

Les airbags

Principes et dangers



Mercedes SLK

De nos jours, l'airbag est un équipement de sécurité incontournable. Le nombre d'airbag ne cesse de se multiplier dans les dernières productions automobiles : frontal, latéral, toit, genoux et même anti sous-marinage. Il varie de 2 à 15 selon les marques et modèles de voitures.

Pourtant faire évoluer ce système en toute fiabilité selon un cahier des charges bien défini avec comme critères : - condition de déclenchement, déploiement au bon moment, temps de gonflage et de dégonflage – le tout dans un temps de l'ordre de la milliseconde n'est pas un processus simple... .

De plus, les équipementiers et constructeurs continuent leurs développements, tant dans la vitesse de déploiement, la détection de l'impact ou la forme des coussins.

Sommaire :

Introduction	Page 1
Sommaire	Page 2
1. Historique	Page 3
2. Le processus de déploiement	Page 4
3. La détection de l'impact	Page 6
4. Le coussin	Page 9
5. Les générateurs de gaz	Page 10
6. La chimie de l'airbag	Page 12
6.1. Pourquoi la chimie ?	Page 12
6.2. Présentation des composés	Page 12
6.3. Production d'azide de sodium	Page 13
6.4. Equation chimique	Page 13
6.5. Explication des réactions	Page 13
6.6. Un gaz pas si inoffensif	Page 13
7. Danger acoustique	Page 15
8. Le double niveau de déploiement	Page 16
9. La détection d'occupation du siège	Page 18
10. Les différents types d'airbags	Page 20
10.1. L'airbag frontal	Page 20
10.2. Le frontal asymétrique	Page 22
10.3. L'airbag latéral	Page 23
10.4. L'airbag rideau	Page 24
10.5. La protection de genoux	Page 28
10.6. L'anti-glissement	Page 29
10.7. L'airbag pour cabriolet	Page 30
10.8. L'airbag pour piéton	Page 31
10.9. L'airbag ceinture	Page 32
10.10. L'airbag moto	Page 32
10.11 Le rétracteur de ceinture	Page 33
10.12 Le système ROPS	Page 34
11. Quelques règles pour la sécurité des conducteurs	page 35
12. Comportement des intervenants	Page 36
12.1. Règles générales de comportement	Page 36
12.2 Les dispositifs anti-ouverture	Page 38
12.3. Les distances de sécurité	Page 39
12.4. Les symboles	Page 40
13. Lexique des abréviations	Page 41
14. Sources	Page 43
15. Remerciements	Page 44

1. Historique

En 1953, l'américain John W. Hedrik et l'allemand Walter Linderer déposèrent un brevet pour "un récipient dépliable capable de se gonfler automatiquement en cas de danger".

Les premiers airbags ont été commercialisés par General Motors sur quelques modèles (une option à 235 dollars) en 1973 aux Etats-Unis.

Mais tout s'arrêta brutalement en 1974 lorsqu'un metteur au point trouva la mort après une explosion inopinée du système, ce qui renforça la détermination de ceux qui dénonçaient cet équipement, prétendant qu'il tuerait plus de monde qu'il n'en sauverait. On avait déjà entendu cela pour la ceinture de sécurité ! Il faut dire que l'airbag, en se déployant, arrivait sur le passager à une vitesse de 200 à 300 km/h avec une force de 1000 kg.

Mercedes continua ses travaux de développement contrairement à ses concurrents qui mirent leurs travaux aux oubliettes.

Après une série de prototypes, il fallait valider le système. Ce qui a nécessité 2500 catapultages et 250 crashes tests (voitures complètes). Un des points important était de mettre au point un tissu ne se déchirant pas lors de l'ouverture. Un des problèmes qui restaient ensuite était celui des décibels. Le bruit de l'explosion dépassait le seuil de la douleur, ce qui pouvait avoir des conséquences néfastes sur les tympans.

Depuis 25 ans, Mercedes-Benz développe des airbags. Mais en décembre 1982, la Classe S devient la toute première automobile de production à être équipée d'un coussin de sécurité côté conducteur et de prétensionneurs de ceintures de sécurité. Dès 1992, toutes les Mercedes en furent équipées de série.

Le 31 juillet 1992, Mercedes fête le millionième airbag installé sur ces véhicules.



Aux Etats-Unis, les airbags ont été développés en vue de remplacer les ceintures de sécurité devant le grand nombre de conducteurs récalcitrants (dans certains Etats, la ceinture n'est toujours pas obligatoire !!!). Mais tous les tests le montrent : l'airbag ne remplace pas la ceinture mais offre une protection supplémentaire dans différentes configurations d'accidents comme, bien sûr, les chocs frontaux, mais aussi latéraux ou en cas de tonneaux.

A noter que le mot *airbag* est accepté dans le langage courant mais son origine est bien sûr anglophone : air bag. La désignation francophone est " coussin gonflable de protection ".

Aujourd'hui, la majorité des véhicules sont équipés au minimum d'airbags frontaux et latéraux aux places avant. Avant de détailler l'ensemble des systèmes disponibles, intéressons-nous au fonctionnement de l'airbag le plus connu, celui nécessaire à la protection lors d'une collision frontale.



8 airbags dans la Volkswagen Golf Plus

2. Le processus de déploiement

Lors d'un choc, une décélération brusque du véhicule est générée. Les passagers sont projetés vers l'avant (en continuant leur progression) et retenus par la ceinture. L'airbag frontal va se gonfler afin de protéger la tête d'impacte contre le volant ou le tableau de bord, diminuant ainsi la vitesse de collision contre ces derniers, puis se dégonfler rapidement pour libérer les occupants.

Tout le succès de l'opération est dans la bonne synchronisation des différentes étapes du déploiement de l'airbag.

L'airbag doit être gonflé à 75% ou à sa taille maximale au moment où la tête s'avance dangereusement vers le volant. La synchronisation doit être parfaite, mais ni 10 millisecondes plus tôt ou plus tard. La tête doit être encore à 25 centimètres du volant lorsque l'airbag commence son processus de déploiement. Les ingénieurs ont mesuré un temps moyen de 40 millisecondes entre le début de la collision et la retenue de la tête par l'airbag (ce temps diffère en fonction des véhicules et des modèles). Treize années ont été nécessaires à la conception et à la mise au point d'un capteur permettant le gonflage dans ce laps de temps.

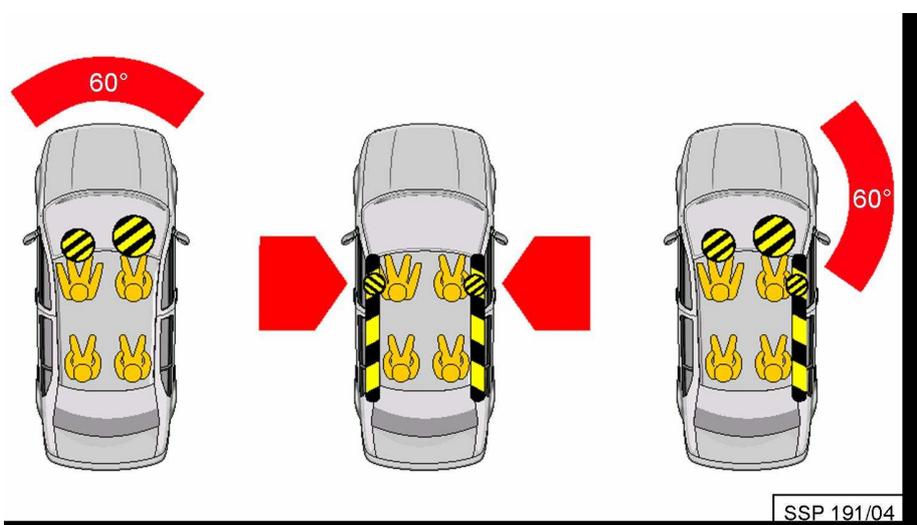
Comme le capteur de collision demande un temps de réaction de 10 millisecondes, il ne reste plus que 30 millisecondes pour le gonflage du sac. Ce dernier va ensuite se dégonfler rapidement, en environ 200 millisecondes (0,2 s.), pour libérer les malheureux passagers.

Nous pouvons ajouter que le système de protection aura préalablement pré-tensionné les ceintures de sécurité avant que le conducteur ou le passager ne commence son mouvement vers le tableau de bord.



3. La détection de l'impact

La décélération minimale pour que l'airbag se déclenche correspond environ à un choc de la voiture à 20 km/h sur un mur indéformable. Cet exemple donne un ordre d'idée de la violence du choc nécessitant le déploiement des airbags. Mais ils peuvent aussi se déclencher avec voiture à l'arrêt si une autre vient la percuter... Ce moment est variable en fonction de plusieurs paramètres, et selon le constructeur, tels que l'angle d'incidence qui est d'environ 30° par rapport à l'axe longitudinal de la voiture, la puissance du choc, etc.

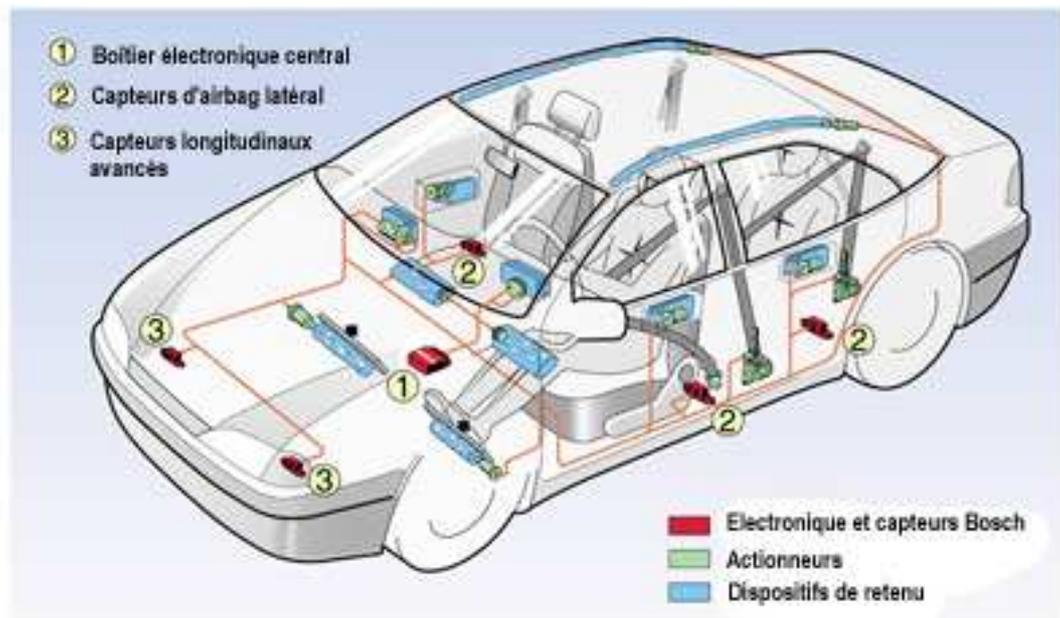


Le premier élément de la chaîne de commande de l'airbag est le système de détection de collision. Pour comprendre l'importance de cet élément, il faut savoir qu'il doit avoir la capacité de discerner une vraie collision d'un choc anodin en seulement 10 millisecondes. Cela a une importance vitale !

