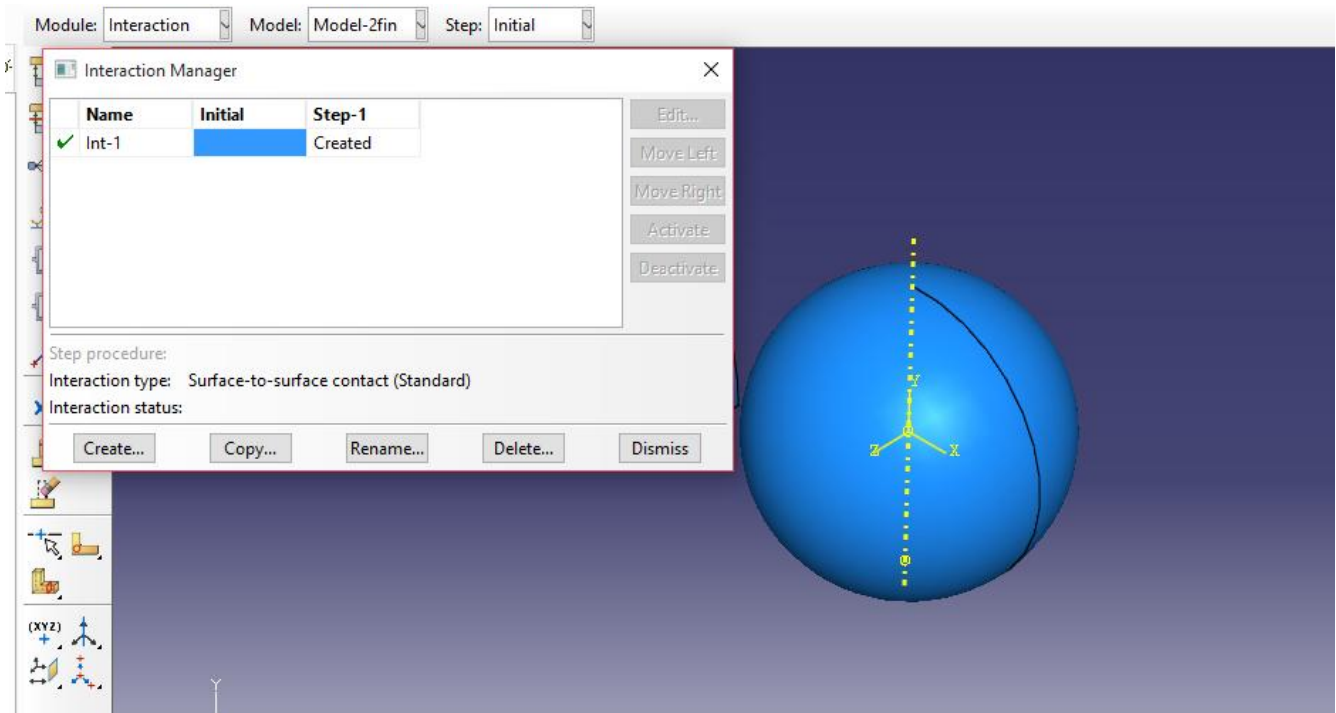


Figure 3- 10:the interaction

Module loed :

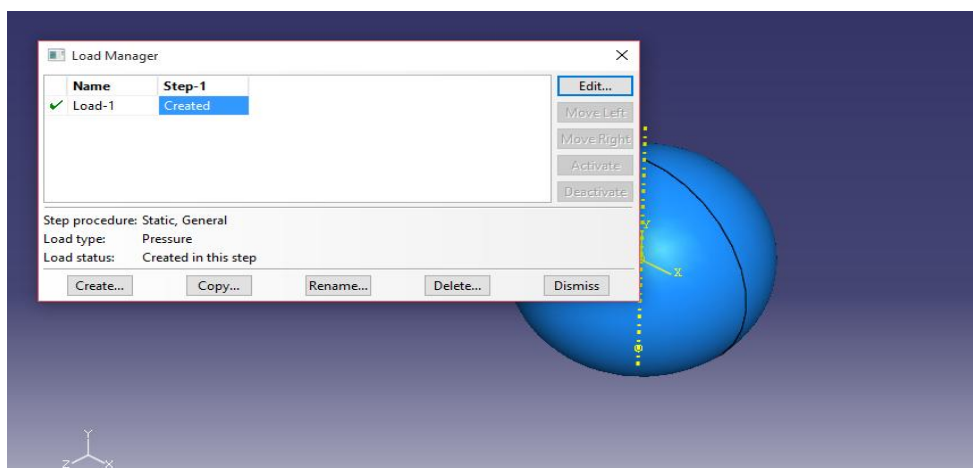


Figure 3- 11:loed

Boundary condition (bc) :

ouvrir dans module LOAD .dans la barre de menu on clique sur BC puis CREATE pour ouvrir la boîte de création de condition limite .dans la liste STEPS on choisit INITIAL , pour définir les pas où la condition sera active .MECHANICAL dans la liste des catégories et SYMMETRY dans TYPES FOR SELECTED STEP et enfin CONTINUE .

A présent on définit l'extrémité à encastrer >DONE pour valider notre choix.

La boîte de dialogue EDIT BOUNDARY CONDITIONS apparait alors, dans cette boîte on coche sur ENCASTRE puis OK pour accepter.

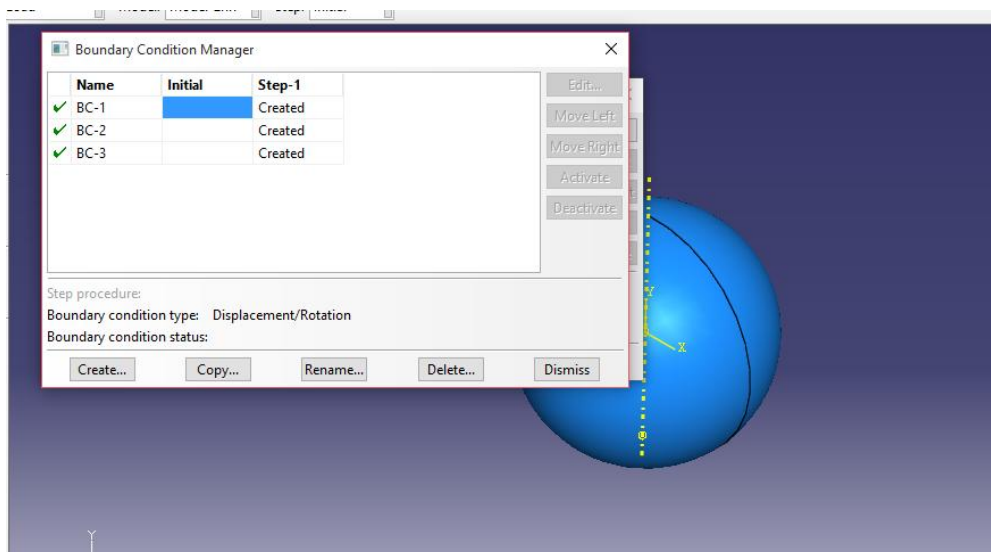


Figure 3- 12:les BC

Module mech :

A ce stade nous allons générer le maillage élément fini .il est possible de choisir la technique de maillage. Le type d'éléments et leur forme.

Pour créer le maillage il faut tout d'abord choisir le nombre de nœuds sur chaque arête puis mailler réellement la pièce.

Dans la barre de menu, SEED >INSTANCE dans GLOBAL SEED on choisit la taille approximative des éléments puis OK.

dans la barre de menu, MESH > ELEMENT TYPE, dans la boîte de dialogue qui apparaît EXPLICIT pour la bibliothèque d'éléments, LINEAR comme ordre géométrique et 3D STRESS comme famille d'éléments, YES pour ELEMENT DELETION puis OK.