Il est évidemment hors de question de déclencher l'airbag pour " une touchette " lors d'un stationnement ou en raison d'un coup de marteau en atelier de carrosserie.



Le système de détection de collision ne va donc pas se limiter à mesurer un niveau de décélération, mais va aussi analyser son évolution (mécanisme rotatoire, tonneau,...) ainsi que les différents modules d'airbags qui vont être déclenchés. Les essais réalisés en laboratoire de crash-test permettent de connaître l'évolution de la décélération en fonction de l'écrasement du véhicule sur le mur. Cette courbe varie avec chaque véhicule selon les capacités d'absorption de chaque élément de la carrosserie : pare-chocs, traverses, sous-basement, fixations moteur.



BOSCH 

Hersteller von Airbag-Systemen (Patent: Bosch) Produkt-Nr. 1-K8-10088

Capteur d'Airbag - Bosch

Le capteur est généralement placé au centre du véhicule, dans la console. Les premiers étaient constitués d'une bille en acier écrasant un ressort sous l'effet de la collision. Le déplacement de la bille était mesuré par un système de contacteurs. Les capteurs actuellement utilisés ont largement recours à l'électronique et leur dimension ne dépasse pas deux centimètres. Ils mesurent le déplacement d'électrodes retenues par un ressort par rapport à d'autres fixes. Un autre système de mesure utilise le principe de la déformation d'un élément piézo-électrique.

Les informations du capteur sont ensuite traitées par un circuit électronique intégré dans le même boîtier. Si son programme électronique, un algorithme, déduit qu'il doit faire face à une collision nécessitant l'utilisation des airbags, il envoie alors un

courant alternatif de commande. Ce type de courant apporte de la sécurité au système et évite tout déclenchement dû à un court circuit ou une mauvaise manipulation.



3^{ème} génération de boîtier de commande d'airbags Bosch

Le boîtier électronique est électriquement autonome. Il dispose d'une réserve électrique contenue dans un condensateur, si l'alimentation est coupée pendant l'accident.

Le condensateur délivre l'énergie nécessaire au déclenchement 1 et 45 minutes après destruction de la batterie

4. Le coussin

Le coussin est une des seules pièces que vous devriez voir en cas d'accident (espérons plutôt lors d'un sauvetage et pas de l'airbag de votre voiture). Généralement, ce dernier est fabriqué en polyamide apprêté, dans des fibres nylon spéciales, en kevlar ou avec des renforts kevlar.

Le coussin est, dans la plus part des cas, enduit de talc pour le protéger. Celui-ci peut être source d'irritation due à une grande quantité de poussière lors du déploiement de l'airbag.

Durant sa phase inactive, le coussin est plié de façon à garantir une ouverture très rapide.



Airbag conducteur FORD

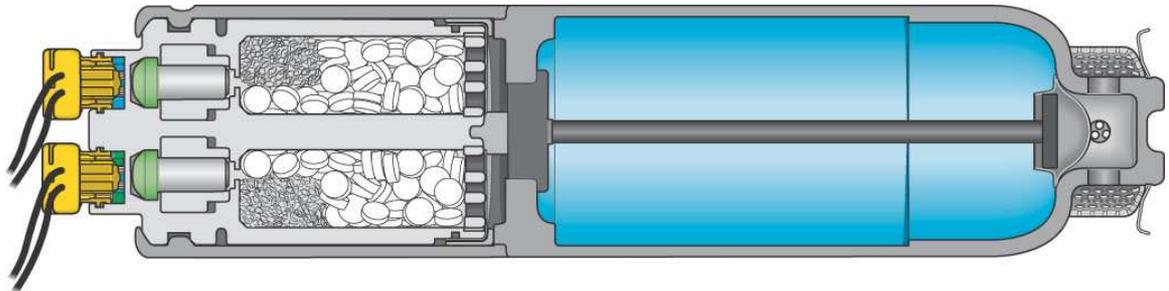
Durant sa phase de gonflage, le coussin sera soumis à une pression initiale de 4 bars afin de déchirer son couvercle.



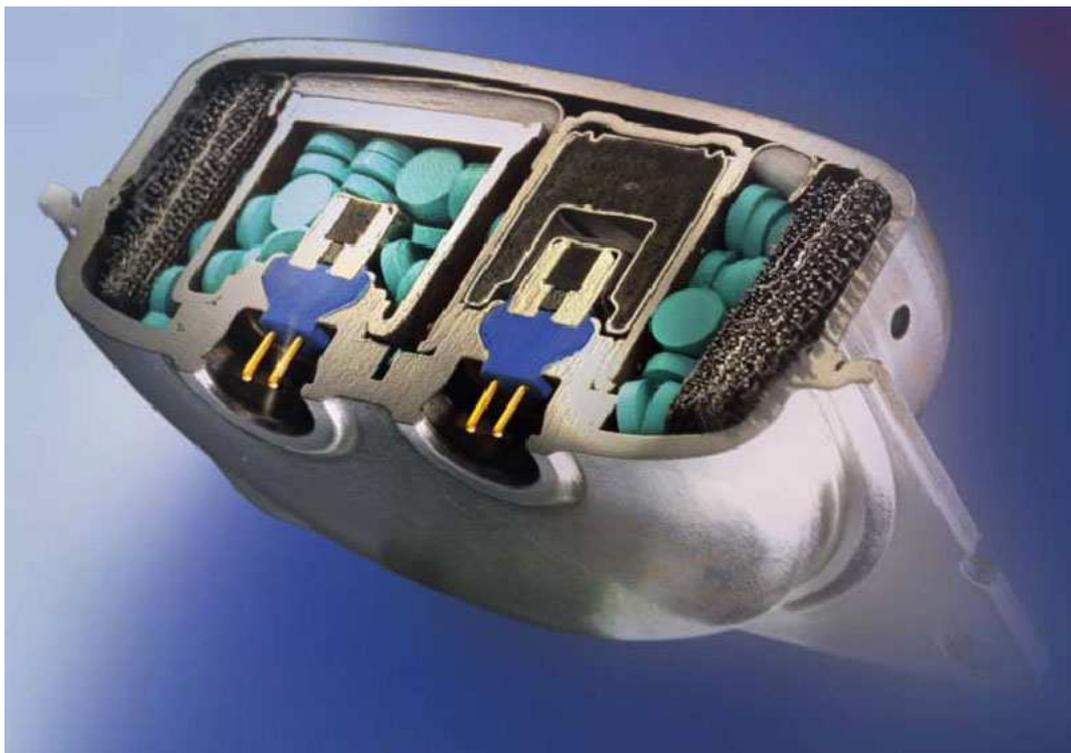
Airbag conducteur SEAT Ibiza

5. Les générateurs de gaz

Le générateur de gaz est de type pyrotechnique, hybride ou à gaz. Le premier est constitué d'un dé allumant un combustible solide sous forme de pastilles. Le gaz généré par la combustion se dilate vers l'airbag en traversant un dissipateur thermique. Cette technologie assure une rapidité de déploiement du coussin, de même qu'un grand volume de gaz. Elle est généralement utilisée pour les airbags frontaux.

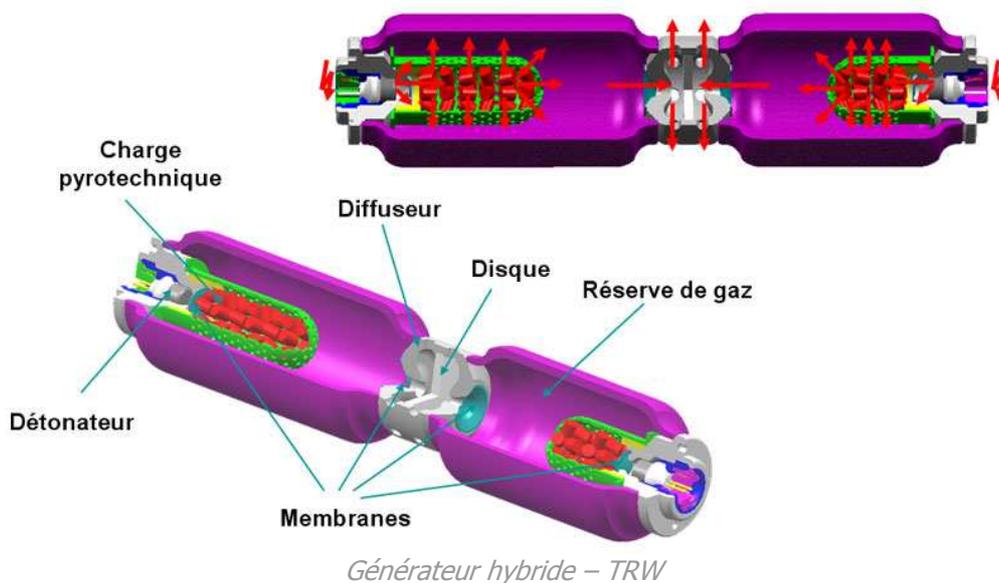


Générateur à gaz – AUDI



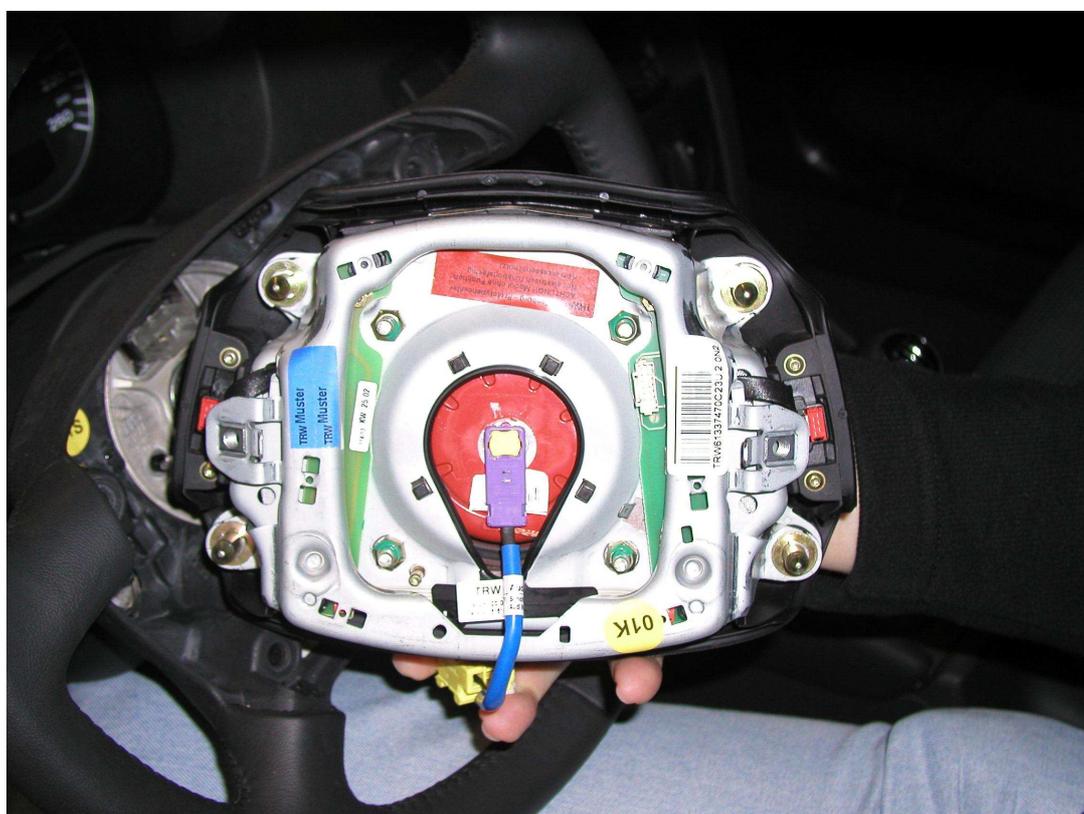
Double générateur de gaz intégré dans le volant – Autoliv

Le générateur à gaz chaud est composé d'un mélange d'hydrogène et d'air. Sa combustion génère un gaz chaud déployant le coussin.