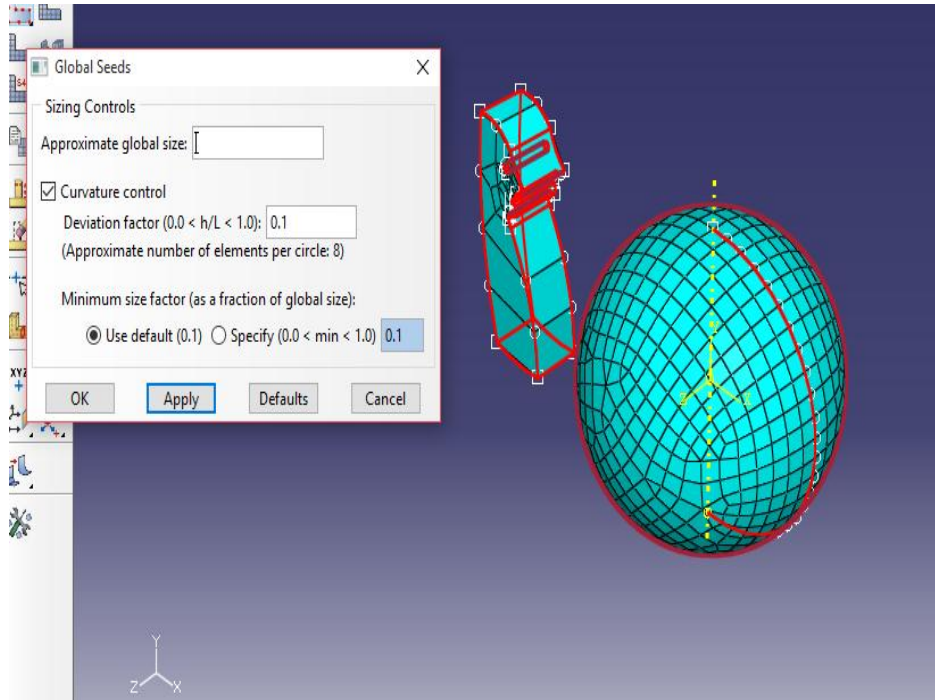


Figure 3- 13:le maillage

Module job :

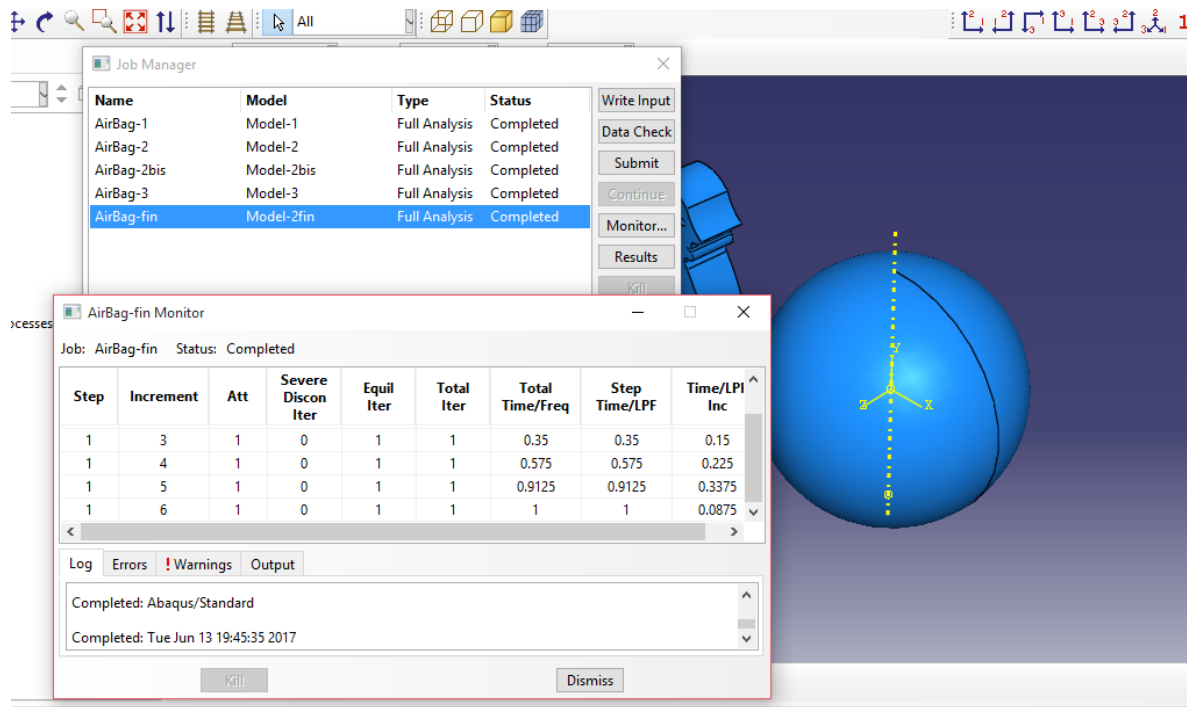
Une fois qu'on a créé toutes les analyses, il faut créer et soumettre le travail.

Ouvrir module JOB >JOB CREATE > nommé airbag >CONTINUE pour créer le travail

MANAGER>SUBMIT >MONITOR

La modèle ABAQUS marque COMPLETED à coté du JOB, et on peut enfin visualiser les résultats en cliquant sur RESULTS.

ABAQUS entre alors dans le domaine de la visualisation.



-fin: Abaqus/Standard completed successfully.
 -fin completed successfully.
 - restarted after 761 minutes of idle time; the license will be checked within the next 3 minutes.