Des systèmes hybrides ont aussi fait leur apparition depuis peu. Ils sont constitués d'un petit générateur de gaz et d'un volume de gaz comprimé à 200 bars (p.ex : 98% Ar et 2% He).

Le générateur à hélium à haute pression est le dernier système mis en service. Son avantage est de ne pas produire de chaleur. Le volume de l'airbag n'étant pas sensible au refroidissement, il est donc principalement employé pour des airbags devant rester plus longtemps gonflés, comme l'airbag rideau. Par exemple, Honda utilise ce type de générateur sur le modèle Accord et affirme que le déploiement de l'airbag rideau gagne en rapidité : il se déploie en 15 millièmes de seconde.



Airbag AUDI

6. Chimie de l'airbag

Pourquoi un chapitre sur la chimie des gaz utilisés pour le gonflage des airbags ???
Il est important de connaître les dangers des gaz produits lors du déploiement des airbags. Ces derniers ne sont pas aussi inoffensifs qu'on peut le croire. Etant donné que l'explosion se déroule en milieu fermé, la mise au point des matériaux utilisés a été développée en collaboration avec des toxicologues (Mercedes – Bayerne Chimie). Le but a été de composer un produit dégageant un gaz « inoffensif » ne risquant aucun empoisonnement des occupants du véhicule.

L'ensemble du chapitre suivant est complexe, mais peut aider à la compréhension des réactions chimiques mises en œuvre pour gonfler les coussins. Etant donné la complexité, il n'est pas nécessaire de tout retenir, mais il est inclus dans le présent document à titre d'information.

6.1 Pourquoi de la chimie dans un airbag?

La chimie est plus qu'importante dans l'airbag car c'est grâce à une série de réactions chimiques que va être assuré le déploiement de l'airbag. Plus en détails, le générateur de gaz (qui a pour fonction de gonfler l'airbag) contient des pastilles blanches (explosif). Une impulsion électrique transmise à un détonateur (l'allumeur électrique) va permettre d'enflammer les pastilles.

6.2 Présentation des composés utilisés.

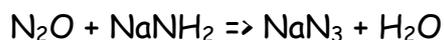
La charge pyrotechnique est souvent composée d'un réducteur d'azide de sodium (NaN_3) - propérgol solide - mélangé à du nitrate de potassium (KNO_3) et à de la silice (SiO_2). Il s'agit d'un composé ionique constitué de l'ion sodium Na^+ et de l'ion azoture N_3^- .

Les deux derniers composants permettent l'élimination de sodium formé pendant la réaction. Le courant électrique envoyé par le boîtier électronique enflamme les pastilles d'azide de sodium et d'oxydants. La réaction forme du diazote (N_2) ayant la capacité de développer le volume nécessaire au déploiement de l'airbag. Le dé produit un bruit court et fort mais sans danger (voir p.11).

NOM	FORMULE	COMMENTAIRE
azide de sodium	NaN_3	Composé réducteur . C'est le combustible du mélange
nitrate de potassium	$\text{K}(\text{NO})_3$	Composé oxydant
silice	SiO_2	Composé oxydant ; provoque la réaction de réarrangement

6.3 Comment produit-on l'azide de sodium ?

La fabrication de l'azide de sodium se fait en faisant réagir de l'oxyde de diazote avec de l'amidure de sodium suivant la réaction :



6.4. Les équations chimiques intervenant dans le processus.

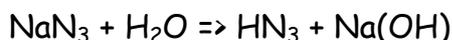
1. $2 \text{NaN}_3 \Rightarrow 2 \text{Na} + 3 \text{N}_2$ (à 300°C)
2. $10 \text{Na} + 2 \text{KNO}_3 \Rightarrow 5 \text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2$
3. $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{SiO}_2 \Rightarrow \text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4$

6.5 Explication des réactions.

[réaction 1.](#)

L'inflammation du NaN_3 entraîne une déflagration qui va libérer un volume pré calculé d'azote (N_2) qui va gonfler l'airbag. Seulement, en plus de libérer de l'azote, la réaction produit également du sodium métallique dont la propriété est de réagir très violemment avec l'eau. C'est pourquoi l'azide de sodium est mélangé avec deux autres produits oxydants qui vont permettre d'éliminer le sodium (en fait, le sodium va être transformé en un produit inoffensif).

Voici la réaction de l'azide de sodium avec l'eau :



Les produits formés lors de cette réaction sont l'acide hydrazoïque HN_3 et l'hydroxyde de sodium (aussi appelé soude) $\text{Na}(\text{OH})$.

[réaction 2.](#)

Le sodium produit par la réaction 1 va réagir avec le nitrate de potassium ; les produits de cette réaction sont de l'azote supplémentaire ainsi que deux solides : l'oxyde de potassium (K_2O) et l'oxyde de sodium (Na_2O).

[réaction 3.](#)

Les 2 oxydes formés lors de la réaction 2 vont alors réagir sur la silice pour former un sel de sodium et de potassium ($\text{K}_2\text{Na}_2\text{SiO}_4$) qui est une poudre de verre, c'est-à-dire un produit inoffensif, inerte et non inflammable).

6.6 Un gaz pas si inoffensif que cela

L'azide de sodium NaN_3 (dont la concentration maximale autorisée en environnement de travail est de $0,2\text{mg}/\text{m}^3$ d'air) est environ 30 fois plus toxique que l'arsenic (sa dose létale $DL50$ est de $27\text{mg}/\text{kg}$ chez les rats contre $763\text{mg}/\text{kg}$ pour l'arsenic et bien plus toxique que le cyanure de potassium (KCN), dont la concentration maximale autorisée en environnement de travail est de $5\text{mg}/\text{m}^3$ d'air.

Le principal danger lié aux airbags actuels provient de la présence de l'azide de sodium, produit hautement toxique placé dans chaque générateur de gaz donc sous chaque coussin gonflable (environ 100g d'azide de sodium pour chaque sac).

Dans un futur proche, nous pourrions nous attendre à un véritable problème de récupération et d'élimination des airbags usagés dans les centres de récupération et de recyclage des automobiles.

Un incident important concernant l'azide de sodium, très peu médiatisé, s'est déjà produit en France, en 1997, sur le port de Marseille; de l'eau de mer a pénétré à l'intérieur d'un cargo allemand transportant environ 12 tonnes de combustible solide pour générateur de gaz d'airbags; le combustible constitué d'environ 60% d'azide de sodium a aussitôt réagit avec l'eau entraînant la production de substances très dangereuses car très toxiques et très explosives!

Les autorités françaises ont ordonné au navire de stationner pour des raisons évidentes de sécurité à 10 kms des côtes marseillaises. Incapables d'effectuer seuls la décontamination du navire, les pompiers français ont du faire appel à l'aide de la brigade spécialisée anti-feu de la société chimique allemande BASF ...

(source <http://www.basf-ag.de>)

7. Danger acoustique

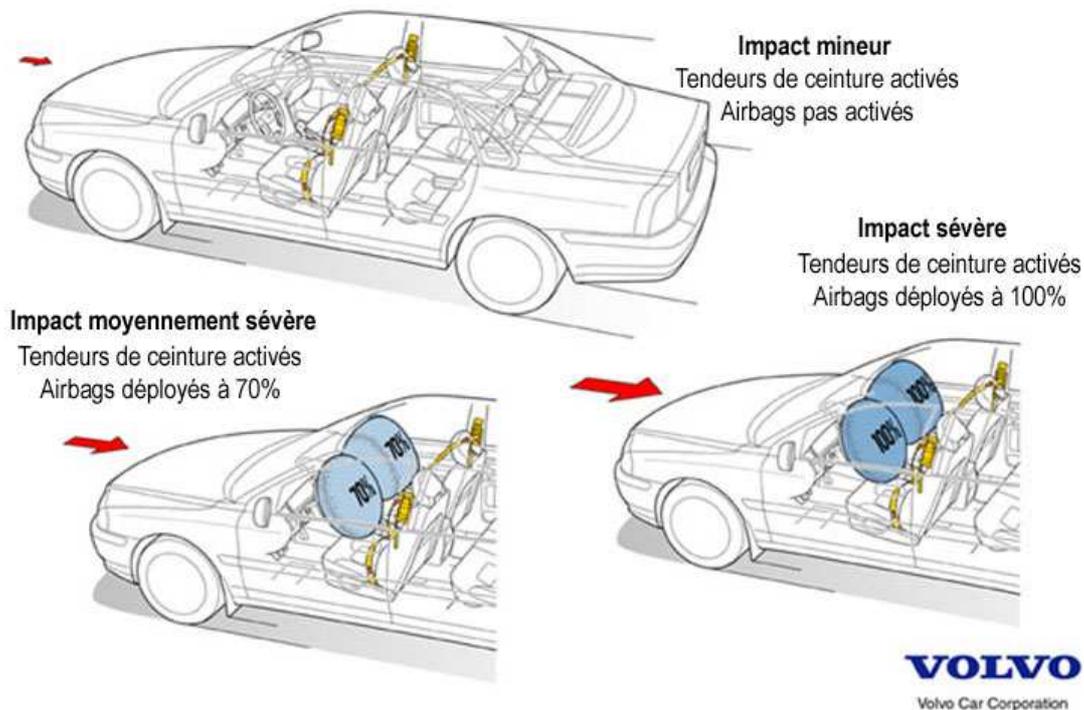
Lors de son déploiement, une détonation sera aussi perçue. **Celle-ci avoisine les 170 à 180 dB, mais sur une durée de 10 millisecondes.** Pour vérifier que tout irait bien, on testa le dispositif avec quinze canaris installés sur le siège conducteur. Mais ni le bruit, ni les gaz émis, ni la pression de l'airbag ne les empêchèrent de continuer à gazouiller joyeusement.

A savoir que **l'intensité** des sons ou **niveau sonore**, est exprimée en décibels (dB). L'échelle va de 0 à 120 dB (seuil de douleur), mais certaines sources émettent des niveaux supérieurs à 120 dB pouvant aller jusqu'à 200 dB.