Figure 3- 14:les calcul de la simulation

Module visualisation :

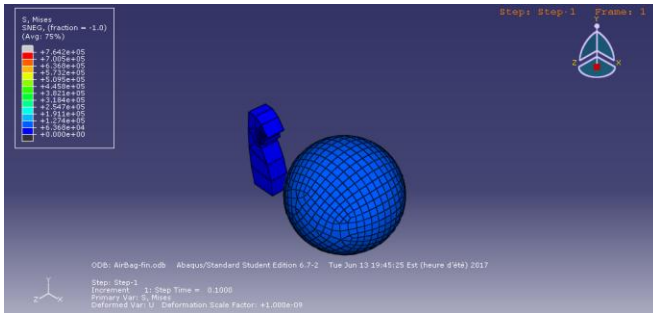


Figure3-15:airbag avant le déploiement

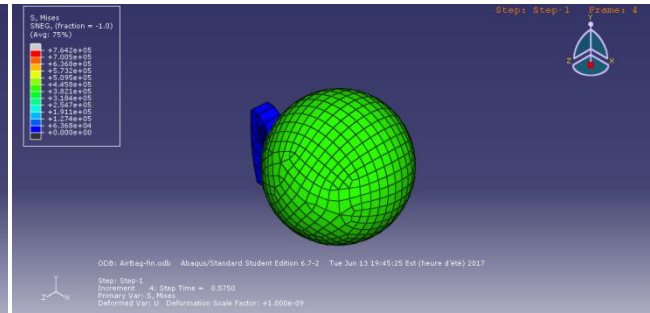


Figure3-16:airbag déployée

Partie accident :

Dans se simulation en passe par les mêmes étapes de simulation précédent

Module part :

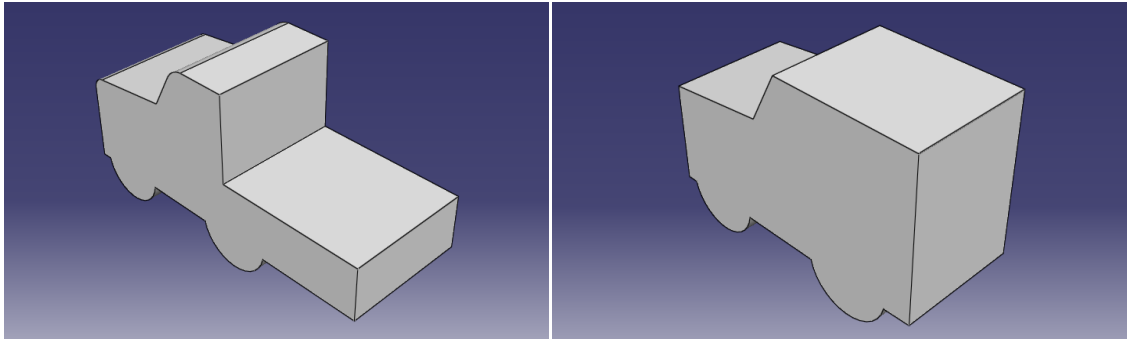


Figure 3- 15:les parts de simulation

Module property :

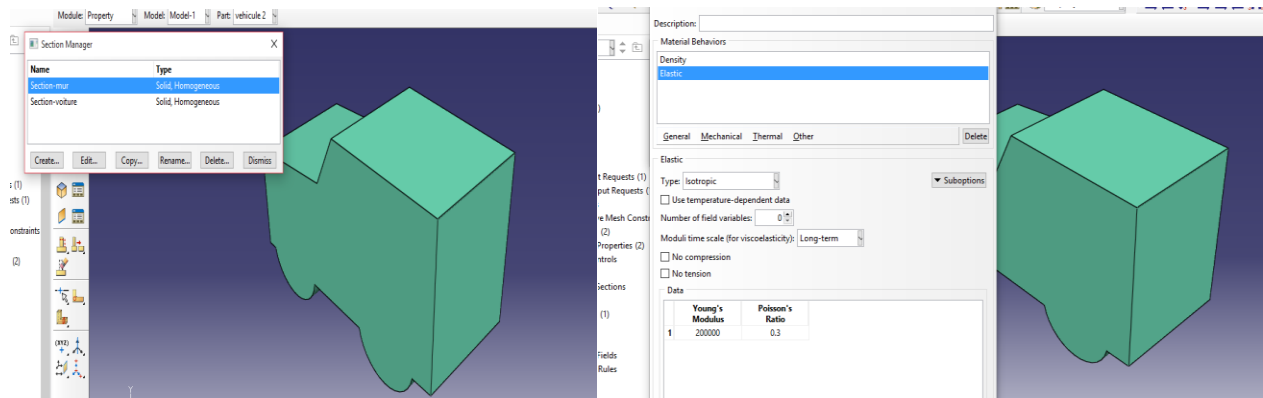


Figure 3-18:définition de propriétés

Module assemblage :