8. Le double niveau de déploiement

Airbag à double déploiement

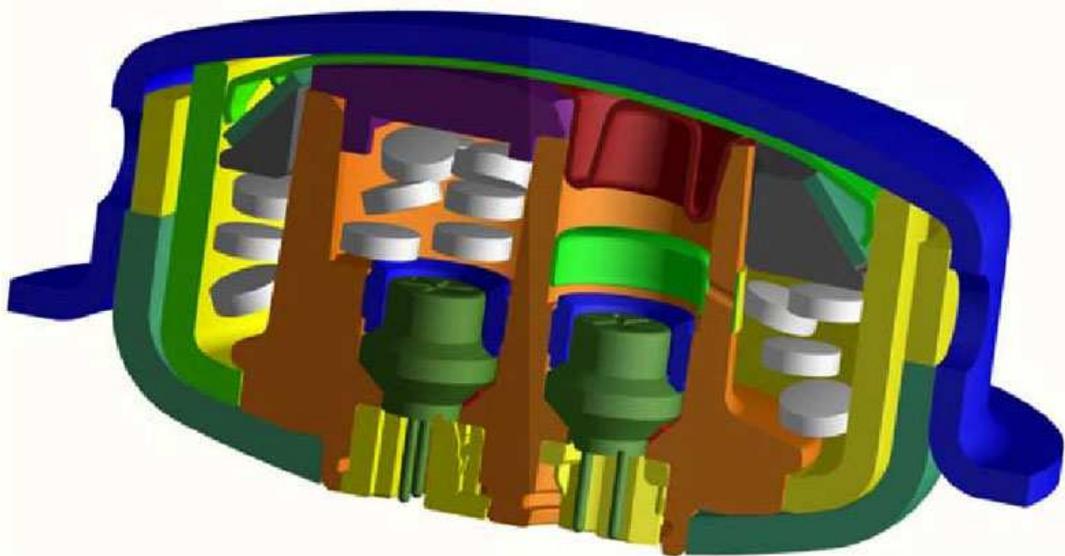


La mise au point de l'airbag s'appuie donc sur des valeurs moyennes de l'intensité de la collision, de la taille et du poids du passager ou de la position de son siège. Améliorer l'efficacité du système impose de sortir des valeurs moyennes et d'adapter l'airbag à plus de critères.



Airbag à double déploiement

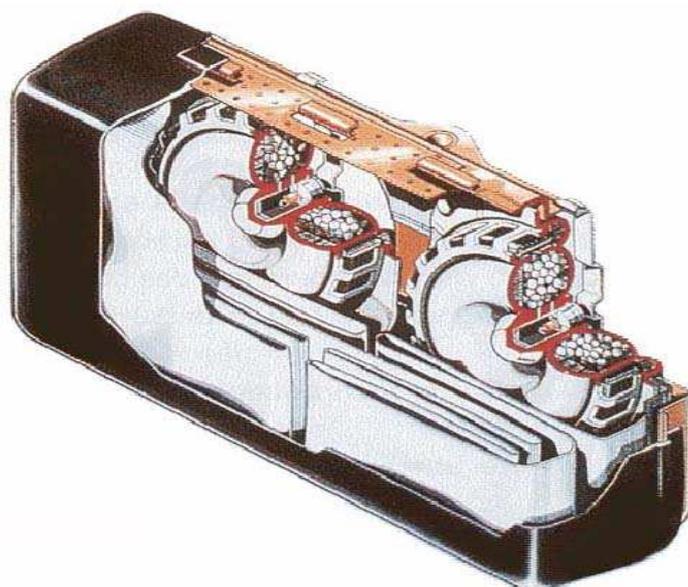
La première grande évolution fût l'airbag à double déploiement, aussi appelé smart-airbag. Cette technologie permet d'adapter le volume du sac en fonction de la sévérité du choc, et, si l'équipement le permet, selon la position du siège, de l'inclinaison du dossier ainsi que de la hauteur du volant si ce dernier est réglable.



Airbag de volant équipé de deux générateurs de gaz

L'airbag est, pour cela, équipé de deux charges pyrotechniques. Les valeurs couramment utilisées permettent un déploiement de l'airbag à 70% ou 100% de son volume.

Par exemple, Mercedes a déterminé 4 catégories de poids (1 à 30 kg, 31 à 50 kg, 51 à 70 kg et au-delà de 70 kg) et plusieurs autres critères de déclenchement d'airbag. Ainsi, dans le cas d'une faible collision, le 2^{ème} niveau de déploiement d'airbag peut, tout de même, être déclenché si le poids du passager est élevé pour lui assurer une meilleure protection.

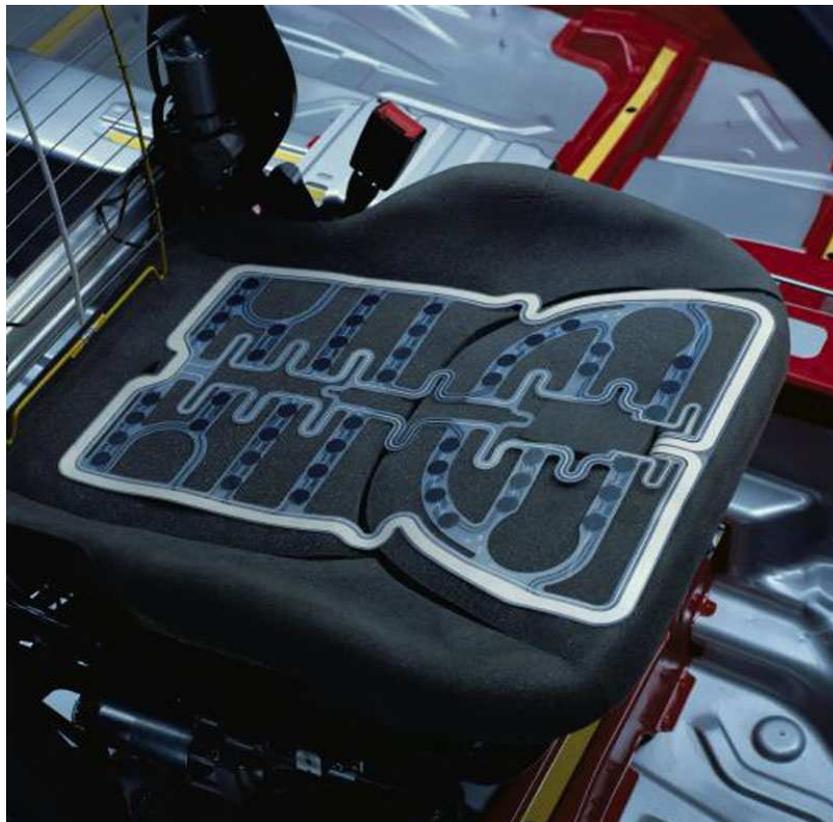


9. La détection d'occupation du siège et la mesure de morphologie



Système de neutralisation de l'airbag passager sur Peugeot

Le déploiement de l'airbag est à haut risque pour une personne de petite taille ou un bébé assis dans un siège enfant en raison, respectivement, de la position qu'il prendrait lors de la collision et de l'encombrement. Le siège du passager avant est donc généralement pourvu d'un système de verrouillage des airbags, frontal et latéral.

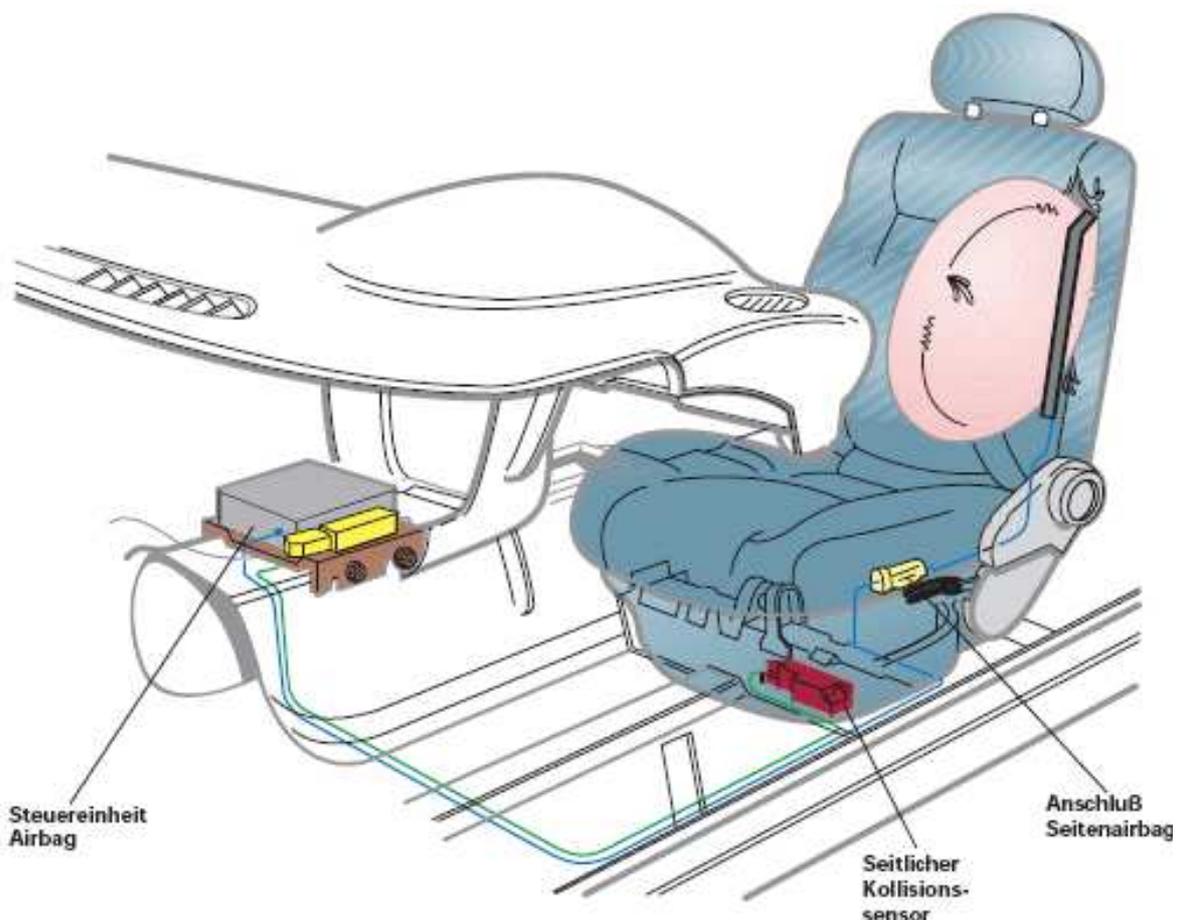


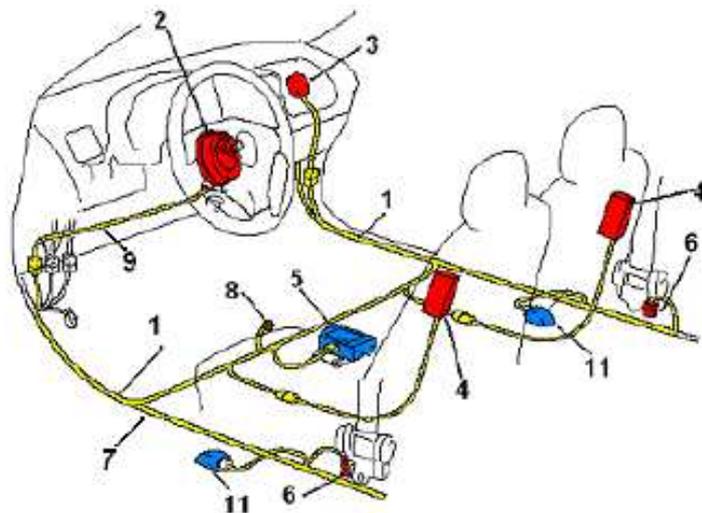
Tapis de mesure du poids et de sa répartition - Mercedes

Un système de mesure de la morphologie du passager est commercialisé sur quelques véhicules récents. Le système consiste en un tapis de capteurs de poids inséré dans l'assise du siège. Ce tapis détermine bien sûr le poids total de la personne assise, mais fait aussi l'estimation de sa taille en mesurant la distance entre les os fessiers (os iliaques). Un traitement des mesures détermine ensuite le niveau de déploiement du sac. Chez Mercedes – Benz, le capteur de siège effectue une mesure toutes les 2,5 sec et le signal d'occupation est maintenu 40 sec après que le passager ai quitté sa place.