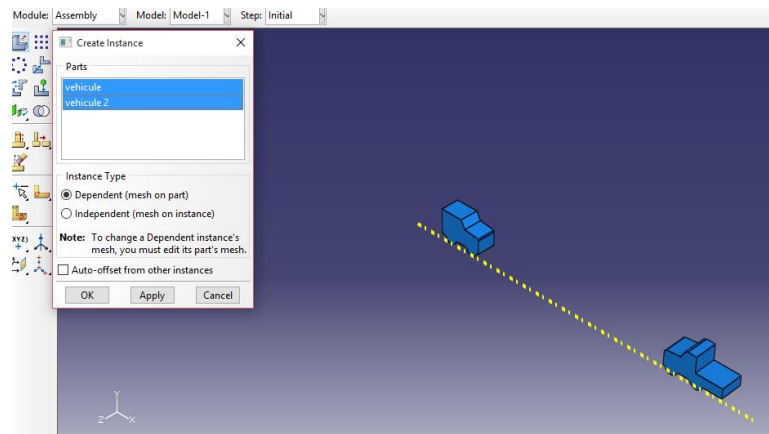


Figure 3-19:l'assemblage des pièces

Module step :

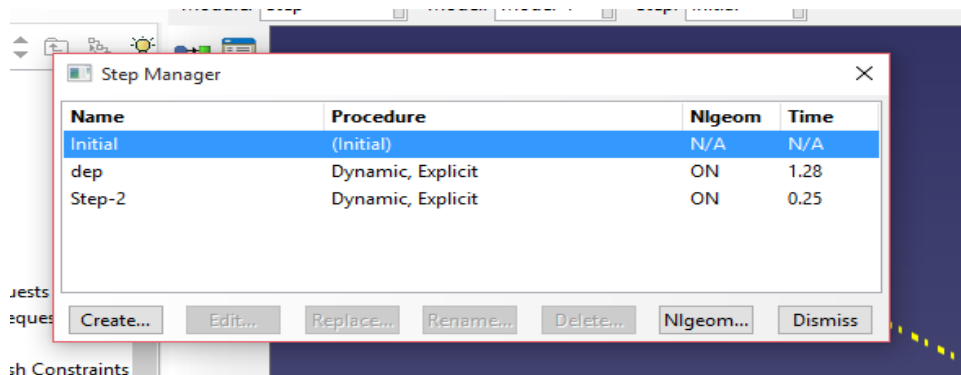


Figure 3-20: les step

Module interaction :

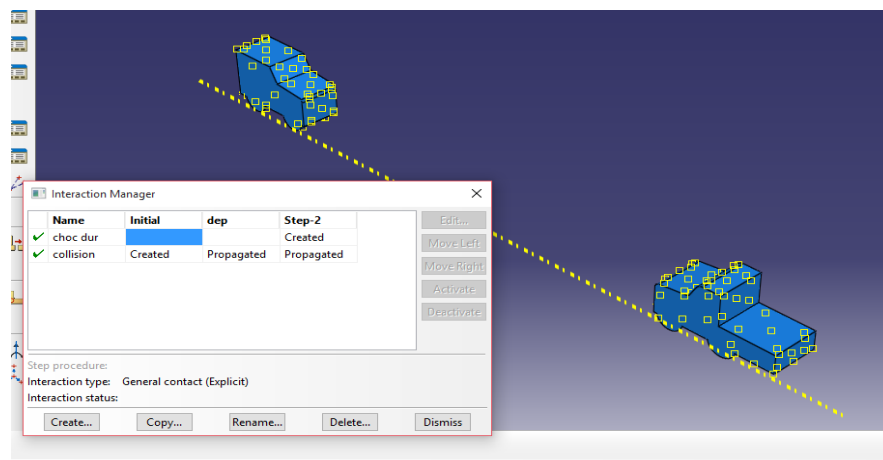


Figure 3-21:l'interaction

Module load :