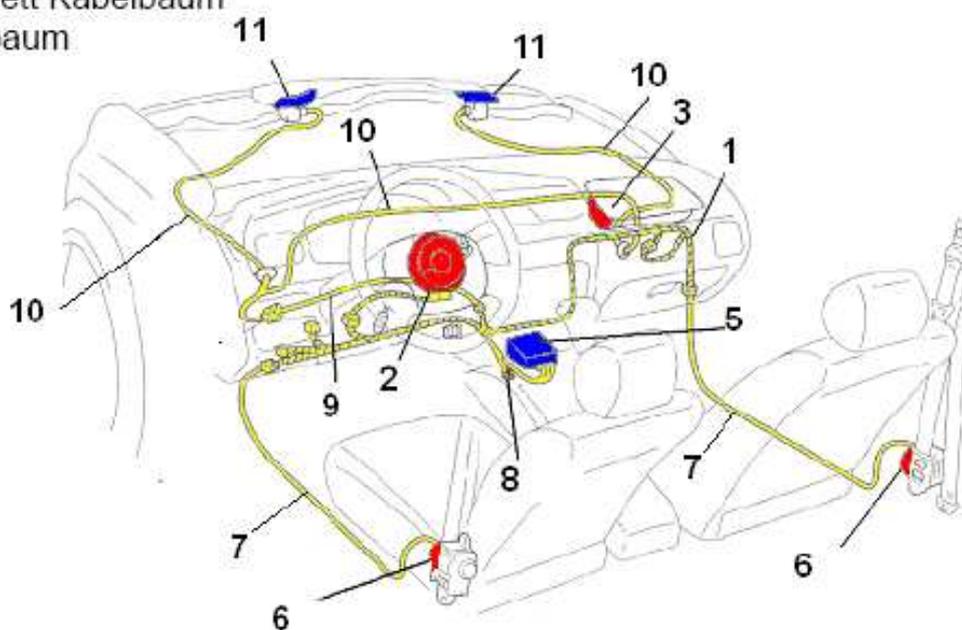
D'autres technologies de mesure de la morphologie du passager sont en développement. Elles utilisent soit des capteurs à infrarouge, soit un système de caméras stéréo. Ce dernier permet la comparaison des images de chaque caméra et estime les positions exactes des passagers. Dans certains cas le siège enfant sera muni d'une puce électronique. Dans ce cas, Mazda, Röhmer ainsi que d'autres marques, équipe leurs de siège auto de puce électronique. Si le système de sécurité détecte la présence d'une puce, l'airbag du siège passager sera automatiquement déconnecté (la plupart des voitures ont déjà un système de déconnexion manuel à clé).

L'équipementier TRW annonce que le système de caméra sera, de plus, économiquement performant car il remplacera les capteurs de poids et de position des sièges et de tendeur de ceinture. La commercialisation est annoncée à partir de l'année 2007.





1. Airbag Kabelbaum
2. Fahrer Airbagmodul
3. Beifahrer Airbagmodul
4. Seiten Airbagmodul
5. Airbag Steuergerät
6. Gurtstraffer
7. Gurtstraffer Kabelbaum
8. Masse für Airbagsystem
9. Armaturenbrett Kabelbaum
10. Hauptkabelbaum
11. Sensoren



Capteurs sur Suzuki

1. Câble de commande d'airbag
2. Module d'airbag conducteur
3. Module d'airbag passager
4. Module d'airbag latéral
5. Module de commande d'airbag
6. Prétensionneur de ceinture
7. Câble de commande du prétensionneur de ceinture
8. Masse pour le module de commande des airbags
- 9.
10. Câble de commande principal
11. Senseur

10. Les différents types d'airbag



*Combien d'airbags dans la Peugeot 407 ?
9 airbags : 2 frontaux, 4 latéraux, 2 rideaux et 1 genou.*

10.1. L'airbag frontal



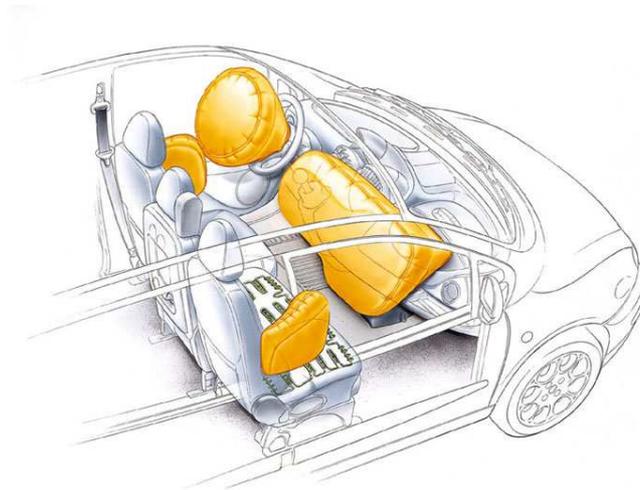
Détail d'un airbag de volant - générateur de gaz, sac, couvercle et faisceau électrique.

L'airbag frontal évite que la tête heurte le volant ou la planche de bord. Il réduit le risque de décès respectivement de 25% et 20%. Il est constitué d'un sac et d'une charge pyrotechnique. Le sac est plié à l'intérieur du logement central du volant ou dans un boîtier du tableau de bord côté passager. Il est en nylon renforcé par de la fibre métallique. Dans le passé, chaque couche était recouverte de talc pour éviter un échauffement et un meilleur glissement lors du rapide déploiement.

Son volume varie de 35 à 70 litres pour le conducteur et de 60 à 160 litres pour le passager. La vitesse de déploiement du sac dépasse les 200 km/h.

Le logement de l'airbag, dans le volant ou le tableau de bord, est " entaillé " pour se déchirer sous la pression du gaz et libérer le sac, même si quelques récentes voitures telles que les BMW Série 1 et Citroën C4 ont montré que l'entaille pouvait être dorénavant invisible.

Le coussin est percé de trous, appelé événements, sur sa face arrière pour le dégonflage. La taille des événements est calibrée pour ne pas gêner le gonflage et respecter la durée de dégonflage nécessaire (0,2 seconde). Leurs positions sont aussi soigneusement étudiées pour ne pas brûler les mains lors de l'évacuation des gaz chauds



Sur une Fiat Multipla, l'airbag frontal est dimensionné pour la protection de 2 passagers

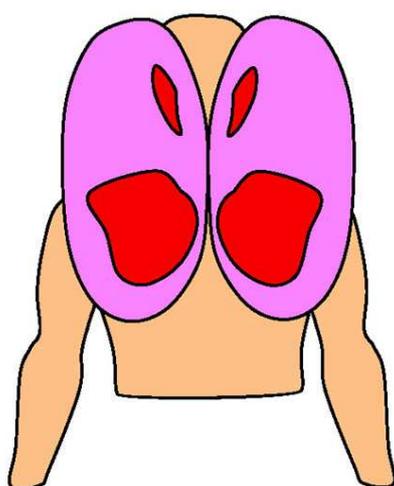


10.2. L'airbag frontal asymétrique

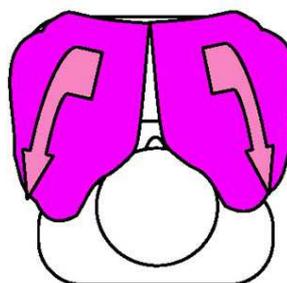


Toyota a annoncé une nouvelle avancée en terme de sécurité passive, l'airbag à double coussin, qu'il ne faut pas confondre avec les systèmes actuels à double déploiement.

Le nouveau système Toyota est constitué de deux volumes, droite et gauche, se gonflant simultanément. Son intérêt est une meilleure distribution des forces de la collision sur l'occupant et ainsi de réduire les risques de blessure. Dessiné pour les passagers avant, il crée une dépression en son centre pendant son déploiement. Ses multiples surfaces répartissent ainsi l'effort de ralentissement de meilleure façon sur la tête et les épaules.



Vue avant



Vue de dessus

L'airbag à double coussin a débuté sa commercialisation en été 2005 au Japon sur quelques modèles Lexus.

10.3. L'airbag latéral



20% des collisions percutent le véhicule sur le côté. Un airbag latéral protège le bassin, l'abdomen et parfois la tête. Il réduit de 20% le risque de blessure grave en cas de collision par le côté. Il est monté soit dans la portière, soit dans le dossier 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.



Airbag latéral de BMW 5

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 à 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.

L'airbag latéral est dégonflé après 0,2 secondes. Son volume varie entre 10 et 15 litres.

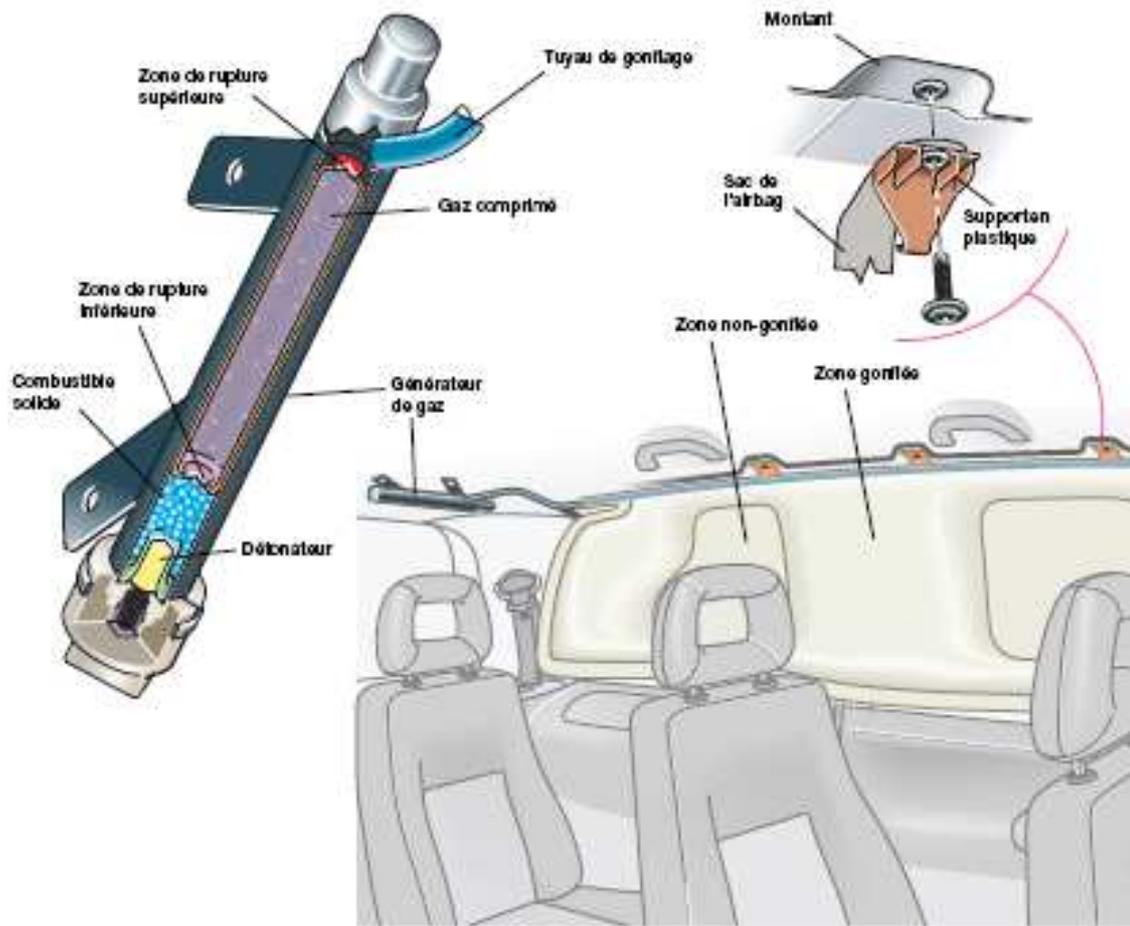


10.4. L'airbag rideau



L'airbag rideau de la Honda Accord se déploie en seulement 15 millisecondes

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.