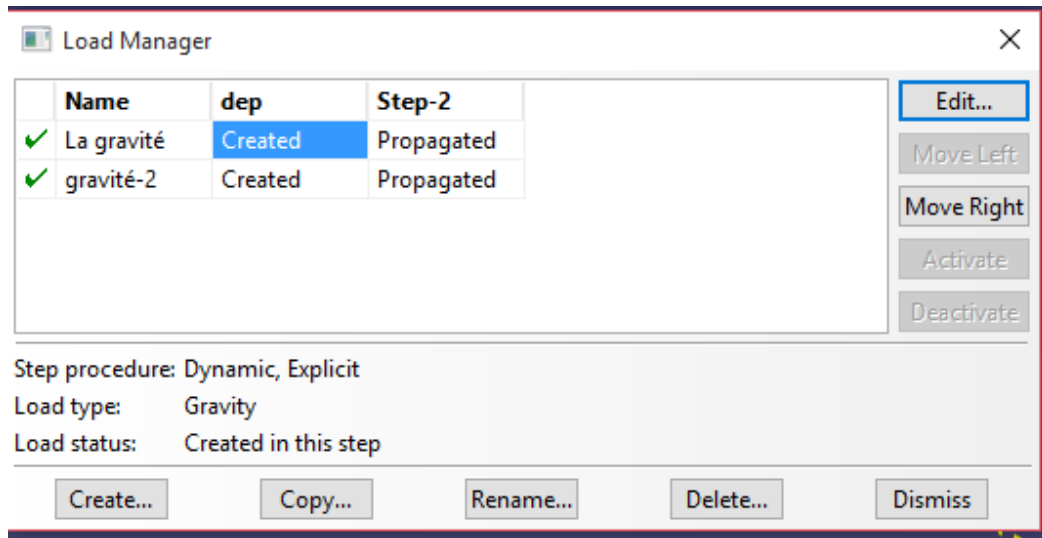


Figure 3-22:load

Bc :

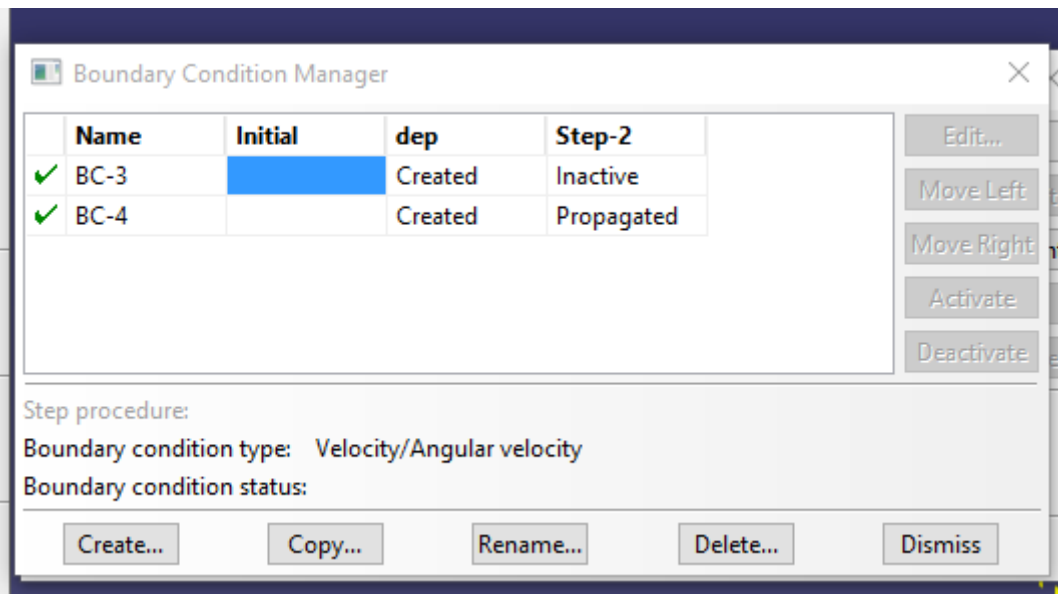


Figure 3-23:the boundary condition

Module Mech :

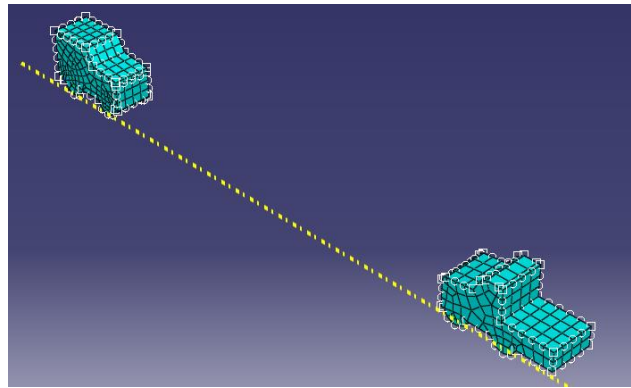


Figure 3- 164:les partie maille

Module job :