Airbag rideau sur SEAT Alhambra



La vitesse de déploiement est de 40 à 50 millisecondes. Les zones protégeant des montants de portes sont parfois 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.

Certains 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.



1

2

- 1 – Orientation de l'expansion des gaz pour le coussin arrière
- 2 – Orientation de l'expansion des gaz pour le coussin avant



Airbag rideau sur Volvo



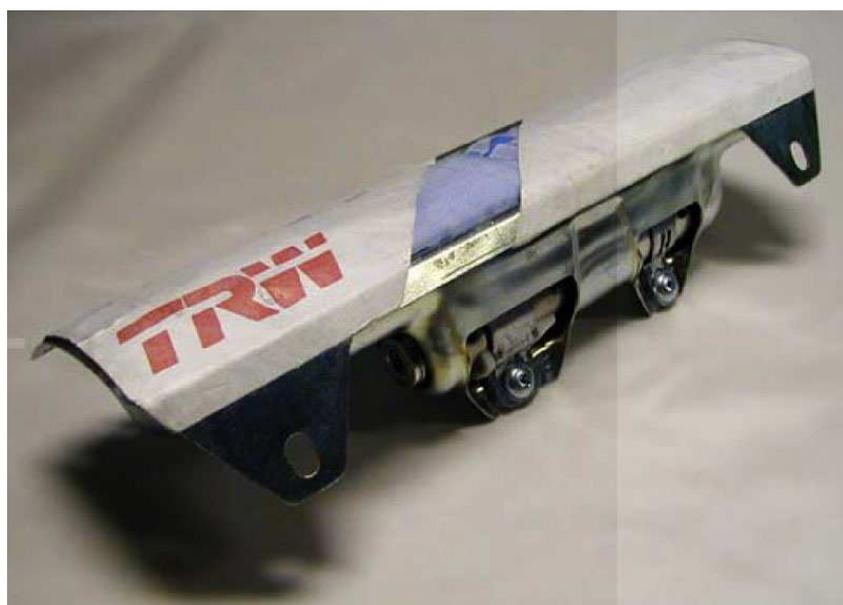
10.5. L'airbag genoux

D'un volume de 18 litres, il est placé sous le volant et se déploie pour protéger les genoux et les jambes de certains objets du tableau de bord comme la clé de contact ou la colonne de direction. De plus, il réduit le glissement du corps sous la ceinture.

La BMW Série 7 l'a proposé, en première mondiale, au marché américain pour répondre au faible taux de port de la ceinture de sécurité.



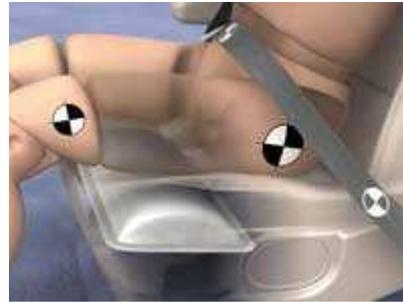
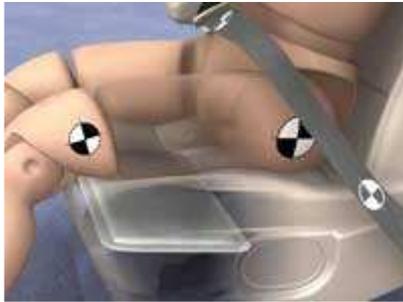
Aujourd'hui, seuls quelques modèles proposent cet équipement : BMW série 7, Toyota Avensis, Peugeot 407, Citroën C5,



Boîtier d'airbag genoux fabriqué par TRW

10.6. L'airbag anti-glisement

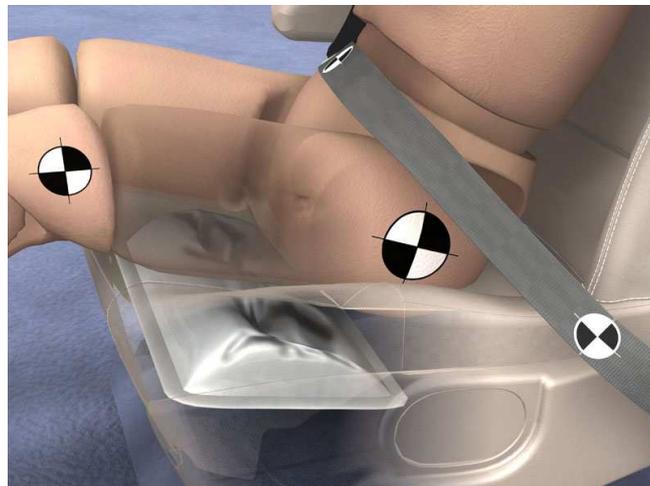
L'airbag anti-glisement a fait son apparition, en première mondiale, sur la Renault Coupé Megane en 2002.



Renault a développé et mis au point cet airbag pour assurer le même niveau de protection que dans la Berline équipée du double tendeur de ceinture. Il se déploie en deux phases :

Le générateur gonfle l'airbag métallique qui comprime la mousse de l'assise. Sous l'effet de la collision, l'occupant se déplace vers l'avant.

L'airbag se déforme pour épouser la forme du bassin de l'occupant. La pression dans l'airbag est maintenue constante au cours du choc grâce au déchirement de l'évent situé sous le module. Il évite le déplacement et la rotation du bassin.



L'airbag anti-glisement d'une Renault Megane Coupé

L'airbag anti-glisement est constitué de deux tôles d'acier d'environ 0,3 mm d'épaisseur, soudées entre elles, et formant un volume de 5 litres en position déployée. Il remplace la tôle passive du système anti-sousmarinage.

L'airbag anti-glisement a été breveté par la société suédoise Autoliv.

10.7. L'airbag de tête pour cabriolet



L'airbag rideau étant logé dans le rebord latéral du toit, il est donc impossible d'en équiper un cabriolet qui ne dispose pas de toit fixe.

Ce problème est depuis peu résolu en installant un airbag rideau à l'envers et en le logeant à l'intérieur du panneau de portière. En cas d'impact latéral, l'airbag se gonfle et se déploie vers le haut. Comme pour le modèle monté dans le toit, l'airbag se déploie en une fraction de seconde et peut ainsi s'insérer de façon optimale entre la fenêtre latérale et la tête du passager.



Airbag de tête sur Porsche Carrera S



Airbag de tête Volvo C70

Cet airbag de tête, monté dans la portière, est doté d'un design extra-rigide qui le maintient droit. Cette rigidité est due à de doubles rangées verticales de cellules légèrement décalées les unes par rapport aux autres. L'airbag de tête protège le passager même si la fenêtre latérale est ouverte ou cassée. Pour offrir une protection même en cas de tonneau, cet airbag se dégonfle lentement.

10.8. L'airbag pour piéton

Les constructeurs travaillent sur différents concepts de protection des piétons lors d'une collision. De construction simple, l'orientation qui semble l'emporter est une augmentation de la distance séparant le capot du moteur pour un meilleur amortissement du choc.



Protection des piétons chez Ford

Mais les études portent aussi sur des airbags extérieurs. Le constructeur Ford a présenté une étude sur un SUV américain. Un airbag se déploie sur l'avant du véhicule pour protéger les jambes et un autre pour la protection de la tête. Ce dernier est logé devant le pare-brise et se détend vers le capot moteur.

10.9. L'airbag de ceinture



Airbag ceinture chez Honda

Les constructeurs et équipementiers travaillent aussi sur la ceinture de sécurité équipée d'un airbag : l'air-belt. L'objectif est la réduction de la pression de la ceinture sur les côtes, la clavicule et la cage thoracique. L'airbag augmente la surface de contact avec le corps et devrait réduire ce type de lésions.

10.10. L'airbag motard



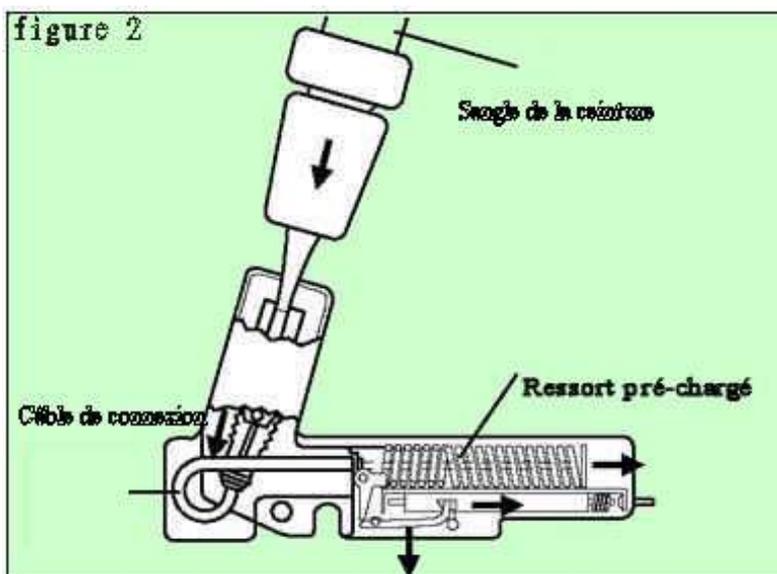
Honda Goldwing 1800

10.11. Le rétracteur de ceinture

Ceci a pour but de rétracter la ceinture de sécurité des places avant d'environ 150mm, de façon à éliminer le jeu entre les ceintures et le corps des passagers. Les prétensionneurs sont formé de tube générateur de gaz, d'un boîtier de détection des chocs (parfois relié au même détecteur de choc des airbags), d'une poulie de renvoi et d'une chambre de chasse. En cas d'accident, le boîtier de détection des chocs, après analyse, envoie une impulsion à l'allumeur. Les gaz de combustion exercent une pression qui pousse le piston dans la chambre entraînant avec lui le dispositif de verrouillage de ceinture.

Ils sont activés si les forces d'accélération et de décélération longitudinales apparaissent lors d'une collision frontale ou arrière sont suffisamment élevées. Ils sont aussi activés dans le cas de retournement autour de l'axe longitudinal (si le véhicule est équipé de capteur de retournement), ainsi que de collisions latérales, du côté opposé au choc. Ils ne sont actif que lorsque la boucle de ceinture est enclenchée.

Lors d'un choc de faible importance, seul le prétensionneur peut être déclenché.

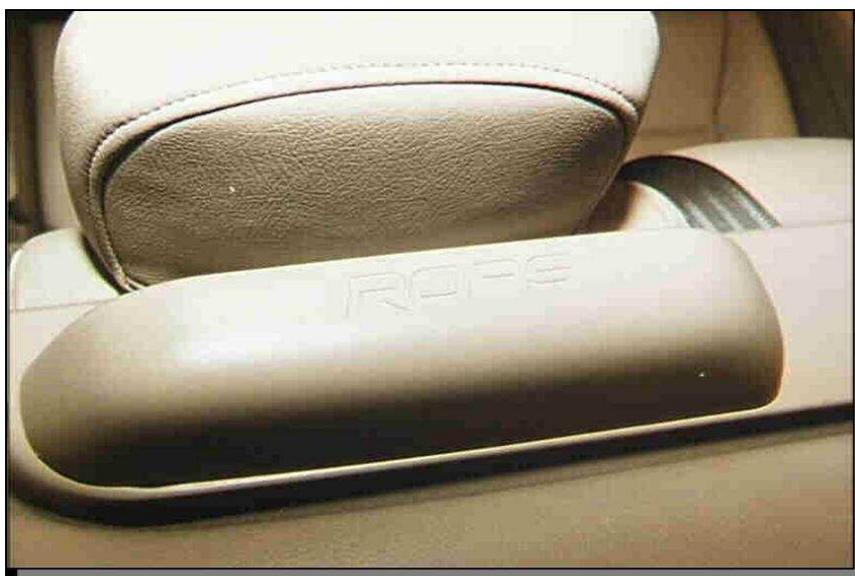


Il est très important de se rappeler que l'airbag ne sert qu'une seule fois ! Si le véhicule est entraîné dans une collision en chaîne, sa protection frontale n'aura été efficace qu'au premier impact, mais pas lors des chocs suivants. Ce détail peut se révéler important pour les intervenants pré hospitaliers.

Après un déclenchement d'airbag, le système d'airbag contenu dans le volant et le tableau de bord ainsi que les capteurs sont aussi à remplacer. Mais, étant donné que la structure du châssis (souvent autoporteur) sert d'absorbeur de chocs, elle est donc fortement déformée et le véhicule est souvent jugé économiquement irréparable dans ce cas.

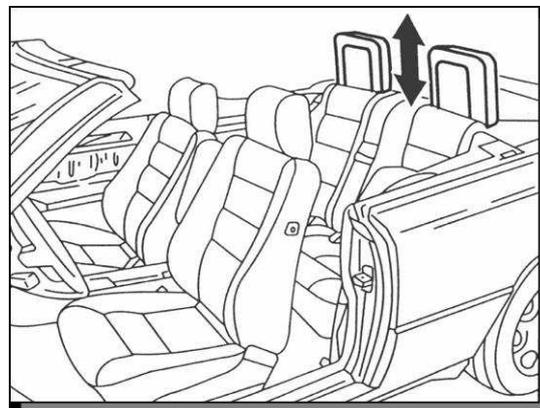
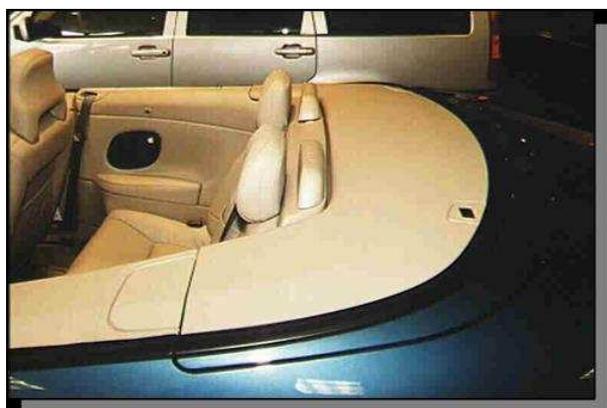
10.12. Le système ROPS

Arceau de sécurité à déploiement automatique



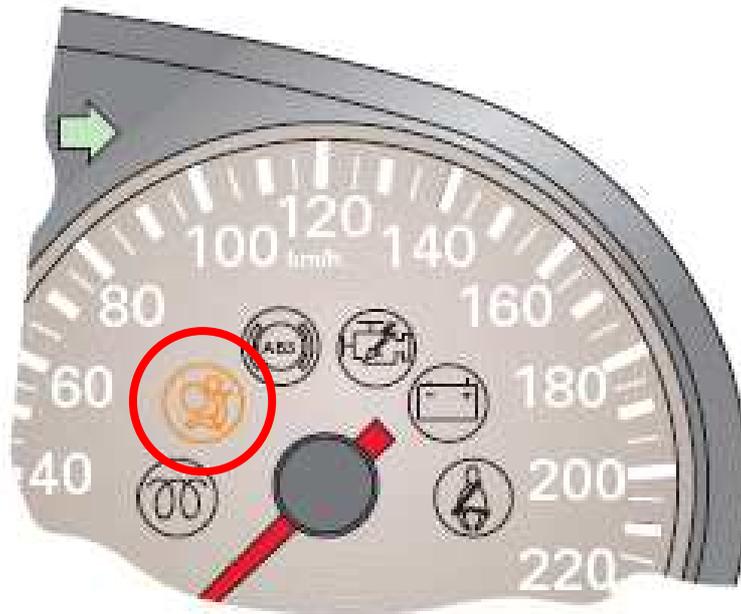
Les arceaux de sécurité à déploiement automatique servent à protéger les passagers de cabriolets en cas de renversement du véhicule; ils permettent de prévenir des blessures graves en augmentant la distance entre la tête des occupants du véhicule et le sol. Contrairement aux arceaux de sécurité conventionnels qui sont fixés directement à la carrosserie du véhicule, les arceaux de sécurité à déclenchement automatique se relèvent, au besoin, grâce à un appareil de commande. La position finale est obtenue en une fraction de seconde. Ces derniers sont soit intégrés dans les appuie-tête ou montés derrière les appuie-tête.

Sur les Mercedes-Benz SL par exemple, les arceaux de sécurité se déclenchent lors d'une accélération du véhicule supérieure à 4 g ou si l'inclinaison dépasse 22°. Il faut donc être très prudent lorsque les travaux nécessitent le levage du véhicule.



11. Quelques règles de sécurité pour le conducteur

- La position de conduite doit être adaptée. A savoir ne pas conduire près du volant (à environ 25 cm)
- Lors de la mise en contact, le système d'airbag est testé. Il est conseillé de ne pas se pencher vers le volant ou la serrure.



- Il est recommandé de ne pas conduire avec les pouces à l'intérieur du volant, mais de les laisser sur la surface « visible » car il peut en résulter des fractures des doigts.
- JAMAIS de siège bébé à l'avant avec un airbag passager actif.
- Ne pas avoir de cigarette, cigare ou pipe dans la bouche. (Risques de brûlures)

12. Comportement des intervenants lors d'accidents

Les secours aux victimes doivent avoir la priorité absolue et doivent commencer immédiatement

Priorité aux victimes. Oui, mais en gardant à l'esprit que tout airbag que vous ne pouvez voir, est potentiellement un airbag qui peut se déclencher à n'importe quel moment. Il est nécessaire d'observer la plus grande prudence lors de la pénétration dans le véhicule pour porter secours. Notamment pour l'ambulancier qui a la tâche d'effectuer le maintien de la tête du conducteur. Ce dernier ne doit en aucun cas se retrouver entre l'airbag et la victime si l'airbag n'est pas sorti. Il est judicieux d'effectuer le maintien de la tête depuis la place arrière tant que la protection anti-ouverture n'as pas été mise. Veillez à ne rien laisser sur le tableau de bord du côté passager. Ceci évitera de la projection de votre équipement en cas de déclenchement.

12.1 Règles générales de comportement

A	Attention au maintien des distances (30 – 60 – 90)
I	Intérieur du véhicule à EXPLORER
R	Rendre attentif le personnel de sauvetage
B	Batterie(s) à DEBRANCHER
A	Arracher les revêtements intérieurs
G	Gare au danger des composants des airbags

Les différents systèmes de sécurités ne représentent pas toujours un risque pour les intervenants, mais ne sont pas non plus exempts de risques.

Lors de l'approche d'un véhicule accidenté, le secouriste devra assurer sa propre sécurité par le port de l'équipement complet de sécurité (casque, gants, lunettes, vêtement adapté) ainsi que la sécurité du site à l'aide d'un extincteur. Il est aussi judicieux, de caler le véhicule ou de le stabiliser.

Dans la mesure du possible, débrancher les deux câbles de la ou des batterie(s) et contrôler qu'il n'y a plus de tension. Débrancher la ou les batterie(s) est depuis toujours l'unique mesure qui permette effectivement de désactiver la majeure partie des systèmes d'airbags. De plus, le débranchement de la ou les batterie(s) est de toute manière recommandé après un accident grave de la circulation, pour des raisons de protection incendie.

Mercedes – Benz assure que les dispositifs de sécurités ne peuvent plus être déclenchés par les capteurs d'airbag après la déconnexion de la batterie

Malheureusement, en présence de véhicules modernes surtout, les forces de sauvetage sont souvent confrontées au problème de la localisation des batteries qui peuvent être sous le capot moteur, dans le coffre, sous la banquette arrière...

En cas de feu dans l'habitacle, il peut s'ensuivre une activation des générateurs de gaz non déclenchés des airbags ou des rétracteurs de ceintures pyrotechniques.

De part sa conception, un générateur de gaz s'allume dès que sa température interne atteint 160 – 180°C. Dans un tel cas, l'allumeur et le carburant solide brûlent sans détruire le générateur de gaz. Lors de la combustion, une certaine quantité de gaz est libérée à une pression constante.

Une précaution particulière doit être faite lors de la découpe d'un véhicule. Les airbags rideaux sont équipés générateur de gaz sous pression. En cas de sectionnement, les gaz peuvent s'échapper de façon explosive.

Actuellement, les constructeurs automobiles éditent des guides à l'intention des services de sauvetages. Ils décrivent les points dangereux (Airbag, arceaux, alimentation en gaz [CNG ou GPL], alimentation phares Xénon, câbles d'alimentation HT [200 – 450V] des voitures électriques ou bi-modes) ainsi que les points de découpe pour la désincarcération. Il existe les mêmes documents pour les poids lourds, car de plus en plus de camions sont équipés des mêmes systèmes de sécurités que les voitures.