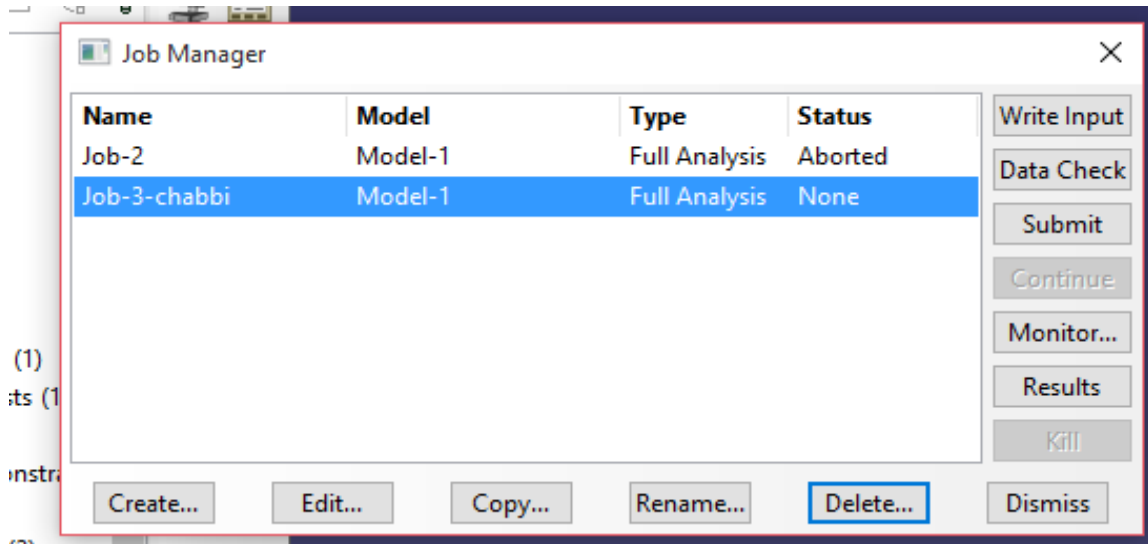


Figure 3-25:les calcule

Module visualisation :

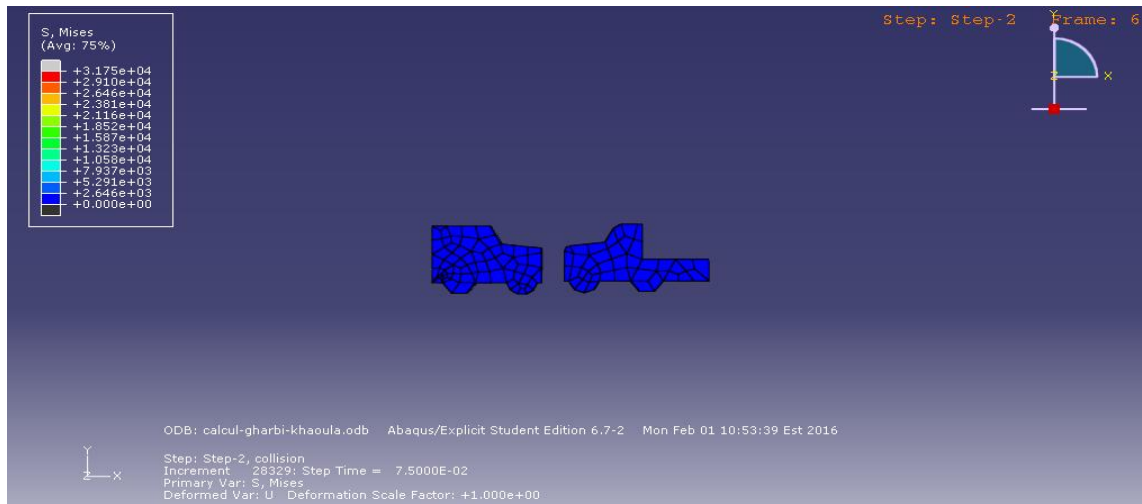


Figure 3-25: résultats avant l'accident

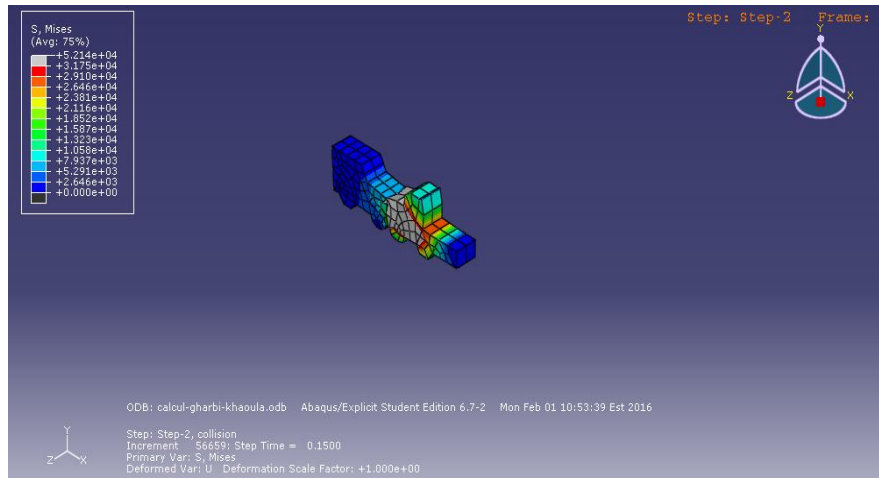


Figure 3-26: résultats dans la collision

Conclusion :

Nous avons présente dans ce chapitre la procédure de simulation numérique d'un airbag et un accident par le logiciel abaqus

Conclusion générale :

L'objet de notre travail est l'étude du déploiement des airbags d'un véhicule à travers la simulation de l'opération d'une collision entre deux véhicules et le déploiement de l'airbag.

La simulation a été entreprise sur le logiciel Code Éléments finis Abaqus dans les versions explicites pour des raisons de gain de temps d'exécution.

Le logiciel Abaqus, permettant la variation des paramètres opérationnels et la variation des critères pouvant agir sur l'apparition de certaines irrégularités de la pièce finie, conduit à des résultats plus variés que les démarches expérimentales. Dans notre étude, les simulations seront menées avec l'étude de l'influence de certains paramètres importants sur l'apparition de ces irrégularités en mise en forme, tel que les efforts appliqués et les frottements entre la pièce et les outils. L'exploration des modèles retrouvés permettra à l'entreprise d'optimiser les paramètres d'entrée et les conditions de travail.

Liste Des Figures :

Chapitre 1

Figure1- 1: simulation d'un airbag

Figure1- 2: un airbag

Figure1- 3:les premiers essais des airbags

Figure1- 4;les différent type des airbags

Figure1- 5:airbag frontal

Figure1- 6:airbag latérale

Figure1- 7:airbag genoux

Figure 1- 1:airbag anti glissent

Figure1- 8:déploiement de l'airbag rideau

Figure1- 9:airbag rideau

Chapitre 2 :

Figure2- 1:1ère étape de déclenchement

Figure2- 2:l'airbag a commencé de déploie

Figure2- 3:l'airbag est complètement gonflé

Figure2- 4:la tête de conducteur est frappait l'airbag gonflé

Figure2- 5:le conducteur retombe en arrière

Figure2- 6:Emplacement des composent d'un airbag

Figure2- 7:Emplacement des composent d'un airbag

Figure2- 8:le coussin gonflable

Figure2- 8:schéma d'un capteur

Figure2- 10:accéléromètre

Figure2- 9:schéma de la capacité électrique

Figure2- 12:emplacement des actionneur

Figure2- 13: schéma de capteur MEMS

Figure2- 14:chevrolet equinoxe airbag non-deployment

Figure2- 15:airbag déployait de Chevrolet corvette

Chapitre 3

Figure 3- 1:création de module part

Figure 3- 2:boit de dialouge de part

Figure 3- 3:le sketch

Figure 3- 4:l'ongle de rotation

Figure 3- 5:l'ongle de rotation

Figure 3- 6:détermination de matériel

Figure 3- 7:assemblage des parties

Figure 3- 8:création des step

Figure 3- 9:identification des step

Figure 3- 10:the interaction

Figure 3- 11:loed

Figure 3- 12:les BC

Figure 3- 13:le maillage

Figure 3- 11:les calcule de la simulation

Figure3-15:airbag avant le déploiement

Figure3-16:airbag déployée

Figure 3- 12:les parts de simulation

Figure 3-18:définition de propriétés

Figure 3-19:l'assemblage des pièces

Figure 3-21:l'interaction

Figure 3-20: les step

Figure 3-22:loed

Figure 3-23:the boundery condition

Figure 3- 134:les partie maille

Figure 3-25:les calcule

Figure 3-25:résultats avant l'accident

Figure 3-26:résultats dans la collusion

Référence bibliographique :

1. www.auto-innovations.com/site/dossier5/dairbag.html
2. [-https://www.techniconnexion.com/t1592-les-airbags-et-pretensionneurs](https://www.techniconnexion.com/t1592-les-airbags-et-pretensionneurs).
3. <http://srv/syku/scxzdsrjecu/sxv2ym6ztsl7s1k/p1/document/pdf/5385af593cb92.pdf>.
4. <http://users.swing.be/chimiecinetique/airbag.html>.
5. <http://golfy.free.fr/voitures/fonctionnement/airbag.html>.
6. <http://www.autoliv.com>.
7. http://apres-vente-auto.com/wp-content/uploads/2013/05/MAI_2013_04-airbags%20coussins%20gonflables%20pretendeurs%20-%20protection%20et%20securite.pdf
8. <http://mecanique-blida.xooit.com/t86-LE-SYSTEME-AIRBAG.htm>
9. <ftp://hebergement.ac-poitiers.fr/construction/CCF-2006-PRETENSIONNEUR.pdf>
10. Patich rozychi f-208, formation ABAQUS