12.2. Les dispositifs anti-ouverture



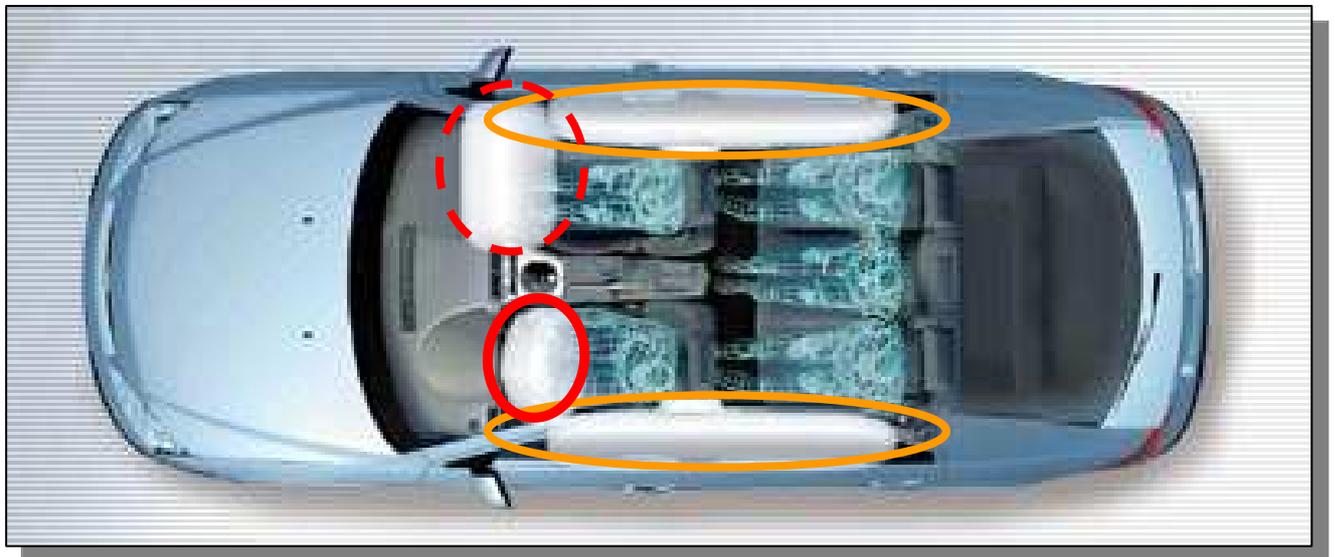
Si l'accès à l'alimentation (batterie) n'est pas possible, il est important de mettre une protection anti-ouverture de l'airbag.

Cet accessoire est valable pour le volant. L'airbag passager est rarement sécurisé à l'aide d'un tel dispositif car trop compliqué et trop long à mettre en oeuvre.

Quand aux autres types d'airbags, aucun système n'est conçu du fait du faible volume et de l'énergie délivrée pour le déploiement des coussins.



12.3. Les distances de sécurité



30 cm des airbags latéraux
60 cm de l'airbag conducteur
90 cm de l'airbag passager

Le premier intervenant ne devra pas oublier d'explorer l'intérieur du véhicule accidenté. Il doit impérativement rechercher les systèmes de sécurité présents.

La recherche se fera de l'extérieur à l'intérieur. De la porte du conducteur aux passagers, sur les flancs du tableau de bord, sur le montants du pare-brise, en dessus des portes, sur les sièges, sur le volant, etc... Il ne faut pas hésiter à ôter les revêtements intérieurs et composants d'airbag.

Si pour des raisons médicales, le véhicule doit être dépaillonné, les emplacements du découpage du véhicule accidenté doivent être discutés avec le chef d'intervention pompier.

Une attention particulière devra être observée lors d'un feu de voiture. Tous les airbags non déployés vont sauter lorsque le module de contrôle atteint 175 degrés et les vitres, si elles sont encore en place, vont être projetées contre les intervenants.

Seuls les airbags dont le gonflage est nécessaire se déclenchent en cas d'accident.

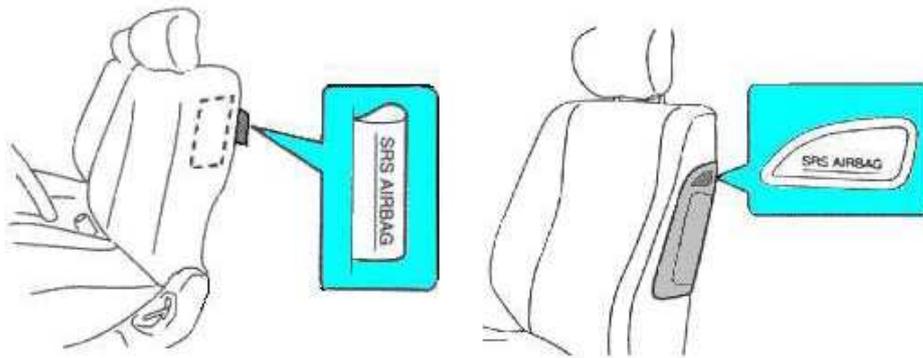
Il en découle que, lors de tout accident, il faut compter avec la présence de systèmes d'airbags non activés!

12.4. Les symboles

Il existe actuellement de nombreuses abréviations pour les systèmes de sécurité. Chaque constructeur a les siennes, mais pour des raisons évidentes de sécurité, ces derniers sont obligés d'identifier les systèmes de sécurités dans les véhicules par des autocollants ou des marquages spécifiques. (voir lexique en fin de document)

- ▶ **RS**
- ▶ **SRS**
- ▶ **AIRBAG**
- ▶ **SRS-AIRBAG**
- ▶ **SIR**
- ▶ **SIPS**
- ▶ **HPS**
- ▶ **IC**





13. Lexique des abréviations :

A.R.T.S. (Adaptive Restraint Technology System)

Quatre capteurs à ultrasons, associé à un capteur de poids implanté dans le siège, déterminent la position exacte du passager avant. Le système de protection différencié A.R.T.S Jaguar exploite les données des capteurs pour définir le degré de déploiement des airbags le mieux adapté afin de garantir aux occupants une protection optimum.

I.D. (Impact Depending System)

Le système ID BMW permet aux coussins gonflables de sécurité de se gonfler de manière variable en fonction de l'intensité du choc.

ITS

En combinant le coussin gonflable de sécurité ITS pour la tête et le coussin gonflable de sécurité latéral, BMW offre de série aux conducteurs et aux passagers un système de protection latérale.

Procoten

Système Audi de volant rétractable pour éviter en cas de choc frontal que le conducteur se blesse sur le volant.

PRS (Pedal Release System)

Système de pédalier rétractable en cas de choc frontal.

SRS (Supplemental Restraint System)

Système de Retenue Supplémentaire : Airbags chez Mercedes

SIPS (Side Impact Protection System)

Le choc latéral est plus difficile à réaliser que le choc frontal ou arrière, car il n'y a pas ou très peu de zone de déformation. Des barres de renfort ont ainsi été ajoutées dans les portes, ainsi que des *padding*s, qui absorbent une partie de l'énergie. La structure du véhicule est en outre conçue pour que l'énergie soit transmise depuis le point de choc vers le reste du véhicule.

C'est par exemple le SIPS (Side Impact Protection System) de Volvo, qui sous l'effet d'un choc latéral permet un transfert de l'énergie via les longerons et renforts de la carrosserie. Au résultat, la voiture prend une forme de banane.

HPS (Head Protection System)

Advanced Head Protection System. BMW. Système de protection passive combinant des airbags latéraux de protection de la tête et des airbags de toit. Ce dernier peut rester gonflé pendant 7 secondes, protégeant ainsi les passagers pendant un tonneau.

IC (Inflatable Curtain) Rideaux latéraux gonflables

Le système IC, une exclusivité Volvo, se compose de deux "rideaux de protection" qui se gonflent en 25 millièmes de seconde pour protéger les vitres latérales avant et arrière. Ils absorbent pas moins de 75 % de l'énergie de la tête des occupants lorsqu'elle est rejetée sur le côté. Les rideaux gonflables réduisent également le risque d'éjection partielle des occupants au travers d'une vitre latérale.

Système WHIPS (Whiplash Protection Seating System).

En cas de choc, les sièges avant, y compris le dossier et l'appuie-tête, reculent et basculent légèrement vers l'arrière pour réduire la violence de l'impact et le risque de coup du lapin. Ils protègent nettement mieux la nuque et le dos en cas de collision arrière.

Le système ROPS (Rollover Protection System).

Protège les occupants des Volvo C70 Cabriolet et des Volvo XC90 en cas de tonneau.

14. Sources :

- **FSSP** : Conséquences des dispositifs modernes de sécurité pour les interventions des sapeurs-pompiers et des services de sauvetage : <http://www.swissfire.ch>
- **SSI Lausanne / CESU** : Formation continue des ambulanciers Vaudois
- Le magazine des pompiers de Suisse Romande - Gestes et techniques : <http://www.mpsr.ch/modules.php?name=News&file=article&sid=16>
- **AUDI (AMAG)** : Introduction technique 05/04 VK-35
- **AUDI (AMAG)** : SSP No 66, Front- und Seitenairbags
- **AUDI** : Rettung und Bergung nach Unfällen aus Audi Fahrzeugen
- **VW**: Service Training VK 21, Grundausbildung, Arbeiten an Airbag- und Gurtstraffer-Modulen
- **SEAT (AMAG)** : Airbag de tête, Cahier didactique n° 94
- **Ford Motor Compagny Switzerland** : Bulletin Technique
- **Mercedes** : Guide pour service de secours VP, Edition 2005
- **Volvo** : Emplacement des composants de sécurité
- **BMW Group** : Rettungsleitfaden, Information für rettungsdienste 2003
- **Opel / Vauxhall**: Principe généraux de sauvetage pour les véhicules de 8/1995 à 7/2005
- **Susuki** : Informationen zu Sicherheits- und Rückhaltesystemen für Hilfsorganisationen
- **Autoliv** : <http://www.autoliv.com>
- **Sapeurs-Pompiers de Presles (95)** : <http://perso.wanadoo.fr/christophe.hennebuisse/index.htm>
- **David Cuttelod**: Les airbags, version 1.0, <http://www.swiss-firefighters.ch>
- **La chimie des airbags** :
 - <http://w3.umh.ac.be/~ichim/docs/studs03-04/DCornil/airbag.htm>
 - <http://www.planetema.net/~rentz/tech/airbag.htm>
 - <http://users.swing.be/chimiecinetique/airbag.html>
- **Images** : Volvo, Volkswagen, Mercedes, Audi, BMW, SEAT, Ford
- **Information à l'usage des services de sauvetages - Mercedes**: http://www.mercedes-benz.ch/content/switzerland/mpc/mpc_switzerland_website/fr/home_mpc/passenger_cars/home/services/services_fuer_personenwagen/rescue_guide.html
- **Historique**:
 - http://automobile.nouvelobs.com/mag/Anciennes/25_ans_airbag/default.asp

15. Remerciements

Dans le désordre :

- Mon épouse Stéphanie, qui a su faire preuve de patience...
- Centre de Secours de la Broye, Payerne
- M. Filippo Burà, Service Clientèle, Ford Motor Compagny (Switrerland) SA
- Mme Barbara Carmé, Centre d'Information Clientèle, General Motor Suisse SA
- Mme Katherin Durrer, Responsable Service Clients, Volvo Automobiles (Suisse) SA
- Mme Susanne Burri, AMAG AUTomobil- und Motoren AG
- Garage Renevey, Opel
- <http://www.ambulanciers.ch> pour son hébergement
- Toutes les personnes (professionnel ou pas) qui ont relu ce document.



Document téléchargeable sur le site www.ambulanciers.ch, depuis le forum, sous la catégorie « bibliothèque »

Mars 2007